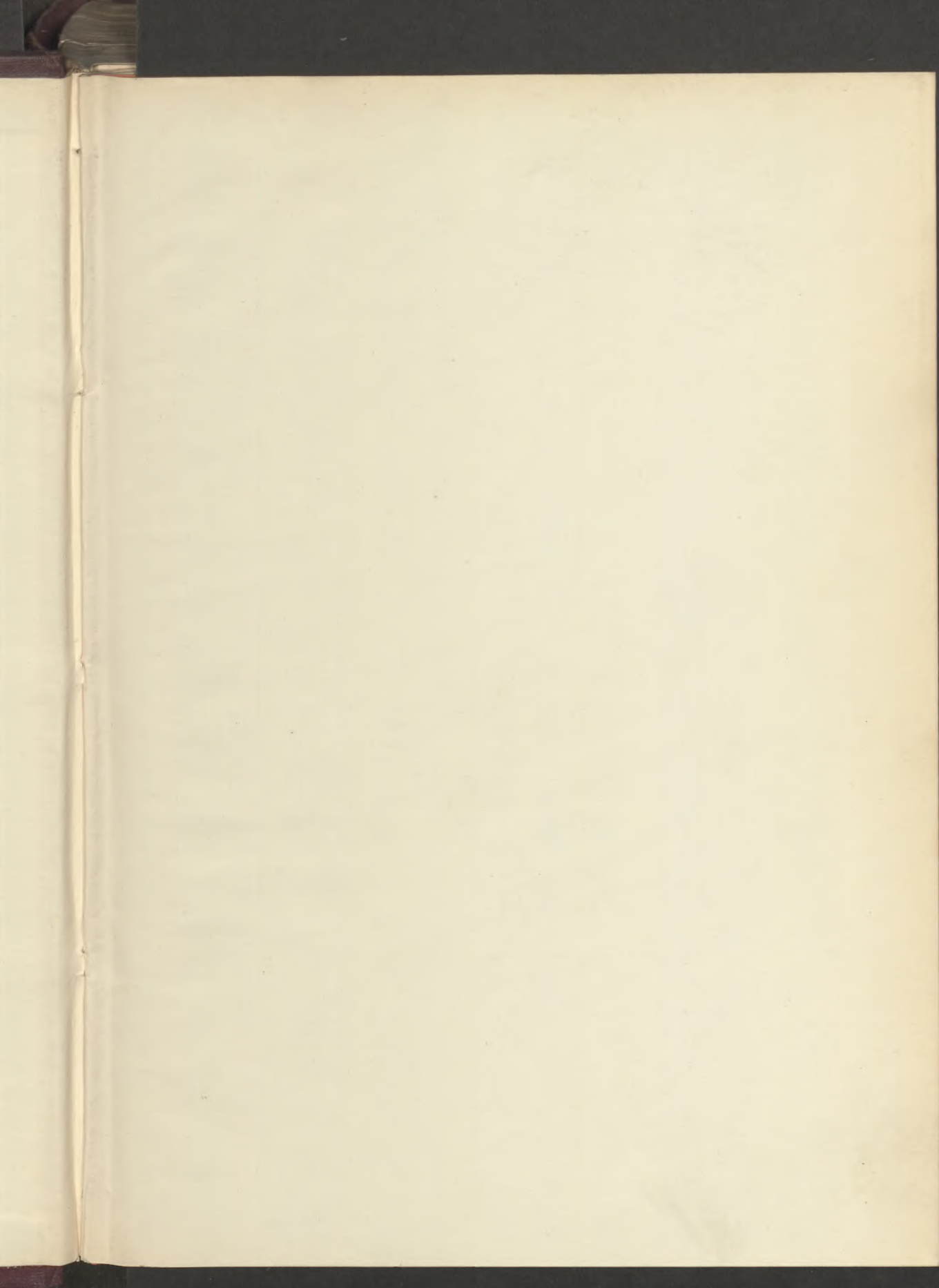




1938 SZEP. - I.











10581

10581

# ERDÉSZETI NÖVÉNYTAN

IRTÁK :

† FEKETE LAJOS és MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR  
(1891)

MÁSODIK  
ÁTDOLGOZOTT KIADÁS

IRTÁK :

FEHÉR DÁNIEL és MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR

I. KÖTET  
MORPHOLOGIA  
(SEJTAN, SZÖVETAN, ORGANOGRAPHIA)  
562 SZÖVEGKÖZTI KÉPPEL

KIADJA :

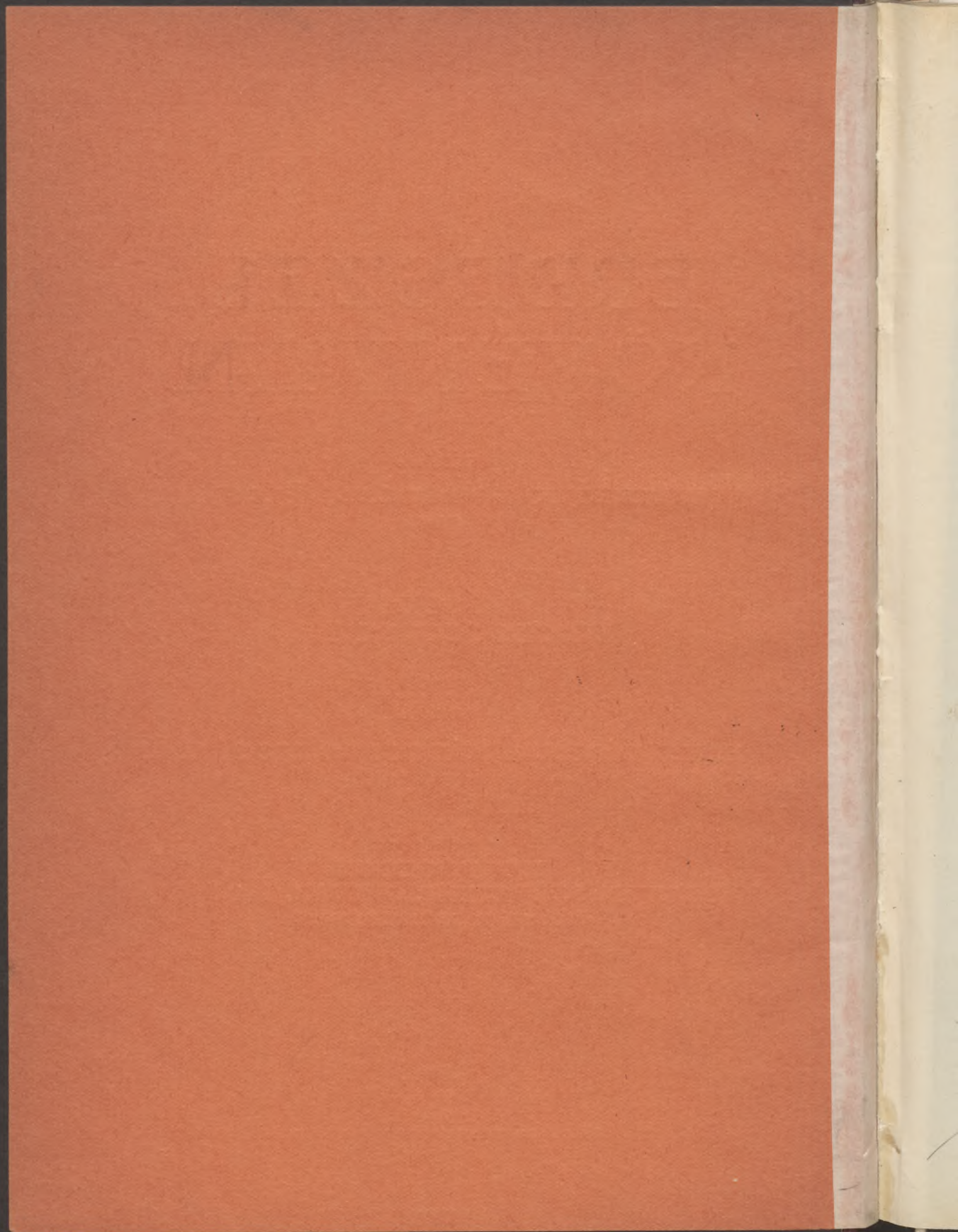
MÁHR ÁRPÁD KÖNYVKERESKEDÉSE, SOPRON

NYOMTATTA :

RÖTTIG-ROMWALTER NYOMDA-RÉSZVÉNYTÁRSASÁG, SOPRON

1 9 2 9







# ERDÉSZETI NÖVÉNYTAN

IRTÁK:

† FEKETE LAJOS és MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR  
(1891)

MÁSODIK  
ÁTDOLGOZOTT KIADÁS



IRTÁK:

FEHÉR DÁNIEL és MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR

I. KÖTET  
MORPHOLOGIA  
(SEJTAN, SZÖVETAN, ORGANOGRAPHIA)

KIADJA:

MÁHR ÁRPÁD KÖNYVKERESKEDÉSE, SOPRON

NYOMTATTA:

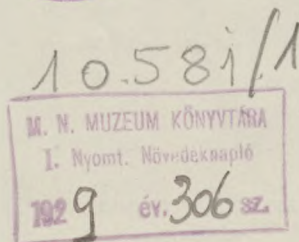
RÖTTIG-ROMWALTER NYOMDA-RÉSZVÉNYTÁRSASÁG, SOPRON

1929



*A magyar erdészeti kultúra másfél  
évszázados ősi Alma-Materének, a m.  
kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Fő-  
iskolának szeretettel ajánlják*

A Szerzők.



## ELŐSZÓ.

Az Erdészeti Növénytan I. kiadásának megjelenése óta 37 évnek kellett eltelnie, amíg a m. kir. Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti Főosztályának megértő támogatása lehetővé tette, hogy a II. kiadás is megjelenhessen.

Ez alatt a hosszú idő alatt a növényteni tudomány mind-egyik ága hatalmas lépésekkel haladt előre, de különösen nagyarányú volt ez a fejlődés a sejttan és az élettan terén. Ennél az oknál fogva kénytelenek voltunk a könyv eredeti beosztását megváltoztatva, a kereteket kibővíteni és a munkát három kötetben megjelentetni.

A most megjelenő I. kötet tárgyalja a külső és belső morfológiát (sejttan, szövettan), a II. kötet, amely az elsőt rövidesen követni fogja, az élettant fogja tartalmazni, míg végül a III. kötet a részletes növénytant fogja magában foglalni. Az I. kötet anyagából a sejttant és a szövettant az újabb kutatások eredményeinek megfelelően úgyszólván teljesen át kellett dolgozni, míg a külső morfológia kevesebb változáson ment keresztül. Az organographia tárgyalásánál az ontogenetikai vonatkozásokat csak röviden, olyan mértékben tárgyaltuk, amint az a szaporodási szervek fejlődésének megértésére szükséges. Erről bővebben a III. részben fogunk szólni.

Tekintettel az I. kiadás óta elmúlt hosszú időre és az átdolgozott nagy anyagalmazra, tisztában vagyunk azzal, hogy tökéleteset a legjobb akaratunk mellett sem nyújthattunk. A tudományos szakmunkák igazi tökéletességüket csak akkor érik el, ha az egymásután következő kiadások sűrű egymásutánban váltják fel egymást. Sajnos, nekünk ebből a szempontból a multban igen nehéz körülményekkel kellett megküzdenünk, jöllehet az I. kiadás is elég rövid idő alatt teljesen elfogyott, de talán a magyar kultúra további fejlődése nálunk is lehetővé fogja majd tenni, hogy a mostani II. kiadás hibáit és fogyatékoóságait a III. kiadásban majd kiküszöböljük. Addig is köszönettel és há-





#### IV

lával fogunk fogadni minden olyan kritikai megjegyzést, amely a könyv esetleges hibáinak kiküszöbölését lehetővé fogja tenni.

A munka kiadásánál *Benkovits Károly* m. kir. erdőmérnök, tanársegéd, a kézirat sajtó alá rendezésében, a képek kiválogatásában, rajzolásában, a tárgymutató összeállításában és a kefelenyomatok olvasásában messzemenő módon támogatott bennünket. Hasonlóképpen vitéz *Bokor Rezső* adjunktus is közreműködött a kefelenyomatok olvasásában. Mindkettőjüknek e helyen őszinte köszönetünket nyilvánítjuk.

Hasonlóképpen köszönetünket fejezzük ki az Országos Erdészeti Egyesületnek és a Természettudományi Társulatnak, hogy klisék kölcsönzésével elősegítették munkánk létrejöttét.

Végül különös hálánk és köszönetünk illeti meg a m. kir. földművelésügyi minisztérium erdészeti főosztálya vezetőjét: *Pfeiffer Gyula* miniszteri tanácsos urat és az I. számú ügyosztály vezetőjét: *Papp Béla* miniszteri tanácsos urat, akiknek ügyszeretete és támogatása a mostani rendkívül nehéz pénzügyi viszonyoknak ellenére a munka megjelenését lehetővé tette.

Budapest—Sopron, 1928. évi december havában.

#### **Dr. Fehér Dániel**

a m. kir. bányamérnöki és erdőmérnöki főiskola rendes tanára, a főiskola botanikus kertjének és növény-tani intézetének vezetője.

#### **Dr. Mágocsy-Dietz Sándor**

a m. kir. Pázmány Péter tudományegyetem nyug. ny. r. tanára, az egyetem növénykertjének és általános növénytani intézetének volt igazgatója.



# TARTALOMJEGYZÉK.

## Előszó.

## Bevezetés.

## I. rész: Morphologia.

### I. Fejezet. Belső morphologia. Anatomia.

#### 1. Sejtten. Cytologia.

A sejt ismertetése . . . . .	1
A sejt élő teste. (A protoplazma.) . . . . .	7
A sejtmag . . . . .	15
A chromatophorák . . . . .	18
A sejt tartalmi részei . . . . .	26
A sejtfal . . . . .	59
A sejtek keletkezése . . . . .	75
A sejtek alakja . . . . .	87

#### 2. Szövetten.

A szövetek és szövetrendszerek . . . . .	92
A sejtközök . . . . .	95
Merisztematikus, vagy osztódó szövetek . . . . .	97
A bőrszövetek . . . . .	102
Szállító szövetek, vagy edény-nyalábok . . . . .	138
A farész . . . . .	149
A hancsrész . . . . .	156
Az alapszövet . . . . .	169
A telepes növények (Thallophyták) szövelei . . . . .	205
3. A száras növények (Cormophyták) vegetatív szerveinek anatómiája . . . . .	212

A lomblevél anatómiája . . . . .	221
A gyökér anatómiája . . . . .	243
A gyökér másodlagos vastagodása . . . . .	258
A szár anatómiája . . . . .	262
A szár másodlagos vastagodása . . . . .	271
A kétszikű és nyitvatermő fás növények törzsének anatómiája . . . . .	278
A másodlagos hancs . . . . .	281
A fatest anatómiája . . . . .	285
A fatest elemeinek eloszlása . . . . .	296
A bélsugarak és a faparenchyma . . . . .	300
A libriform, az edények és a tracheidák elhelyeződése . . . . .	304
Az évgűrök . . . . .	306
A fa anatómiai szerkezete és minősége közötti összefüggés . . . . .	330
A fatörzs alakjának kifejlődését irányító tényezők . . . . .	334
A gesztetesedés . . . . .	337
A növényi test mechanikai szerkezete . . . . .	342
A növények érzékszervei . . . . .	354
A rendellenes vastagsági növekedés . . . . .	368
A hegedési szövetek és a sebgógyógyulás . . . . .	371

### II. Fejezet. Külső morphologia. Organographia.

#### Bevezetés.

A növényi test részéről általában . . . . .	382
Táplálkozási (vegetatív) szervek . . . . .	385
A telepes növények (Thallophyta) . . . . .	385
A száras növények (Cormophyta) . . . . .	388

#### Tengelyképletek.

a) Rendes gyökérképletek . . . . .	388
b) Módosult gyökerek . . . . .	394
c) Rendes szárképletek . . . . .	398
d) Módosult szárképletek . . . . .	401

#### Levélképletek.

Rendes levelek (phyllom) . . . . .	414
Lomblevelek (Folia frondosa) . . . . .	417
Szíklevélek (Cotyledones) . . . . .	433
Allevelek vagy pikkelylevelek (Squammae) . . . . .	434
Fellevelek vagy murvák (Bracteae) . . . . .	436
Viráglevelek . . . . .	437
A levelek állásáról . . . . .	438

#### A rügyek.

A rügy fogalma és fajtái . . . . .	445
------------------------------------	-----



## VI

A rügy alakja és nagysága . . .	448
A rügypikkelyek; ezek elhelyezése és száma . . .	449
A hajtás lezárása a rügy által; utóbbiak fakadása; a pikkelyek tartóssága . . .	450
A rügypikkelyek alakulása lomblevélből és feladatuk . . .	451
A borulás és türemlés . . .	451
Szörszálfüggelékek, vagy hajsza-függelékek (Trichomák) . . .	454

### A szaporodás szervei.

Általános áttekintés . . .	457
A telepes növények szaporodása	464
a) A telepes növények ivartalan úton való szaporodása . . .	464
b) A telepes növények egyenlő nagyságú és alakú ivarsejtekkel való szaporodása . . .	465
c) A telepes növények hím- és petesejtekkel való szaporodása . . .	468

### Az archegoniaták szaporodási szervei.

A mohok (Bryophyta) . . .	472
A harasztfélék (Pteridophyta) . . .	476

### A virágos növények (Anthophyta) szaporodási szervei.

Az ivartalan szaporodás . . .	482
Az ivaros szaporodás. A virágokról általában . . .	483
A virágtakaró (perianthium) . . .	486
A lepel (perigonium) . . .	486
A csésze (calyx) . . .	487
A párta (corolla) . . .	490
A hímtáj (androeceum) . . .	494
A termő (gynoeceum) . . .	497

### A nyitvatermők virágfejlődése.

A porzók fejlődése . . .	505
A termőlevél fejlődése . . .	507

### A zárvatermők virágfejlődése.

#### A virágzat.

##### 1. Egyszerű virágzatok.

A) Fürtszerű virágzatok . . .	523
B) Bogas virágzatok . . .	525

##### II. Összetett virágzatok.

A) Az első- és a másodrangú elágazás fürtszerű . . .	527
B) Az elsőrangú elágazás fürtszerű, a másodrangú elágazás bogas . . .	527
C) Az elsőrangú elágazás bogas, a másodrangú elágazás fürtszerű . . .	528
D) Mindkét rangú elágazás bogas . . .	528
A mag (semen) . . .	530
A termés . . .	535

##### I. Valódi termések, amelyek falát csak a magház képezi.

A) Tokféle vagy felnyíló termések . . .	539
B) Széthasadó termések . . .	541
C) Zárt száraz termések . . .	542
D) Bogyótermések . . .	544
E) Csonthéjas termések . . .	546

##### II. Áltermések.

A) Egy virágból alakult áltermések . . .	546
B) Terméságazatokból származó áltermések . . .	548
Függelék . . .	549
Betűsoros tárgymutató . . .	550



## BEVEZETÉS.

A növénytan, mint tudomány az élő lények azzal a nagy csoportjával foglalkozik, amelyeket alaki és élettani sajátágaiknál fogva a „növény” szó fogalma alatt foglalunk össze. Maguknak a növényeknek az élő lények másik csoportjától, az állatoktól való éles elhatárolása pontos és szabatos ismertető jelek alapján, bármilyen különösnek is látszik ez az első pillanatra, rendkívül nehéz.

Különösen feltűnővé válik ez akkor, ha a magasabb rendű növényektől eltekintünk és az alacsonyabb rendű növények és állatok között kíséreljük meg az elhatárolás megállapítását. Az állatoknak és a növényeknek általános értelemben véve sok közös alaki és élettani sajátáguk van: így a sejtes alakulás, a táplálkozás és a szaporodás sok közös és hasonló jelensége, a lélekzés és a vele kapcsolatos melegfejlődés, az ingerlékenység és a mozgási képesség. Mindezek és még számos más jelenség arra engednek következtetni, hogy az állatok és növények közös ősi lények származékai. Ez a körülmény teszi azután olyan nehézvé a fejlődés alacsony fokán álló állatok és növények éles elhatárolását, mert ezeknek az élő lényeknek a fejlődés még nem alakította ki azokat a sajátosságait vagy jellemvonásait, amelyek alapján a magasabb rendű állatokat és növényeket egymástól biztosan meg lehet különböztetni.

Csak a nyálkagombáknál (Myxophyta) és a hasadó gombáknál (Schizophyta) fejlettebb növénycsoportok kezdik azokat a jellemző sajátságokat magukra öltetni, amelyeknek alapján a magasabb rendű növényeket az állatoktól fokozatosan el lehet különíteni. Ezek a hosszú fejlődés folyamán kialakult általános növényi sajátságok a következők: a) a táp-



lálék felvételére szolgáló szervek táplálékszereket felvevő felületei a növényeknél kifelé (levelek és a gyökér felvevő szövetei), az állatoknál pedig befelé vannak fordítva (száj, gyomor és a belek); b) a magasabb rendű növények sejtjeiben lévő zöld chlorophyll szemecskék és az ezekhez kötött jellemző növényi  $\text{CO}_2$  asszimiláció, amelynek segítségével a növény a levegő és a talajból felvett szervetlen anyagokból szerves anyagokat állít elő; c) a Dinoflagelláták csoportjától kezdve a növényi sejtek falának az alapanyaga a cellulóz, amely egyik legjellemzőbb sajátága a növényeknek; d) a növényi test a benne elhelyezett merisztematikus szövetek és a tenyésző kúpok működése folytán úgyszólván állandó és az egyén haláláig meg nem szűnő hosszanti és vastagságbeli növekedésű, sőt a tenyészet szaporítási módok segítségével ez a növekedés az egyén életétől elválaszthatóvá és így korlátlanúvá válik (pl. dugványozás) az állatok testének felületén végbemenő korlátolt felületi növekedéssel szemben.

Még kell azonban jegyeznünk, hogy az állatok és a növények elválasztása még ezen jellemvonások alapján is csak viszonylagos marad, miután a „növény” fogalmának általános érvényű meghatározása úgyszólván teljesen lehetetlen. Az élő lények közül ezidőszert a baktériumok, a moszatok, a gombák, a zuzmók, a mohok, a páfrányok, a zárva- és a nyitvatermő virágosak azok, amelyeket a növényvilág élő lényei közé sorolunk és mint ilyeneket a növénytan tárgyal.

### A növénytan felosztása.

Maga a növénytudomány, a „botanika”, több egymással szervesen összefüggő részből áll, amelyek a következők:

1. A m o r p h o l ó g i a vagy a l a k t a n, amely a növények külső és belső alaki sajátosságainak a leírásával és ismertetésével foglalkozik. Ennek megfelelően ez ismét külső morfológiára (organographia) és belső morfológiára (anatómia, bonctan) van tagolva. Ez utóbbi azután ismét a sejtanra (cytologia) és a szövettanra (histologia) oszlik kapcsolatban a fejlődéstannal.

2. A p h y s i o l ó g i a vagy é l e t t a n a növények életjelenségeivel és életfolyamataival foglalkozik, végeredményében



nem egyéb, mint a növények kémiája és fizikája. Egyik újabban mind nagyobb jelentőségre szert tevő segédtudománya ennek a növények biokémiája és biofizikája.

3. A növénybiológia, helyesebben ökológia a növényeknek vagy a növények egyes részeinek a környezet-  
hez való viszonyát és alkalmazkodását tárgyalja.

A növénytan ezen három alapvető részét közös néven mint általános növénytant foglalják össze.

4. A rendszeres növénytan az egyes növények leírásával és rendszerbe való foglalásával foglalkozik.

5. A növényföldrajz vagy növénygeographia az egyes növényeknek, illetőleg növénycsoportoknak és fajoknak a földrajzi elterjedését és az elterjedésre befolyással bíró tényezőket tárgyalja.

6. A növényi őslénytan vagy palaeobotanika a növényeknek a geológiai formációk szerint való előfordulását ismerteti.

7. A növénykórtan vagy phytopathológia a növények betegségeit tárgyalja.

Ellentétben az általános növénytannal, a botanika most tárgyalt részeit a részletes növénytan néven foglaljuk össze, még pedig azért, mert míg az általános növénytan az összes növények közös, általános sajátosságaival foglalkozik, addig a részletes növénytan az egyes növények tulajdonságait tárgyalja és ismerteti.

A kettő együtt azután az elméleti vagy theoretikus növénytan néven van összefoglalva.

Ellentétben az elméleti növénytannal, az alkalmazott vagy gyakorlati növénytan a tudományos növénytanban megállapított eredményeket a gyakorlati élet céljaira értékeli. Ide tartozik többek között az erdészeti növénytan is, amely az erdészetileg fontos fás növényeket és tágabb értelemben mindazokat a növényeket tárgyalja, amelyek az erdőgazdaság szempontjából fontossággal bírnak. Ide soroljuk az erdészeti növénykórtant, amely a fás növények betegségeit és az ellenük való védekezés módjait ismerteti.



## X

Nagyon természetes, hogy az erdészeti növénytan helyes megértéséhez és korszerű fejlesztéséhez okvetlenül szükséges az elméleti növénytan alapos ismerete, mert hiszen maga az erdészeti növénytan sem egyéb, mint az elméleti növénytan eredményeinek az erdőgazdaság körében való értékesítése.

Az erdészeti növénytan számos erdészeti tudománnyal van összefüggésben, de mégis legszorosabb kapcsolatban áll az erdőműveléssel, az erdőhasználattal és az erdővédelemmel. Ezek közül a kapcsolatok közül kétségtelenül az erdészeti növénytan az erdőműveléssel való vonatkozásai érdemlik a legtöbb figyelmet. Az erdőművelés tágabb értelemben nem egyéb, mint alkalmazott növénytan és így ez helyes gyakorlati eredményeket csak akkor adhat, az erdészeti többtermesztést tehát a termőhelynek a növények физиологические jelenségeinek helyes ismeretére alapított lehető legjobb kihasználását csak akkor érheti el, ha szoros együttműködésben marad ismereteinek forrásával és létalapjával: az elméleti növénytan eredményeire támaszkodó erdészeti növénytannal. Az erdőművelés gyakorlati törvényszerűségei és szabályai csak akkor lesznek helyesek, ha azok az elméleti növénytan idevágó eredményei alapján a gyakorlati életbe helyes érzékkel és megértéssel alkalmas módon vitetnek át.

Az intenzív erdőgazdaságnak az erdészeti növénytan alapos fejlesztése és az erdészeti kísérletügy növényélettani alapokon való művelése adja meg fejlődésének egyedüli helyes irányát.

Az alkalmazott növénytan felőleli azután még a következő fontosabb ágazatokat: a) gazdasági növénytan, b) kertészeti növénytan, c) ipari növénytan, d) gyógyszerészi növénytan stb.

Külön helyet foglal el ezenkívül a növénytan története, amely, mint a természettudományoknál általában, nemcsak az idevágó adatok idő- és korszerinti felsorolására szorítkozik, hanem egyuttal a növénytan különböző részeinek tudományos fejlődését is tárgyalja.



### A növénytan történetének vázlata.

A növényteni ismeretek kezdete a legelső történelmi időszakokba vezethető vissza. Kezdetben a növényeket még csak használhatóságuk szerint ismerték és írták le, amennyiben ezek gyógyszerül vagy táplálóanyagul szolgáltak. A botanikának ez az első ú. n. leíró vagy deskriptív korszaka *Aristoteles*szel (384 Kr. e.) veszi kezdetét és a XVI. század végéig tartott. *Aristoteles*nek e tárgyú munkái elvesztek, a legelső növényteni munkák tanítványától, *Theophrastus*tól (378—285 Kr. e.), „*De historia plantarum libri decem*” és *Dioscorides*től (100 Kr. e.) „*Materia medica*” származtak ránk. A kereszténység terjedésének első századaiban a növényteni ismereteket nem művelték. Az arab műveltség azonban erre a tudományra is kiterjesztette figyelmét. Így *Avicenna* (979—1037) arab orvos munkája nemcsak orvosi ismereteket, hanem számos új, többnyire keleti növény leírását is magában foglalja. Különben a növényteni tudományok fejlődésének legelső korszakában a főszólyt a gyógyszerekül használt növények leírására fektették. Épen ennél a körülménynél fogva, amint látni fogjuk, a növénytan az akkori orvostudományok egyik fontos, alapvető részét képezte és így a növénytan első művelői között legnagyobbbrészt orvosokat találunk. A középkorban a XVI. századig a növénytannak kiválóbb művelői nem voltak. Csak ebben a században kapott ez a tudomány *Brunfels* (1488—1534), *Fuchs* (1501—1565), *Clusius* (1526—1609), *Bauhin* (1550—1624) és kortársaiknak munkássága által újabb lendületet. Ezen korszak növényteni munkáit általában a füvészkönyv (németül: *Kräuterbuch*) névvel jelölték.

A növénytan fejlődésének második korszakában a botanikusok a most már nagy számban ismert és leirt növényeket a könnyebb áttekinthetőség céljából rendszerbe igyekeztek foglalni. Ebben a korban születtek meg a legelső tisztán morfológiai szempontokból összeállított ú. n. mesterséges rendszerek, melyeket későbbben, a növénytan fejlődésének harmadik korszakában, a természetes rendszerek váltottak fel.

A második korszak *Caesalpinus* (1519—1602) olasz orvos működésével kezdődik; ennek alapvető munkája: „*De*



plantis libri XVI." Ő állította össze az első nagyszabású rendszert. Ezen korszak munkássága, amelyet azután többek között Jungius (1587—1657), Morison (1620—1683), Burckhardt (1676—1738) stb. gazdagítottak, Linné Károly (1707—1778) svéd orvos és botanikus működésével érte el a tetőpontját. Linné tudományosan szabályozott elnevezést és szigorú jellemzést (nomenklatura és karakteristika) hozott be a növénytanba, közel 10.000 fajt írt le és sorozott be az ő szexuális rendszerébe, amely néhol még ma is használatban van. Elméleti szempontból sokkal nagyobb jelentőséggel bíró munkáját, az ő természetes csoportjait, kortársai figyelmen kívül hagyták.

Linné mesterséges rendszerével szemben állította fel Jussieu Bernát (1699—1777) az első természetes rendszert, mely a további rendszertani törekvéseknek alapjául szolgált.

Jussieu után De Candolle (1778—1841), Endlicher (1804—1849), Brogniart (1801—1847) igyekeztek a természetes rendszert tovább fejleszteni, azonban mindaddig, amíg ezen rendszerek a fajok állandóságára voltak alapítva, melyekre ható eredményeket ezek a kutatók sem tudtak elérni. Lamarck (1744—1829), Saint Hilaire (1772—1844), Darwin (1809—1882) korszakot alkotó munkássága, amellyel a fajok állandóságával szakítva a fajok változandóságát és az erre alapított phylogenetikus fejlődéstant megalapították, a növénytan fejlődésének is új irányt mutatott és ezen időponttól kezdve tűnnek fel legelőször a növényfajok természetes rokonságára alapított természetes rendszerek. Így 1864-ben Braun, 1883-ban Eichler tesz közzé természetes rendszerüket, de közben Warming, Drude és mások is igyekeztek a természetes rendszert mindinkább tökéletessé tenni.

A legelterjedtebb rendszer ma Engler természetes rendszere, amely korunkban a legnagyobb elterjedésnek örvend. Legújabbban Wettstein állított fel egy az Engler rendszerétől bizonyos tekintetben eltérő rendszert. Magyarországon Tuzson János adott ki „Rendszeres Növénytan I. és II.” cím alatt (1926) egy az Engler természetes rendszerén felépített, de célszerű módosítások és új csoportosítások által áttekinthetőbb rendszer- és növénytani munkát.



A növények rendszerének kifejlődése mellett azután fokozatosan a növénytani tudomány egyéb részeinek megépítése is kezdetét vette.

Ezek között legelőször is a külső morphologia fejlődött, mert ezen tudományág a növények gyakorlati felismerésénél fontos szerepet játszott.

A legelső nyomait ezen tudományág keletkezésének C a e s a l p i n (1583) és J u n g i u s (1620) működésével kapcsolatosan találjuk meg; de ezeket majdnem két évszázadig senki sem fejlesztette tovább.

G o e t h e, a németek nagy írója, alkotta meg legelőször a növények metamorfozísáról szóló tanát (1790). Később S c h i m p e r K. (1803—1867), azután különösen B r a u n (1805—1877) működtek e téren, akiknek munkásságát az anatómia terén is kiváló eredménnyel működött S c h l e i d e n (1804—1881) és N ä g e l i (1817—1891) fejlesztették tovább. Úttörők voltak S c h w e n d e n e r (1870) és S a c h s (1832—1897), akik a régi idealisztikus morphológiát mechanikai alapokra fektették. Ezen irány követői között ma G o e b e l, a müncheni egyetem tanára, a legkiválóbb. S t r a s b u r g e r nem követte a mechanikai elvet, ő a régi ideális kutatási iránynak maradt a híve.

A belső morphologia vagyis az anatómiának a fejlődése szorosan összefügg a finomabb optikai műszereknek, így elsősorban a mikroszkópnak felfedezésével és tökéletesítésével. Ezen a téren a természettudományok A b b é (1840—1905) kutatásainak sokat köszönnek.

A növényi sejteket legelőször H o o k e R ó b e r t, az összetett mikroszkóp igazi felfedezője, írta le,\*) ő adta ezeknek a sejt „cellula” nevet (1667). Ő azonban még nem ismerte fel ezeknek jelentőségét és inkább csak az általa szerkesztett műszer jóságának bemutatására használta fel. Az általa megvizsgált anyag, ahol a sejteket mint kamrácskákat meglátta és leírta, a paratölgy (*Quercus suber*) parakérge volt.

A növényanatómia tulajdonképeni megalapítói N e h e m i a h G r e w (1628—1711) és Marcello Malpighi

\*) Az első összetett nagyítót Lanssen Hans és a Zakariás testvérek 1590-ben szerkesztették.



(1628—1694). Ezek a kutatók a sejtet a mai értelemben véve még szintén nem ismerték fel, ők inkább a szövetekkel foglalkoztak. A „szövet” elnevezés Malpighitól ered.

Az ő működésük után közel két évszázadig ez a tudományág sem fejlődött tovább. Csak a XVIII. század végén és a XIX. század elején találjuk meg ismét az anatómiai kutatás kezdeteit. A plazmát, mint a sejteket kitöltő anyagot, legelőször Corti (1772) és Treviranus (1807) veszik észre. Meyen 1830-ban szintén a sejtek tartalmáról beszél, de ennek a jelentőségét ő sem ismeri fel. Schleiden (1840) és Nägeli (1842) munkálatai alapján, Mohl Hugó Nägelivel megállapítja a plazma létezését a növényi test összes élő sejtjeiben (1846). A protoplazma elnevezés Mohltól származik. A sejtmagot Brown Róbert találta meg 1831-ben. Azonban ő sem ismerte fel ennek a jelentőségét, melyet azután Schleiden derített ki teljesen. Kiváló eredményeket köszönünk a sejtmagvizsgálatok terén Strasburgernek, aki az anatómia többi részén is korszakalkotó munkásságot fejtett ki.

A növénybonctan továbbfejlesztésében, a részletek kidolgozásában több kiváló kutató, mint Hartig Th., Hanstein J., Reinke, Hofmeister, Sachs, Tschirch, de Bary, van Tieghen stb. működtek közre. Egy új iránya a növényanatómiának a Schwendener által megalapított physiologiai irány, amely ellentétben az ú. n. leíró (deskriptív) anatómiával, az egyes leírt sajátságok közötti élettani kapcsolatot keresi és a növényi szöveteket ezen sajátságuk, illetőleg a közös élettani cél szerint igyekszik csoportosítani. Ennek az iránynak, a physiologiai anatómiának, egyik ismert munkása: Haberlandt.

A növényi élettan kezdetei a XVI. században mutatkoznak. Caesalpinus volt az első, aki munkájában a növények táplálékfelvételére, továbbá a növény testében végbe menő nedváramlásra mutat rá. Jung a növények anyagcseréjével foglalkozik, hasonlóképpen Helmont (1577—1644). Malpighi 1686-ban a zöld levelek élettani szerepére mutatott rá, Mariotte 1679-ben megjelent munkája a növény testében lefolyó anyagkészítéssel foglalkozott. Priestley (1733—1804) a növények oxigén kiválasztását fedezi fel.



A növényi élettan ezen korbeli fejlődésére kiváló hatással volt a fizika, de különösen a kémia fejlődése, hiszen — amint mondtuk — maga a növényphysiologia sem egyéb, mint alkalmazott kémia és fizika.

1727-ben Hales a nedvkeringésre vonatkozó kísérleteket végez, Ingenhousz (1796) a növényi asszimilációt fedezi fel, melyet azután Saussure 1804-ben tár fel teljesen s végül is Liebig, minden idők egyik legkiválóbb kémikusa, bizonyította azután be minden kétséget kizáróan 1840-ben, hogy a levegő széndioxydja növényi táplálék.

Egyike volt a legkiválóbb növényphysiologusoknak Sachs, aki a növényphysiológiát új alapokra fektette, az élettant önállósította. Legkiválóbb követője volt az 1919-ben elhunyt Pfeffer. Ma egy sereg physiologus dolgozik vállvetve a növényphysiologia problémáin.

A magyar növénytani irodalom kezdetei a XVI. századra vezethetők vissza.\*) 1578-ban jelent meg Melius (Juhász) Péter munkája: „Herbarium az fáknak, füveknek, neveiről, természetéről és hasznáról (Kolozsvár).” Ez a munka inkább orvosi értékkel bír, mint a növénytani irodalom azon korbeli termékei általában. Ilyenek voltak még: Bejthe András: „Füves könyve” (Német-Újvár, 1596). Linné rendszerét nálunk legelőször Genersich (1798) és Lumnitzer (1791) alkalmazták. A legfontosabb esemény volt a magyar botanika történetében az első növénytani tanszék felállítása a budapesti egyetemen 1770-ben, melynek tanára Winterl Jakob József lett. Ezen a helyen azonban a legjelentősebb működést Kitaibel Pál fejtette ki (1757—1817). Legfontosabb munkája: „Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae”, továbbá a halála után megjelent jegyzetei: „Reliquiae Kitaibelianae” stb.

Kitaibel alapozta meg a magyar tudományos növénytani kutatásokat. Ezen kornak nevezetesebb növénytani munkái még: Csapó József: „Új füves és virágos kert” 1774, Veszelszky Antal: „Fa és fűszeres könyv” (1798), azután Diószei Sámuel és Fazekas Mihálytól a „Ma-

\*) A Kanitz: Geschichte der Botanik in Ungarn, Pesth 1863.



gyar fűvészkönyv" Linné rendszere szerint (1807, Debrecen). A már említett Endlicher szintén pozsonyi születésű tudós volt, de azután a bécsi egyetemre került. Magyar vonatkozású munkája: „Flora Posoniensis” (1830).

A mikroszkóp használata és vele az általános növénytan fejlődése hazánkban a XIX. század közepén Dorner Józseffel veszi kezdetét, de ez az irány egyelőre nevezetesebb művelőkre nem talált. Hazslinszky Frigyes (1818—1896) maradandó becsű munkássága szintén növényrendszertani kutatásokra terjedt ki. Ezen a téren és a növényföldrajz tárgykörében fejtett ki jelentős munkásságot Borbás Vince (1844—1905). Egyike volt az általános növénytan legkiválóbb és külföldön is ismert művelőinek: Jurányi Lajos (1837—1897), aki különösen sejtani munkáival maradandó nevet szerzett magának.

A magyar erdészeti növénytan legjelesebb munkásai voltak: Fekete Lajos (1837—1916), aki a magyar erdészeti növényföldrajz terén is jelentős működést fejtett ki, azután Simonkai Lajos (1851—1910), aki különösen a magyar dendrologia terén alkotott sok maradandó becsű munkát.

Az újabbkori magyar növénytani irodalom nagyobb munkái közül a következő főbb műveket jegyezhetjük fel: Istvánffi Gyula: Magyar ehető és mérges gombák könyve (1899); Degen Árpád: Gramina Hungarica (1902); Hoffmann-Wagner: Magyarországi virágos növényei (1902); Hollós László: Magyarország Gasteromycetái (1903); Cserey Adolf: Növényhatározó (1906); Wagner János: Magyarország gyomnövényei (1908); Gombóc Endre: A Populus-nem monographiája (1908); Mágocsy-Dietz Sándor: A növények táplálkozása (1909); Filarszky Nándor: Növénymorphológia (1911); Hollendonner Ferenc: A fenyőfélék fájának összehasonlító szövettana (1913); Szabó Zoltán: A növények szervezete (1922); Jávorka Sándor: Flora Hungarica (1925).



## I. RÉSZ.

# MORPHOLOGIA

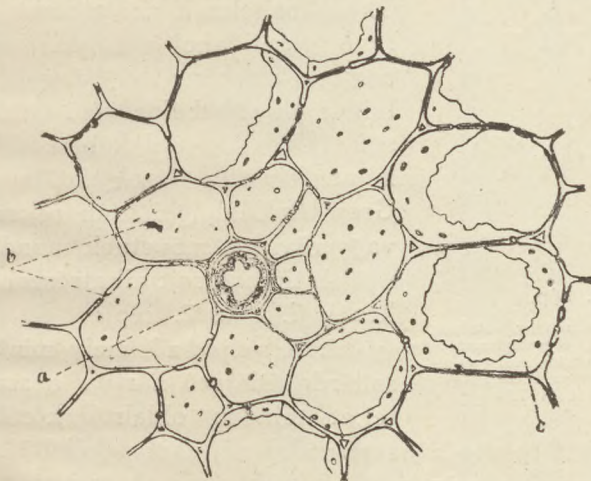
### I. FEJEZET.

#### BELSŐ MORPHOLOGIA. ANATOMIA.

##### 1. Sejttan. Cytologia.

###### A sejt ismertetése.

Bármily eltérők legyenek is alaki tekintetben a növények egymástól, mégis belső szerkezetüket tekintve, közös alapon állnak, mely abban nyilvánul, hogy mindegyik növény sejtéből, vagy sejtekből van alkotva. A sejt többé-kevésbé indi-



1. kép.

A fekete bodza (*Sambucus nigra*) belsejtjei, nagyítva; *a* váladéktartó,  
*b c* gödörkék felülről és metszetben. (N. T.)

vidualizált test, melynek fala gázok és a víz által átjárható és amely részint folyékony, részint szilárd szerves élő, vagy legalább az élet körébe vont szerves anyagokból áll. Ha valamely növényi résznek, pl. levélnek, vagy gyökérnek vékony metszetét



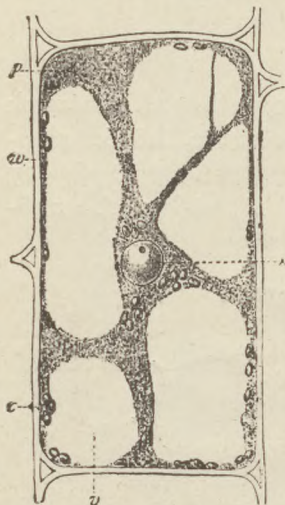
mikroszkóppal nézzük, akkor választófalak által elkülönített, de egymással összefüggő kis kamrácskákat látunk, melyeket az anatomiában Hooke Róbert (1667) után sejteknek (cellulae) nevezünk (l. 1. kép). A növény testének a sejt legkisebb alkotó egysége, a sejtet magát további még önálló és életképes elemekre bontani nem lehet és épen ezért a sejtet a növényi test elemi alkotó részének is mondják. Tekintettel azonban arra, hogy az élő sejt a fejlődés alacsonyabb fokán teljesen önálló életműködésre is képes, nevezetesen: táplálkozik, növekedik, szaporodik és mozog,

azért a sejtet **physiológiai értelemben egységnyi élő szervezetnek, vagy az élet egységének kell tekintenünk.** A sejt egyes alkotó elemei egyenként az önálló életfolyamatok végzésére már nem alkalmasak.

A sejteknek azt a szorosabb összefüggését, ahol a sejtek bizonyos, a növény számára teljesítendő élettani feladatok céljából egyéni létüket teljesen feladatuk érdekében teljesítendő munkafelosztás szolgálatába állítják, Grew és Malpighi után sejtszövetnek, vagy röviden szövetnek mondjuk.

A tipikus sejt alkatrészei a következők (l. 1. és 2. kép):

1. A sejtfal, mely mint vékony, szilárd, átlátszó hártya a szabad sejtet minden oldalról körülveszi, a



2. kép.

Valamely vízi növény szárának sejtje, *w* sejtfal, *p* protoplazma, *n* sejtmag, *c* chromatophora, *v* vakuola. Erősen nagyítva. Giesenhagen művéből. (N. T.)

szövetekben pedig a szomszédos sejteket elkülöníti. Kémiai alapanyaga a cellulóz (n.  $[C_6 H_{10} O_5]$ ), amelybe a sejt fejlődése folyamán azután rendszerint még különböző vegyi anyagok rakódnak bele.

2. A sejtfal alkotta üregeen belül foglal helyet a tulajdonképeni sejt, amelyet az élő sejtekben egy nyálkás félfolyékony anyag, a **protoplaszma** alkot. A protoplazma a saját alapanyagán, a cytoplazmán kívül, még magában foglalja a

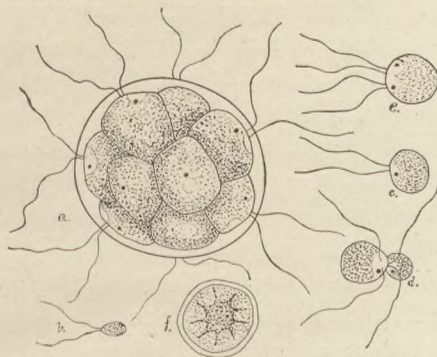


sejtmagot (nucleus), amely a magasabbrendű növények élő sejtjeiben mindenütt jelen van, továbbá a színhordozó testeket, a chromatophorákat.

3. A vakuolák, vagy vizeterek, az idősebb sejtek protoplasmájában keletkező üregek. A vakuolákban van a sejtnedv, amelyben azután a növény számára sok fontos tartalmirész van.

Ezek az alkotó részek, amint mondtuk, csak az élő sejtekre jellemzők, az elhalt sejtekben hiányzik a plazma és a vakuolák és a megmaradó sejtfa csak a külső váz. Néha az élő sejtekben is hiányzik egyik, vagy másik alkotó rész. Így az

alacsonyabb rendű növényekben a fejlődés bizonyos időszakában sejtfa nélküli sejteket is találunk, pl. a zöld moszatok sejtfa nélküli rajzó sejtjei (l. 3. kép), amelyek a vízben hosszabb ideig szabadon élnek és mozognak és ha nyugvó állapotba mennek át, sejtfaall veszik körül magukat. Ezekkel ellentétben a plazmatesttel nem bíró



3. kép.

*Pandorina Morum*; *a* rajzócsalád, *b c* rajzó-sejtek, *d* két párosodó rajzósejt, *e* rajzósejtek a párzás után, *f* zygospóra 500-szorosan nagyítva. Luerssen után. (E. N.)

sejtvázak tovább fejlődésre nem képesek, nem növekedhetnek és nem szaporodhatnak és e szempontból ezeket, amint már mondtuk, elhalt sejteknek kell tekintenünk. Ezek az elhalt sejtek azonban a növény életében gyakran fontos feladatokat teljesítenek. Így ezekből kerülnek ki a növény vízszállító elemei, a tracheák és tracheidák, azután ők adják a növénynek a mechanikai célokra szolgáló szilárdító elemeket és a kéregnek külső védő sejtjeit.

A sejtek növekedése, szaporodása és összes életnyilvánulásai a plazmatesthez vannak kötve, amely tehát az életnek székhelye és ennél fogva azt mondhatjuk, hogy a protoplazma alkotja a sejt testét, mely minden élő sejtben jelen van.



A sejtek a legtöbb esetben kicsinységüknél fogva csak mikroszkóp segítségével láthatók, de vannak olyan nagyok is, melyeket már szabad szemmel is észrevehetünk, pl. a len hánscrostjai. Az eddig ismert legkisebb növényi sejtek egyike a *Micrococcus progrediens* nevű egysejtű baktérium, melynek átmérője mindössze  $0.15 \mu$ , \*) ( $1 \mu = 0.001 \text{ mm}$ ). A parenchymatikus sejtek átmérője  $0.015$  és  $0.066 \text{ mm}$ . között váltakozik, a belsejtek átmérője  $0.13$  és  $1.00 \text{ mm}$ . között mozog, a tölgy, kőris és az ákác nagy edényeinek az átmérői  $0.5$ — $0.8 \text{ mm}$ .-t is elérhetnek. A sejtek hosszúsági, tehát lineáris dimenziói már jóval jelentékenyebbek. A rostsejtek rendes hosszúsága  $1$ — $2 \text{ mm}$ ., de néha  $10 \text{ mm}$ .-t is elér, sőt egyes, az Urticaceához tartozó növényekben  $50$ — $200 \text{ mm}$ .-t is mértek. Hasonlóan hosszú rostsejteket találunk az iszalag növények testében. A tölgyfa libriform sejtjeinek keresztátmérője átlag  $0.07$ , hossza  $0.7 \text{ mm}$ ., a lucfenyő tracheidái  $0.03 \text{ mm}$ . átmérővel és  $2$ — $3 \text{ mm}$ . hosszal bírnak. Minthogy azonban a legkisebb növényi sejtek hossza ritkán kisebb, mint  $0.01 \text{ mm}$ . (a baktériumok kivételével), úgy általában azt mondhatjuk, hogy a több sejtből álló növények sejtjeinek lineáris méretei  $10$  és  $10.000 \mu$  között váltakoznak. A sejtek egybeolvadásából keletkezett edények hossza néha az  $1$  métert is meghaladhatja, pl. tölgy és ákác.

A sejtek alakja nagyon változatos. A csupasz sejtek alakjukat a plazmatest mozgékonyasága folytán állandóan változtatják, pl. a nyálkagombák plazmódiumai; a moszatok hártánélküli rajzóspórái igen gyakran körtealakuak és ezen alakjukat későbbben gömbölyűre változtatják. Ellenben a fallal bíró sejteknél a sejt alakja a sejtfal által meg van határozva.

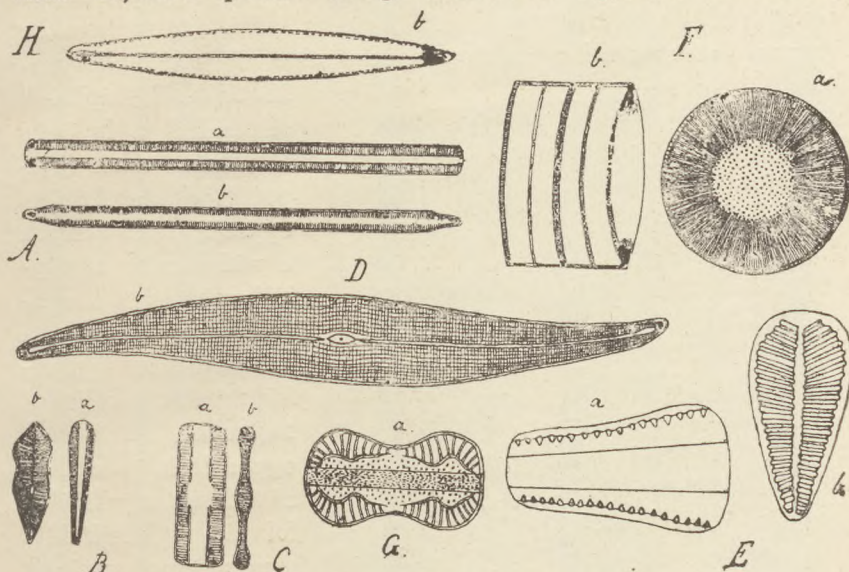
A fallal bíró sejtek alakra nézve lehetnek: gömbölyűek, tetraeder-, négyzet-, téglalakúak, táblaalakúak, sokszögűek, csillag-, henger-, orsó- és prizmaalakuak, szabálytalanul elágazók stb. E tekintetben a legnagyobb változatosságot találjuk a kovamoszatok sorában (l. 4. kép).

A sejtek vagy szabadon, egymástól egészen függetlenül fordulhatnak elő, vagy sejtcsaládokba, kolóniákká összekap-

\*) Ez a méret a vörös fény hullámhosszúságát közelíti meg és így a mikroszkopikus látás határán van. Ennél kisebb élő lényeket csak az ultramikroszkóp segítségével lehet láthatóvá tenni.



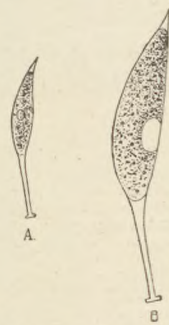
csolva, vagy pedig szövetekké egyesítve. A szabadon előforduló sejtekre példát szolgáltatnak az egysejtű moszatok,



4. kép.

Különböző alakú kovamoszatok. A *Synedra Ulna* Ehb. B *Gomphonema acuminatum* Ehb. C *Tabelaria fenestra* Ktz. D *Pleurosigma attenuatum* Sm. E *Surirella striatula* Turp. F *Melosira arenaria* Moore. G *Amphitropis paludosa* Rabh. H *Amphipleura pellucida* Ktz. a az övi, b a páncéloldal jelzi. Kützing, Rabenhorst és Kirchner nyomán Filarszky értekezéséből. (N. T.)

amelyeknek a sejtje a tökéletesség legmagasabb fokát éri el, amennyiben ez az egy sejt az egész növényt képviselvé, annak összes életműködését önállóan végzi, pl. a *Characium longipes* Rbh. nevű moszat (l. 5. kép). Egy hosszúdad hengeres sejt alkotja ezt az egész növénykét, mely rövid nyelecskével a vízben valami tárgyhoz tapad és táplálkozik, növekedik és szaporodik. Az utóbbi célból keletkeznek a plazmatestből szabadsejtképződés útján a rajzó sejtek, amelyek két csillangószálkával vannak ellátva, rajzanak és végre valamely tárgyhoz, vagy nagyobb vízi növényhez tapadva, ismét körülveszik magukat sejtfallal és egy új egysejtű növénykévé fejlődnek.

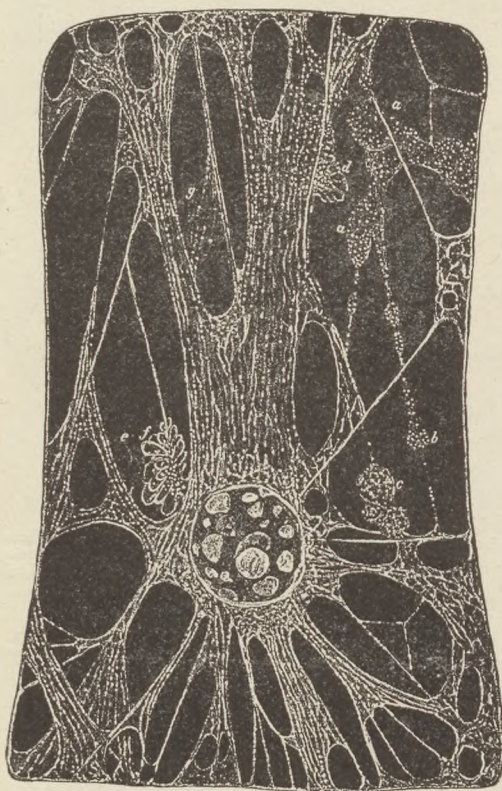


5. kép.

*Characium longipes*. A erősen, B erősebben nagyítva. Rabenhorst után. (E. N.)



A sejt kolóniában, amelyet szintén bizonyos mo-  
 szatok alkotnak, a sejtek egymástól teljesen függetlenül él-  
 nek ugyan, de többen egy közös burokba, mint egy szelencébe  
 vannak bezárva. Pl. a *Pandorina* nevű alga 16 tagból álló csa-  
 ládja (l. 3. kép). A



7. kép.

A tök (*Cucurbita pepo*) szőrszála egy sejtjének cytoplazmája.  
 A sejtfallal érintkező plazmaréteg rendkívül vékony; a sejt-  
 magot a sejtfallal felfelé egy vastag plazmaköteg, lefelé pedig  
 számtalan vékony plazmaszal kóti össze. *a* és *b* szemcsés plaz-  
 macseppek, *c* *d* *e* és *f* lépszerű anyag, *g* vitorlaszerű lemezek.  
 Heidenhain után. (M.)

sejtcsalád a fejlődés  
 folyamán azon álla-  
 potot jelzi, mikor az  
 egysejtű élő lények  
 a védekezés, a táp-  
 lálkozás és a szapo-  
 rodás, egyszóval a  
 létfenntartás meg-  
 könnyítése céljából  
 nagyobb számmal  
 egyesültek, de kö-  
 zöttük az együttélés  
 folytán kifejlődött  
 munkamegosztás  
 még nem jutott any-  
 nyira, hogy ezáltal  
 a család tagjai az  
 egyéni önállóságú-  
 kat is elveszítették  
 volna.

A szövetekben  
 az együttműködés  
 már szorosabbá vált,  
 itt a sejtek már  
 létrejöttükkor a sejt-  
 falak által egymás-  
 sal a legszorosabb  
 összeköttetésben

maradnak és életta-

nilag egymástól függnék. A teljes munkafelosztás a növény  
 testében azután a teljes szöveti differenciálódás után jön létre.

A növényeknek sejtekből való szerkezete két okból elő-  
 nyös: elsősorban ezáltal lesz a magasabbrendű növények lét-



fentartásához szükséges munkamegosztás és a növényi szervek kialakulása olyan, amely a növény életét biztosítja és zavartalanná teszi; másrészt egyedül a sejt szerkezet segítségével képes a növény testét úgy alakítani és formálni, hogy a külső erőművi behatásoknak minél jobban ellent tudjon állni.

### A sejt élő teste. (A protoplazma.)

A protoplazma főképen fehérjenemű anyagokból áll, de abban az alkotó és tartalmi részeknek mindig kisebb-nagyobb mennyiségét találjuk, amelyek a plazma alapanyagától világosan megkülönböztethetők és amelyeknek összességét együttesen a plazmatest, vagy protoplaszt néven foglalják össze. Ha a sejtmagot és a chromatophorákat eltávolítva gondoljuk, akkor a szűkebb értelemben vett protoplazmát, vagy cytoplazmát különböztethetjük meg. A cytoplazma további vizsgálata azután könnyen meggyőz bennünket arról, hogy ennek az alapanyaga viszont egynemű alkotású, egyenlő fénytörésű hialinszerű tömeg, melyet épen ezért hialoplazmának neveznek.

A hialoplazma alapanyaga azonban csak látszólag egynemű, erősebb nagyítás mellett kisebb-nagyobb különböző nagyságú szemecskéket és cseppeket, a mikrozomákat lehet találni benne. A mikrozomákban gazdag plazmát szemcsés, vagy polio plazmának is nevezzük (l. 7. kép). A cytoplazma a sejttel felé rendszerint egy nagyon vékony mikrozomák nélküli plazmahártyával van körülvéve (ektoplazma), hasonló plazmahártya határolja el a plazmát a vakuolák körül is. A plazmatest alakja nem állandó, hanem változik a sejt fejlődésének különböző szakaszaiban. Általában azt mondhatjuk, hogy külső alakját a sejttel alakja határozza meg, melyhez közvetlenül hozzá fekszik, belső alaki viszonyai pedig a vakuolák mennyiségétől és nagyságától függenek.

A protoplazma anyagának szerkezete az újabb vizsgálatok szerint meglehetősen komplikált, sajátos üreges, illetőleg habos-szálas szerkezettel bír. Ennek megfelelően megkülönböztetnek habos és szálas (filáris) plazmát. A legújabb nézetek szerint a plazmának a szerkezete nem állandó, hanem folytonos változásban van.

Érdekeselek azok az elméletek, amelyek a plazma szerkezetét a munkamegosztás szerint igyekeznek elválasztani. Ezek szerint a plazmának bizo-



nyos részei csak a táplálkozás munkáját végzik (trofoplazma), ellenben más részei viszont csak a plazma mechanikai munkájának feladatát szolgálják. (kinoplazma). A plazma szerkezetének tanulmányozása különben meglehetősen nehéz, miután az élő plazma a különböző, a megfigyeléshez szükséges festékeket nem ereszt be a testébe és azért a plazmát elsősorban meg kell ölni (rögzítés), ami különböző anyagok, így alkohol, chromsav, osmiumsav stb. segítségével történik. Hogy azután az így megvizsgált plazma szerkezete az élő plazma szerkezetének megfelel-e és nem különbözik-e lényegesen ettől, az egyelőre még nyílt kérdés marad.

A plazmát kémiai értelemben nem lehet egynemű vegyületnek tekinteni, mivel egészen bizonyos, hogy ez sokféle vegyület felette bonyolult és túlnyomó részben ismeretlen összetételű elegyből áll.

A protoplazma kémiai összetétele minden valószínűség szerint nem állandó, hanem úgyszólván pillanatról-pillanatra változik. A plazmában mennek ugyanis végbe a növénynek táplálkozási és energetikai életfolyamatai és ezért a plazmának úgyszólván állandó anyag- és energiacsere kell lebonyolítania, úgy hogy majdnem bizonyosnak látszik, hogy a plazmának kémiai szerkezete folytonos változáson kell, hogy keresztül menjen.

A munkában lévő protoplazma rendszerint alkálikus reakciót mutat, néha semlegesen reagál, de savanyú reakciót sohasem ad.

Jellemző ezzel szemben, hogy a vakuolákban lévő sejtnedv viszont többnyire savanyúan reagál.

A legfontosabb kémiai alkatrészei a protoplazmának a fehérjék és pedig a tulajdonképeni fehérjék, vagy proteinek és az összetett fehérjék, a proteidek.

A plazma rendszerint a szokásos fehérje reakciókat adja. (Biuret- és Millon-féle reagensek.) Az első rézszulfát és kálilug, amely a fehérjékkel ibolyaszíneződést ad, a másik pedig salétromsavas híganyoxydul, amely téglavörös színű fehérje reakciót ad.

Ezeket a vegyületeket kívül a plazma még nagyszámban tartalmazza a fehérjék bomlási termékeit is, az amidokat és aminosavakat, továbbá a különböző enzymeket, szénhidrátokat, lipoidokat, lecithineket, phytosterineket, zsirokat, aroamatikus alkoholokat, alkaloidokat és glykozidákat, sőt, mint-hogy elégetéskor hamu marad vissza, valószínű, hogy szervetlen anyagokat is tartalmaz.



Igen érdekesek a R e i n k e (1881) által végrehajtott elemzések, amelyeket ő a nyálkatelepű gombák fal nélküli plazmodiumain végzett. A vizsgált anyagban 75% víz volt, sőt még a száraz anyagban is lehetett 5% vizet kimutatni. A 28% kalciumkarbonáton kívül a legkülönbélebb vegyületek voltak jelen, melyeknek mennyiségét csak becslés útján ítélték meg.

A plasmodium száradt plazmája tartalmazott:

foszfortartalmú fehérje vegyület . . . . .	40.— %
foszfor nélküli fehérje vegyület . . . . .	15.— „
aminósav . . . . .	1.5 „
zsír . . . . .	12.— „
szénhidrát . . . . .	12.— „
szerves és szervetlen sók . . . . .	7.— „
lecithin . . . . .	0.3 „
cholesterin . . . . .	2.— „
gyanta . . . . .	1.5 „
még nem határozott vegyületek . . . . .	8.7 „
	<hr/>
	100.— %

Azt azonban nem lehet eldönteni, hogy a felsorolt vegyületek mind szükségszerű és elmaradhatatlan alkotórészei a plazmának, vagy csak alkalmoszerűen voltak jelen, mint olyan vegyületek, amelyeket a plazma bizonyos szükségletei kielégítésére fel akart használni. Az az egy bizonyos, hogy a plazma életfolyamataiban a fehérjék játszik a legfontosabb szerepet, de bizonytalan még, hogy vajon a fehérjéken kívül nem szükségesek-e még más vegyületek is az életfolyamatoknak zavartalan megtartásához.

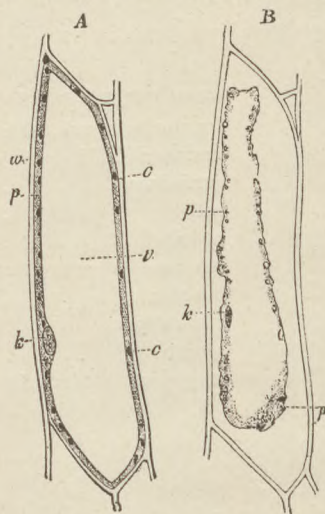
Egyik lényeges tartalmirésze a protoplazmának a víz. Amint később az élettani folyamatok leírásánál látni fogjuk, a víz szabályozza a plazmában és a sejtnedvben oldott állapotban lévő anyagok koncentrációját, mely a plazma életműködésére közvetlenül döntő befolyással bír.\*) Hogy mennyire fontos a plazmának a víz, mi sem bizonyítja jobban, mint az a fontos körülmény, hogy ha a plazmától vizet vonnak el, akkor összezsugorodik, végül is megalvad és elhal.

\*) A magvak belsejében, illetőleg sejtjeiben a víz sokkal kevesebb léven, a plazma nagyon sűrű, de ezekben a sejtekben az életműködések jóformán szünetelnek, csírázáskor azonban a hiányzó vizet pótolják.



Ezt a jelenséget nagyobb koncentrációjú oldatok, pl. alkohol, glicerin, gyengé salétrom, kőszó és cukoroldatok alkalmazásával érjük el. Magát az eljárást és a vele kapcsolatos jelenséget plazmolízisnek mondjuk. Különösen jól figyelhető meg ez a jelenség olyan esetekben, amelyekben a plazma helyét jó részben a nagy víztartalmú vakuolák foglalták el (l. 8. kép).

Egyébként a protoplazma határozottan kolloidális természetű anyagnak tekinthető, miután a plazma legfontosabb alkotó anyagai, mint a fehérjék, a proteidek, magasabb szénhidrátok, enzimek stb. túlnyomólag szintén kolloidális természetűel bírnak, úgy könnyen belátható, hogy valószínűleg az élet és a vele kapcsolatos életjelenségek az anyag kolloidális állapotához vannak kötve.



8. kép

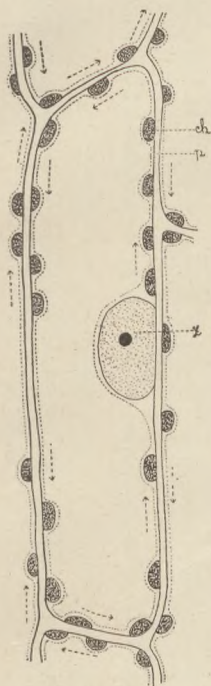
A *Primula sinensis* parenchyma sejtje. A plazmolízis előtt, B plazmolízis után. *w* sejttel, *p* falhoz szorult protoplazma, *k* sejtmag, *c* chlorophyll-szemecske, *v* vakuola. Erősen nagyítva. De Vries *Planten physiologie*-jából. (N. T.)

Kolloidális állapot alatt két anyag olynemű kölcsönös eloszlását értjük, midőn az egyik anyag finoman szétosztva egy másik anyagban foglal helyet. Az eloszlás egy bizonyos fokánál, amikor a finoman eloszlott anyag-részecskék nagysága a mikroszkopikus látás határa alá süllyed, anélkül azonban, hogy a molekuláris méreteket elérné (kb.  $100 \mu\mu - 1 \mu\mu$ -ig, ahol  $1 \mu\mu = 0.000001 \text{ mm.}$ ), akkor az anyageloszlásnak ezt az állapotát a kolloidális állapot néven jelöljük. Az egyszerűbb esetekben mind a két anyag folyékony (suszpenziók), más esetben az egyik anyag szilárd részei vannak a folyékony anyagban elosztva (emulsiók).

Ami a plazma fizikai tulajdonságait illeti, úgy ennek a fizikai halmazállapotát pontosan megjelölni nem lehet, ami a plazma fentebb vázolt kolloidális természetével van összefüggésben. A plazmában szilárd anyagok vannak egy folyékony alapanyagban elosztva s így inhomogén anyag lévén, úgy a



cseppfolyós, mint pedig a szilárd halmazállapotú testek tulajdonságait mutatja. Mindazonáltal úgy látszik, hogy mégis cseppfolyós halmazállapot sajátosságai lépnek nála előtérbe, ami viszont ismét a plazma jelentékeny víztartalmának következménye. Optikai tekintetben a plazma valamivel nagyobb fénytörő képességgel bír, mint a víz, fajsúlya az utóbbiével közel egyenlő.



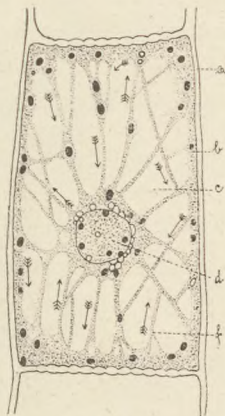
9. kép.

A *Vallisneria spiralis* levelének egy sejtje; *p* protoplazma, *z* sejtmag, *ch* chlorofill. A nyilak a mozgás irányát jelzik. (N. T.)

Az életfolyamatok maguk feltételezik, hogy az élő plazmának a részecskéi folytonos változásban és az ezzel járó mozgásban vannak. Magukat a molekuláris mozgásokat természetesen még a leg-erősebb nagyítással sem lehet megfigyelni. Ha azonban a plazmatestnek nagyobb részecskéi erőlyesebb mozgásba jutnak, akkor sikerül ezt közvetlenül szemlélni. A fallal bíró sejtekben főleg a következő mozgási jelenségeket különböztetjük meg, úgymint:

1. Keringő mozgást (rotáció), midőn a plazma egész tömege a sejtfallal érintkező ektoplazma kivételével a sejtfal mentében

egy magába visszatérő áramban mozog, vagyis kering és innét kapta a nevét. Ezt nagyon szépen látjuk a *Chara* sejtjeiben, továbbá a *Vallisneria* és *Elodea* levelének sejtjeiben (l. 9. és 10. kép). Sebessége pl. a *Chara* sejtjeiben 2.5 mm. is lehet per-cenként (Hörmann).

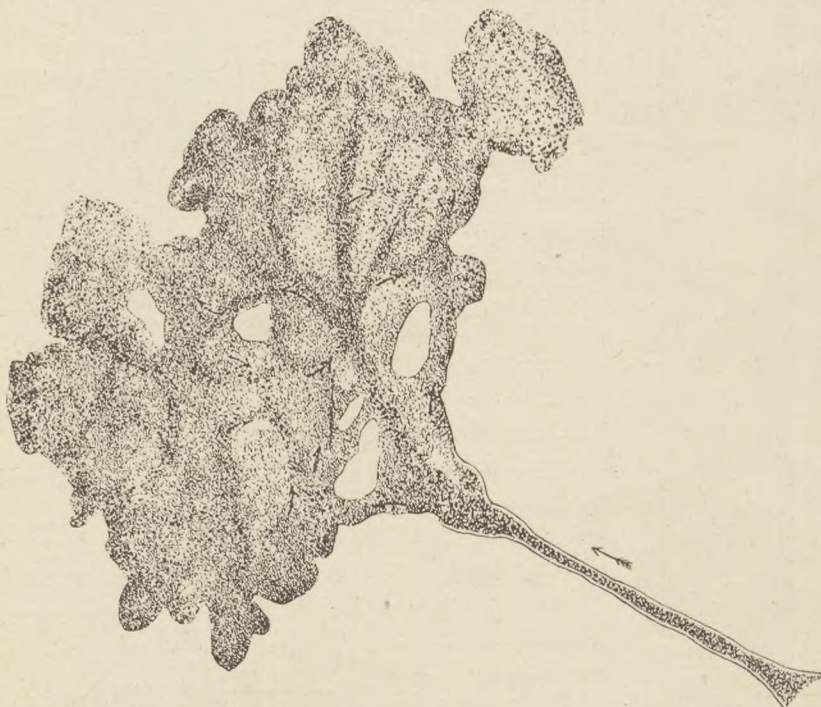


10. kép.

A tök (*Cucurbita*) levélgyelete szőrszálának egy sejtje; *a* sejtfal, *b* falmenti protoplazma, *c* vakuola, *d* sejtmag vakuolás plazmával körülvéve, *f* protoplazma szálak. A nyilak a protoplazmaszemcsék mozgásának irányát jelzik. 700-szor nagyítva. Belzung művéből. (N. T.)



2. A szétáramló mozgás (cirkuláció), midőn a sejt üregén keresztülmenő plazmaszálak és lemezek, valamint a sejtfal melletti plazmaréteg képezik az áramnak útjait; az áramlás rendszeren a sejtmagtól a kerület felé és a kerületből a sejtmag felé halad; szépen látható a csalán (*Urtica dioica*), a tök (*Cucurbita pepo*), a *Tradescantia* porzóinak szőrszálain stb. Sebessége



11. kép.

A *Didymum Serpula* nevű nyálkatelepű növény plazmódiumának darabja. A nyílak a szemecskék mozgásának irányát jelzik. Nagy.tva. Hofmeister Pflanzenzelle című művéből. (N. T.)

pl. a *Tradescantia* szőrszálaiban 0.38 mm., az *Urtica* fullánk-szőrszálaiban 0.3 mm. (Warming) percenként (l. 9. és 10. kép).

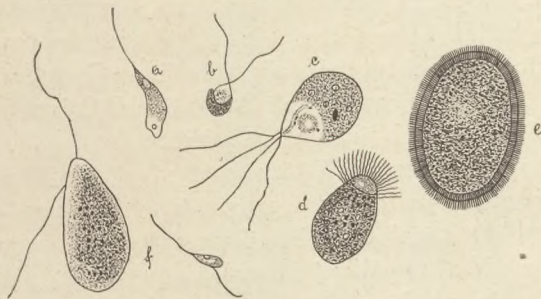
3. A sejtek helyváltoztató mozgásait úgy a sejtfallal bíró, mint pedig az ezt nélkülöző egysejtű növényeken megtalálhatjuk. Az előbbieken a csillangók a sejtfal külön erre a célra alakult nyílásain, illetőleg pórusain jutnak a szabadba. Ennél a mozgásnál a csillangók vagy gyorsan mozognak, vagy



spirálisan összehúzódnak és ismét kinyújtódnak, miáltal az egész sejt mozgásba jut. Kitűnő példát szolgáltatnak idevonatkozólag pl. a Bacillariaeák osztályához tartozó növények, pl. a Ceratium és a Peridinium stb. fajok.

4. Különös mozgási módja van még a sejtfallal bíró egysejtű növényeknek, amely az u. n. lüktető vakuolák működése folytán jön létre. Ezek a vakuolák rendszerint a fal közelében foglalnak helyet, rövid időközökben ritmikusan eltűnnek és azután ismét gyorsan az eredeti nagyságukra megnőnek. Ilyeneket találunk pl. a Flagellátákban.

A sejtfal nélküli, tehát csupasz sejteken a következő főbb mozgási jelenségeket lehet megfigyelni:



12. kép.

Különböző alakú rajzósejtek; *a* Physarum, *b* Monostroma, *c* Ulothrix, *d* Oedogonium, *e* Vaucheria, *f* Cutleria, nagy nő s mellette kis hím rajzója. Erősen nagyítva. Reinke után. (E. N.)

a) Az amöbaszerű mozgás, a nyálkatelepűek plazmodiumain észlelhető. Ez abban áll, hogy a plazmatestből folytonosan fejlődnek és eltűnnek a nyúlványok, melyek által nemcsak az alakja változik, hanem az egész tovább is kúszik a szilárd felületen (l. 11. kép).

b) A rajzó mozgás megtalálható pl. az alacsonyabbrendű algák rajzó sejtjein és a spermatozoidáknál stb. (l. 12. kép).

c) A lüktető vakuolák segítségével való mozgás, amely szintén leginkább néhány alacsonyabbrendű alga rajzó sejtjein észlelhető, pl. Chlamydomonas angulosa.

A mozgás külső befolyásoktól is függ. Így pl. a melegnek bizonyos mennyisége mindig szükséges. Bizonyos hőfokon alul



és ép úgy bizonyos hőfok fölött megszűnik a plazma mozgása. Általában a hőfok emelkedése a mozgást gyorsítja, süllyedése pedig lassítja. A mozgás maga a plazmának legfeltűnőbb életjelensége; mihelyt a vizet, vagy az oxigént, illetőleg a levegőt elvonjuk, a mozgás maga is megszűnik. A világosság behatása alatt élénkebben mozog a plazma. Az algák fiatal rajzó sejtjei pl. a nap világossága felé mozognak.

A plazmatest életképessége meglehetősen szűk határok között mozog. A plazma elhal, illetőleg megolvad nem egészen  $+ 50^{\circ}$  C. fölötti hőmérsékleten. Ezenkívül alkohol, bizonyos koncentrációjú savak, szublimátoldat és a többi nehéz fémek oldatainak hatására szintén gyorsan megolvad. Ilyen ú. n. fixáló szerek a mikroszkópi technikában fontos szerepet játszanak, mert velük hirtelen megölve a plazmát, minden valószínűség szerint eredeti szerkezetében rögzíthetjük. Gyenge és állandó elektromos áramok nem bírnak különösebb káros befolyással a plazmára, de erősebb áramok megölik.

Az élő protoplazma különös sajátága a különböző ingerekkel szemben tanúsított érzékenysége. A plazma ezen sajátágáról később részletesebben lesz szó, most egyelőre megelégszünk annak a megállapításával, hogy az élő plazma a különböző ingerek, pl. fény, ütés, a nehézségi erő stb. hatására élénk reakciót mutat.

Az egymástól sejtfalak által elválasztott sejtek protoplasztjai az újabb vizsgálatok szerint egymással érintkezésben vannak. A sejtfalakon keresztül vékony plazmaszálak, a plazmodezmák hatolnak át s így az egyes sejtek protoplasztjai egymással állandó érintkezésben vannak, úgy hogy az élő növény plazmatestjét egyetlenegy darabból állónak (protoplaszt) képzelhetjük (l. 13. kép).

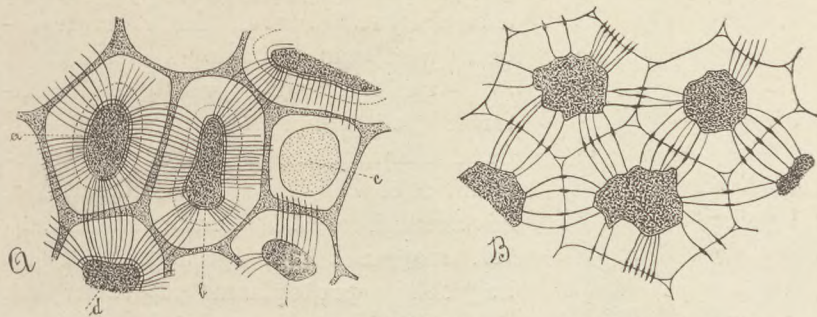
A protoplazma csak fiatal, még fejlődésben lévő sejtekben tölti ki teljesen a sejtfal alkotta üreget, a sejt állománya idősebb korában változást szenved és kialakulnak benne a vízterek, vagy vakuolák. A vakuolák a szöveteknek már legfiatalabb sejtjeiben is megvannak, mint apró cseppek, melyek a sejt nagyobbodásával azonban tetemes nagyságra megnőhetnek, néha egymással egyesülnek, úgy, hogy idősebb sejtekben rendszerint egy, vagy legfeljebb 2—3 nagykiterjedésű vakuolát



fogunk találni, a plazma maga pedig többnyire mint vékony tömlő borítja belülről a sejtfalat. A vakuolák tartalmazzák a sejtnedvet, amely rendszerint savanyú reakciót mutat és benne vízben oldott, vagy kolloidális állapotban a növény anyagcserájének számos fontos anyaga van elosztva, amelyeket a későbbi tárgyalás folyamán mint a vakuolák tartalmi részeit fogjuk ismertetni.

### A sejtmag.

A sejtmag (nucleus) a protoplazma egyik legfontosabb és csak néhány alacsonyabbrendű növénynél hiányzó alkotó eleme. Tulajdonképpen nem egyéb, mint a plazmának egy alaki és anyagi szempontból élesen elhatárolt része. A



13. kép.

A *Strychnos* maghéjsejte, B *Mimosa* levélpárnájának sejtjei plazmodezmákkal Tangl után. (N. T.)

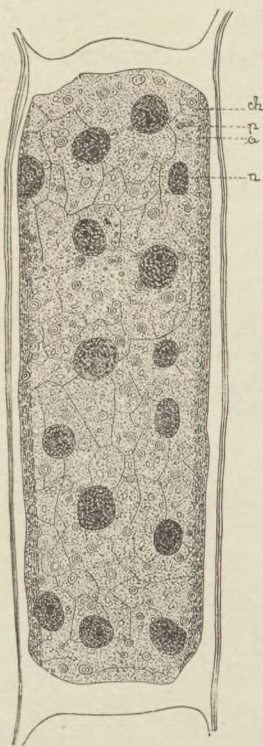
sejtmagot alkotó plazmát a **nucleoplazma** névvel jelöljük. Kémiaiailag leginkább erősen foszfortartalmú proteidekből, az. ú. n. nucleoproteidekből (nuclein) áll.

A sejtmagot a magasabbrendű növények és állatok sejtjeiben mindenütt megtalálhatjuk. Csak a filogenetikailag mélyebben álló növényekben hiányzik, így pl. a hasadó növényekben hiányzik ugyan, de egyes esetekben újabban itt is sikerült nyomait kimutatni. Azokban a növényekben, ahol hiányzik, rendszerint meg lehet figyelni, hogy a plazmának központi része bizonyos mértékben a periferikus részeketől különbözik.

Az esetek tulnyomó többségében a növényi sejt rendszerint egyetlen sejtmaggal bír, kivételes esetekben azonban sokmagvú, ú. n. polyenergida sejteket is lehet megfigyelni, pl. a



Siphonalesek sorában: *Caulerpa prolifera*, a gombák sorában: az Ascomycetesek és Basidiomycetesek 2—2 magot tartalmazó sejtjeiben, sőt ezt a jelenséget helyenkint a magasabbrendű növények sejtjeiben is megtaláljuk (l. 14. kép).



14. kép.

*Cladophora glomerata*. A sejtfonal egy sejtje chromsavkarmin készítmény után; *n* sejtmagvak, *ch* chromatophorok, *p* keményítőképzők, *a* keményítőszemcsék. 540-szeresen nagyítva. Strasburger után. (E. N.)

A sejtmag külső formája rendszerint: kerek, ellipsoidalakú, vagy lencseszerű, de néha a sejtek formái szerint orsó-, vagy fonáladakú, sőt kivételes esetekben csillagalakú is lehet. Ha a plazma központi fekvésű, akkor legtöbbször a sejtmag is ilyen helyzetű (centrális), ha ellenben a plazma a sejtfal mellé szorul, akkor természetesen a sejtmag is itt foglal helyet.

A sejtmag nagysága tághatárok között mozog. A gombáké 1—2  $\mu$ , de a magasabbrendű növényeké általában 5 és 20  $\mu$  között váltakozik. A növekedésben lévő „embryonális sejtek” magjának nagysága aránylag a legnagyobb a protoplazmatesthez képest. A Coniferák és egyszikűek sejtjeiben nagyobb, ellenben a kétszikűek sejtjeiben viszonylag kisebb dimenziójú sejtmagot találunk.

A sejtmag igen gyakran csak akkor lesz látható, ha a sejtet bizonyos festő anyagokkal kezeljük, ami különösen azért szükséges, mert a sejtmag legtöbbször a plazmával egyenlő fénytörő képességet mutat.

A legegyszerűbb ilyen módszer a metylzöld ecetsavas eljárás, mellyel a sejtmagok szép zöld színeződést kapnak. Ilyen festőanyag azután pl. még a haematoxylin. A sejtmag ilyen festőanyagokkal való differenciálódása azon sajátására van alapítva, hogy a festékeket sokkal gyorsabban vesz fel, mint a protoplazma.

Physiologiai jelentősége még nincsen teljesen kiderítve. Kétségen kívül áll, hogy szerepe a sejtosztódásnál, az átörök-

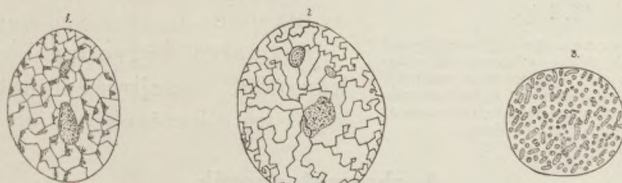


lési jelenségeknél (chromozómák), továbbá a sejt növekedésénél nagyony jelentékeny.

Így pl. Haberlandtnak sikerült kimutatni, hogy a sejtmag rendszerint az élénk növekedésben lévő sejtfalrészek közelében helyezkedik el.

Nem hiányoznak olyan hypothezisek sem, amelyek a sejt és a sejtmag kölcsönös szerepét mint symbiozist fogják fel. Ezek azonban ma még pozitív adatokkal nincsenek rögzítve.

A nyugvó sejtmagon\*) (l. 15. kép) megkülönböztetjük: a magfalat, amely tulajdonképpen nem egyéb, mint a cytoplazmának ezen célra kialakult határoló része, a falon belül a magvázat, a magnedvet és a magtestecskéket (nucleolusok).



15. kép.

A *Nothoscordum fragrans* sejtmagjai. 1. nyugvó mag, 2. a mag nucleinje gombolyaggá rendeződve, 3. a gombolyag optikai átmetszete, mely látszólag csak szemcséből áll. Erősen nagyítva. Flemming után. (E. N.)

A magváz durván összekuszált finom fonalakból áll, amelyek azután ismét kétféle anyagból állanak; egy gyengébben festhető részből: a linin-, vagy a chromatinból és kicsiny, a lininbe beágyazott, erősen festhető testecskékből: a chromatin testecskékből. A magfonalzat közeit azután a magnedv tölti ki és ugyancsak itt vannak elhelyezve a magtestecskék is. A magtestecskék sokkal élénkebben festhetők, mint a chromatin, ami arra enged következtetni, hogy ezeknek a vegyi összetétele ezektől eltér. A magtestecskék élettani szerepét még nem ismerjük, kémiaiilag majdnem tisztán foszfortartalmú nucleoproteidekből állanak. Sokan a lininfonalak anyagának gyarapítójaként fogják fel.

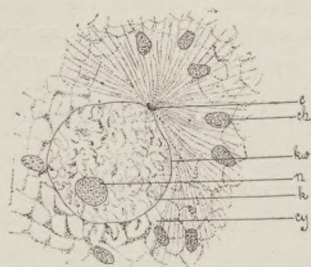
Némely növényi sejtben a sejtmagon kívül még egy különös szervnek, a centrozómáknak\*\*) a jelenlétét is kimutatták

\*) Nyugvónak nevezzük a sejtmagot akkor, midőn nincsen osztódásban.

\*\*) A centrozómák belsejében még egy sötétebb színeződésű testecske, az ú. n. centrióla is megfigyelhető.



(pl. a barna moszatokban, a Fucaceák családjában és a Dictyotalesek sorozatában, továbbá egyes más moszatokban és gombákban). Ezek a centrozómák az állati sejtekben rendszerint



16. kép.

Fiatal barnaalga (Phaeophyceae) sejtmagja a körülötte elhelyezkedő cytoplazmával, *k* a mag, *c* centrozóma, amelyből finom szálak sugárzanak ki, *n* magtestecske (nucleolus), *kw* sejtmagfal, *cy* cytoplazma, *ch* chromatophorák. Strasburger után.

megtalálhatók, élettani szerepük a növényi sejtekben egyelőre még nem ismeretes; az eddigi vizsgálatok szerint a táplálkozás szempontjából különös jelentőséggel nem bírnak (l. 16. kép).

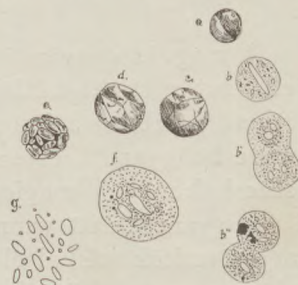
A sejtmag és a cytoplazma között az újabb vizsgálatok szerint szoros összefüggés van, azonban az bizonyos, hogy a sejtmag a protoplazmából közvetlenül sohasem képződik, a sejtmag tehát már a sejt keletkezésekor jelen van.

### A chromatophorák.

A protoplazma alkotórészei három csoportba foglalhatók össze; ú. m. a növényzöldtestecskék: a chloroplaszták, vagy chlorophylltestek, a különböző színű, vörös, sárga, narancs színű plazmaszemecskék: a chromoplaszták és a színtelen testecskék: a leukoplaszták csoportjába.

1. Chloroplaszták, vagy chlorophylltestek (l. 17. kép). Ezekben van a növényországban annyira elterjedt zöld festőanyag, amely a növényi asszimiláció tulajdonképeni székhelye. Ez az anyag csak a heterotroph, vagyis

önálló asszimilációra nem képes növényekben, így a gombákban és néhány élősködő növényben hiányzik teljesen. A chlorophyll maga plazmatikus test; ha megfelelő eljárással alkohol segítségével belőle a zöld festőanyagot kivonjuk, akkor egy



17. kép.

Egyes chlorophyllszemecskék keményítő zárványokkal a *Funaria hygrometrica* leveléből; *a c d e* szemecskék felülről nézve, *b b'* oldalnézetben levő szemecskék, *f g* víz által szétroncsolt chlorophyll szemecskék. Sachs után. (E. N.)



szívacszerű plazmatikus anyag, a stróma marad meg, amelynek üregeiben, hézagaiban van elhelyezve — valószínűleg valamely olajnemű anyaghoz kötve — a zöldszínű festékanyag: a grána. A grána a strómának alig 0.1%-át teszi ki. A chlorophyllra különösen jellemző alkoholos oldatának fluoreszkálása, a különböző oldószerekkel szemben tanúsított magatartása és a spektroszkópiái színeképe.

A chlorophyll jól oldódik alkoholban, aetherben és acetonban, ellenben petrolaetherben oldhatatlan.

A jelzett szerekkal oldott chlorophyll — az ú. n. nyers oldat — több alkotórész keveréke. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha egy alkoholos chlorophylloldatba benzint öntünk. A benzin kivonja most a tiszta chlorophyllt és kisebb fajsúlyánál fogva, a sárgászöld festéket — a xantophyllt tartalmazó alkohol fölé emelkedik.

Kraus (1872) a zöldszínű oldatot cyanophyll névvel jelölte. A zöld alkoholos oldat a levegőn a világosság hatására csakhamar megbarnul, ami valószínűleg a benne lejátszó oxydációs folyamatok eredménye.

A chlorophylloldat áteső fényben szép ragyogó, élénkzöld színű, ellenben visszavert fényben vérvörös, vagy barnászörös színű. Ezt a jelenséget nevezzük a chlorophyll fluoreszkálásának.

A chlorophyll kémiai szerkezetét csak a legutóbbi időben sikerült megvilágítani. Különösen Willstätter és Stoll voltak azok, akiknek sikerült a chlorophyll összetevőit külön-külön izolálva megvizsgálni, továbbá a chlorophyll bomlási termékeit szabatosabban meghatározni.

A chlorophyll zöld alkotórésze két egymással rokon vegyületből áll: az *a*-chlorophyllból és a *b*-chlorophyllból. Az *a*-chlorophyll kékfekete, oldatban zöldeskék színű, képlete:  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ , a *b*-chlorophyll zöldesfeketés színű, oldatban tiszta zöld színű, képlete:  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ .

Az *a*- és *b*-chlorophyll aránya rendszerint a 3 : 1 viszony-számmal fejezhető ki. A két chlorophyll egy alkoholnak, a phytolnak:  $C_{20}H_{39}OH$  és egy trikarbonsavnak az észtere.





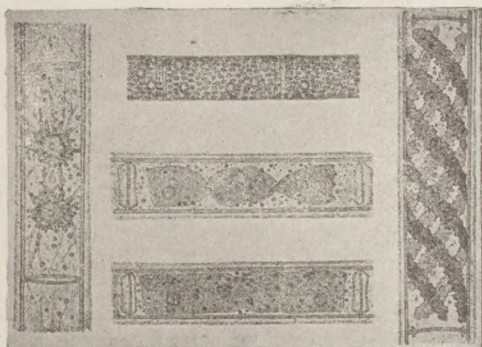


xanthophyll ( $C_{40}H_{56}O_2$ ). A karotin tisztán is előfordul a növényvilágban, rendszerint vöröses színű kristályok alakjában, így pl. a sárgarépában (*Daucus carota*). A xanthophyll tulajdonképpen nem egyéb, mint oxydált karotin ( $C_{40}H_{56}O_2$ ), színe élénk sárga. A karotin egyes származékai pl. a karotinoidák, amelyek összel a levelek sárga színét idézik elő.

Amint a chlorophyll vegyi összetétele mutatja, úgy hiányzik ebből az anyagból a vas (*Fe*), ami azért feltűnő jelenség, mert, amint későbbben látni fogjuk, a chlorophyll alakulásához és általában a növényi élethez a vas, illetőleg vegyületeinek a jelenléte feltétlenül szükséges. Egyébként a chlorophyll vegyi összetétele sokban hasonlít — legalább a benne foglalt vegyi elemeket illetőleg — a vér vörös testecskéinek az alapanyagához: a haemoglobinhoz. Ennek pontos összetételét, illetőleg kémiai képletét még nem ismerjük, de az bizonyos, hogy elemei a chlorophyll elemeivel közösek, az egy *Mg* kivételével, amelynek helyét a haemoglobinban mindig a *Fe* foglalja el.

Különösen jellemző a chlorophyllra a spektruma. A chlorophyll elnyelési színekepe hét, tulajdonképpen azonban csak hat elnyelési csíkból áll. Feltűnő a színekép vörös részében látható csík. Az F-vonalon túl látható szalagok csak hígított oldatban válnak külön. A négy első csík közül az első a legerősebb. A különböző növényekről vett chlorophylloldatok színekepei rendszerint egymással megegyeznek (l. 18. kép).

A magasabbrendű növényekben a chloroplaszták mindig többé-kevésbé lapos korongocskák alakjában fordulnak elő,



19. kép.

A moszatok chloroplasztjai: 1. *Zygnema pectinatum* csillag alakú, 2. *Mougeotia genulflexa* lemezalakú chloroplasztjai, amely (3) a fény hatására megcsavarodott, 4 az *Oedogonium* egy faja a korongalakú chloroplasztákkal, 5. *Spirogyra* egy faja csavarosan elhelyezkedő chloroplaszt szalagokkal. A moszatok fonalas testének csak egy-egy darabja van feltüntetve. Francé: „Das Leben der Pflanzen” című művéből. (N. T.)



amelyek átmetszete kör-, vagy tojásdad alakú. Az alsóbbrendű növények sejtjeiben a chlorophyllszemecskék rendszerint aránylag kisebb számban jelennek meg, mint a magasabbrendű növényekében, viszont az előbbieket chloroplasztjai nem ritkán jelentékeny nagyságot érhetnek el és a legkülönbözőbb alakokat vehetik fel (l. 19. és 20. kép). Így pl. a Spirogyra nevezetű



20. kép.

A *Funaria hygrometrica* moha leve-  
lének sejtjei; a chlorophyllszemecskékben ke-  
ményítőszemecskék láthatók. Erősen nagyítva.  
Baillon Traité de Botanique-jából. (N. T.)

mékei. A keményítőn kívül a chloroplasztákban még néha fehérje és zsíros olajcseppecskéket is találunk. Egyes moszatokban, a chlorophyll már ismert négy összetevő festőanyagán kívül, még más festőanyagok is jelentkeznek, amelyek ezeknek a növényeknek jellemző színt kölcsönöznek. Így pl. a vörös algák jellemző vörösbarna színét a chlorophyllon kívül még egy vörös festőanyag okozza, a phycoerythrin, a kék moszatok

alga sejtjeiben a nagy chloroplaszták csavart szalagalakúak, a Zygnema sejtjeiben pedig csillagos formát vesznek fel. Egyes moszatokban, így pl. a zöld moszatokban (Spirogyra) a chloroplasztákban kerek protein szemecskéket lehet találni, amelyeket pyrenoidoknak neveznek (Schmitz, 1882). A moszatokon kívül még egyes májmohokban (*Anthoceros*) is megtalálták őket. Rendszerint keményítő szemecskékké válnak körülvéve. A magasabbrendű növényekben ezeket nem lehet megtalálni. Behatóbb vizsgálattal a chlorophyll szemecskéikkel közvetlen érintkezésben még rendkívül apró, keletkezésben lévő keményítő szemecskéket is meg lehet figyelni, amelyek természetesen a chloroplaszták asszimilációs működésének első látható ter-



jellemző kékes, zöld, vagy ibolya színét pedig a phycocyan nevű festőanyag idézi elő. Mind a kettő vízben oldható és úgy látszik, hogy vegyi összetételüket illetőleg a proteidekhez tartoznak. A barna algák sárgásbarna színe viszont onnan ered, hogy ezen növények sejtjeiben a *b*-chlorophyll az *a*-chlorophyll-hoz viszonyítva nagyon csekély mennyiségben jelentkezik, ellenben a sárga festőanyagok az *a*- és *b*-chlorophyllal egyenlő mennyiségben fordulnak elő és ezenkívül nagy mennyiségben található ezekben a xanthophyllal vegyileg rokon természetű, vörösbarna színű phycoxanthin ( $C_{40}H_{54}O_6^*$ ).

A lomblevelek színének azon sajátosságos elváltozása, amelyet ősszel a levélhullás előtt megfigyelhetünk, a chlorophyllnak, illetőleg a chlorophyll vegyületének lassú bomlásával és gyakran különböző egyéb színanyagok megjelenésével van összefüggésben. A bomlási folyamat vége felé a plazmában a chlorophyll teljesen eltűnik, helyette csak néhány kristályt, egy vízenyős vörös folyadékot, esetleg más oldott festőanyagot és sárga szemecskéket, karotinoidákat találunk. Az elhalt levelek megbarnulása pedig vízben oldható, barna színű festőanyagok által előidézett jelenség, amely a sejtek elhalása után jelentkezik.

A chlorophyllszemecskék mindig a cytoplazmában jelentkeznek, a vakuolákban, illetőleg a sejtnedvben sohasem fordulnak elő, de viszont nem a plazma hozza őket létre, hanem részben osztódás útján szaporodnak, részben pedig a fiatal sejtekben, már a sejtek keletkezésekor meglévő szemecskékből (mitochondriák) keletkeznek.

A chloroplaszták legfontosabb szerepe az, hogy a napsugarak behatása alatt a szénsavat felbontják és a belőle nyert szénből, valamint a víz elemeiből a növény táplálkozására oly fontos szénhidrátoknak a keletkezését teszik lehetségessé.

A chlorophyll fejlődése és az asszimilációval kifejtett életműködése mindig a világosság jelenlétéhez van kötve. Sötétben nevelt növényekben a chlorophyll eltűnik és helyét sárga színű plazmatikus anyag foglalja el, amelynek anyaga az etiolin és ezért etiolintestecskéknek is nevezik.

\*) A barna algák jellemző barnás festőanyagát régebben a phaeophyll névvel jelölték. Az újabb eredményeket Kylin és Willstätter vizsgálatainak köszönjük.



2. A leukoplaszták (l. 21. kép). Miután a keményítő képzésére közvetlenül befolyással bírnak, keményítőképzőknek is nevezik őket. A leukoplaszták többnyire golyóalakúak, aránylag kicsinyek, a chlorophylltól csak a festőanyag hiánya különbözteti meg őket. Előfordulnak leginkább a növény azon földalatti, tehát a világosságtól elvont szerveiben, ahol a szénhidrátok, de különösen a keményítő átalakulása és raktározása folyik, így:

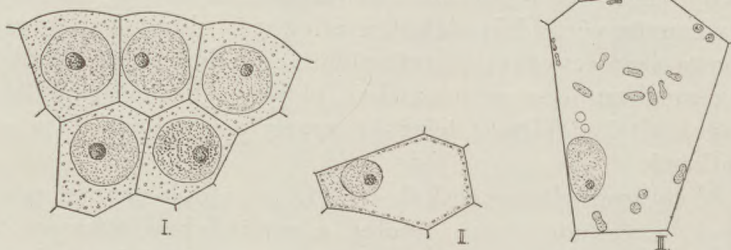


21. kép.

*Iris germanica* gyök-törzsének keményítőképzői keményítőszemecskéikkel. 540-szeresen nagyítva. Strasburger után. (E. N.)

a) Azon chlorophyllt nem tartalmazó szövetek sejtjeiben, amelyekben az oldott szénhidrátok tartalékkeményítővé alakulnak át.

b) Az újonnan keletkezett embryonális sejtekben, amelyekből a növények különböző szövetei fejlődnek, ahol azután



22. kép.

*Tradescantia albiiflora*. I. a tenyészőkúp merisztémájának sejtjei, II. és III. a plastidák lassanként való növekedése. 800-szorosan nagyítva. Schimper után. (E. N.)

ezek gyakran a világosság behatására chloro-, illetőleg chromoplasztákká változhatnak át (l. 22. kép).

c) A virágos növények bőrszöveteiben is találhatók, csak hogy az itt való előfordulásuknak az élettani jelentőségét még nem ismerjük teljesen. Ilyen leukoplasztákat lehet még azután egyes növényeknek a tejnedvében is találni. Más növényekben (*Tradescantia*) fehérje zárványokat is figyeltek meg bennük.

Ami a leukoplasztáknak chloro-, vagy chromoplasztákká való átváltozását illeti, úgy ennek a jelenségnek a létrejötte a világosság jelenlétéhez van kötve. Igen érdekes példa erre pl. a burgonyagumóknak a megzöldülése a világosságon. A gyü-



mölcsök színeződése pedig valószínűleg a leukoplasztáknak chromoplasztákká való átváltozásán alapszik.

Teljesség kedvéért még meg kívánjuk itt említeni, hogy egyes növények, illetőleg növénycsoportok sejtjeiben még más szintelen plazmaképződmények is vannak, amelyeknek fiziológiai szerepét még nem ismerjük teljesen. Ilyenek:

a) a vibrioidák, hosszára nyúlt, cilindrikus formájú képződmények. Előfordulnak pl. a fonalas gombákban (Phycomycetes), a Florideákban stb.

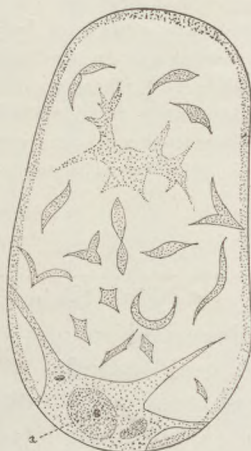
b) a chondriozómák (mitochondriák), amelyeket ma már rendkívül sok növényben figyeltek meg. Élettani jelentőségük, amint már mondtuk, úgy ezeknek, mint az a) alatt említetteknek teljesen ismeretlen.

A leukoplaszták, hasonlóan a chloroplasztákhoz, sohasem a plazmából keletkeznek, hanem a már meglévő hasonló képződmények osztódása útján szaporodnak.

3. A chromoplaszták (l. 23. kép). Ezek a protoplazma azon alkotórészei, amelyeknek színe a chlorophyll színétől különbözik és legtöbbször sárga, piros, vagy barna szokott lenni.

Alakra nézve lehetnek: korong-, pálca-, csillag-, rhombos-, négyzetalakúak és hosszára megnyúltak, amelyek inkább a virágokban és a gyümölcsökben találhatók, míg a táplálkozási szervekben ritkábban jelentkeznek.

A chromoplasztákban a színanyagok rhombos, négyzetes és hosszára nyúlt táblácskák, finom tűk és gömbölyű szemecskék alakjában jelentkezhetnek. A chromoplasztáknak színváltozatait részint a chlorophyll egyes komponenseinek — pl. a karotinnak — nagyobb mértékű jelentkezése, részben pedig a chlorophyllban nem található más színanyagoknak az előfordulása okozza. Egyes chromoplaszták kivételes esetekben chlorophyllt is tartalmaznak, amelynek zöld színét azonban más színanyagok eltakarják. Jól meg kell különböztetnünk a chromoplaszták által okozott színeződéstől



23. kép.

A *Crataegus coccinea* hypanthiumának sejtje narancsvörös színű chromatophorákkal és sejttaggal a. 540-szeresen nagyítva. (E. N.)



a leveleknek, virágoknak és gyümölcsöknek azt a színét, amelyet a sejtnedvben oldott állapotban lévő és nem a chromoplasztákhoz tartozó színanyagok okoznak.

A chromoplaszták is, mint a chromatophorák általában, közvetlenül a plazmából nem keletkeznek, hanem részint osztódás útján szaporodnak, részint pedig a chloro-, vagy leukoplasztáknak az elváltozása folytán jönnek létre.

A levelek őszi színváltozásáról — ez utóbbi jelenséggel kapcsolatban — már szólottunk, most még röviden az örökzöld növények téli színezetéről kívánunk röviden megemlékezni. A Coniferák és a Buxus-fajok levelei, ha télen napnak vannak kitéve, akkor téglasárga és sötét kármínvörös közötti színváltozatokat mutatnak. Az újabb vizsgálatok szerint (Schimper) télen is megvannak ezekben a levelekben a chloroplaszták, amelyekből a chlorophyll egy része eltűnik és helyette kárminszerű cseppek jelennek meg, amelyek tavasszal azután ismét zöld chloroplasztákká alakulnak át. A chloroplasztákhoz tartozik még az a színanyag, amely egyes moszatok sejtjeiben, de különösen a rajzó sejtekben az ú. n. vörös szemfoltot okozza. Ez az anyag a hämatochrom, amely nem egyéb, mint a vörös karotin. A szemfoltnak fiziológiai jelentősége nem ismeretes.

### A sejt tartalmi részei.

Az előbbieken tárgyalt sejtalkotórészek a sejtben az életfolyamatok munkáját végzik és mindig sejtből sejtbe származva át, csak osztódás útján szaporodnak. Ezekkel szemben a sejtben épen az alkotórészek munkája folytán különböző vegyületek hozatnak létre, amelyek azután vagy oldott, vagy folyékony állapotban, vagy többé-kevésbé szilárd állapotban foglalnak helyet a protoplazma különböző részeiben. Ezeket nevezzük tartalmi részeknek, mert bizonyos ideig, vagy állandóan a sejtben megtalálhatók és az életfolyamatok során ismét felhasználhatók, sőt el is tűnhetnek. Ezek tehát a protoplazma alkotórészei anyagcseréjének a termékei és az anyagcserébe a szükségletnek megfelelően ismét belekerülhetnek, miért is csak mint tartalék, vagy raktározott anyagok szerepelnek. Vegyületük szerint igen sokfélék, de sohasem plazmatikus anyagok és azért ezekkel, mint aktív, cselekvő részekkel szemben passzív, vagyis nem cselekvő részeknek mondjuk.

Mint az anyagcsere termékei, keletkezésüknek megfelelőleg a protoplazma három alkotórészében helyeződnek el.



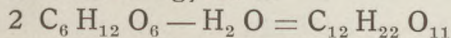
Legcélszerűbben csoportosíthatók halmazállapotuk szerint, vagyis megkülönböztetjük az oldott, vagy folyékony és a szilárd tartalmi részeket.

1. Az oldott, vagy folyékony tartalmi részek — keletkezésüknek megfelelőleg — mint oldott, vagy folyékony anyagok kezdetben elsősorban az alkotórészek anyagában eloszolva foglalnak helyet, csakhamar azonban, mihelyt anyaguk megszorodik, a vakuola sejtnedvében választatnak ki, ahol tovább ismét újabb vegyi változásokon mehetnek át. Így tehát ezek teszik ki tulajdonképpen a sejtnedvet. Sejtnedvnek nevezik a vakuolákat kitöltő vizes folyadékot. Ez a legkülönbélebb anyagokat tartalmazza, részben oldott, részben pedig kolloidális állapotban. Közte és a plazmatest között igen élénk az anyagcsere. A sejtnedv rendszerint savanyú kémiai reakciót ad, mely elsősorban a benne lévő organikus savak, mint almasav, borkósav, oxálsav, hangyasav stb., hatására vezethető vissza.

A sejtnedv legfontosabb vegyületei a következők:

a) Szénhidrátok. A legsűrűbben jelentkezők ezek közül a cukrok, nevezetesen: a hatvegyértékű cukrok, a hexozék,  $C_6H_{12}O_6$  képlet szerinti összetétellel, pl. a szőlőcukor (d. glukóz), a gyümölcscukor\*) (fruktóz). Ezek erjedésre képesek, legegyszerűbb kémiai reakciójuk a Fehling-féle oldat (alkálikus rézoxydoldat) vörösrézoxydullá való redukálásában áll. Egy másik reakciójuk abban áll, hogy ecetsavas phenylhydrasin behatására sárga tűkristályokat, az osazónokat képezik. Leginkább a gyümölcsökben fordulnak elő. Azután az ötvegyértékű pentózék: pl. xylóz, arabinóz stb.

A cukrok egy másik, nagyon gyakran előforduló csoportja az összetett cukrok. Ide tartoznak a disaccharidák. Ezek rendszerint úgy keletkeznek, hogy két molekula hexóz egy molekula víz kilépése mellett egyesül a



általános képlet szerint. Ide tartozik egyik legfontosabb és a növényfiziológiában kiváló szerepet játszó cukor: a maltóz, amely két molekula d-glukózból áll, azután a nádcukor, vagy saccharóz, amely viszont d-glukózból és d-fruktózból áll. A

\*) Régi neve laevulose.



maltóz a növény életében a keményítő vándorlásánál játszik kiváló szerepet, miután a keményítő oldhatatlan lévén, a növény testében vándorlásra nem képes és így neki először maltózzá kell átalakulnia, ami a diastáz nevezetű enzim hatására hydrolytikus úton megy végbe. Sok esetben a maltóz azután az invertáz nevű enzim hatására tovább hasad és hydrolyzis útján 2 molekula glukóz keletkezik belőle.

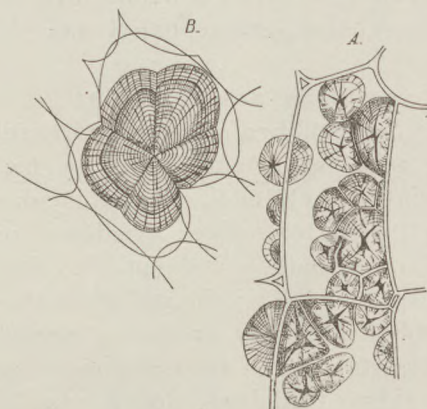
A maltóz osazónokat képez és a Fehling-féle oldatot redukálja, a saccharóz ellenben ezt a sajátságot nem mutatja. Ez a jelenség a két cukorfajta különböző kémiai szerkezetével van összefüggésben.

A saccharóz különösen nagy mennyiségben a cukornádban és a cukorrépában fordul elő. Nálunk ez utóbbit használják fel a cukor gyártására.

Az állati sejtben ez a két cukorfaj hiányzik, helyette a tejcukor (laktóz), a maltózzal rokon vegyület, szerepel.

Egy, a növény testében szintén nagyon gyakori vegyületcsoport a polysaccharidák csoportja, amelyek az egyszerű szénhidrátokból (főleg cukrokból), több molekula kondenzációs úton való egyesülése folytán keletkeznek. Ezek közül a sejt nedvben leggyakrabban előfordulnak az inulin és a glikogén. Az inulin egyes növénycsaládokban, mint pl. a fészkesek sejtjeiben (Compositae), jelentékeny mennyiségben található a sejt nedvben, ahol a száraz anyag mennyiségének 30—40%-át is kiteheti; pl. a Dahlia és a Helianthus tuberosus gumóiban, de más növényben is.

Az inulin képlete:  $x(C_6H_{10}O_5) + H_2O$  a keményítőéhez sokban hasonlít, azonban molekulája úgylátszik sokkal egyszerűbb szerkezetű. Ellentétben a keményítővel vízben ol-



24. kép.

Az inulin sphaerokristályai. A a Dahlia variabilis, B a Helianthus tuberosus gumójának sejtjei. 550-szeresen nagyítva. Sachs után. (E. N.)



dódik, a jód csak sárgára festi és alkohol hatására a sejtek bel-sejében az ú. n. gömbkristályokban (sphaerokristályok) válik ki, amelyek a sugár irányában elhelyezett, kettős fénytörésű kristályelemekből állanak (l. 24. kép). A növény életében — hasonlóan a cukrokhoz — mint tartalék táplálóanyag szerepel.

A glikogén (állati keményítő) az állati sejtnak egy ismert anyaga; a növényekben és pedig a gombák szöveteiben újabban Errera mutatta ki. Képlete:  $x(C_6H_{10}O_2)$  szintén a polysaccharidák általános összetételét mutatja, anélkül, hogy molekuláinak szerkezetére vonatkozólag biztos adatokkal rendelkezniénk. A glikogén is a sejtnedvben oldott állapotban van jelen, jóddal barna és ibolya között váltakozó színeződést ad és mint az inulin, vízben oldódik.

A gombákban, ahol a keményítő nem fordul elő, a glikogén ennek a szerepét veszi át és leginkább mint tartalék táplálóanyag lép fel.

b) Nitrogéntartalmú tartalmi részek. Ide soroljuk a fehérjék képzésénél a növényéletben rendkívül fontos aminosavakat és ezek amidjait. Ilyenek pl. az asparagin, a tyrosin, a betain, a leucin, az arginin stb.

Az asparagin:  $C_4H_8O_3.NH_2$ ,  $C_4H_7O_3.NH_2$  a növényekben meglehetősen el van terjedve; így pl. a Leguminosék csiranövényeiben, az Asparagus officinalis gyökereiben stb.

A tyrosin:  $C_9H_{11}O_3N$ , szintén a fiatal csiranövényekben fordul elő.

A betain:  $C_5H_{13}O_3N$ , a Beta vulgaris gyökerében.

A leucin:  $C_6H_{13}O_2N$ , a hüvelyesek — bab, borsó stb. — csiranövényeiben.

Az arginin különösen gazdagon fordul elő a Coniferák, pl. az Abies alba, Picea excelsa és a különböző Pinus-fajok csiranövényeiben.

Ezekon kívül még sok hasonló összetételű vegyület fordul elő a növényekben.

Ide tartoznak azután a sejtnedvben oldott állapotban előforduló fehérjék. Kémiai összetételük ma még nem ismeretes teljesen. A bennük előforduló elemek viszonylagos mennyisége általában a következő:

C	: 50.7 — 55.0	%
H	: 6.7 — 7.3	"
N	: 15.4 — 19.3	"
S	: 0.4 — 2.5	"
O	: 19.0 — 30.0	"
P	: 0.0 — 0.5	"



A növényekben előforduló fehérjéket két nagy csoportba osztjuk és pedig a proteinek és proteidek csoportjára. A proteinek a tulajdonképeni valódi fehérjék, a proteidek pedig az előbbieknél más vegyületekkel, az ú. n. prosthétikus csoporttal egyesült vegyületei. Jellemző rájuk, hogy molekulásúlyuk rendkívül nagy, rendszerint jóval 1000 felett van. Ezen tulajdonságuknál fogva legtöbb közülük kolloidális állapotban van, mégpedig a kolloidális állapot azon nemében, amelyet lyophil-kolloidális névvel jelölnek.

A valódi fehérjék, vagy proteinek külső jellegeik, főleg oldhatósági viszonyaik szerint feloszthatók: 1. albumin-okra, 2. globulin-okra, 3. isomprotein-ekre, 4. prolamin-okra, 5. glutenin-ekre, 6. skleroprotein-ekre, 7. histon-okra és protamin-okra. Az utóbbi két alakban csak az állati test tartalmazza.

A proteinek közül a növény élete szempontjából a következők fontosak:

Albuminok tiszta vízben és közömbös sók híg oldatában oldhatók. Ilyen pl. a leukosin a búza embriójában, a legumelin a babban.

Globulinok tiszta vízben oldhatatlanok, ellenben közömbös sók híg oldatában jól oldódnak. Ilyenek pl. az olajbogyóban található globulinok, a legumin a borsóban, amandin a keserű mandulában, edestin a tök és napraforgó magjában stb.

Prolaminok a gabonanövények magjában lévő fehérjék jelentékeny részét teszik ki. Sajátságuk, hogy alkoholban oldódnak. Ilyenek pl. a gliadin a búzában, hordenin az árpában, zein a kukoricában, stb.\*)

A histonok és protaminok Euler vizsgálatai szerint valószínűleg a növényi spermatozoidákban és a virágpor sejtjeiben fordulnak elő.

Az összetett fehérjék, vagy proteidek feloszthatók: 1. phosphorproteid-ekre (nucleoalbuminok), 2. glykoproteid-ekre, 3. nucleoproteid-ekre, 4. haemoglobin-ra.

A phosphorproteidek csak híg alkáliákban oldhatók. Mindig P.-t tartalmaznak.

A nucleoproteidek szintén rendkívül gyakran fordulnak elő. Rendszerint albumin, histon, vagy protamin vegyületekből állanak, amelyek azután phosphortartalmú purin és pyrimidin testekből, szénhidrátok közbenjöttével felépített, ú. n. nuclein savakkal kapcsolódnak. A sejtmag anyagát túlnyomórészt ezek alkotják.

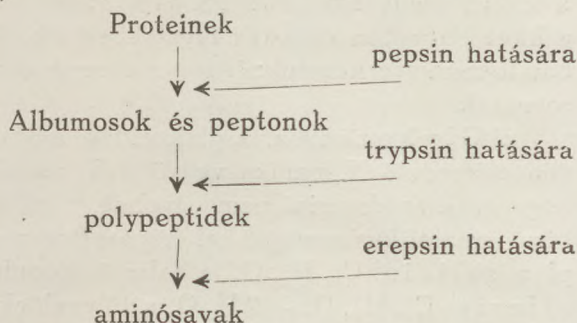
A glykoproteidek szénhidrátokhoz kapcsolt fehérjék, amelyekhez néha még P.-tartalom is járul.

A haemoglobin pedig az ember vörös vértestecskéinek fontos képzőanyaga.

\*) A gluteninek szintén a kenyérmagvakban fordulnak elő. Még nincsenek feldolgozva. Vízben oldhatatlanok, alkáliákban oldódnak. A glutenin előfordul pl. a búza sikérrétegében, az eryzenin a rizsben.



Synthesisük és bomlásuk enzyimnek közbejöttével meggy végbe, amelynek menete az eddigi vizsgálatok szerint valószínűleg a következő:



Az alkaloidák. Ezen vegyületek közé egy sereg, a növényországban előforduló és a gyakorlati életben, nevezetesen a gyógyszerek készítésénél és egyes növényeknek táplálékul és élvezeti cikkül való használatánál, nagy fontossággal bíró zárvány tartozik, amelyek a sejtnedvben oldott állapotban vannak.

Összetételük néha meglehetősen bonyolult, de mindnyájan megegyeznek abban, hogy általában bázikus természetűek van és N. tartalmúak.

A sejtnedv oldott állapotban aránylag nagyon kevés fehérjét tartalmaz. Ilyenek pl. a leukosin a gabonamagvakban és egyes albuminok, amelyek néha a globulinokkal együtt tavasszal az erdei fák hancsrészeiben találhatók (Czapek). (Albuminok és globulinok hígított oldatokban és így a sejtnedvben is jól oldódó fehérjék.)

Az előbb tárgyalt aminosavak Fischer E. vizsgálatai szerint a fehérjék legfontosabb alapanyagai. Az aminosavakból előállított ún. n. polypeptidek útján sikerült Fischer E.-nek a fehérjék synthesét biztos alapokra fektetni, amelyeken haladva, remény van rá, hogy idővel ezeknek a fízológában nagyfontosságú vegyületeknek a kémiája és szerkezete ismeretes lesz.

Ide tartoznak többek között: a nikotin:  $C_{10}H_{14}N_2$ , a dohánynövény leveleiben, az atropin (gyógyszer):  $C_{17}H_{23}NO_3$ , az *Atropa belladonna* növényben, a cytisin, a *Cytisus*, *Ulex*, *Sophora*, *Genista* magvaiban, a morphin:  $C_{17}H_{19}O_3N$ , a *Papaver somniferum* terméseiben, az ópium egyik főalkatrésze; a berberin:  $C_{24}H_{18}NO_4 \cdot OH + 3H_2O$ , a *Berberis* győ-



kerekben, a chinin:  $C_{20}H_{24}N_2O_2 + 3H_2O$ , a Cinchona stb. kérgében (fontos lázcsillapító), a theobromin:  $C_7H_8O_2N_4$ , a kakaó magvában, a koffein, vagy thein:  $C_8H_{10}O_2N_4$ , a kávé bogyóban és a tea levelekben stb. E két utóbbit újabban kémiai szerkezetüknél fogva a purin derivátok csoportjába sorozzák.

c) Glykozidák. A glykozidák, a növényvilágban gazdagon előforduló N. mentes vegyületek, nevüket onnét nyerték, hogy ezek rendszerint nem egyebek, mint a cukroknak különböző aromatikusan anyagokkal képezett eszterei. Ide tartoznak pl. a salicin:  $C_{13}H_{18}O_7$ , a Salix és Populus kérgében, a coniferin:  $C_{16}H_{22}O_3 + 2H_2O$ , a tűlevelűek hancsában, a populin:  $C_{20}H_{22}O_3$ , a Populus-fajokban, a syringin:  $C_{17}H_{24}O_9$ , a Syringa kérgében, a betulin:  $C_{14}H_{16}O_8 + H_2$ , a Betula kérgében, az aesculin:  $C_{15}H_{16}O_9$ , az Aesculus kérgében, a robinin:  $C_{33}H_{40}O_{19}$ , az ákác virágjaiban stb.

d) Cserző anyagok. Ezen a néven egy sereg, még részben kevésbé ismert vegyületet foglalunk össze, amelyek szintén a sejtnedvben oldott állapotban fordulnak elő. Általános tulajdonságuk az, hogy a különböző Fe. vegyületekkel, így a  $FeSO_2$  (ferroszulfáttal) zöld, a  $FeCl_3$  (ferrichloriddal) sötét-kék színű reakciót adnak. A sejtnedvben cseppek alakjában jelentkezők, amelyeket azután a sejt halálakor rendszerint a sejtfal vesz fel. Így többek között egyes erdei fák gesztjében, mint pl. tölgy és ákác.

A tölgy-, nyár-, nyírfák stb. kéreg sejtjeiben olajnemű cseppekben jelentkezők. \*) Előfordulásuk a fák gesztjében rendkívül fontos, miután itt elsőrendű konzerváló szerepet töltenek be. A nemestölgyek és a lúcfenyő kérgében gazdagon fordulnak elő és ezért ezeket ipari célokra, cserzésre használják fel.

Néhány cserzőanyagnak, mint pl. a galluszsavnak, már a pontos kémiai összetételét is ismerjük. Pl. a galluszsav =  $C_7H_6O_5$ . A legjellemzőbb cserzőanyagok egyike a tannin, amelynek pontos összetételét Fischer Emil és Freudenberg legújabb kutatásai alapján (1919—1920) ismerjük; \*\*) a tölgygubacsok gazdagon tartalmazzák.

\*) A csersav egy különös előfordulását lehet megfigyelni a Leguminosék levélnyelének kéregparenchymájában, ahol egyes sejtek teljesen ki vannak töltve velük. Ezt az előfordulását a csersavnak inklúzióknak mondják.

\*\*) Fischer E. szerint a tannin a digalluszsav származéka: glukodepsid.



e) A sejt nedvében oldott festőanyagok. Ezek közül egyike a legelterjedtebbeknek az anthocyán. Amint Willstätter legújabb vizsgálatai mutatják, ez alatt az elnevezés alatt a különböző egymással rokon, más és más színű anthocyánok egész csoportját kell értenünk. Ezeknek az egymással különböző arányban való keveréke okozza azután a növényi részek, pl. levelek, virágok vörös, kék és ibolya színét. Ha meggondoljuk, hogy ezekkel kapcsolatban még a chromatophorok különböző színárnyalatai is jelentkeznek, úgy könnyen megérthetjük a virágok néha igazán pazar színpompáját.

Az ide tartozó különböző színű anyagokat két csoportra osztjuk:

Az 1. csoportba tartoznak azok az anyagok, amelyeket a szőlővörös csoport név alatt foglalnak össze. Az ide tartozó színanyagok nagyon gyakoriak, ezek okozzák a borostyánszőlő (Parthenocissus) levelek őszi sötétvörös színét, azután ezeket találjuk meg a vérbükk, a vörös kel leveleiben, a földiszeder és a fekete színű szőlőbogyók héjában.

A 2. csoport a répavörös anyagok csoportja. Ide tartozik pl. a vörös répa és általában Chenopodiaceaeek színanyaga.

Az anthocyán egyik legjellemzőbb kémiai sajátossága abban áll, hogy alkáliák, vagy savak hatására a színét megváltoztatja. Ha egy vizes anthocyanoldatot, amely pl. ibolya színeződéssel bír, gyenge savakkal kezelünk, akkor ennek a színe csakhamar vörös lesz, amely szín azután alkáliák hatására kékre, vagy zöldre változik. Sok alkália alkalmazása esetén végre is a szín teljesen zölddé, vagy pedig sárgává lesz. Wiesner a zöld színt mint a sárga és a kék színek keverékét fogja fel. A növényi részek színárnyalatai mindenesetre a sejtnedv savanyú, vagy neutrális természetével is összefüggésben vannak.

Magukat az anthocyánokat néha kristályos alakban is meg lehet találni pl. a Brassica oleracea (capitata) leveleiben.

Az anthocyánok kémiáját Willstätter legújabb kutatásai alapján ismerjük. Ő szerinte ezek glykozidák, amelyekben a cukrok aromás színanyagokkal, a cyanidínekkel egyesülnek, pl. a búzavirágnál a megfelelő cyanidín ( $C_{15}H_{10}O_6$ ). A cyanidínek viszont hydroxylvegyületei egy phenolbenzopyriliumnak és valószínűleg a flavoncsoport vegyületeivel állanak rokonságban.

Az anthocyán rendszerint csak a világosság behatására képződik, azonban egyes esetekben úgy látszik, hogy a sötétben is kifejlődhetik. Biológiai szerepe még nem egészen vi-



lágos. Ide vonatkozólag a legelfogadhatóbb elméletek egyike szerint, az anthocyánok védelme alatt megy végbe a fiatal levelekben a chlorophyllképződés, másrészt pedig vörös, tehát a meleg sugarakat elnyelő színe folytán fiatal hajtásoknál a túlságos fénykisugárzás elleni védelemben szerepet tulajdonítanak neki. A mi erdei fáink fiatal levelein és hajtásain az anthocyánok lombfakadáskor nagyon gyakoriak (pl. a tölgy, bükk) stb.

Az anthocyánokon kívül még néha más festőanyagok is vannak a sejtnedvben, így a sárga antochlor (Prantl), vagy más néven anthoxanthin (Tschirch), különböző növényekben és virágokban, azután a barna anthophaein, pl. a *Vicia faba* virágjában, a *Delphinium triste* kehelyleveleiben stb.

Ezekkel a festőanyagokkal kapcsolatosan most még röviden az erdei fáink leveleinek őszi színváltozására kívánunk rámutatni:

Amint már a chloroplasztok tárgyalásakor említettük ez a színváltozás elsősorban a chlorophyllnak a tenyészeti időszak végén való bomlásával van összefüggésben. Így jönnek létre a sárga színű karotinoidák, amelyek az őszi lombkoronának gyönyörű sárga színét kölcsönzik, de ezek mellett még a sejtnedvben oldott színanyagok is átalakulnak; így a különböző anthocyánok, melyek viszont a lombkoronának helyenként élénk vérvörös színt kölcsönöznek. A virágok és a levelek színárnyalatait a chromoplaszták és az anthocyánok együttes vagy egymástól független megjelenése idézi elő.

f) **Organikus savak.** Ezek a növényvilágban nagyon gyakoriak. Ilyenek pl. az oxálsav  $(\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2) + 2\text{H}_2\text{O}$  (Oxalis acetosella); az almasav  $(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5)$ , amely úgyszólván minden növényben megtalálható. A gyümölcsök savanyú ízét ez a vegyület okozza. Borkősav  $(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6)$  a szőlőben; a citromsav  $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O})$  szintén el van terjedve (citrom, málna stb.); hangyasav  $(\text{H} \cdot \text{CO}_2\text{H})$  a fenyőtűkben és a csalánszőrőkben stb.; borostyánkősav  $(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$  éretlen szőlőben, almában stb. Ezek a savak részben szabadon, részben pedig különböző alkáliákhoz kötve (pl. oxálsavas mész) mint oldható vagy oldhatatlan sók fordulnak elő. Rendszerint a szénhidrátok oxidációja folytán jönnek létre.



Egyes növényekben az organikus anyag elégeése nem lesz mindig teljes, vagyis nem képződik mindig széndioxid; illetőleg a lélegzéskor leadott széndioxid mennyisége jóval kevesebb, mint amennyiek az elégetett anyag mennyiségéhez viszonyítva kellene lennie. Ezekben a növényekben, amint a vizsgálatok mutatták, csak részben képződik széndioxid, az organikus anyag legnagyobb részben csak a már említett organikus savakká oxidálódik. Így pl. a kaktuszokban almasav, a Mesembryanthemumban oxálsav stb.

g) N ö v é n y i n y á l k á k. Ezek legnagyobb részben szén-hidrátokból állanak, oldott állapotban a sejtnedvben mint tartalék tápanyagok szerepelnek. Pl. a hagymában, az Orchis gumókban stb.

A növényi nyálkák és gumik elnevezés alá tartozó szén-hidrátokról behatóbban a sejttal elváltozásnál lesz szó, miután ezek leginkább a cellulóz kémiai metamorphozisának a termékei.

Úgy a sejtnedvben, mint pedig a protoplazmában vannak azután a növények életének rendkívül fontos vegyületei az *e n z y m e k* (*f e r m e n t u m o k*), melyeknek a kémiai szerkezetét pontosan még nem ismerjük. Ezek is kétségkívül a fehérjék közé tartoznak. Ilyenek pl. a *d i a s z t á z*, amely a keményítőt maltozévé alakítja, a *lipáz*, amely a zsírokat bontja, a *cytáz* vagy *celluláz*, amely a cellulózt dertrozévé változtatja, *chlorophylláz*, amely a chlorophyllt bontja, *invertin* vagy *invertáz*, amely a saccharozt dextrozra (glukozra) és fruktozra bontja, a *pepszin*, *tripszin* és a *papayotin*, amelyek a fehérjéket bontják stb. Ezeknek a rendkívül fontos fiziológiai jelentőséggel bíró vegyületeknek a szerepét csak újabban kezdjük mind tisztábban megérteni. A növények életfolyamataiban rendkívül fontos szerepet játszanak.

Ezek általában a vegyi folyamatok lefolyását megindítják és elősegítik anélkül, hogy a lefolyó kémiai processzus alatt az ott szerepet játszó vegyületekbe belépnének. Hatásuk tehát katalitikus s minthogy jelenlétük mindig élő szervezetek működéséhez van kötve, biológiai katalysatoroknak is mondjuk őket.

Az enzymekek működésére sok esetben még sajátos vegyületek az u. n. *koenzymekek* vagy *kofermentumok* gyakorolnak kedvező, illetve gyorsító hatást.



Végül vannak fermentumok, amelyek az enzimikus folyamatokat paralizálják, mintegy hatástalanná teszik. Ezek az ú. n. antifermentumok.

2. A protoplazma tartalmi részeinek második nagy csoportját azok a vegyületek alkotják, amelyeket a plazmában a sejtnedven kívül találunk. Ezek nem oldott állapotban, hanem szilárd vagy cseppfolyós halmazállapotban cseppek illetőleg kristályos, vagy amorf alakban jelentkeznek.

A szilárd és kristályos tartalmi részek az egyes növényekre, növényi szövetekre néha nagyon jellemzők lehetnek. Közülök a legtöbbben mindig határozott alakúak és vegyületek, pl. a keményítő, fehérjék stb., mások viszont alaki és anyagi tekintetben változásnak vannak alávetve, pl. aetherikus olajok és gyanták.

A legfontosabbak a következők:

a) Keményítő ( $C_6H_{10}O_5$ ) Amylum. A keményítő a növényekben mindig az egyes növényfajokra jellemzően kifejlődött keményítő szemecskék alakjában fordul elő.

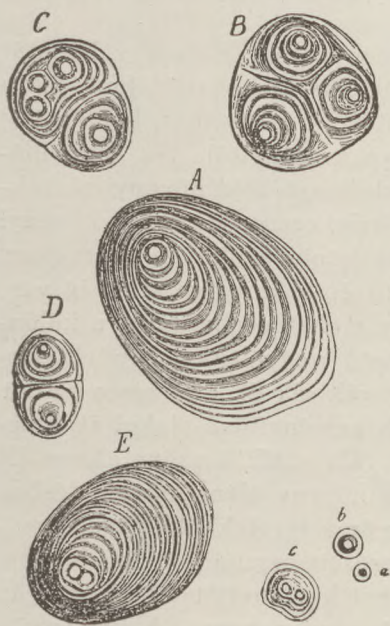
A keményítő a növényi anyagcsere egyik legfontosabb anyaga, az asszimiláció első megfigyelhető és tömegesebben létrehozott terméke. A növényország úgyszólván minden csoportjában megtalálhatjuk, a gombáknál azonban, amelyek chlorophyllt nem tartalmaznak és így önálló asszimilálásra nem képesek sohasem fordul elő, de viszont a chlorophyllt tartalmazó növényekben sem találjuk meg mindig, így hiányzik a vörös algákban, ahol ezt egy más anyag helyettesíti, azután a barna algákban, ahol viszont zsíros olajok alakulnak helyette, a kovamoszatokban (Bacillarieae), amelyekben szintén zsíros olajokat találunk keményítő helyett.

A keményítő kémiai összetételét illetőleg a polysaccharidákhoz, tehát az összetett szénhidrátokhoz tartozik. Molekulájának a szerkezete pontosan még nem ismeretes azért képletét az  $x (C_6H_{10}O_5)$  jellel fejezzük ki. Nägeli szerint a keményítő granulozéból és amylocellulozból áll. Ez azonban az újabb vizsgálatok szerint nem felel meg teljesen a valóságnak. Meyer szerint a keményítő szemecskék amylozból és amyloextrinből állanak és az amyloz viszont két változatban állapítható meg és mint  $\alpha$  és  $\beta$  amyloz figyelhető meg.



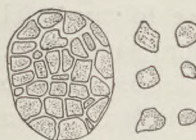
Pringsheim (1925) vizsgálatai szerint a keményítő két komponensből áll. Az egyik az amylóz, a másik az amylopektin. A zúzmók keményítője a colichenin az amylóz, az állati test keményítője a glikogén pedig az amylopektin szabadon előforduló alakja. 200 C° fokon glycerinnel való főzés útján az amylózból dihexozán, az amylopektinből trihexozán keletkezik, majd ezekből cca. HCl-al való bontás után amylobióz ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), illetőleg amylotrióz ( $C_{18}H_{32}O_{16}$ ) lesz, amelyek mindegyike amylázok (enzym) hatására maltozzá ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) alakulhat.

A keményítő jellemző reakciója a már említett jódpróba. Töményebb jódoldatok, így pl. jódkálium, a keményítőt sötét kékre, hígított oldatok indigó kékre festik.



25. kép.

A burgonya gumó keményítő szemecskéi. A, idősebb egyszerű keményítő szemecske; B, C, félig összetett; D, összetett keményítő szemecske; E, idősebb szemecske két szerves magyszerű központtal; a, b, c, fiatal szemecskék. 800-szor nagyítva. Sachs „Vorl. u. Pflanzen-Physiologie” c. munkájából. (N. T.)



26. kép.

Az *Avena sativa* keményítő szemcséje; jobbra a keményítőszemcsé részai. 1540-szeresen nagyítva. (E. N.)

Amint már említettük, az egyes növényfajok keményítő szemecskéinek az alakja felette jellemző szokott lenni. Ezen az alapon az egyes növényekből nyert keményítőt a mikroszkop segítségével meg lehet különböztetni egymástól (l. 25. és 26. kép). Morphológiai szempontból egyszerű és összetett szemecskéket különböztetünk. Az egyszerű szemecskén rétegezettséget találunk, amely a keményítő szerkezetére felette jellemző. Legbelől találjuk a sze-



mecske magvát, amelyet mindig egy vízben gazdag rész alkot. Ezen réteg köré rakódnak azután le koncentrikusan, vagy excentrikusan a szemecske többi rétegei. A szemecskék rétegezettsége minden valószínűség szerint a rétegek egyenlőtlen víztartalmán alapszik. A vízben gazdag rétegek sötétebb, néha vöröses színt, a vízben szegény rétegek pedig kékes-fehérbe játszó szineződést mutatnak. Az összetett szemecskék egyszerű szemecskékből vannak a legkülönbélekeppen összetéve, de olymódon, hogy azért mindegyik részszemecske a maga eredeti rétegeztségét megtartja. Ha több szemecskét egynéhány közös réteg vesz körül, akkor félig összetett keményítő szemecskékről beszélünk.

Élettani szempontból a keményítőnek három változatát különböztetjük meg: az asszimilációs keményítőt (autochton keményítő), a vándorló keményítőt (tranzitórikus keményítő) és a tartalék keményítőt (reserve keményítő). Az asszimilációs keményítő a chlorophyllt tartalmazó zöld növényi részekben az asszimiláció folyamán keletkezik, innét a növényi anyagcsere folyamán el kell neki jutnia azokba a szervekbe, ahol rá mint táplálékra, vagy mint építő anyagra szükség van. Ez a vándorlás azonban csak úgy mehet végbe, hogy a különben oldhatatlan keményítő oldható vegyületté, így elsősorban a diasztáz hatására maltózzá változik át. Egy része azután a vándorlás folyamán megint csak keményítővé alakul át, amelyet a nedvkeringés céljaira szolgáló szállító szövetekben jól meg lehet figyelni. Addig míg a növény élénk növekedésben van, ez az átalakulási folyamat már a levelekben is megfigyelhető. Ez az oka annak, hogy erősen asszimiláló levelekben, ha a felhasználás nagy, ritkán lehet keményítőt találni, miután itt rögtön a keletkezése után átalakul cukorrá. A keményítő ezen formáját nevezzük vándorló (tranzitórikus) keményítőnek.

Másrészt azonban a növény nyáron, illetőleg a tenyészeti időszak alatt gyűjtött táplálék anyagait nem használja fel teljesen, hanem ezeket elraktározza részben a szaporodásra, illetőleg a csírázás céljaira szolgáló szervekben, így pl. a magvakban, részben pedig azon szövetekben, amelyek azután lombfakadáskor az asszimiláció kezdete előtt, a növénynek a különböző életjelenségek végzéséhez, így pl. tavasszal az új haj-



tások alakításához szükséges tápanyagokat szolgáltatják. Így találjuk a keményítőt nagy mennyiségben az erdei fák belsősugariban és kéregparenchymájában a tél folyamán mint tartalék tápanyagot.

Természetesen a tartalék keményítő felhasználása előtt szintén cukrokká alakul át a már vázolt módon, hogy rendelkezési helyére juthasson.

Ezt az átváltozást különösen jól lehet a csirázó magvakban megfigyelni. Jól látható az ezekből vett metszetekben a keményítő szemecskék feloszlása, amely legtöbbször kívülről befelé halad (corosio). Gyakran az is észlelhető, hogy a puhább, vízdúsabb rétegek hamarabb oldódnak fel, mint a sűrűbbek.

A keményítő tehát közvetlenül sohasem vesz részt a növényi anyagcserében. Először a vázolt fermentatív hatásra oldható vegyületekké, így elsősorban cukrokká kell átváltoznia (l. 27. kép).

A kereskedelembe előforduló keményítő legtöbbször tartalék keményítő.

Egy-egy ilyen tartalékanyagot tartalmazó növényi rész keményítő tartalma néha jelentékeny lehet. Így pl. a burgonyában az összsúly 20%-t, a búzamagban pedig 70%-t is meghaladhatja.

A keményítő szemecskék nagysága nagyon változó. A legnagyobbak a tartalék keményítőtől kerülnek ki. A legkisebbek rendszerint autochton, vagy tranzitórikus keményítő szemecskék. A burgonya keményítő szemecskéi átlagban 0.09 m/m átmérőjűek, az átmérők legnagyobb és legkisebb méretei rendszerint 0.002 és 0.17 m/m között mozognak. A tranzitórikus keményítő szemecskék 0.002—0.003 m/m-nél ritkábban nagyobbak.

A keményítő szemecskék alakja, amint már említettük, nagyon változó. A burgonyagumó keményítő szemecskéi to-



27. kép.

A csirázó árpa kimart keményítő szemecskéi: 1, 2, 3, 4, az oldás egymásután következő szakaszai. Strasburger Lehrbuch-jából. (N. T.)



jasdadok, egyszerűek, vagy összetettek, jól kivehető excentrikus rétegzettséggel.

A hüvelyesek és a gabonanövények magjaiban lévő keményítő szemecskék koncentrikus, de kevésbé éles rétegzettséggel bírnak és legtöbbször lencsealakúak. A bab keményítő szemecskéin még aránylag jól kivehető a rétegzettség, melyet többé-kevésbé adiális irányban haladó hasadékok szakítanak meg. A búzában nagy és kicsi szemecskék váltakozva fordulnak elő. Különösen jellemzőek némely gabonafélére a teljesen összetett szemecskék. A zabban pl. 300, a rozsban 200—400 kis szemecskéből állhatnak, míg a tengeri kisebb számú rész-szemecskéből áll. A burgonyában a félig és teljesen összetett szemecskéket egyaránt megtalálhatjuk.

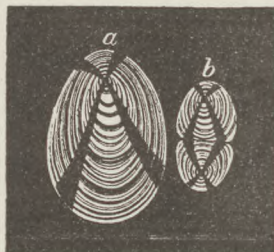
Igen érdekesek a tropikus Euphorbiák lábszárcsont- és sonkaalakú keményítő szemecskéi. A kereskedelembe lévő keményítőt különböző eljárások szerint nyerik. Az ú. n. burgonyaliszt úgyszólván tiszta keményítóből áll. A gabonaneműek lisztjében a keményítő mellett jelentékeny mennyiségben különböző fehérjéket és sejtfal részleteket is találunk. A keményítő a növényi sejt plazmájában sohasem keletkezik szabadon, hanem ennek a képződése mindig a chloroplasztokban és leukoplasztokban megy végbe. Ezen tulajdonságuknál fogva ezeket amyloplasztidoknak\*) is mondják. Ez a két keményítőképző anyagnak a működése azonban jelentékenyen különbözik egymástól. Míg a chloroplasztok az asszimiláció folyamán a levegő széndioxidjából és a vízből készítik az autochton keményítőt, addig a leukoplasztok a különböző cukrokból állítják elő a tartalék keményítőt. A funkció különbözősége már a külső körülményekben is megnyilvánul. A chloroplasztok csak a világosság jelenlétében működnek, a leukoplasztok pedig hivatásukat a világosságtól elvont növényi részekben teljesítik. A keményítő képzés kémiai folyamata azonban kétségkívül mind a kettőnél ugyanaz, vagyis: kisebb szénhidrát molekulák kondenzálása a keményítő nagy molekulájára.

Maga a képzés munkája kétféle módon mehet végbe, és pedig vagy a keményítő képző belsejében keletkeznek a ke-

\*) A chromatophorákat néha más néven plasztid névvel is jelölik.



ményítő szemecskék, vagy pedig a keményítő képzőnek a kerületi részében alakulnak. Az első esetben a keményítőképző legtöbbször eltűnik és a szemecskék koncentrikus rétegzettséget kapnak, míg a periferikus képződésnél a rétegzettség excentrikus lesz, miután a képző belsejéhez közelebb eső rétegek egyenlőtlenül vastagabbak lesznek és maga a mag ezen folyamat alatt a képzővel ellenkező oldalra tolódik el. A keményítőképző természetesen itt is elenyészik. Az összetett, illetőleg félig összetett szemecskék keletkezése, vagy úgy meggyen végbe, hogy több keményítőképző eleve egyesül, vagy pedig a már képződésben lévő szemecskék olvadnak össze. Néha ugyanazon képző belsejében is keletkezik több szemecske, amelyek azután az érintkezési felületen ellaposodnak és egy összetett szemecskévé olvadnak egybe. Jellemző a keményítő szemecskékre, hogy polarizált fényben úgy viselkednek, mint a két optikai tengelyű kristályos ásványok, azaz egy világos négykarú keresztet mutatnak, melynek középpontja a rétegzettség középpontjával összeesik (l. 28. kép).



28. kép.

Keményítőszemecskék a Nikol-féle keresztprizmás polarizációs mikroszkopon keresztül nézve. *a*, egyszerű; *b*, összetett szemcse. 300-szor nagyítva. (w.)

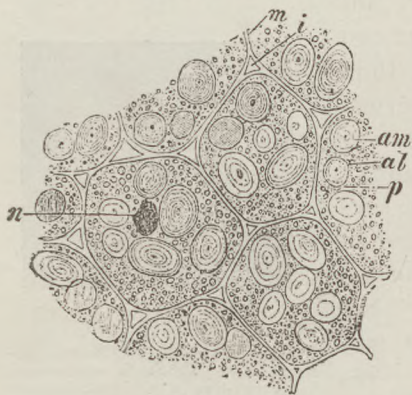
A keményítő szemecskéknak most vázolt magatartása vezetett arra a feltevésre, hogy ezek sugárasan elhelyezkedett kristályokból, a trichitékből vannak összetéve (Mayer Arthur) és épen ezért az egyes szemecskék anizotrop micellákból, vagyis kristályokhoz hasonló molekula összletekből állanak, amelyek a kettősen fénytörő kristálymolekulák sajátosságait mutatják.

A keményítő szemecskék ezen kristályos tulajdonságai, illetőleg ezeknek a kristályokhoz hasonló természete teszi indokolttá a szemecskék keletkezésére vonatkozó azon elméletet (Strassburger, Fischer, Meyer), mely szerint a keményítő képződése a kristályok keletkezéséhez hasonló módon meggyen végbe. Ezen elmélet szerint a szemecskéket mint sphaeriteket kell tekintenünk és ezeknek a képződése időszaki hullámzásoknak van alávetve, melyeket elsősorban a rendelkezésre álló cukormennyiség és a hőmérséklet folytonos változásai okoznak. Ez a folyamat azután anyagdúsabb és szegényebb rétegek alakulását hozza létre és ez utóbbiakban az anyaghiányt a víz pótolja.



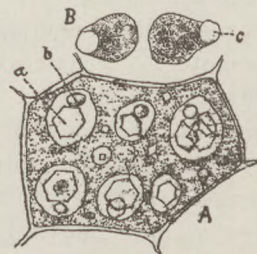
A keményítő és a cellulóz kémiaiag rokon vegyületek. Képletük:  $x(C_6H_{10}O_5)$  egyezik, anélkül azonban, hogy molekuláiknak szerkezetét ismernénk és azért sokáig azt hitték, hogy a cellulóz a keményítőnek egy magasabb polymerizációjú formája. Ez azonban nem helyes. Ha a keményítőt híg savakkal főzik, glukozzá változik át, ha pedig a keményítóből vízzel előállított pépet diastázzal kezelik, maltóz keletkezik. Mind a két eljárásnál, mint melléktermények, vízben oldható gumi-szerű, pépes anyagok, a dextrinek keletkeznek.

Ha ellenben a cellulózt az ecetsav anhydridjével és töménykénsavval kezeljük, egy disacharid, a cellobióz keletkezik. Ebből követke-



29. kép.

Sejtek a *Pisum sativum* szikleleléből; *m*, sejtköz; *am*, keményítőszemcse; *al*, protein szemcsék; *p*, alapanyag; *n*, sejtmag a methyl-zöldecetsav reakciója által feltűnővé téve. 240-szeresen nagyítva. Strasburger után. (E. N.)



30. kép.

A *Ricinus communis* endospermiumsejtje. A, endospermiumsejt víz alatt; B, egyes aleuron szemcsék faolajban; *b*, *c*, globoid; *a*, a fehérje kristály. 540-szeresen nagyítva. (E. N.)

zik, hogy a keményítő és a később tárgyalandó cellulóz két teljesen különböző szerkezetű molekulával bíró vegyület, mert a keményítóből előállítható legegyszerűbb disacharid a maltóz, a cellulózból készíthető hasonló produktum pedig a cellobióz.

A fehérjék. Az ide tartozó vegyületek a már ismertett proteinek, tehát a valódi fehérjék közé tartoznak. Leggyakrabban a virágos növények magvaiban fordulnak elő és a nitrogéntartalmú tartalékanyagok legnagyobb részét ezek alkotják. A keményítőtartalmú lisztes magvakban kisebb mennyiségben és alakban találjuk őket, mint az olajtartalmúakban (olajos magvak). Alakra nézve megkülönböztetjük: az aleu-



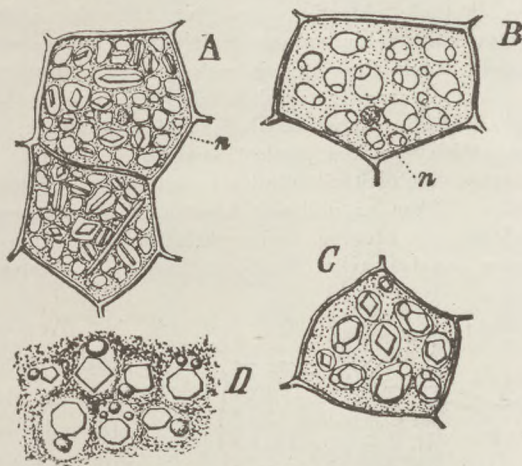
ron szemecskéket és a fehérje kristályokat (krystalloidokat). Az aleuron szemecskék különösen az olajos magvakban gyakoriak, azonban a keményítőt tartalmazó magvakban (pl. búza) is megtaláljuk őket.

Hartig fedezte fel őket (1855), protein szemecskéknak is nevezik (Holle 1858). (L. 29., 30. és 31. kép.)

Ezekben a szemecskékben a következő alkotórészeket különböztetjük meg: az alapanyagot és azután ebben a globoidokat, krystalloidokat és néha calcium oxalát kristályokat (l. 32. kép).

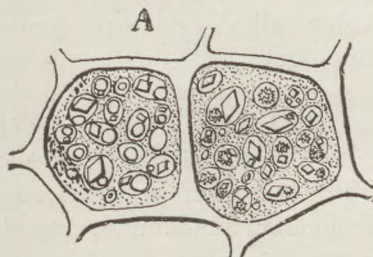
Az alapanyag proteinekből áll, amelyeknek kémiai összetétele a legtöbb növényben más és más szerkezetet mutat, egyeseké vízben oldódik (Ricinus), másoké csak részben (Pinus pinea), némelyiknél pedig épen nem (Elaeis guinensis). Az ide tartozó fehérjevegyületek tehát úgyszólván növényenként változnak, de legtöbb esetben a globulinekhöz tartoznak.

A globoidok gömbölyűek, vagy fűrtalakúak. Rendszerint magnézium és mész phosphorsavval való vegyületéből és egyéb szerves vegyületek egyesülése folytán keletkeznek. Igen nagyokat lehet pl. a szőlő magjában találni.



31. kép.

Aleuronszemecskék. A, a spanyol pozdor (*Scorsonera hispanica*) sziklevelének két sejtje olajban; n, sejtmag; B, a *Ricinus communis* magfehérjének egy sejtje olajban; C, ugyanaz a higanychlorid alkoholos hatása után a globoidok és a kristalloidok láthatók; D, a két utóbbi körül megalakult aleuron alapanyaga. Erősen nagyítva. Pfeffer után. (N. T.)



32. kép.

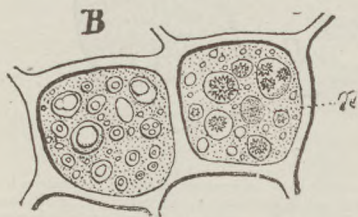
A mérges ádáz (*Aethusa Cynapium*), magfehérjének két sejtje aleuronszemecskékkel, kristalloiddal, globoiddal és calciumoxalát kristállyal. Erősen nagyítva. Pfeffer után. (N. T.)



Az újabb vizsgálatok szerint a globoidok valószínűleg elsősorban proteinekből állanak, melyek az organikus inozithexaphosphorsav  $C_6 H_6 [O_2 P (OH)_2]_6$  kalcium és magnézium sójával, a phytinnel vannak vegyileg összekötve (Rippel 1921).

A globoidok természetesen a plazmában szabadon is előfordulhatnak. A krystalloidok szintén proteinekből állanak, találhatók pl. a Ricinus és a fenyők magvaiban. Alakra nézve megegyeznek a valódi kristályokkal, így lehetnek: oktaeder, hexaeder, tetraeder alakúak, csak hogy lúgok behatása alatt felduzzadnak és élszögeik nem egészen állandók, ezáltal a tulajdonságuk által különböznek a valódi kristályoktól.

Az aleuron szemecskék alapanyaga és a krystalloidok hígított káli-lúgban előbb megduzzadnak és azután oldódnak, a globoidok ellenben nem. Ez utóbbiak viszont hígított savakban oldhatók. A krystalloidok megvizsgálására, illetőleg elkülönítésére kitűnő szer a tömény, natriumfoszfát vizes oldata. Ebben az utóbbiak kivételével az aleuron szemecskék teljesen oldódnak. Az aleuron szemecskék feloldása után vékony hártya is marad vissza, amely ezeket körülvette volt. Ez szintén fehérje nemű anyagokból áll.



33. kép.

A kerti koriandrum (*Coriandrum sativum*) magfehérjének két sejte aleuronszemecskékkal, kristalloiddal, globoiddal és calciumoxalát kristállyal. Erősen nagyítva. Pfeffer után. (N. T.)

Megjegyzendő, hogy a krystalloidok a plazmában önállóan is előfordulhatnak és az előfordulás ezen módját nevezzük önálló fehérje kristályoknak. A már ismertetett kristályformákon kívül ezek még ostor-, orsó-, gyűrűalakban is előfordulhatnak. A kaktuszok kitűnő példát szolgáltatnak erre. Önálló kristá-

lyokat találunk pl. a burgonyagumó külső sejtjeiben, az *Abies alba* és *Nordmanniana* elsődleges kérgének nyaktömlőiben.

Az aleuron szemecskék és a fehérjekristályok anyagát nagyon sokféle fehérjevegyület alkotja. Különösen fontosak ezek az emberi táplálkozás céljaira szolgáló kenyérmagvak és a hüvelyesek magvának használata szempontjából, miután ezek az ember mindennapi táplálékának, a kenyérnek is alkotórészét képezik. Az ide tartozó fehérjevegyületek legnagyobb részben, amint már említettük, a tulajdonképeni fehérjék, vagy proteinek közé tartoznak, miután proteideket a növényvilágban eddig csak a növényi sejtek magjaiban figyeltek meg



Ph.-tartalmú, ú. n. nukleoproteidek alakjában. A proteinek közül pedig, amint már említettük, a növényekben elsősorban az albuminok és különösen a globulinok fordulnak elő.

Az albuminok a növényekben ritkábban fordulnak elő és akkor is, mint pl. a már említett leukosin, a sejt nedvében oldott állapotban találhatók. Hasonló természettel bír a bab, borsó, stb. magvaiban talált legumelin.\*)

A globulinok már sokkal inkább el vannak terjedve, a magvak aleuron szemecskéinek ezek képezik a legfontosabb és leginkább előforduló fehérjevegyületeket. Ide tartoznak pl. az edestin a gabonamagvakban, Cucurbita, Helianthus stb. magvaiban, phaseolin a babban, legumin a borsó és a bab magvainak legfontosabb fehérjevegyülete, konglutin a Lupinus-magvakban. A gabonamagvak legfontosabb fehérjevegyületeit glutenkasein\*\*) név alatt foglaljuk össze, ide tartozik a gliadin és a glutenin, továbbá a zein a kukoricában, hordein az árpában, avenin a zabban stb.

Az aleuron szemecskék az újabb vizsgálatok szerint vakuolákban keletkeznek és pedig olyan módon, hogy a fehérjékben gazdag vakuolának sejtnevedve fokozatosan vizet veszít és végül is a már leírt aleuron szemecskék maradnak vissza.

A fehérjék szerepe a növény életében rendkívül fontos. Habár az aleuron szemecskéket, amint már hangsúlyoztuk, a plazmától, mint szintén fehérjékből összetett élő anyagtól határozottan el kell választanunk, mégis valószínű, hogy a plazma anyagának kiegészítésénél és táplálásánál ezeknek kiváló szerep jut.

A magvakban található fehérjéket a csirázás munkájához szükséges tartalék tápanyagoknak kell tekintenünk, amelyekből legtöbbször a keményítővel együtt a növény az asszimiláció megindulása előtt a sejtek felépítéséhez szükséges anyagokat veszi, másrészt pedig ezek elejtése által az életműködéséhez szükséges energiát nyeri.

A plazmában az említetteken kívül még néha más kisebb jelentőségű fehérje szemecskéket is találunk. Ide tartoznak a már említett pyrenoidák, a charafélék bütők sejtjeiben fellépő golyós fehérje szemecskék, a volutin,

\*) Jól megkülönböztetendő a legumintól.

\*\*) Nem azonos az állati kaseinnel, amely az újabb elnevezés szerint a tejben található fehérjének egy Ca tartalmú sója.



amely a gombák, moszatok és néhány baktérium testében (*Spirillum volutans*) mint tartalékanyag van meg és végül a leukozomák, melyeket szintén egyes chromo-, illetőleg leukoplasztokban figyeltek meg.

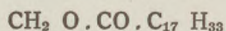
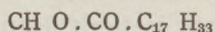
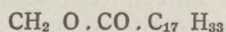
Végül teljesség kedvéért megemlítjük még, hogy az aleuron szemecskékben egyes esetekben szabályos kristályokat, vagy kristálycsoportokat, így pl. oxálsavas meszet találtak (ernyősök magjaiban, szőlő globoidjaiban) (l. 33. kép).

c) **Zsírok.** A zsírok fogalma a kémiában a magasabb rendű zsírsavaknak, a három vegyértékű glycerinnel való eszterjeit jelöli (glyceridák). A növénytanban az ide tartozó vegyületeket két nagy csoportra osztjuk és pedig: a zsírok és a zsíros olajok, vagy röviden olajok csoportjára.

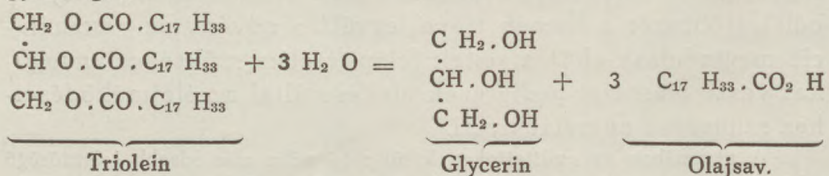
Az első csoportba soroljuk a szilárd, halmazállapotú zsírokat, a másodikba pedig azokat, amelyeket rendes hőmérséklet mellett folyékonyak. Ezen sajátága a zsíroknak mindig attól függ, hogy a glicerin milyen zsírsavval képez esztereket. Ha ez a zsírsav kisebb molekulájú telített, vagy telítetlen olajsav, akkor a glycerid is rendszerint folyékony marad. Ha ellenben a zsírsav stearin, vagy palmitinsav, akkor a glycerid is szilárd, halmazállapotú lesz.

A természetben előforduló növényi zsírok azonban nem egy glyceridből állanak, hanem mindig többnek a keverékéből.

Egy egyszerű glyceridnek, amely meglehetősen tisztán izolálható a mandolajból, a trioleinnek kémiai szerkezetét szemlélteti az alanti képlet:



Ennek a bontása hydrolizissal a lipáz hatására következőképen megyen végbe:



A növényi zsírok rendszerint az olajsav, a palmitinsav  $\text{C}_{15} \text{H}_{31} \cdot \text{CO}_2 \text{H}$  és a stearinsav  $\text{C}_{17} \text{H}_{35} \cdot \text{CO}_2 \text{H}$  glyceridjeinek a keverékéből állanak és épen ezért ezeknek fizikai állandóit, mint pl. olvadási pont stb., nem lehet élesen meghatározni.



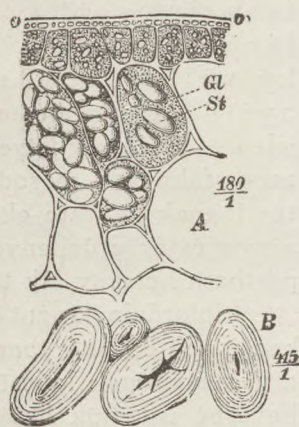
Nagyon fontos, hogy a zsíros olajokat az aetherikus olajoktól meg tudjuk különböztetni, ami rendszerint ezeknek az oldószerekkel szemben tanúsított eltérő magatartásán alapszik. Az olajok és zsírok ugyanis oldhatatlanok abszolút alkoholban (a ricinusolaj kivételével) és tömény ecetsavban, míg ezen oldószerekben az aetherikus olajok könnyen oldódnak.

Egy másik tulajdonsága a zsíroknak abban áll, hogy a mikroszkop alatt ezeket alkáliakkal (Na OH, KOH), továbbá ammoniakkal el lehet szappanosítani, amikor is a zsircsepek egész tömege túalakú szappankristályokká alakul át.

A zsíros olajok legtöbbször a plazmában finoman elosztott emulzió formájában találhatók meg. Ilyen esetekben a mikroszkopiai metszeteket tiszta vízben vizsgáljuk meg, amikor is a finoman elosztott olaj kisebb-nagyobb cseppekké fut össze és mint ilyen kimutatható. Legtöbbször azonban a zsírokat részben mint cseppeket, részben pedig mint szabálytalan szemecskéket figyelhetjük meg, amelyek az őket körülvevő plazmától, erős fénytörő képességüknél fogva, könnyen elkülöníthetők. Néha, mint pl. egyes fák peridermájában (*Quercus suber*), mint túalakú kristályokat találjuk meg őket, viszont néha egyes magvakban olyan tömegesen vannak meg, hogy a sejtek egész üregét kitöltik és a fehérje szemecskék közöttük beágyazva fekszenek (l. 34. kép).

Egy különös előfordulását képezik a zsíroknak az ú. n. elaioplaszták, amelyek az eddigi vizsgálatok szerint egy plazmaképződményből (plasztida) és a beleágyazott zsircsepből állanak. Hogy itt csakugyan plasztidákkal van-e dolgunk, vagy pedig elváltozott leukoplasztákkal, még egyelőre nem tudjuk. A leírt jelenséget eddig csak néhány egyszikű növényen figyelték meg, pl. a *Vanilla planifolia* leveleiben, *Dracaena* levelekben, azután *Orinthogallum*, *Albuca*, *Gagea* stb. fajokban.

Egy másik, az általános jellegektől eltérő előfordulását a zsíroknak a májmohokban találni, ahol ezek a plazmában néha hatalmas cseppek alak-



34. kép.

A, a borsó sziklevele keresztmetszetének részlete; *c-o.*, epidermis; *Gl*, zsirtartalmú protoplazma aleuron és *St*, keményítőszemecskékkel. B, keményítőszemecskék rétegzettséggel és üreggel. Rützow után. (N.T.)



jában jelentkeznek és az ú. n. olajtest nevet nyerték. Ezeknek a sajátságait behatóbban még nem ismerjük.

A zsirok a növények életfolyamataiban nagyon fontos szerepet játszanak és elsősorban mint tartalék tápanyagokat kell őket felfognunk és épen ezért leginkább a növények magvaiban találjuk őket. Előfordulnak azonban a növények testében is, így egyes erdei fáink kéregparenchímája és bélsugarai nagy mennyiségben tartalmazzák. Igen érdekes jelenség, hogy különösen a puha fát szolgáltató erdei fáinkban a törzsben mint tartalékanyag felhalmozott keményítő még a hidegebb időjárás beálltával úgyszólván teljesen zsirokká változik át, míg a kemény fáknál a keményítő egész télen megmarad. Fischer A., aki ezen jelenséget először figyelte meg, az első csoportba tartozó fákat zsiros fáknak, a második csoportba tartozókat pedig keményítő-s fáknak nevezte el. Az első csoportba tartozik pl. a hárs, a nyír és az erdeifenyő és a legtöbb puhafa. A második csoportba a kemény fák tartoznak (tölgy, szil, juhar, köris stb.).

Előfordulnak azután a zsirok egyes fás növények gyökereiben is, pl. az ákácban. Hogy mi szabályozza a zsiroknak és a keményítőnek kölcsönös elválását, még nem tudjuk, még kevésbé ismerjük határozottan ezen jelenség jelentőségét.

A zsirokhoz kell sorolnunk a viaszt is, amely a zsírsavaknak egyéb magasabbrendű alkoholokkal képzett vegyületeit tartalmazza, kémiai jellege azonban a zsirokéhoz sok tekintetben hasonlít. Különösen gyakran fordulnak elő a viaszokban a phytosterineknek nevezett telítetlen, egyelőre még ismeretlen összetételű alkoholok, azután a különböző zsírsavak, mint pl. palmitin-, stearin-, cerotin- stb. sav. Ezt az anyagot csak a tárgyalás egysége kedvéért említettük itt meg, miután ez a sejtek belsejében csak elvétele jelentkezik,\*<sup>1</sup>) hanem mindig, mint a növény egyik védő anyagát, az epidermisz felett találjuk meg. Hasonlóképpen ide tartozik a kutikulában található cutin nevű vegyület is. A zsirokkal közeli rokonságban állanak

\*<sup>1</sup>) A viasz néha a sejtek belsejében is előfordul, pl. egyes Rhus-termésekben, a Ficus ceriflua-tej nedvében és egyes Balanophora-fajok szárparenchymájában.



a lecithinek, amelyek a növényekben nagyon gyakoriak, különösen a magvakban, rügyekben és általában ott, ahol a növény tartalék tápanyagokat halmoz fel. Kémiai szerkezetük még nem ismeretes, annyi bizonyos, hogy ezek legnagyobb részben gliceridekből állanak, melyekben a glicerinnak csak két hydroxyl csoportja van zsírsavval (palmitin, stearin-olajsav) lekötvén, a harmadik hydroxyl pedig egy a cholinnal összekötött phosphorsavmaradékkal van egyesülve.

A lecithinek sohasem fordulnak elő a plazmában mint szilárd tartalmi részek, hanem mindig mint oldott vegyületek és így ezeket csakis a növényi részek megfelelő kémiai kezelésével lehet előállítani.

e) Aetherikus olajok és gyanták. Az ezen név alatt összefoglalt növényi anyagok kémiája még nem ismeretes teljesen.

Az aetherikus olajok rendszerint a plazmában, vagy a növény belsejében külön erre a célra szolgáló olajtartókban vannak, miért is a váladéktartókkal kapcsolatosan még szólni fogunk róluk.

A növények aetherikus olajai rendszerint különböző organikus vegyületeknek, még pedig a terpeneknek ( $C_{10} H_{16}$ ), azután ezek származékainak, továbbá gyantasavaknak, növényi alkoholoknak és más szerves vegyületeknek a keverékei. A zsiros olajoktól, amint már említettük, jól meg lehet különböztetni őket, amennyiben ezek alkoholban és ecetsavban kitűnően oldódnak. A növényvilágban nagyon gyakoriak, így a Coniferákban, Rutaceákban, Myrtaceákban, Labiátákban, az Umbelliferákban stb. A virágok kellemes illatukat ezeknek köszönhetik. A fenyőfélék gyantájában szintén előfordulnak és így a gyantáknak kellemes illatot kölcsönöznek.

A terpenek és származékaik közül, mint a legismertebbeket, a következőket kívánjuk röviden csak névszerint felsorolni: menthol ( $C_{10} H_{20} O$ ) (Mentha arvensis), terpinen ( $C_{10} H_{16}$ ) (Origanum majorana), limonen ( $C_{10} H_{16}$ ), Abies alba tobozaiban, carvon ( $C_{10} H_{14} O$ ) (Mentha silvestris v. crispa), sylvestren ( $C_{10} H_{16}$ ), a Pinus silvestris és montana gyantájában és tobozában, thujon ( $C_{10} H_{16} O$ ), a Thuja occidentális hajtásaiban, pinen ( $C_{10} H_{16}$ ), a legtöbb Pinus faj törzsében és gyökereiben, campher ( $C_{10} H_{16} O$  kámfor), a Cinnamomum camphora fájában, stb, stb.



A természetes gyanták amorf, törékeny, sárgás barna növényi váladékok, amelyek a növények fa és hancs részében, továbbá a levelekben, rendszerint különösen ezen célra szolgáló váladéktartókban (gyantajáratok), vagy a növényi szervek felületén különleges mirigysejtek, illetőleg mirigyszövetek működése folytán keletkeznek. A gyantakiválasztás élettani folyamata még ma sem teljesen világos. Különösen Tschirchnek és tanítványainak köszönhetünk sokat ezen a téren, annyi azonban az eddigi vizsgálatok alapján már teljesen bizonyos, hogy a gyanták a plazma belsejében, vagy a vakuolákban közvetlenül sohasem alakulnak.\*)

A gyantakiválasztás ezen sajátosságát Tschirch az ú. n. resinogén réteg létezésével igyekszik magyarázni. Szerinte a gyanta képzéséhez szükséges kémiai anyagok (resinogén anyagok) a plazmában keletkeznek és ismét azután egy a sejttal részleges elnyálkásodása folytán kifejlődött ú. n. resinogén rétegbe vándorolnak. Ez a réteg Tschirch szerint a gyantakiválasztás laboratóriuma, a resinogén anyagok itt mennek át azokon a kémiai változásokon, amelyek végeredményükben azután a gyantaképződésre vezetnek. Bármily elfogadhatónak is látszik ez az elmélet, a valóságban kifogástalan adatokkal Tschirchnek sem sikerült bebizonyítani, úgy, hogy a gyantakiválasztás élettani folyamata ma még mindig nyílt kérdés.

A gyanták kémiai összetételének az ismerete még szintén nagyon hiányos. Tschirch szerint a jellemző gyantakomponensek a következők:

I. Gyantasavak. Pl. abietinsav (fenyőféléink gyantáinak egyik legfontosabb alkotó része), pimársav, kolofonsav, sapinsav stb.

II. Gyantaalkoholok és phenolok: resinolok. Pl. pinoresinol (*Picea excelsa*, *Pinus nigra*), lariciresinol (*L. europea*) stb.

III. Gyantaphenolok cseresavas sajátosságokkal: resinotannolok. Még nem eléggé ismeretesek, pl. pinoresinotannol a fenyők gyantájában. Ha ezek az alkoholok a gyantákban gyanta, vagy más organikus savakkal észtereket alkotnak, akkor ezeket Tschirch resinoknak nevezi.

IV. Alkáliákban oldhatatlan ú. n. resinek. Előfordulnak többek között a Coniférák gyantáiban is.

V. Terpenek. Ezek a közönséges gyanták oldószeréül szolgálnak és ezeknek az illatát kölcsönzik. Ezeken a „jellemző komponenseken” kívül még egy sereg különböző vegyületet találunk bennük, így: alkoholokat (benzylalkohol stb.), szénhidrátokat (pl. styrol), aldehideket (pl. vanillin), organikus savakat (pl. benzoésav, salicylsav stb.).

A gyanták vízben és savakban oldhatatlanok, ellenben jól oldódnak pl. alkoholban, benzolban, aetherben és chloroform-

\*) Ezen sajátságuknál fogva nem is tartoznak a plazma tartalmi részei közé, mindazonáltal az áttekinthetőség kedvéért itt ismertetjük őket.





ban. A gyakorlatban alaki szempontból a gyanták három fajtát különböztetjük meg, és pedig: a balzsamos gyantákat, a szilárd, vagy közönséges gyantákat és a gumigyantákat.

A balzsamos gyanták folyékony, vagy félfolyékony állapotban vannak (copaiva, canadabalzsam, nyárfagyanta), a közönséges gyanták pedig szilárdak (benzoe, copal, dammargyanta stb.). A gumigyanták növényi váladékok, melyek a gyantákon kívül még gumit is tartalmaznak (pl. *Asa foetida*, *Gabbanum*, *Gutti* stb.).

A gyanták keletkezésükkor kivétel nélkül folyékonyak és a bennük lévő aetherikus olajok folytán kellemes illatuak. Ezek a folyékony és rendszerint színtelen gyanták azután a levegőn állva szilárdakká válnak és sötét színeződést vesznek fel. A folyékony gyantákat ugyanis mint ezeknek a terpenekben való oldatát kell felfognunk. A kiszáradás, illetőleg megszilárdulás elsősorban a terpenek elillanására, de másodsorban ezeknek szilárd konzisztenciájú vegyületekké való oxydációján alapszik.

Élettani szempontból természetes és pathológikus gyantákat különböztetünk meg. A természetes gyanták mirigyszervek, vagy mirigyszövetek termékei, előfordulnak pl. egyes fák rügyein és levelein, pl. nyárfákon, a fás részben, a hancsban és a kéregben (fenyőfélék) stb. A pathológiai gyanták sérült növényrészeken keletkeznek, vagy az egymással érintkezésben lévő gyantajáratokban jutnak ide és a növényi sebek védelmére szolgálnak.

Az aetherikus olajoknak és gyantáknak, amelyeket a növényi anyagcsere végső termékéül kell felfognunk, a növények életében fontos oekológiai szerep jut.

Az aetherikus olajok elsősorban kellemes illatuknál fogva a virágoknak a rovarok csalogatásában nyújtanak segédkezet, de másrészt bizonyos az is, hogy azokat a növényeket, amelyek gazdagon fejlesztenek aetherikus olajokat, a növényevő állatok sem szeretik és ilyenformán az aetherikus olajok ezek ellen is védelmet nyújtanak. Nem lehetetlen azonban az sem, hogy a forró földövi növények (pl. az ajakosak, *Labiatae*, melegebb termőhelyeken növekedő fajai) egy részénél ezek még a túlságos felmelegedés és kihülés ellen is jó védelmet nyújtanak. Ezt az idevonatkozó elméletek olyanképen magyarázzák, hogy a gyorsan párolgó aetherikus olajok ezen saját-



ságuknál fogva a növény felülete felett egy olajpárakkal telített levegőréteget hoznak létre, amely az említett feladatot elvégzi. Tyndall ezt a jelenséget kísérletileg is igyekezett bizonyítani. A gyanták egy része szintén a forró földövi növények levelein, fiatal hajtásain és rügyein jelentkezik, ahol ezeket, különösen fiatalabb korukban a túlságos párolgás, de fényvisszaverő képességüknél fogva a nap túlságos sugárzása ellen is védik.

A mi klimatikus viszonyaink mellett a gyantákat és különböző ragadós gumigyantákat erdei fáink fiatal levelein, rügyein is megtaláljuk. Így például: *Populus*, *Salix*, *Prunus*, *Alnus*, *Betula*, *Aesculus* stb.

Különösen erős gyantakiválasztást figyelhetünk meg a nyárfák egy részén, pl. *P. nigra*, *canadensis*, a legerősebb a *P. balsamiferán*. De megtaláljuk ezeket a jellemző, fénylő gyantabevonatokat a fenyők rügyein, virágain és fiatal, fejlődésben lévő tobozain is. A gyantának itt elsősorban az a feladata, hogy ezeket a gyenge, fejlődő szerveket a túlságos párolgás és hideg ellen megvédje. A fiatal leveleket néha teljesen beborítja a gyantabevonat, amely a levegőnyilásokat is eltömi. A *Populus*- és *Aesculus*-rügyek egyenesen fürödni látszanak a gyantában, illetőleg gumigyantában.

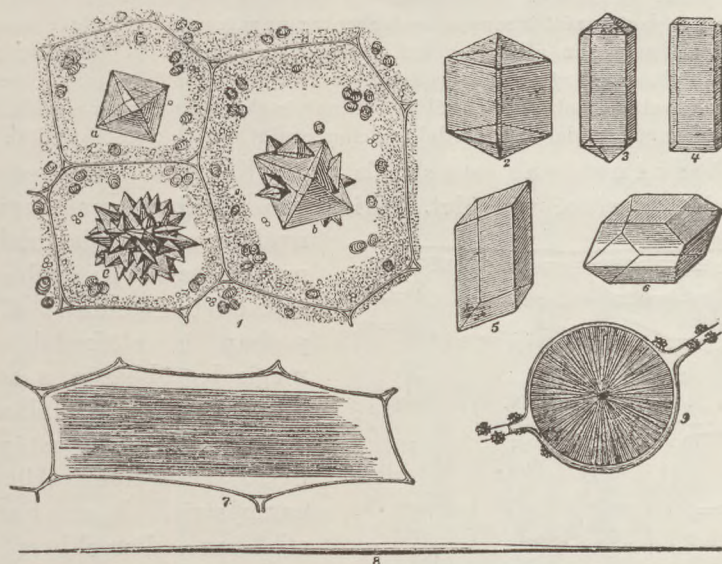
A fenyőfélék háncsában és fájában fejlődő gyantáknak ezen növényi szövetek konzerválása a célja. Különösen fontos gyakorlati szempontból a fenyőfák gesztjének gyantatartalma, amely ezen fák, illetőleg belőlük készült gyártmányok használhatóságát és tartósságát konzerváló képességénél fogva erősen fokozza. Kiválóan fontos szerepet játszanak a gyanták a fenyők sebgyógyulásában, illetőleg a sebek védelmében. A legtöbb fenyő törzsében a gyantajáratok, amint látni fogjuk, egymással érintkezésben vannak. Mihelyt a fenyőfák törzse megsérül, a gyanta nagy mennyiségben folyik ki a sebhelyre, ezt betakarja és megvédi.

Ezt a jelenséget használják ki az erdészeti gyakorlatban a kereskedelembe bocsájtott gyanta nyerése céljából. Ebben az esetben tulajdonképpen élettani gyantáról van szó, amelynek pathológikus szerep jut.



A növényi anyagok ezen csoportjába sorolunk még egy iparilag nagyon fontos anyagot: a kaucsukot is. Ez az anyag egyes növények, pl. *Ficus elastica*, *Landolphia* stb. tejnedvében apró cseppek alakjában jelentkezik és innen nyerik. Az újabb vizsgálatok szerint (Harries) legnagyobb részben  $\text{nx} (\text{C}_{10}\text{H}_{16})$  összetételű szénhidrátokból áll.

f) Szervetlen anyagok. A sóska savas, vagy oxálsavas mész  $\text{Ca} (\text{CO}_2)_2$ . Kristályokban fordul elő,



35. kép.

Az oxálsavas mész legfontosabb kristály alakjai. 1. A *Begonia manicata* levélnyelének három sejtje a négyzetes rendszerbe tartozó kristályokkal; a, egyszerű négyzetes oktaéder; b, u. a. ránőtt kristályokkal; c, buzogányfej alakú kristályhalmaz. 2. A *Tradescantia discolor* leveleinek kristályai, négyzetes oszlop és oktaéder kombináció. 3. Az *Allium cepa* leveleinek u. o. alakú kristályai. 4. U. a. négyzetes oszlop alakú kristály. 5. *Aesculus Hyppocastanum* háncsparenchymájában található egyhajlású oszlop. 6. A *Cycas revoluta* levélgerincéből vett egyhajlású kristálykombináció. 7. A *Lemna trisulca* egyik nagyobb raphidokkal telt sejtje. 8. Egy raphid erősen nagyítva. 9. Az oxálsavas mész sphaerokristálya a *Phallus caninus* mycelium kötegének felületéről. Erősen nagyítva. Kny után. (E. N.)

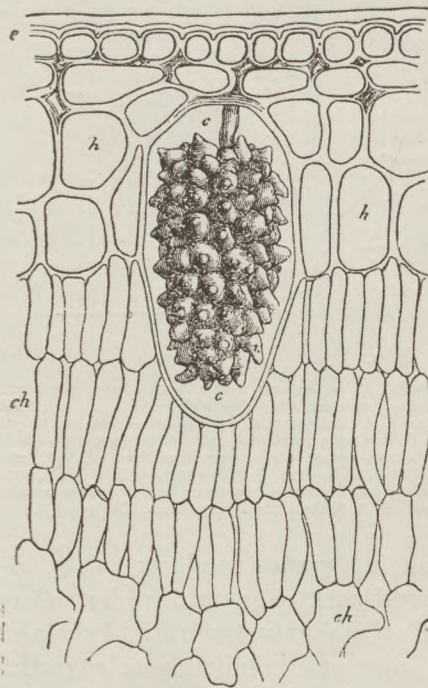
amelyek vagy oktaeder alakúak (négyzetes rendszer), vagy tű- és lándsaalakúak (egyhajlású rendszer), vagy az ú. n. buzogány alakú halmazokat alkotják. A túalakúak gyakran kévealakú nyalábokat képeznek. Ezeket, amelyek leginkább az egyszikű növényekben fordulnak elő, raphidoknak nevezzük. Az oxálsavas mészkristályok a plazmában képződnek s csak később jutnak a sejtnedvbe, úgy, hogy ezek azután itt mint nem oldódó tartalmi részek maradnak, de találhatók a sejt falban is,



pl. a tiszafa vastagfalú hánccsejtjeinek a falában. Az oxálsavas mész a növényekben nagyon gyakran fordul elő; néhány növény (pl. *Equisetum*) kivételével majdnem minden növényben megtalálhatjuk (l. 35. kép).

Minthogy az anyagcsere későbbi folyamata alatt változáson nem megy át, ezt a tartalmi részt szintén az anyagcsere végső termékének kell tartanunk. Az a körülmény azonban, hogy egyes növények, mint pl. *Coriandrum*, *Vitis*, az aleuron szemecskéikben oxalát kristályokat tartalmaznak, arra mutat, hogy azért bizonyos esetekben az anyagcserében is része van. A rafidoknak pedig az állatok elleni védekezésben tulajdonítanak szerepet. Érdekes jelenség, hogy a meggyökeresedésük után mésztől teljesen mentes talajban nevelt *Begonia*-levelek jól kifejlődnek és eközben mészigényük kielégítésére a bennük gazdagon előforduló calcium oxalát kristályokat használják fel.

A szén-savas mész  $\text{CaCO}_3$ . Kevésbé van elterjedve, mint az előző vegyület. Kristályos alakban csak egyes



36. kép.

A *Ficus elastica* leveléből vett metszet; *e*, a levél színének epidermisa a cuticulával; *h*, hipoderma; *c*, *c*, cystolith; *ch*, chlorophyllt tartalmazó levélszövet. Erősen nagyítva. Sachs után.

nyálkagombák plazmodiumában találták, néha a sejtnevedvben oldott állapotban is előfordul, de mégis legtöbbször a sejt-falba rakódva található. Számos lombfa fatestének belső rétegeiben (*Ulmus campestris*, *Acer*, *Fagus* stb.), az edényekben és tracheidákban található lerakodva, különösen a gesztben, de a többi sejtekben is legtöbbször ezeknek a falában, úgy hogy elégetés után az illető sejteknek majdnem teljes váza marad vissza. Néha a sejt-falban fűrt-alakú, a sejtbe benyúló vastagodásokba rakódik be (Cystolithok) (l. 36. kép).

A kovásv  $\text{SiO}_2$  legtöbbször szemecskék alak-



jában van a sejtfalban lerakódva (pl. Equisetum, kovamoszatok). De ezen előfordulásán kívül egyes növények sejttüregében is előfordul, ahol azután szintén apró szemecskék alakjában a sejtek egész üregét kitölti.

A most röviden vázolt organikus vegyületeken kívül a növényi sejten még számos olyan vegyület van, amely részben önállóan, részben más vegyületekkel összeköttetésben előfordul. Ezeket a következőkben óhajtjuk röviden összefoglalni:

I. Növényi alkoholok. Előfordulnak egyes növényi váladékokban, különösen az aetherikus (v. illó) olajokban, azután egyes zsírsavakkal elegyedve, mint esterek és végül az alkoholos erjedésnél, valamint az intramolekuláris lélegzésnél mint bomlási termékek. Pl. Methylalkohol  $\text{CH}_3\text{OH}$ , a Heracleum giganteum termésében, a kalmusgyökérben stb. Aethylalkohol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  az intramolekuláris lélegzésnél, egyes Umbelliferák gyümölcsében mint zsírsavas eszter. Többértékű telítetlen alkoholok az aetherikus olajokban, pl. citromellol  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$  a citromolajban, citral  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$  a narancs- és a citromolajban. Glycerin  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  különösen a zsírsavakkal mint ester (glyceridek l. zsírok!). A hatértékű alkoholok, mint: manit  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$  gombákban, Fraxinus ornus nedvében, Prunus laurocerasus gyümölcsében stb., sorbit a Pomoideák- és a Prunoideák-, dulcít a Scrophulariaceák- és a Celastraceákban stb.

II. Aldehydek és ketonok. Formaldehyd  $\text{H}\cdot\text{CH}\cdot\text{O}$  a növényi asszimiláció első organikus terméke, octylaldehyd ( $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$ ) a citromolajban, decylaldehyd  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$  az ákácfa virágaiban, lauraldehyd  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}$  az Abies alba gyantájában, illetőleg aetherikus olajában stb. A ketonok kevés jelentőséggel bírnak.

III. Aromatikus szénhydrátok és phenolok. Cymol.  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ . Az ajakosak (Labiatae), mint: Thymus, Satureja origanum stb. aeth. olajaiban stb. A phenolok közül: phenol  $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{OH}$  kis mennyiségben a Pinus silvestris fiatal hajtásaiban és tobozaiban, thymol  $\text{C}_6\text{H}_3\cdot\text{CH}_3\cdot\text{OH}\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  a Labiáták (ajakosak) és az Umbelliferák aeth. olajaiban, carvarcrol  $\text{C}_6\text{H}_3\cdot\text{CH}_3\cdot\text{OH}\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  előfordulása mint az előzőé, orcin  $\text{C}_6\text{H}_3\cdot\text{OH}\cdot\text{OH}\cdot\text{CH}_3$  a zuzmókban, phloroglucin  $\text{C}_6\text{H}_3\cdot\text{OH}\cdot\text{OH}\cdot\text{OH}$  más vegyületekkel párosulva a legtöbb növényben előfordul.

A phloroglucin vegyületei, így főképen különböző glykozidák, előfordulnak pl. a Pomoideák kérgében, fájában, belében és ezért ezek a fák a Wiesner-féle reakciót már conc. sósav hatására is adják stb. A phloroglucin glykozidákhoz rokon természetű vegyületek az ú. n. harasztok, melyek a különböző harasztok rhizomáiban fordulnak elő, így p. filicin  $\text{C}_{35}\text{H}_{38}\text{O}_{12}$ , filmaron  $\text{C}_{47}\text{H}_{50}\text{O}_{16}$ , aspidin  $\text{C}_{23}\text{H}_{32}\text{O}_7$  stb.



IV. Chinonok. A növényekben meglehetősen ritkák. Pl. piglon  $C_{10}H_5(O)_2OH$  a diófa zöld termésének a héjában. Gyakoribbak az antrachinonnak glykozidjai, amelyek oldott állapotban a sejtmedvében fordulnak elő. Ilyenek pl. emodin ( $C_{15}H_{10}O_5$  ?), a Rumex, a Cassia és a Rhamnus fajokban, alisarin  $C_{14}H_8O_4$  előfordul a Rubia tinctorum gyökerében, melyből ipari célokra nyerik stb.

V. Aromatikus alkoholok, pl. salicylalkohol  $OH.C_6H_4.CH_2OH$  egy glykozid, a salicin  $C_{13}H_{18}O_7$  alakjában a Populus és Salixok kérgében nagyon gyakori, coniferylalkohol  $C_6H_3.CH:CH.CH_2OH.OCH_3OH$ , előfordul a Coniférák cambiumnedvében található glykozidában, a coniferiben  $C_{16}H_{22}O_8$  stb.

Aromatikus aldehidek. Benzaldehyd  $C_6H_5.CHO$  (keserű mandolaj), előfordul a Robinia pseudacacia virágaiban, vanillin  $C_6H_3COH.OCH_3OH$  valószínűleg mint glykozid nagyon gyakori a növényvilágban, a Vanilia planifolia termésében, Lupinus albus magvában, az elfásodott sejtek falában stb.

VI. Aromatikus karbonsavak. Benzoésav  $C_6H_5.CO_2H$ . A Cinnamomum és a Vaccinium Vitis Idaea leveleiben, salicylsav  $HO.C_6H_4.CO_2H$ , a Liliaceákban és a Viola fajokban, a methylestere, a Betula lenta kérgében, a Fagus silvatica csiranövényeiben, cumarin  $C_6H_4 \begin{smallmatrix} O-CO \\ \diagdown \\ CH=CH \end{smallmatrix}$  a cumarinsav anhydridje, a növényvilágban nagyon elvan terjedve mint szagosító anyag, ez okozza az Asperula odorata illatát, de más fajokban, így Anthoxanthum, Dypterix, Gallium stb., is előfordul. Az illat legélénkebben a növény elhervadása után jelentkezik. Aesculetin  $(OH)_2C_6H_2 \begin{smallmatrix} O-CO \\ \diagdown \\ CH=CH \end{smallmatrix}$  az aesculin nevű glykozid alkotó része (Aesculus), daphnetin az előző isomer vegyülete a Daphne-fajok daphne nevű glykozidjában. E két utóbbi a cumarinsav származéka és a cumarin oxyderivátjaiként fogható fel.

VII. Phytosterinek. Ebbe a csoportba a növényvilágban nagyon gyakran előforduló vegyületeket sorolunk, melyeknek kémiai sajátosságai még nincsenek teljesen felderítve, annyi azonban bizonyos, hogy legnagyobb részben magas molekula súlyú és telítetlen alkoholok tartoznak ide, melyeknek egyik legjellemzőbb képviselője a cholesterin  $C_{27}H_{45}OH$  (Windau). A növényi viaszokban gyakran fordulnak elő. Bár kis mennyiségben, de úgyszólván minden növényben meg lehet találni őket, még pedig leginkább szabad állapotban. A magvakban cca. 0.5–1.5% mennyiségben vannak, de a gyökerekben, kéregben, levelekben és virágokban is előfordulnak. Így pl.: phytosterin  $C_{28}H_{44}O$  a legtöbb növényben, cholestol a Cinchona kéregben, rhamnol a Rhamnus Puschiana kérgében, cerin a parasajtekben, sitosterin a búzacsirában, stb.



VIII. Az indolderivátok. Indol  $C_8H_7N$  a narancsvirágban, a jázmin virágokban stb., skatol  $C_9H_9N$ , a *Celtis reticulosa* fájában, indigo  $C_{16}H_{10}N_2O_2$  egy nagyon fontos növényi festőanyag, amely a növényekben egy glykozid, az indicán alakjában fordul elő (indicán  $C_{14}H_{17}NO_6$ ), az *Indigofera tinctoria*, *Polygonum tinctorium* stb. leveleiben.

IX. Alifatikus aminok. Pl. methylamin  $CH_3 \cdot NH_2$  a *Mercurialis* fajokban, ephedrin  $C_{10}H_{15}NO$  az Ephedraban stb.

A cholincsoport vegyületei. Pl. cholin  $C_5H_{15}NO_2$  a magvakban és egyes gombákban (*Amanita muscaria*), betain  $(CH_3)_3N(OH)(CH_2CO_2H)$  a *Beta vulgaris*-ban, muscarin  $C_5H_{15}O_3N$  az *Amanita muscaria* mérgező anyaga stb.

X. Kéntartalmú növényi vegyületek (a fehérjéktől eltekintve). Ide tartoznak pl. a mustárolajok: allylmustárolaj  $C_3H_5N:CS$  a *Brassica nigrá*-ban, amely rendszerint egy glukózzal és egy szulfáttal, egy glykozida a sinigrin alakjában fordul elő, crotonylmustárolaj  $C_4H_7N:CS$  a *Brassica napus*-ban stb.

A fentiekkel kapcsolatban még kell még emlékeznünk a növények egy fontos anyagcsoportjáról, a vitaminokról, amelyeknek a növényevő állatok és az ember táplálkozásában nagyon fontos élettani szerep jut. Az idevonatkozó tudományos kutatások még nem tekinthetők teljesen lezártnak. Bár kétségtől sikert a vitaminoknak nevezett anyagokat a növényekből, illetőleg ezeknek a részeiből sok esetben elkülöníteni, azonban ezeknek a pontos vegyi összetételét megállapítani még nem lehetett. Egy azonban ma már bizonyosnak látszik és ez az, hogy a vitaminok eredete kivétel nélkül a táplálkozásról szolgáló növényekben keresendő. A vitaminok hiánya táplálkozási zavarokat és ezeknek folyományaként súlyos betegségeket okoz. Ilyen pl. a csontok hiányos kifejlődésével járó súlyos gyermekbetegség a rachitis, a fekélyekkel és lesóványodással járó másik nehéz betegség a skorbut és a bémulással és teljes lesóványodással járó beri-beri. Amint az idevonatkozó kutatások mutatják, mind a három betegség a megfelelő táplálék hiányában keletkezik. Pl. beri-berit a forró földön táplálékul használt hántott rizs héja alatt lévő rétegben raktározott vitamin hiánya okozza, amelyet a hántásnál eltávolítanak. A skorbutot főzelék hiánya, a rachist pedig egy vitamin fajta hiánya okozza, amely főleg a zsíros táplálékokban (vaj, marhazsír, máj, vesék, tojás stb.) van meg. Azonban korántsem tekinthető az állati szervezet önálló termékének. Tulajdonképpen a zöld levelekben, zöld hüvelyekben, a *Spinacia oleracea* leveleiben, a kelkáposztában stb. a növényi anyagcsere folyamata alatt képződnek és így jutnak az emberi és állati szervezetbe. A vitaminokra vonatkozó kutatások ma még kezdetleges stádiumban vannak és nem lehetetlen, hogy a most ismert vitaminok mint vitamin csoportok fognak analízistatni. Csoportosításuk meglehetősen kezdetleges. Inkább az általuk kifejtett hatást veszik alapul. A növényországgal és az emberi szervezettel való összefüggésüket a következő csoportokban állítottuk össze:



一、

二、

burgonya stb.

U. H. Ezusi (Naiyya)

SLD.

01

(yag)

—

A. enyungia

Vitamin)

三

hus

te

2 - es

11/12

150

0 135

nek nevezik.

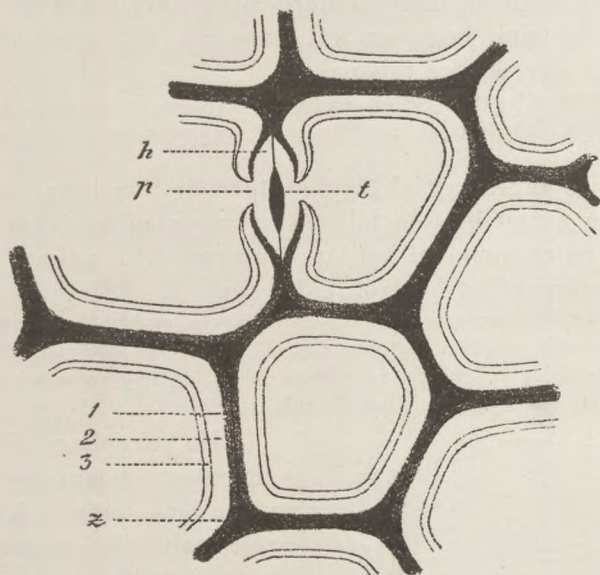
—



### A sejtfal.

A növényi sejteket kifejlődött állapotukban mindig egy nem plazmatikus természetű, színtelen, átlátszó hártya: a sejtfal (membran) veszi körül, amely a folyadékokat és a gázokat magán át bocsátja.

Az alacsonyabbrendű növényeknek, pl. a nyálkagombák plazmódiumainak nincsen sejtfala, hasonlóképen egyes moszatok rajzó spóráinak, sőt jellemző kifejlődésében a baktériu-



37. kép.

A *Pinus silvestris* tracheidáinak keresztmetszete. 1, 2, 3, primár, secundár, tertiár sejtfal réteg, z, sarok. A sötét sarkokat egymással összekötő vonal az eredeti válaszfalakat ábrázolja, amelyek a primár hártya irányában a középplamellával egybeolvadva tűnnek fel. Fent egy udvaros gödörke keresztmetszete. p, porus; h, udvar; t, torus. (W.)

moknak sincsen. A magasabbrendű növények megtermékenyített petesejtje kezdetben szintén nélküli, de már fejlődésnek kezdő állapotában, az első osztódás alkalmával fallal veszi magát körül, melyet azután a növény többi sejtjein mindig megtalálunk.

A kifejlődött sejtfal legtöbbször határozott tagozottságot mutat. Legkívül találjuk a külső, vagy primár sejtfalréteget, amely a sejtfal keletkezésekor időrendben legelőször jön létre;



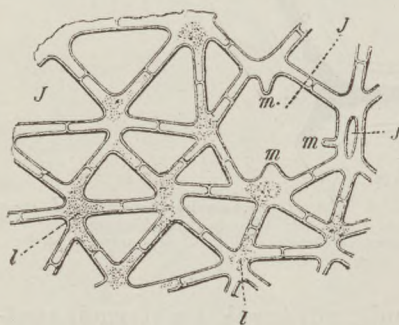
ez meglehetősen vékony és egyenletes szerkezetet mutat. Az egymás mellett fekvő sejtek sejtfalai között foglal azután helyet a vékony közép lemez (Mittellamelle). Ennek az anyaga a sejtfal többi részétől eltér, nem adja a chlorzinkjódval a cellulóz jellemző ibolyaszínű reakcióját és az újabb vizsgálatok szerint pektinből és valószínűleg még pektinsavas mészből áll.

A primär réteg csak látszólag áll egy összefüggő darabból, ott, ahol az intercelluláris üregeknél ketté válik, meg lehet jól figyelni, hogy ez két lemezből áll, amelyek mindegyike egy-egy sejthez tartozik.

A primär réteget a sejtek ragasztó anyagául is tekintik, ezt a fel fogást azonban kifogástalan megfigyelések egyelőre még nem erősítették meg.

Az elsődleges sejtfalréteghez (primär membrán) csatlakozik azután a sejt belseje felé egy viszonylag vastagabb, ú. n. sekundär réteg, amelyet azután a plazma felől vékony hártya, az ú. n. tertiär réteg határol (l. 37. kép).

A sejtek elválasztása, illetőleg izolálása az elsődleges réteg szétroncsolásán alapszik, amelyet legjobban az ú. n. Schulze-féle macerációs eljárással érünk el legjobban. Ez az eljárás abban áll, hogy a sejteket  $KClO_3$  és koncentrált  $HNO_3$  keverékében főzzük.



38. kép.

A *Juncus conglomeratus* alapszövetének csillag alakú parenchyma sejtjei. J-J, sejtkezők; l-l, sejtüregek; m-m, az erős növekedés következtében elvált sejtfalrészek. 80-szorosan nagyítva. (E.N.)

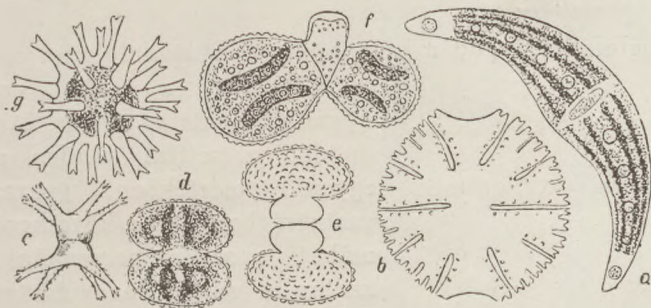
Ha azonban ehhez az elegyhez idejekorán kénsvat adunk, úgy a két belső réteg eltűnik és megmarad a primär réteg.

A sejtfal növekedése és keletkezése a protoplazma életfunkciójával van szoros összefüggésben, csak addig növekedik, amíg a sejtnak plazmatartalma van, amíg a sejt él. Elhalt sejtek sejtfa la növekedést nem mutat.

A sejtfa l térbeli növekedésének kétféle módja van: növekedhetik részint a felület irányában, részint pedig a felületre merőlegesen, vagyis a vastagság irányában.



A felületi növekedés a sejt térfogatát növeli; ha e növekedés a sejttel minden pontján egyformán történik, a sejt megtartja eredeti alakját; ellenben ha egyes pontokon erősebben növekedik, akkor eltér eredeti alakjától (l. 39. kép). Ez utóbbinak ismét háromféle változata lehetséges: a) A sejt egy középső része növekedik (interkaláris növekedés). b) A sejt egy



39. kép.

a, *Closterium moniliferum*; b, *Micrasterias papillifera*; c, *Staurastrum paradoxum*; d, *Cosmarium margaritifera* optikai átmetszete; e, u. a. oszlásban; f, *Cosmarium Botrytis* a párosodáshoz készülve; g, a *Staurastrum spinosum* zygosporája. a, b, 200-szorosan; c, d, n, e, 300-szorosan; f, 390-szeresen; g, 400-szorosan nagyítva. Luerssen után. (E. N.)

része mutat erősebb növekedést (egyszerű csúcsnövekedés, pl. a növényi szőrszálakon és libriform sejteknél. c) A sejt több részlete megy át erős növekedésbe (többszörös növekedés pl. a *Juncus*-fajok csillagalakú parenchym sejtei) (l. 38. a) kép).

A sejttel egész terjedelmében csak ritkán vastagodik egyenletesen, rendszerint csak bizonyos pontokon vastagodik meg. A vastagsági növekedés székhelye elsősorban a sekundär réteg. Szabadon élő sejteken és szabadon álló falakon a vastagodás a sejttel külső színén is történhetik kifelé (centrifugális); a szövetet alkotóknál pedig csak a belső felületen befelé (centripetális növekedés).

A kifelé való egyenetlen vastagodás következtében a sejttel külső felületén lécek, tüskék, csapok, bibircsek keletkeznek (pl. a virágporszemecskéken) (l. 40. kép).

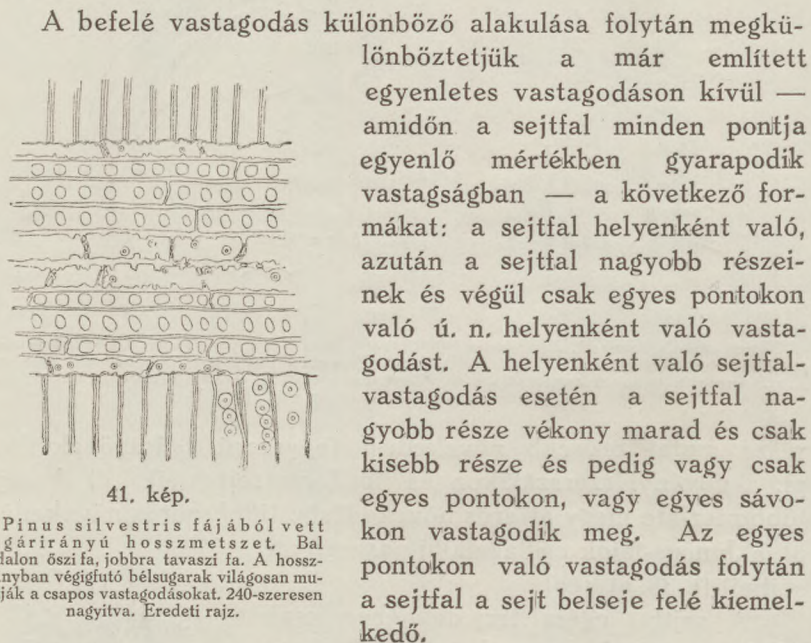


40. kép.

A *Cichorium Intybus* érett virágporszemecskéje. K, a még nem vastagodott sejttel; l-l, a széleiken tüskés vastagodási lécek. Erősen nagyítva. (E. N.)



Az ilyen sejtek más sejtek belsejében az eredeti sejt plazmája legnagyobb részéből alakulnak, a megmaradt plazma után a megalakult sejtfalat gyarapítja és így alakulnak meg a centrifugális vastagodási formák. Más esetekben, pl. a szór-szálakon a centrifugális vastagodási alakulatok a centripetálisán gyarapodó sejtfal anyagának eltolódásából, vagy kitérüléséből alakulnak.



41. kép.

A *Pinus silvestris* fájából vett sugárirányú hosszmetset. Bal oldalon őszifa, jobbra tavaszi fa. A hosszirányban végigfutó bélsugarak világosan mutatják a csapos vastagodásokat. 240-szeresen nagyítva. Eredeti rajz.

A befelé való vastagodás által, ha egyenetlenül történik, a sejt belső falán különböző kiemelkedések jönnek létre, pl. csapok alakulnak pl. az erdeifenyő legszélső bélsugársejtjeiben, a *Marchantia*-mohatelep szálaiban (l. 41. kép).

A *Ficus* és az eperfa epidermiseinek némely sejtje falából a sejtüregebe nyuló csapok végei magvastagodnak és az ú. n. fűrtalakú test (*cystolith*) alakul, melynek szederjes felülete szénsavas mésszel át van itatva (l. 36. kép).

Ha pedig a sejtfalnak különböző terjedelmű sávjai vastagodnak meg, úgy ezen sávok kiterjedésének megfelelő lécek alakulnak a sejtfal belső felületén. Viszont, ha egyes gyűrű-

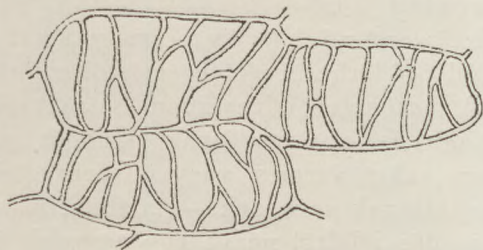


szerű részek vastagodnak meg jobban és emelkednek ki a sejt belseje felé, úgy kialakul a gyűrűs vastagodás; más-kor hosszú szalag alakjában történik a vastagodás, amely csavarmenetekben párkányszerűen emelkedik ki a sejt belseje



42. kép.

A gyűrűs edény részlete; középen a csavarmenetes vastagodásba való átmenet látható. Vázlatosan. (E. N.)



44. kép.

Az *Ornithogulum* portokjának hálózatosan vastagodott sejtei. 300-szorosan nagyítva. Weiss után. (E. N.)



43. kép.

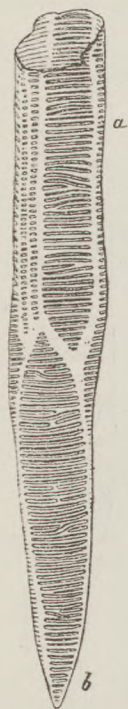
Csavarmenetes edény részlete. A csavarszalag itt-ott meg van hasadva. Vázl. (E. N.)

nevezzük. A fák szöveteiben nagyon gyakoriak, így a parenchym sejtekben, a libriform sejtekben, a sklerenchym sejtekben, a bél sejteiben stb (l. 45. és 46. kép).

A gödörkék kerülete rendszeren köralakú, de vannak kerülékalakúak is, sőt erősen keskenyedők, mint az ú. n. hasíték-



alakúak (pl. libriform sejteken). A gödörkék különösen a hosszúra nyúlt sejtekben sok esetben bizonyos rendszeres csoportosításban helyeződnek el; így pl. a keskeny kerülékes gödörkék egymásfelett sorjában helyezkednek el, miért is lépcsőzetes gödörkés vastagodásnak mondjuk (pl. a sasharaszt sejtjein) (l. 45. kép).

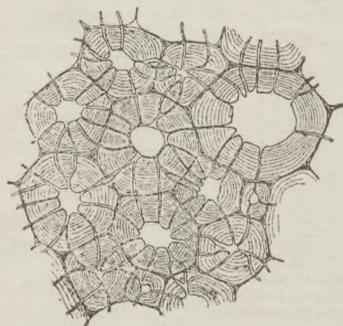


45. kép.

*Pteris aquilina*.  
A gyöktörzs lépcsőzetesen megvastagodott edényének részlete.  
800-szorosan nagyítva.  
Sachs után. (E. N.)

A sejtfa tetemes vastagodása esetén a gödörkék igen mélyek lesznek, jóformán csatornáknak, amelyek még össze is olvadhatnak. A vastagodás e módját csatornás vastagodásnak mondjuk (pl. a kösejteken, v. sclereideken) (l. 46. kép).

Megjegyzendő, hogy a gödörkék a szomszédos sejteken mindig egymással szemben helyezkednek el, a közöttük megmaradó meg nem vastagodott fal-



46. kép.

A *Pirus communis* gyümölcshúsának kösejtjei csatornákkal. (E. N.)

részlet a záró hártya, amely a két szemben álló gödörke üregét egymástól elzárja.

A faszövetek edényeiben és tracheidáiban a gödörkés vastagodásnak különös alakját — amelyeket vermes, vagy udvaros gödörkés vastagodásnak neveznek — találjuk. A vermes vastagodás felülről nézve egy nagyobb és egy kisebb koncentrikusan elhelyezett köröcskének látszik. A keresztmetszetben lencsealakú üregnek tűnik fel, amelyet hosszában finom, közepén megvastagodott hártya oszt kétfelé. Ez a záró hártya, amelynek megvastagodott középső része a torus. A lencsealakú üreg mind a két szomszédos sejtbe kis líkkal nyílik (l. 37. és 41. kép).

A Coniferák udvaros gödörkéi viszonylag nagyok és köralakúak, a lombfák edényeiben található ilyen vastagodások



néha kicsinyek, de ilyenkor nagyon sok van egymás mellett elhelyezve, amelyek gyakran eliptikus, sőt hasadékszerű formájuk.

Ha a gödörkék fala felszivódik, akkor ezeknek a helyén egy kisebb-nagyobb lyuk keletkezik. Pl. a tőzegmohokban (*Sphagnum*), a szitacsöveken stb.

Egyes kivételes esetekben a gödörkék csak a sejttal egyik oldalán alakulnak meg, így pl. az epidermis sejtek külső falain az ú. n. é r z ő g ő d ő r k é k, amelyekben néha még calciumoxalat kristálykák is vannak (l. 47. kép).

A vastagodás harmadik esete a részletes falvastagodás, amidőn a sejttalnak csak kisebb részlete egy helyen vastagodik meg, így pl. az epidermis sejtek külső fala, amely sokszor lencseszerű lesz (pl. a haranglevelű csengetyűke levelein); más esetekben bizonyos falrészletek vastagodnak csak meg, ilyen pl. a collenchyma sarkos vastagodása, amidőn a szomszédos sejtek három-négy csatlakozó fala a találkozás helyén vastagodik meg. Ez utóbbi vastagodás csak még fiatal, növekedésben lévő növényi részekben található, amelyek a növekedés folyamán jelentékeny nyújtásnak vannak kitéve.



47. kép.

A *Cucurbita Pepo* epidermis sejtjeinek keresztmetszete. s. érzőszemölcsben igen kicsi calciumoxalat kristály. 540-szeresen nagyítva. Strasburger után. (Strb.)

A vastagodási formák rendszerint külön-külön vannak a különböző sejtek falain, azonban ritkán előfordul az is, hogy ugyanazon a sejttalon kétféle vastagodás alakul, pl. a tiszafa tracheidáin csavaros léces és vermes vastagodás van.

A tárgyalt sejttalvastagodás mindegyikének bizonyos élet-tani jelentősége van, amint azt az érzőgödörke neve is tanúsítja. Ez ugyanis a növény tapintó érzékét szolgálja, épen úgy, mint az epidermis lencseszerű vastagodása a fénysugarak összegyűjtésére szolgál. A helyenként való, vagy a gödörkés és részletes vastagodás elsősorban a mechanikai munkát szolgálja, amennyiben a sejttal szilárdságát emeli.

A megvastagodott fal azonban a folyadékok által kevésbé lesz átjárható és így megnehezedik a sejtek diffúziós úton való



egymásközti anyagcseréje; így pl. az egyenletes vastagodású fallal bíró sejtek közt. Hogy azonban ez a növény és a sejtek életére fontos folyamat meg ne szűnjön, azért a vastagodási formák ennek a biztosítása céljából alakulnak meg. Ez az oka, hogy ezeket leginkább a táplálék szállítására szolgáló sejteken és edényeken találjuk.

A léces, vagy hálózatos vastagodás részben a sejtfa-  
lak szilárdságát is biztosítja és főleg az illető sejt, vagy csőszerű edény falait merevíti ki, hogy minél nagyobb űr maradjon az anyagok szállítására, a megmaradt vékony falak pedig a diffuziót teszik lehetővé a szomszédos sejtekkel.

A gödörkés és vermes vastagodás ugyanezt a célt szolgálja, csak hogy a nagyobb terjedelmű vastagodás nagyobb mértékben szolgálja úgy a szilárdságot, mint a merevítést, a kisebb mértékben vékony sejtfa-  
lak pedig a kisebb mértékű diffuziót, miért is a gödörkés vastagodásával inkább már az idősebb fejlettségű részekben találkozunk. A diffuziót illetőleg a nedv-  
szállítás munkájában a vermes vastagodás tóruszal bíró záró-  
hártyája bír különleges szereppel; ugyanis amikor a két szomszédos sejtben az ozmotikus nyomás egyenlőtlenül megváltozik, akkor a nagyobb nyomású sejt a tórusos záróhártyát a gyengébb nyomású sejt felé eső verem nyílására szorítja. Ez esetekben a tórus a hártya elszakítását megakadályozza és a nyílás szorosabb elzárását végzi.

A nagyobb vastagságot elért sejtfa-  
lakon, pl. a hancsrostokon, finomabb szerkezetet is lehet látni, amely vízben gazdagabb és vízben szegényebb falrészleteknek szabályos váltakozásából ered. Így keletkezik a rétegzettség, amely a sejtfa-  
lak felületével párhuzamosan váltakozva elrendezett rétegekből áll és a sejtfa-  
lak felületével egyközű vonalakban tűnik elénk (l. 37. kép) és a csikoltság, amely az előbbi rétegekre, illetőleg a sejtfa-  
lak felületére többé-kevésbé merőleges vonalakból, illetőleg lemezekből áll (l. 48. kép). A csikoltság legjobban a sejtfa-  
lak felületén vehető észre, de látható a sejt keresztmetszetén is, a sugár irányában futó vonalak alakjában; a rétegzettség ellenben csak a sejtfa-  
lak keresztmetszetén látszik, a felülettel párhuzamos rétegek alakjában.

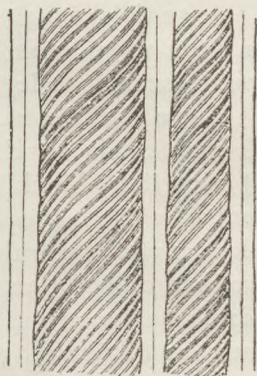
Úgy a rétegzettség, mint a csikoltság, mint pedig a külön-



bőző vastagodások csak a primär és sekundär falrészekre terjednek ki, a belső tertiär fal rendszerint homogén és érintetlen marad.

E két utóbbit csak vékony plazmaszálak, az ú. n. plazmodezmák járják át. A növények plazmatestjei ilyenformán egy egységes egészet alkotnak. A plazmodezmák nem annyira az anyagcsere megkönnyítésére szolgálnak, hanem úgylátszik inkább a növény különböző ingereinek vezetésében játszanak szerepet.

A sejtfalak vastagodásának physiologiai folyamata, amint már említettük, közvetlenül a plazma életműködésével függ össze. Úgy a felületi, mint pedig a vastagsági növekedés kétféle módon mehet végbe. Az egyik és valószínűleg a leggyakoribb az, midőn a már meglévő falrétegre fokozatosan új részecskék, vagy rétegek rakódnak, ennek a neve: molekuláris appositio, vagy az appositio's növekedés, a másik mód pedig ezzel ellentétben abban áll, hogy a már meglévő falréteg molekulái, illetőleg részecskéi közé új részecskék rakódnak le, ezt viszont molekuláris intususceptiónak, vagy az intususceptio's növekedésnek mondjuk.



48. kép.

A *Larix decidua* rost-alakú fa-sejtjeinek csikoltsága. Erősen nagyítva. Reinke után. (E. N.)

A sejtfalak vastagodásának leggyakoribb módja az appositio, ezt bizonyítja a vastagodott falak csikoltsága és rétegzett-sége, de emellett akkor, amikor már beékelődött falrészek vastagodását lehet megfigyelni, kétségtől az intususceptio is szerepet játszik. Így pl. a legtöbb centrifugális vastagodásnál úgy, hogy az appositio inkább a vastagsági, az intususceptio pedig a felületi növekedést hozza létre.

Nägeli (1850) a sejtfalak, de a keményítő szemecskék keletkezését is az ú. n. micellák jelenlétével igyekezett megmagyarázni. A micella Nägeli szerint egy molekula csoport, amely kristályos tulajdonságokkal bír, kettősen fénytörő, de a vizet nem bocsátja át. Ezek a micellák a plazma oldataiból válnak ki, különös sajátosságuk, hogy a vizet erősen magukhoz vonzzák



és épen ez okozza azt, hogy a sejtfal és a keményítő szemecske micellái közé a víz benyomul és ezek bizonyos távolságra elválnak egymástól, ami azután a sejtfalak, illetőleg a keményítő szemecskék dagadását hozza létre. Ezt az elméletet különösen régebbi szakmunkákban gyakran meg fogjuk találni, de factó létezését azonban közvetlen megfigyelési adatok még ez-ideig nem igazolták be.

A sejtfalak rétegzettsége az appositíós növekedés egyenlőtlensége folytán keletkezik, miután váltakozva vízben szegényebb, tehát tömöttebb és vízben gazdagabb, tehát lazább összefüggésű anyagból álló rétegek jönnek létre. A tömöttebb rétegek a fényt erősebben verik vissza és ezért sötétebb színűek, míg a ritkább anyagból készült rétegek a fényt elnyelik és így világosabbnak látszanak.

A sejtfal kémiai szempontból nem homogén anyag, azonban azon vegyületek között, amelyek a sejtfal építésében szerepet játszanak, a legfontosabb a cellulóz.

A cellulóz maga egy polysaccharid, amelynek molekulája egyelőre nem ismeretes és azért az  $x(C_6H_{10}O_5)$  képlettel jelöljük. Képlete a keményítőéhez hasonlít ugyan, azonban ettől mégis lényegesen eltérő anyag, amint azt már a keményítő tárgyalásakor részletesen kifejtettük. Töménysavakban oldhatatlan, de tömény  $H_2SO_4$  hatására  $100-120^\circ$ -on hidrolizisen megy át és cellobiózra alakul át, amely azután inverzió átmenve, glukózza változik. Egyedüli oldószere a rézoxyd ammónia (valószínűleg  $Cu(NH_3)_4(OH)_2$  cuoxamin), melynek oldatából az ammónia kristályos csapadék alakjában kiválasztja (Gilson). Jód és kénsav megkékíti, chlorzinkjódoldattal pedig ibolya színeződést mutat.

A cellulóz után legfontosabb anyaga a sejtfalnak a pektin, amely minden növényi sejtben megvan és főképen elsődleges sejtfalban található. A pektin sok tekintetben a növényi nyákokhoz, illetőleg gumikhoz hasonló kémiai sajátosságokat mutat. Hydrolytikus bomlásánál glukózon kívül még galaktóz és különböző pentózok ( $C_5H_{10}O_5$ ) keletkeznek. Maguk a pektinek minden valószínűség szerint nem egy vegyületből állanak, hanem több hasonló vegyületnek az elegyét képezik, amelyek a polysaccharidokhoz tartoznak és valószínűleg Ehrlich F. vizsgálatai szerint a tetragalakturon savra vezethetők vissza. Ezek között való-



színüleg egy sajátos vegyületnek, a pektinsavnak Ca-al alkotott sója, a calciumpektát adja a primär kéreg alapanyagát.

A másik kiterjedt csoportját a növényi sejtfal alapanyagának az ú. n. hemicellulózok alkotják. Ezek kémiai sajátágaikban a valódi cellulóztól jelentékenyen különböznek, még pedig főképen abban, hogy ezzel ellentétben már híg savnak hatására szétbomlanak (hydrolizis), amely alkalommal nem mint a cellulóz glukózra, hanem más egyszerű cukrokká, mint mannóz, galaktóz, továbbá különböző pentózokká (öt vegyértékű cukrok) változnak át.\*) A cellulóz jellemző reakcióit nem adják.

A hemicellulózék két nagy csoportra oszlanak. Az első csoportba soroljuk azokat, amelyek, mint a sejtfalaknak normális alkotó részei, a cellulóz mellett rendszeren előfordulnak. Ezek az ú. n. pentozánok, amelyek épen úgy, mint a cellulóz polysaccharidák, de nem hexózok, hanem pentózok molekuláinak polymerizációja folytán jöttek létre, ezért általános képletük  $(C_5H_8O_4)_n$ . Ide soroljuk pl. a xylánt (fagumi), amely különösen az elfásodott sejtfalakban található, az arabánt stb.

A hemicellulózék másik csoportja mint tartalék tápanyag szerepel. Ez esetben nem pentozánok tartoznak ide, hanem ismét hat vegyértékű cukroknak a polymér vegyületei (polysaccharidák) az  $x(C_6H_{10}O_5)_n$  általános képlet szerint. Ezek az anyagok meglehetősen vastag rétegek alakjában vannak az egyes növények magvaiban, mint pl. a pálmák, hüvelyesek stb. lerakódva, amelyeket azután a magból kikerülő csiranövény ismét felhasznál.\*\*)

A gombák sejtfala a cellulóz helyett egy másik vegyületet, a chitint tartalmazza. Pontos kémiai összetételét még nem ismerjük. Az újabb vizsgálatok szerint ezt az anyagot valószínűleg bizonyos baktériumok sejtfalában is meg lehet találni (Meyer).

Az idősebb sejtek fala vegyileg és fizikailag eltér a fiatalabb sejtektől, amennyiben a cellulóz egyes részletei vegyileg elváltoznak, vagy pedig a sejtfalba más anyagok is lerakódnak,

\*) A pentózok az öt vegyértékű alkoholoknak megfelelő cukrok, ilyenek pl. az arabinóz, xylóz, rhamnóz stb. Általános képletük  $C_5H_{10}O_5$ .

\*\*) Az amyloidot, amely sok növényi magban előfordul, szintén a hemicellulózokhoz sorolják. Újabban úgylátszik, hogy nem teljesen azonos velük.



sőt az egész sejttal is megtelhetik ezen idegen anyagokkal. A sejttal elváltozásainak leggyakrabban előforduló esetei: a) az elnyálkásodás, b) a megfásodás, c) az elpárasodás, d) a kutinosodás, e) egyéb organikus, vagy anorganikus anyagok bera-kodása.

a) Az elnyálkásodás a cellulóznak vegyi elváltozásán alapszik. A vegyi elváltozás eredményeképpen a sejttal elváltozott helyein növényi nyákok és mézgák jelennek meg. Ezeknek ismertető jele, hogy vízben megdagadnak, a jellemző cellulóz reakciókat legtöbbször nem adják, a hidroliziskor pedig hexózokat: mannózt, galaktózt, de részben pentózokat is (arabinózt stb.) adnak. A mézgák (gumik) és a növényi nyákok fogalmát egymástól élesen elhatárolni nem lehet. Ez a két megjelölés teljesen gyakorlati alapon nyugszik; mézga alatt nehezebben folyó, erősen ragadós anyagokat értünk, míg a nyákok általában hígabb és könnyebben folyó vegyületek. Vegyi összetételük még nem ismeretes, de a már említett bomlási termékeik után ítélve, ezek is polysaccharidák, amelyek pentozánokból, továbbá galaktánokból, arabánokból stb. állanak. Innét ered a hemicellulózékkal sok tekintetben megegyező magatartásuk. Egyik nagyon gyakran előforduló esete a cellulóz metamorphosisának a pathologikus mézgaképződés. Ez sebhelyeken áll be, mikor is egész szöveti részek alakulnak át gumivá, pl. a különböző Prunus fajokon, azután az Acacia különböző fajain stb. Ennek physiológiai jelentősége kétségtelül a sebgyógyulás és a sebvédelem. Ezeknek a mézgáknak egy része azután a kereskedelembe kerül, pl. arabin, bassorin, vagy traganth gumi stb. A Prunus fajok mézgájának a neve cerasin, amely főképen arabánokból áll.

b) A megfásodás a növényvilágban, de különösen az úgynevezett fás növényekben nagyon elterjedt jelenség.

Az elfásodott sejttalokban nem a cellulóz, vagy a pektin-anyagok változnak át vegyi értelemben, hanem a sejttal alapanyagaiba idegen anyagok, az ú. n. inkrusztáló anyagok rakódnak be. Az így elváltozott sejttalok azután nem a cellulóz reakcióját, hanem más természetű magatartást tanúsítanak. Az elfásodott sejttalok legjobb reakciója a phloroglucin + conc. HCl reagens, amely ezeket



szép intenzív vörösre festi\*) (Wiesner), azután az anilinszulfát, amely ezeknek sárga színeződést ad, továbbá a benzidin, amely sárgára festi. A megfásodott sejtfalak rézoxydammóniában oldhatatlanok és jó d + kénsav nem kékre, hanem sárgára festi őket.

A sejtfal ezen elváltozása, amint már említettük, az inkruztáló anyagok berakodásának a következménye, amelyek között a főszerepet az ú. n. ligninanyagok játszik. Ezeknek pontos kémiai összetételét még nem ismerjük, valószínűleg tartalmaznak azonban benzolderivátokat, azután methoxyl ( $\text{OCH}_3$ ), acetyl és formyl csoportokat és ezért a lignint a cellulóz egy oxyderivátjának is tekinthetjük. A lignin mellett azonban a megfásodott sejtfalakban bizonyos esetekben még más anyagok is jelentkeznek, így a már ismert pentozán, fagumi vagy xylán, amely meglehetősen nagy mennyiségben jelentkezik; pl. a *Picea excelsa*-ban 9%, a bükkben 33%, a tölgyben 20% stb. A legtöbb fa 80%-nyi arányban cellulózból és xylánból áll, míg a többi inkruztáló anyagra csak 20% esik. (Czapek.)

Kis mennyiségben előfordulnak azután a fásodott sejtfalakban galaktánok és methyl pentozánok is; ezeken kívül aromatikusan anyagok, mint vanilin és coniferin, továbbá a még ismeretlen összetételű hadromál.

Miután a cellulóz tiszta előállítása a papirgyártásnál nagyon fontos szerepet játszik, úgy az erdészeti technológia szempontjából az erre irányuló technikai eljárások nagy figyelmet érdemelnek. A különböző fák (pl. gyérítési lúcfenyő) ilyen irányú feldolgozásának lényege az, hogy az inkruztáló anyagokat különböző vegyi szerekkel eltávolítják. Ezeknek az eljárásoknak a leggyakoribbja: a szulfid eljárás: főzés savanyú calciumszulfidtal  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ , vagy a nátron eljárás: főzés nátronlúggal stb.,

A megfásodás élettani jelentőségét még nem ismerjük, a sejtfalak nyújthatóságát és hajlíthatóságát csökkenti, de emeli a merevségét és szilárdságát anélkül, hogy ezeknek a víz, vagy gázok általi átjárhatóságát befolyásolná. A sejtfalak merevítésére úgylátszik a néha jelentékeny méreteket elérő fás növényeken elsősorban ökológiai okokból van szükség.

\*) Magát a reakciót valószínűleg nem a ligninanyagok, hanem a vanilin és coniferin jelenléte idézi elő; Czapek szerint a hadromál a reakció oka.



c) Az elparásodás szintén nagyon gyakori jelenség, leginkább a periderma parasejtjeiben és a sebszövetképződésnél jelentkezik. A lényege ezen elváltozásnak abban áll, hogy a sejtfalak egyes rétegei, rendszerint a középső rétegek, cellulóz jellegüket teljesen elveszítik és suberinrel lesznek telítve, illetőleg helyettesítve, míg az őket két oldalról határoló rétegek eredeti cellulóz, vagy megfásodott jellegüket megtartják. Az elparásodott sejtfalak kálilúggal és chlorzinkjódval szép sárga színeződést adnak.

A suberin, vagy elparásító anyagok vegyi ismerete még nagyon hiányos. Az bizonyos, hogy a zsírokkal rokon természetű vegyületekből állanak. Így Gilson pl. a *Quercus suber* parasejtjeiből a következő zsírsavakat állította elő: 8% phellonsav  $C_{22}O_{42}O_3$ , 36% suberinsav  $C_{17}H_{30}O_3$  és phloionsav  $C_{22}H_{40}O_7$  (kis mértékben), továbbá 44% nyers zsírsav, viszont Kügler a cerin ( $C_{20}H_{32}O$ ) nevű anyag jelenlétét is kimutatta. Ezeken az anyagokon kívül azonban még cserző anyagok és aromatis vegyületek jelenlétét is megfigyelték. Hogy azonban ezek a vegyületek milyen formában fordulnak elő a különböző parasejtben, azt még nem tudjuk. Phellonsav mindig jelen van, valószínűleg zsírsavas glicerinnel alkot vegyületeket.

d) A kutinosodás. A növény földfeletti szerveinek epidermise a periderma kifejlődése előtt egy sajátos anyagból áll, a kutinnal van fedve, amely, mint a kutikula tárgyalásánál látni fogjuk, néha magába a falba is berakódik. Ez a sajátosság indokolja meg a kutin ezen a helyen való tárgyalását. (A már említett, szintén zsíros természetű, védelmi szolgáló anyag a viasz sohasem rakódik be a sejtfalba, ez mindig a falon, illetőleg az epidermisen kívül marad, vagy a sejtüregekben jelentkezik.) A kutin kénsavval, chromsavval és kálilúggal szemben sokkal nagyobb ellenálló képességet mutat, mint a suberin. Az összetétele még nem ismeretes. Wisselingh szerint ez is zsírokkal rokon természetű vegyület és a suberinhez sok tekintetben hasonló sajátosságokat mutat, a kálilúgnak jobban áll ellent, mint a suberin és belőle valószínűleg a phellonsav hiányzik, amelyet a cerinsav pótol. Úgy a suberinnek, mint pedig a kutinnak a növény életében nagy jelentőséget kell tulajdonítanunk. Mind a kettő a növényt a túlságos párolgás és



a külső befolyások ellen védi meg és pedig a kutin a fiatal növényi részeket, a suberin pedig az epidermis elhalása után a peridermában teljesíti a kutin szerepét. A suberinnel átitatott és a kutinnal fedett sejtfal a vizet és a gázokat nem eresztí át.

e) Egyéb berakodások. Ezek között nagyon gyakoriak a különböző berakodott anorganikus anyagok. Ilyen pl. a kovasav  $\text{SiO}_2$ , amely pl. a zsurlók (Equisetales) epidermis sejteinek a falában, azután a kovamoszatok sejteinek a falában van stb. Nagyon gyakori a fák kérgében, a Glumiflorákhoz tartozó növények, pl. a bambusz, a nád és a rizsnövények egyes sejteinek a falában. A  $\text{CaCO}_3$ , szénasav mész, pl. a *Celtis australis* termésének a héjában, a Characeák sejteinek falában, gyakran megtaláljuk a fás növények gesztjében is stb. Oxálsavas mész  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  pl. a *Taxus* hancs-sejteinek a falában, különösen szép kristályos előfordulását találjuk ennek az anyagnak a *Nuphar luteum* és a *Castaliák* ú. n. belső szőreinek a sejtfalában. Néha a phosphorsavas mész  $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$  is megtaláljuk egyes sejtek falában.

Ezen az anyagokon kívül még egy sereg organikus festőanyag is van a sejtek falába berakodva, amelyek különösen a különböző haszonnák fájának eredeti színváltozatokat kölcsönöznek. A mi fáink gesztjének a színeződése valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a sejtek elhalásakor ezeknek a plazmájából különböző anyagok vándorolnak a sejtfalba, ahol ezek részben erős oxydáción, részben pedig egyéb kémiai változásokon mennek át, melyeknek folyamán a festő anyagok színe azután kialakul. Különösen a cserző anyagok azok, amelyeknek oxydációja és kémiai elváltozása a mi úgynevezett színes gesztű fáink jellemző színét okozzák. (Phlobaphenek.)

Az ébenfa (*Diospyrus ebenum*) gesztjének nemcsak a sejtfalai, hanem a sejtek belseje is egy fekete anyaggal van kitöltve, ami részben ezen sejtek részleges elnyálkásodásával függ össze.

Nagyon gyakoriak a sejtek falában az ú. n. flavon csoportba tartozó organikus festőanyagok is.

A növényekben leginkább phenol természetű oxyflavonokat találunk. Így pl. *quercetin* a *Rhamnus* és *Hippophae* terméseiben, a *Cotinus coggygia* és *Pirus malus* kérgében,



Vitis és Aesculus levelekben, a Quercus tinctoria és az Aesculus kérgében stb., morin a Chlorophora tinctoria és Artocarpus integrifolia gesztjében, chryzin a Populus fajok rügyeiben. Élénksárga tükben kristályosodik a brazilein a Caesalpina fajok gesztjében, haematein a Haematoxylon Campechianum gesztjében stb. A flavon itt tárgyalt származékainak az alapszíne kivétel nélkül sárga.

A sejtfal fizikai tulajdonságai közül a már említetteken kívül még a következőket említjük meg.

A tiszta cellulózból álló sejtfal rendszerint optikailag anizotrop magatartást tanúsít, amennyiben a polarizációs mikroszkop sötét látómezejét megvilágítja.

A sejtfal mechanikai magatartása, így elaszticitása, nyújthatósága, rugalmassága stb. rendkívül fontos a növény szerkezete és szilárdítása szempontjából.

A cellulóz sejtfal a vizet felveszi (imbibició) és vezeti. Ez a vezetés gyorsabb a hosszirányban, mint keresztirányban. A felvett víz folytán a sejtek fala megduzzad, ez a dagadás gyorsabb és nagyobb méretű a keresztirányban, mint a hosszirányban. Úgy a víz felvételére, mint pedig ennek a vezetésére jelentékeny befolyást gyakorol a sejtfalak kémiai alkotása. Legjobban halad a víz a megfásodott elemek falában. Viszont az elparásodott nem, vagy az alig elfásodott sejtfalak csak kevéssé duzzadnak. A gázokat a sejtfal átengedi, még pedig annál inkább, minél több vizet vett fel. A sejtfal higroszkopikus, nevezetesen felveszi a vízgőzt, így pl. a parasejtek fala 8—35% meleg vízgőzt is felvehet.

A melegvezetés a falak hosszirányában erősebb, mint keresztirányban; maga a melegvezetés értéke azonban nem nagy, elsősorban azért, mert a sejtfalak mindig több, vagy kevesebb vizet tartalmaznak.

Az elektromosságot a sejtfal rosszul vezeti, sőt gyakorlati értelemben szigeteli is. A fajszűly viszonylag nagy. Tiszta cellulózból álló sejtfalaknál 1.107 is lehet. A berakódott különféle anyagok azonban ezt erősen befolyásolják.



### A sejtek keletkezése.

Az eddigi vizsgálatok azt bizonyítják, hogy új sejtek csak meglévő sejtekből keletkeznek. *Omnia cellula e cellula!* (Virchow.) Új sejteknek anorganikus, vagy organikus élettelen anyagból való keletkezését (*generatio aequivoca* vel *spontanea*) eddig senki sem figyelte meg és az életről vallott mai fölfogás és a tudomány mai eredményei mellett ez a priori lehetetlen. Még a legmagasabbrendű növények is csak egyetlenegy sejtől, a petesejtől veszik eredetüket, amelynek osztódása következtében fejlődik ki az egész növény. A petesejt pedig az anyanövény bizonyos sejtjének plazmatestéből, illetőleg magvából és plazmájából képződik. Az újabb vizsgálatok szerint a sejtmag és chromatophorák szintén osztódás útján szaporodnak, tehát a plazma sem állítja ezeket újonnan elő; ezen oknál fogva soroltuk fel ezeket a plazma alkotó részei között.

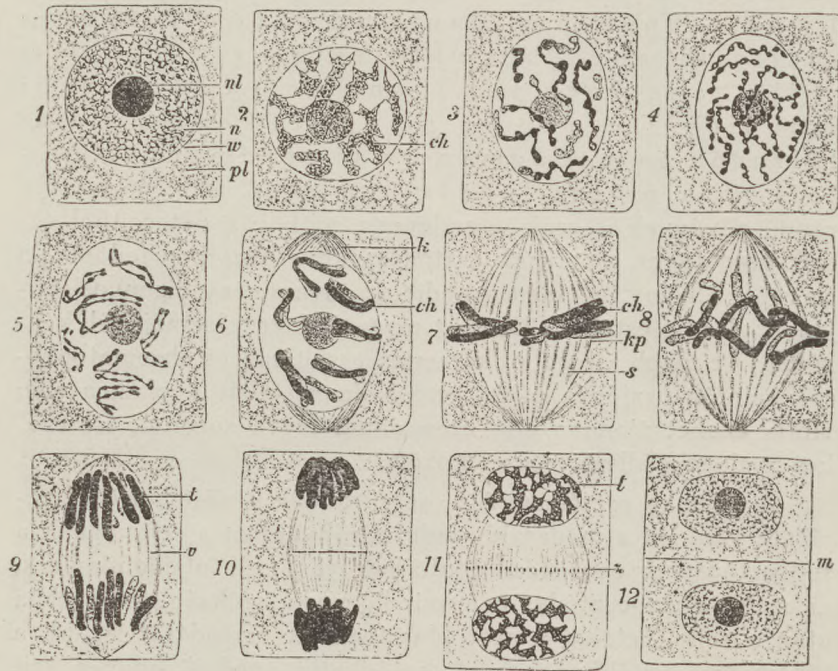
A sejtmag osztódása és a sejtosztódás között belső összefüggés van, sőt a magasabbrendű növényekben a sejtagnak a sejtosztódáskor egyenesen döntő befolyást kell tulajdonítanunk, de mégis a magosztódás nem mindig vonja szükségképen maga után a sejt, illetőleg a protoplasztnak az osztódását is, pl. a többmagvú sejtekben a mag osztódhatik anélkül, hogy a sejt plazmatestje is osztódnék.

Magánál a sejtosztódásnál felmerülő jelenségeket két nagy csoportba foglalva fogjuk tárgyalni. Az I. csoportba soroljuk a magasabbrendű növények sejtjei osztódásának a jelenségeit, amelyeket „a rendes sejtosztódás” név alatt foglaljuk össze és a II. csoportba soroljuk az ettől eltérő osztódási módokat, amelyeket „különleges sejtosztódási módok”-nak neveznek.

I. Rendes sejtosztódás. Ennek a folyamán ismét három jelenségcsoportot kell külön-külön tárgyalnunk, nevezetesen: a) a magosztódást, b) a chromatophorák osztódását, c) a cytoplazma osztódását és az új sejtfaak keletkezését.



a) A magosztódás (l. 49. és 50. kép). Ez a folyamat a sejtosztódás egyik legfontosabb jelensége,\*) amely, az alacsonyabbrendű élő lényektől eltekintve, a magasabbrendű növényeken lényegében hasonló fejlődést mutat. Ezt a mag-



49. kép.

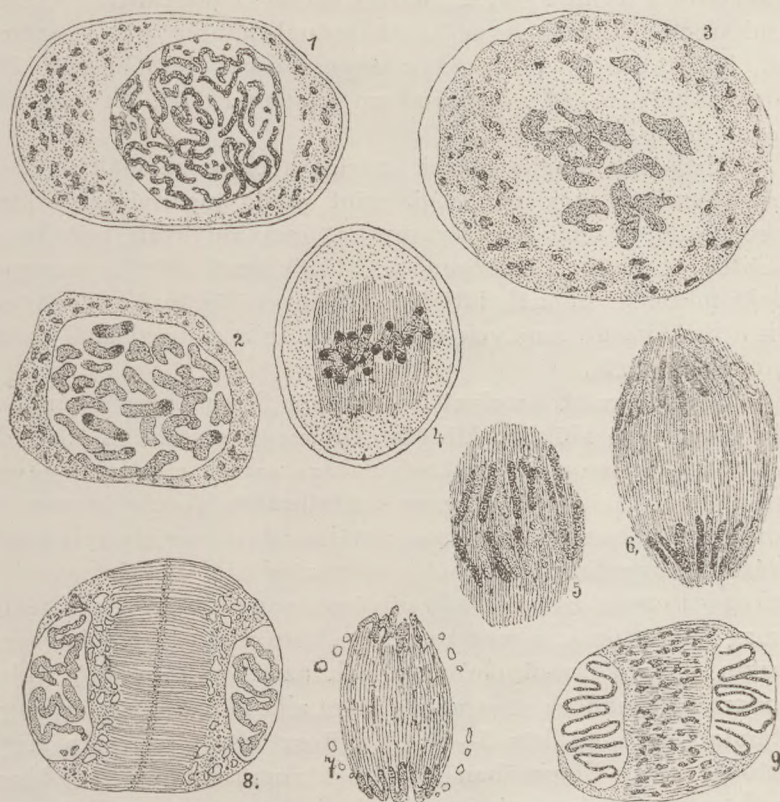
Egy magasabbrendű növény sejt- és sejtmagosztódása az embryonális sejtben, az egymásután következő stádiumokban. Vázlatosan. Alapul szolgáltak a Najas marina egyszikű vizinövény osmiumochromsávval állandósított gyökérvégeinek keresztmetszetei, hämatoxylinnel való festés után; *n*, a mag; *nl*, a nucleolus; *ch*, a magfal; *pl*, a plazma; *ch*, a chromosomák; *k*, a pólusok; *s*, a fonalak; *kp*, a mag lapja; *t*, a testvérmag; *v*, az összekötő fonalak; *z*, a sejt lapja; *m*, az új válaszfal. A chromatophorák az ilyen állandósítás és festés mellett nem láthatók. Kb. 1000-szeresen nagyítva. Clemens Müller után. (Strb.)

osztódást nevezzük az új. n. indirekt, tehát közvetett magosztódásnak. (Mitózis, vagy indirekt karyokinesis.) A nyugvó mag osztódása avval kezdődik, hogy a magfonalak

\*) A sejt, de különösen a magosztódás vizsgálatának a keresztülvitele nagyon nehéz volt, mert először a festési és fixálási, meglehetősen komplikált eljárások módszerét kellett megfelelően tökéletesíteni. Az alapvető ismereteket a botanikában Strasburgernek és sok tekintetben a magyar Jurányinak, a zoológiában pedig Flemmingnek köszönhetjük.



(linin fonalak) száalai feltűnően megvastagodnak, mialatt a magfonál megrövidül és a tekervények mindinkább eltűnnek; ezen folyamatnál a hálószerű összeköttetések felbomlanak és a mag-



50. kép.

A *Pinus Laricio* pollen-szemecske magjának osztódása. 1. Az anyamag szoros gombolyag alakú a fonálzat össze van tömörítve és a magtól elvált. Erősen nagyítva. 2. A fonálzat teljesen bevégeztet feldarabolódása. 850-szeresen nagyítva. 3. A magfalzat eltűnt és a magnedv helyébe a cytoplazma vándorolt, a többnyire összezsugorodott és különböző alakú és irányú darabok a plazma világos udvara körül fekszenek. 1200-szorosan nagyítva. 4. Magcsillag az orsófonalakkal. 650-szeresen nagyítva. 5. Magcsillag egymástól elváló, meghasadt fonáldarab felekkel. 1200-szorosan nagyítva. 6-7. A fonáldarabok vándorlása és a pólusra érkezése. Erősen nagyítva. 8. Fiatalon képzett magok és a sejtfal-lemez képzésének kezdete. 1200-szorosan nagyítva. 9. A fonálzat megvékonyodása és a chromatin-tartalom fogyása. 1200-szorosan nagyítva. Jurányi után. (E. N.)

fonálzat megrövidül. Ez a gombolyag alak, vagy spirém (l. 49. kép 1—4). Az anyamag fonálzat azután számos fonálalakú U, vagy C, vagy V alakú darabokra esik szét, amelyek különösen chromatint tartalmaznak, bizonyos festőanyagokkal



nagyon élesen festhetők. Ezeket chromozomáknak mondjuk. A chromozomák száma és ezeknek a kifejlődése felette jellemző. A számuk minden sejtben fajok szerint változik és az újabb vizsgálatok szerint kiválóan fontos szerepet játszanak. A magasabbrendű növények sejtosztódásánál mindig páros számban jelentkeznek, pl. a Gymnospermáknál legtöbbször 24, Liliaceáknál 16—24, Nephrodium mollenál 100, *Crepis virens*-nél 6 stb.

A legújabb megfigyelések szerint a chromozomák úgy látszik egymástól úgy minőségi, mint pedig mennyiségi tekintetben különböznek és ezért ezeket individualizált testeknek tekintik és nekik különösen az átöröklésnél döntő szerepet tulajdonítanak. Bennük látják a növény különböző sajátosságainak a hordozóját, amelyek ezeket azután a sejtoszlásnál az új sejtekbe átviszik.

Ezt a feltevést, amelyet legtöbbször Strasburger\*) hangoztatott, az újabb időkben kifogástalan megfigyelések is elfogadhatóvá teszik, azonban ezeknek dacára ezt az elméletet egyelőre teljesen beigazolni nem tekinthetjük. A chromozomák ezután hosszában fokozatosan kettéhasadnak, amely folyamat, a később tárgyalandó redukciós sejtosztódástól eltekintve, minden egyes normálisan osztódó növényi, vagy állati sejtben beáll, a mag fala eltűnik, a mag nedvét a környező plazma felveszi. Ezután a kettéhasadt chromozomák az új. n. egyenlítő síkba vándorolnak, ahol az anyamagcsillagot alkotják. (Monaster, vagy asterstadium, l. 49. kép 5—8). A sejtosztódás, illetőleg a magosztódás ezen állapotában lehet a chromozomákat legjobban megfigyelni és számukat megállapítani. Az anyamagcsillag mind a két oldalán egyúttal a sarkok felé összehajló orsófonalak keletkeznek. Az orsófonalak egy része az anyasejt két ellentétes sarkát megszakítás nélkül köti össze (támasztó fonalak), másik része pedig a sarkoktól közvetlenül a chromozomákig hatol (húzó fonalak). Az orsófonalak összességét jellemző alakjuknál fogva a „magorsó” névvel is jelölik. Az anyasejt említett két

\*) Strasburger a chromozomákat még apróbb önálló részekből, az idekből és ezeket pedig a págénékből állónak gondolja, amely utóbbiak ő szerinte az átöröklés tulajdonképeni egységei volnának. A chromozomáknak apróbb részekből, az idekből való összetétele nagyobb nagytárral tényleg meg lehet figyelni.



pólusán a cytoplazma bizonyos elváltozásokon megy át, végül is a környező plazmától élesen elválík (sarki sapka, Polkappe, l. 49. kép 6). A hosszában már előzőleg kettévált chromozóma darabok, tehát a chromozóma felek azután a húzó orsófonalak mentén a pólusok felé vándorolnak, ahol a leánymagcsillagokat alkotják (Diaster, l. 49. kép 9—10). Ezen folyamatnál az eredeti chromozomaszám fele jut a leánymagvak mind-egyikébe.

A leánymagcsillagokban a chromozomák úgy helyezkednek el, hogy szabad végeik az egyenlítő sík felé irányulnak. A szomszédos fonáldarabok végeikkel egymással egybeolvadnak és a leánymaggombolyagot alkotják, amely mindinkább megvékonyodik, görbületei szabálytalanabbak lesznek és ily módon már most a két nyugvó leánymag magfonálzata jön létre. (Dispirem, l. 49. kép 11). A húzó fonalak eltűnnek, a mag körül kifejlődik azután a magfal és a magban megjelennek megint a magtestecskék (nucleolák).

Az összekötő fonalak közepükön jelentékenyen megvastagodnak és a megvastagodások fokozatosan összeolvadva alkotják a sejtlemeszt (Zellplatte, l. 49. kép 12), amely kezdetben csak egy plazmahártyából és pedig a kinoplazmából alakult ú. n. sejtplazmalemezből áll, amely belsejében fokozatosan a pektinből és cellulózból álló sejtfalet választja ki. Ilyen módon azután a két leánysejtnak a keletkezése befejezést is nyer.

A sejtosztódás különböző fázisait a profázis, metafázis, anafázis és teleofázis név alatt foglaljuk össze.

Profázis alatt értjük a magosztódás mindazon folyamatait, amelyek ezen jelenség kezdetétől az ú. n. egyenlítő sík kialakulásáig játszódnak le, beleértve a chromozomák kettéválását is. Az egyenlítői sík kialakulása a metafázis. A leánychromozomák elválása és vándorlása adja az anafázist és végül a leánymagvak kialakulása és az egész magosztódás befejeződését nevezzük teleofázisnak. A magosztódásnak, mint élettani feladatnak, a tetőpontját a chromozomák képződése, ezeknek és velük együtt a kromatin anyagnak a két leánysejtre való egyenletes eloszlása képezi, ez után az osztódás folyamata véget ér a két leánysejt alakulásra.

Ha a sejtben a magon kívül még egy centrozoma is van, akkor ez is két részre oszlik, mindegyik rész önállóvá lesz és



a sejtpólusokra vándorol és ott a magorsó két csúcsát alkotja (l. 16. kép). Néhány moszatnál és alacsonyabbrendű növénynél a magosztódás folyamata jóval egyszerűbben megy végbe. A magosztódás a legtöbb magasabb növénynél aránylag gyorsan, néhány óra alatt lefolyik.

Az indirekt magosztódás mellett az ú. n. direkt magosztódást (amitózis, fragmentáció) is meg szoktuk különböztetni. Ebben az esetben a sejtmag egyszerűen ketté osztódik anélkül, hogy a chromozomák és a velük kapcsolatos jelenségek beállanának. Ilyen magosztódást lehet pl. a Charakon megfigyelni. Az újabb felfogás szerint a magosztódásnak ezen módját valószínűleg egy pathológus jelenségnek kell tartanunk, amit bizonyít az a tény is, hogy a magosztódás ezen módját sejtosztódás sohasem követi. Legtöbbször öregedő sejteken figyelték meg.

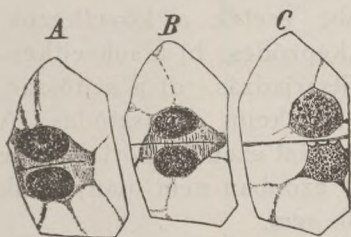
b) A chromatophorák osztódása nagyon egyszerűen folyik le; a szemecske kissé megnyúlik és közép síkjában fokozatosan megkeskenyedik, befűződik és végre a két leánychromatophora elválik. Jól meg lehet ezt figyelni pl. a chlorophyll szemecskék osztódásánál.

c) A cytoplaszma osztódása és az új sejttel képződése. A cytoplaszma osztódása és a sejttel képződése a magasabbrendű növényekben a magosztódással tart szorosan lépést. A magorsó, amely tulajdonképpen kinoplazmaszálakból áll, a chromozomáknak vándorlása után új sejtfonalak keletkezése által még sűrűbbé válik és az egyenlítő síkban a szemben eső falakig ér és a két leánymaggal összeköttetésben maradva, magorsót (phragmoplast) alkot. Ezek a magorsót alkotó plazmaszálak a két leánysejtet elválasztó sejtfal helyét jelző egyenlítői síkban fokozatosan megvastagodnak, a vastagodások egybeolvadnak és így egy kinoplazmalemez képződik, amely belsejében fokozatosan kiválasztja a sejtfalat alkotó pektint és cellulózt. Ilyen módon jön a primär sejtfalréteg létre. Miután a plazmaosztódás, illetőleg az új fal keletkezése egyidőben megyen végbe az egész sejt átmetsetében, azért ezt az osztódást szimultánnak\*) mondjuk.

\*) A szimultán szót természetesen csak tág értelemben kell vennünk.



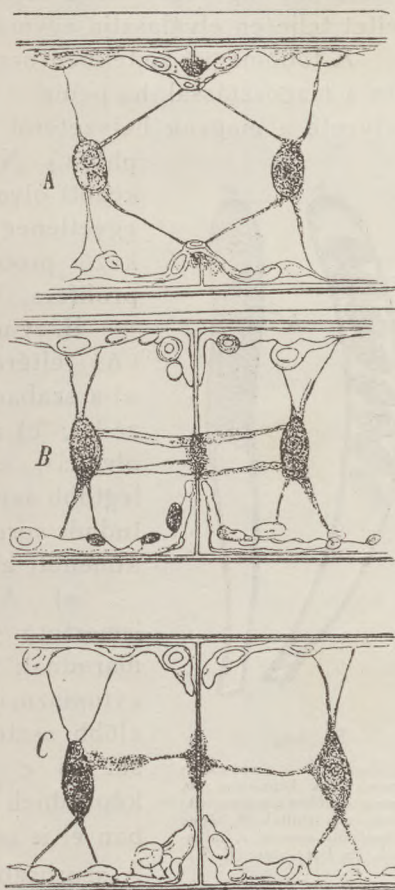
Ha pedig a sejt terjedelme nagy és plazmatartalma viszont kevés és ennél fogva a magorsó szélső fonalai a régi sejtfalakat nem tudják elérni, akkor a magorsó csak lépésről-lépésre bírja az új sejtfalat létesíteni, amelyet a sejt egyik oldalán kezd meg és azután maga is a helyét változtatva, a másik oldal felé folytat, miközben folyton új és új orsófonalak keletkeznek. A falképzés, illetőleg a plazmaosztódás ezen módját a succedán névvel jelöljük (l. 51. kép).



51. kép.

Balról jobbra haladó falképződés, az eredetileg excentrikusan fekvő testvérmag egyidőben történő áthelyeződésével. (*Epipactis palustris*.) Treub. után. (W.)

A most vázolt folyamattal ellentétben a Thallophytákban a sejtfa képzésénél a magorsófonalak kevésbé, vagy egyáltalában nem játszanak szerepet. Ezek vagy szimultán jönnek létre közvetlenül a plazma hatására, vagy pedig succedán, amikor szintén a plazma hatására az anyasejt falain lassan egy korongalakú dudorodás jön létre, amely diafragmához hasonló módon növekedvén, lassan a két leánysejtet elválasztja. Pl. a *Spirogyra* sejtekben az összekötő fonalak az osztódási sík táján



52. kép.

A *Spirogyra orthospira* sejtosztódása a sejtfal képzésekor. Erősen nagyítva. Strasburger után. (E. N.)



annyira szétterjednek, hogy az anyasejt oldalfalával érintkeznek és azon a tájon a sejtfal mellett a plazmában egy gyűrűalakú sejtfalvastagodás jön létre, amely a fent vázolt módon befelé nő, míg végre teljes sejtfallá fejlődik ki és a két leánysejtet teljesen elválasztja egymástól (l. 52. kép).

A többmagvú sejtekben nem jár együtt mindig a sejtosztódás a magosztással, ha pedig új sejtfal keletkezik, úgy ennek a helyzete a magvak helyzetétől teljesen független lesz. (Cladophora.)

Nem ritka azonban a moszatok között olyan növény sem, amelynek testét egyetlenegy, számos sejtmaggal rendelkező protoplaszt alkotja, pl. *Caulerpa prolifera*, *Vaucheria* stb.

II. A normális sejtosztódástól eltérő főbb esetek a következők: a) a szabadsejtképződés, b) a soksejtképződés, c) a sejtsarjadzás, d) a sejttösszelvadás, e) a redukciós sejtosztódás. A legtöbb sejtosztódást ezen csoportokba be tudjuk sorozni, azonban nem hiányzanak átmeneti alakok sem.

a) A szabadsejtképződés ismertető jele, hogy a leánysejtek nem maradnak összeköttetésben. Az anyasejt cytoplazmája számos, rendszerint már előbb osztódott sejtmag körül csoportosul és e plazmatestek körül egyszerre képződnek a sejtfalburkok. Utóbbi azonban el is maradhat, pl. a rajzó spóráknál.

A szorosabb értelemben vett szabadsejtképződés egyik jellemző esete az askusspórák kifejlődése az askusokban (l. 53. kép). Itt előbb a sejtmagvak szaporodnak meg ismétlődött kettéosztással (legtöbbször 8-ig) és azután ezek köré csoportosul a cytoplazmának nagy része; az egyes plazmacsomók körül a magvak egyik sarkából kiinduló kinoplazmafonalak útján képződik a sejtfal, amely elhatárolja őket a megmaradó plazmától. Egy másik esete ennek a sejtosztódási módnak, midőn az anyasejt egész plazmatestének felhasználá-



53. kép.

A *Peziza confluens* ascospóráinak képződése; a, képen a tömlőben a sejtmagvak; z, már megoszlottak; b, képen a képződött spórák; s, láthatók. De Bary után. (E. N.)



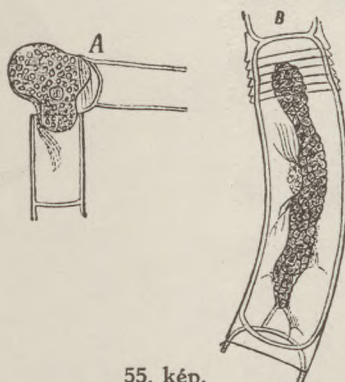
sával keletkezik számos leánysejt. Pl. a *Cladophora* nevű moszat rajzó sejtjeinek képződésénél (l. 54. kép). Egy különös változata a tárgyalt folyamatnak az ú. n. megifjodás (Vollzellbildung), amikor az anyasejt plazmájából csak egy leánysejt képződik, pl. az *Oedogonium* (l. 55. kép). A megifjodás a szabadsejtképződés egy különleges esete, amely tulajdonképpen nem sejtszaporodás, hanem csak egy régi sejtnak új alakban való megjelenése.

b) A soksejtképződés. Ezen sejtosztódási módnál legelőször ismételt magosztódás lép fel, anélkül azonban, hogy



54. kép.

*Cladophora glomerata* ágas fonala; *a*, a tenyésztő sejt; *b, b, b*, termősejtek a képződő rajzóspórákkal, melyek *c*-nél elhagyják az anyasejtet. Rabenhorst után. (E. N.)



55. kép.

Az *Oedogonium* fonál egy sejtjében a képződő rajzósejt *B*, és ennek kilépése *A*. Erősen nagyítva. Pringsheim után. (E. N.)

ezt nyomban sejtképződés követné. Csak akkor, mikor egy bizonyos számú sejtmag készen van, alakulnak meg szinte egyidőben a sejtmagok között — a már meglévőkhöz csatlakozva — a magorsók, amelyek azután a sejtfalak egyszerre való keletkezését teszik lehetővé. Ezen folyamatnak egyik leg-

jellemzőbb esete az Angiospermák endospermjének a kifejlődése. A másodlagos embriózsák magosztódása folytán gyakran több száz sejtmag keletkezik, amelyek az osztódás befejezte után egyszerre sejtfallal veszik magukat körül (l. 56. kép).

c) A sarjadzás. Leginkább az erjesztő gombákon (*Saccharomycetes*) fordul elő. Az anyasejt a sejtfalnak rész-





56. kép.

*Fritillaria imperialis*. Az embriózsák protoplazmatikus tartalmának részlete a magoszlás összes szakaszait tüntetve elő. 90-szeresen nagyítva. Strasburger után. (E. N.)

leges felületi növekedése folytán kis dudort hajt, amely mindinkább megnagyobbodik, de vele az anyasejt és a dudor kis csatorna által összeköttetésben marad. Ez alatt a sejtmag ketté osztódik és az egyik leánymag a dudorba jut. Ha a dudor alkotta leánysejt már jelentékeny nagyságot ért el,



57. kép.

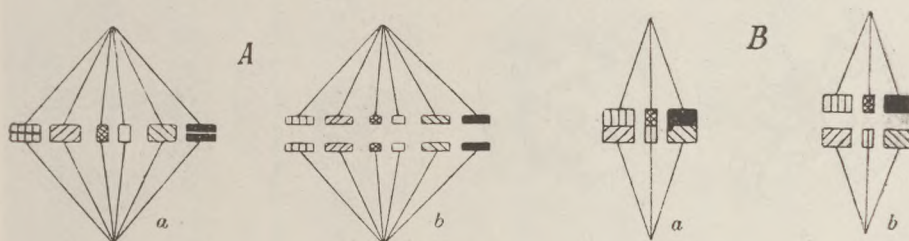
*Saccharomyces cerevisiae*; a, egy sörélesztősejt; b, a sarjadzás kezdetén; c, sarjadzó csoport. Erősen nagyítva. (E. N.)

akkor az anyasejttől választófal által elkülönül és végre arról le is hasad (l. 57. kép).

d) A sejttösszeolvadással nem jár közvetlenül minden esetben sejtosztódás. Egyik leggyakoribb esete ennek a hím és nősejtek egyesülése a párzáskor.



e) A redukciós, vagy meiotikus sejtosztódás. A sejtosztódás ezen módja lényegileg a normális sejtosztódással egyezik. Az egyedüli eltérés, amint már említettük, a chromozómák kialakulásánál jelentkezik, amennyiben ezek az egyenlítő síkban nem válnak ketté, hanem az eredeti, pl.  $2 \times$  chromozóma párosával csoportosul, úgy, hogy a kettéválásnál, illetőleg a két új leánymag képződésénél a rendes magosztódással ellentétben csak az eredeti szám fele, tehát  $x$  chromozóma fog a leánysejtekbe vándorolni. A meiotikus sejtosztódás a növény életében, amint a legújabb vizsgálatok mutatják, fontos szerepet játszik. A megtermékenyítésnél mindig a két ivaros sejt magja és a bennük lévő chromozómák is egyesülnek, ennél fogva világos, hogy a megtermékenyített petesejtben



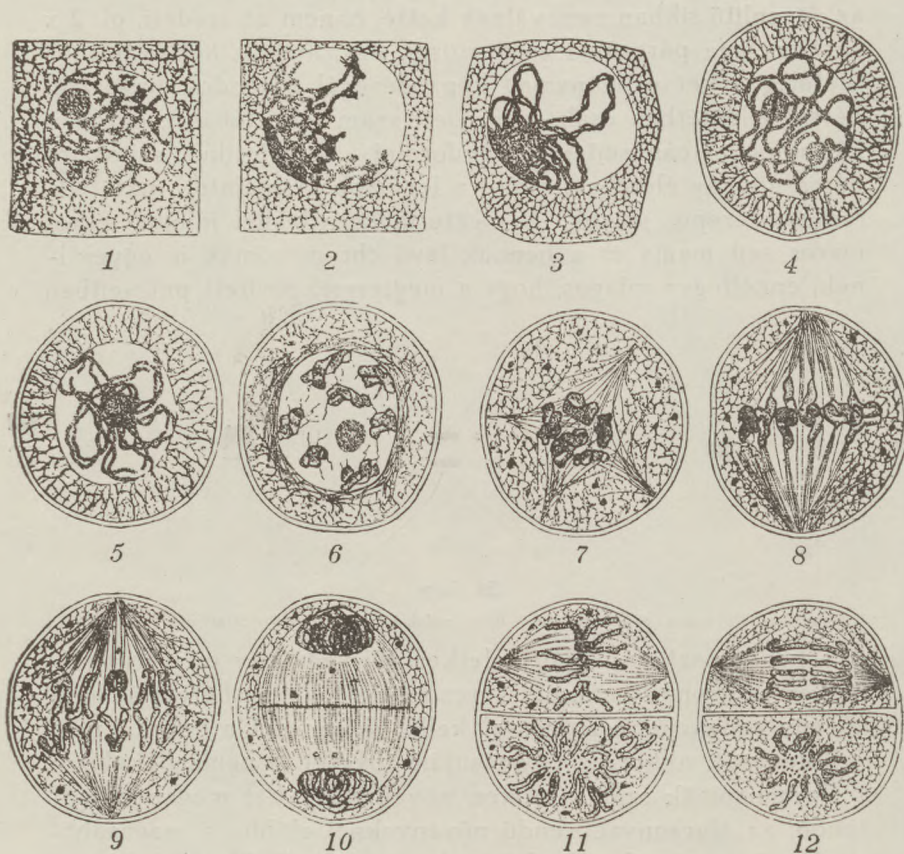
58. kép.

A, sematikus ábrázolása az equatorialis; B, a redukciós osztódásnak. Strasburger után. (Strb.)

és a belőle osztódás útján keletkező új vegetatív és ivaros sejtekben a chromozómák kétszeres száma foglalna helyet és ha a növény redukciós osztódással kellő időben ezt a számot nem csökkentené, akkor az egymásután következő nemzedékekben a chromozómák száma folyton növekedne. Ezt megakadályozandó, az alacsonyabbrendű növényeknél előbb, a magasabbrendű növényeknél pedig közvetlen a petesejt, illetőleg a spermatozoid, vagy a hímsejt (hímhag) keletkezése előtt az ivarszervekben a most leírt redukciós magosztódás jön létre. Így pl. a mohoknál és a harasztoknál a spórák anyasejtjeiben, a nyitva és zárva termőknél pedig a virágpor és az embriózsák anyasejtjeiben. Ennek következtében az ivaros hímsejt és a petesejt csak  $x$  chromozómával rendelkeznek és így ezeknek az egyesüléséből keletkezett vegetatív sejtek ismét az eredeti  $2 \times$  chromozómával fognak rendelkezni.



Az egyszerű, tehát az  $x$  chromozóma számmal bíró sejtekből alkotott ivadékokat nevezzük haploidnak, míg ezzel ellentétben az ivaros sejtek egyesülése után létrejött, tehát  $2x$  chromozómát tartalmazó ivadékokat diploidnak mondjuk.



59. kép.

Egy liliumnak oszlásban lévő pollenanyasejtjei sematikusán ábrázolva. Vashämatxilinnel festve és osmiumschromsavval állandósítva. Strasburger után.

A két ivadék kölcsönös váltakozása az egyes nagyobb növénycsoportokban meglehetősen különböző, amiről majd ezeknek a tárgyalásánál részletesen fogunk szólni.

A magasabbrendű növényekben a redukciós sejtosztódás még egyéb sajátágaiban is eltér a rendes sejtosztódástól (l. 58.



és 59. kép). A profázis alatt a plazmatartalom egyoldalú felhalmozódást mutat (synapsis), ebből válnak ki a chromozómák, amelyek azután az egyenlítő síkban párosával helyezkednek el (geminí). Ezeknek a pároknak, vagy geminiknek a száma természetesen az eredeti chromozóma szám fele és bennük a chromozómák rendszerint a rendesnél rövidebbek és vastagabbak.

A következő fázisban (diakinézis) kifejlődik a magorsó, amely itt először több pólust mutat, tehát multipoláris, későbbben azonban kétpólusú, bipoláris lesz. A geminik azután a metafázisban elválnak egymástól és a leánymagvakba az anyasejtéből csak félannyi chromozóma jut. Ezen jelenség valószínűleg az anyai és apai tulajdonságok öröklésének és kombinációjának a legfontosabb része, de hogy ez micsoda törvényszerűség szerint megy végbe, azt egyelőre még határozottan nem tudjuk.

A spórás növények (mohok, harasztok) spóráinak anyasejtjeiben és a virágos növények virágspóráinak anyasejtjeiben ezen folyamatot nyomon követi egy normális sejtosztódási folyamat, amely azután négy új sejtet, a spórákat, illetőleg a virágport hozza létre (tetradikus osztódás). A redukciós úton keletkezett két sejt azonnal, de most már tipikus úton osztódik újra és fallal veszi magát körül, úgy, hogy az így képződött négy sejt mindegyike most már a haploid ivaros sejt.

Az említett jelenség, az ú. n. négyes osztódás (Tetradenteilung), a nyitvatermők primár endospermjének anyasejtjénél, illetőleg ennek a keletkezésénél még kivethető, a zárvatermők embryózsák anyasejtjének a keletkezésénél azonban már elmosódottá válik, de úgy a nyitvatermők primár endosperm anyasejtjének, mint pedig a zárvatermők embryózsák anyasejtjének keletkezése előtt egy ilyen négyes osztódást és redukciót meg lehet figyelni.

A redukciós osztódásnál a geminikből leváló chromozómák már a hasadás legelső jeleit mutatják, amely teljessé azonban csak a rögtön következő rendes magosztódásnál válik.

### A sejtek alakja.

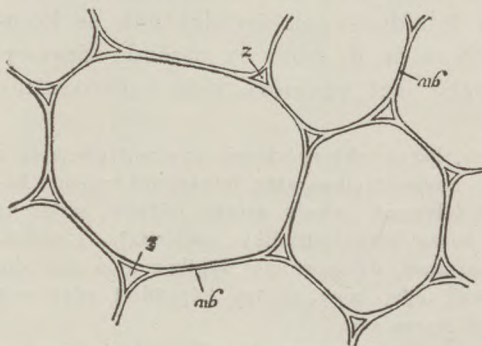
A növényeket alkotó sejtek, amint már említettük, a fiziológiai feladatok szerint különböző szövetekké egyesülnek. A szöveteket általában más és más alakú sejtek alkotják, amelyek azonban a közöttük lévő látszólag nagy változatosság ellenére mégis néhány egyszerű alapalakból fejlődtek. Ezeket az alap-



alakokat itt egyelőre röviden csak morfológiai szempontból fogjuk ismertetni.

Ezek: a) a parenchyma sejt; b) a prozenchyma sejt; c) a hypha.

a) A parenchyma sejt rendszerint vékony falú, a tér minden irányában megközelítőleg egyforma méretekkel bíró (izodiametrikus) sejt, legtöbbször kerek, vagy sokszögletű, sejtfa-  
la legtöbbször tiszta cellulózból áll, ritkán fásodik, vagy parásodik, sokáig életben marad, tehát plazmával rendelkezik és első-  
sorban fiziológiai feladatokat, így a tápláló  
anyagok szállítását, feldolgozását és felhalmo-



60. kép.

A Zea Mays szárának parenchyma sejtjei; *g* két szomszédos sejt közös fala, *z* meghasadás által keletkezett sejt-köz. 550szeresen nagyítva. Sachs után.

zását, tehát kifejezetten kémiai-élettani, de kivételesen néha mechanikai munkát is végez (l. 60. kép).

Amint később látni fogjuk, ez a sejtalak a növényekben nagyon el van terjedve.

b) A prozenchymatikus sejtforma jellemző sajátága, hogy ennél a sejt hosszúsága vastagságát többszörösen felülmúlja, alakja tehát megnyúlt, végén kihegyesedett és két plazmája igen korán elhal, fala megvastagodik és így elsősorban mechanikai feladatokra — mint a növény testének szilárdítására — szolgál, de néha, mint pl. a tracheidák, a víz szállítását is végzi. Fala majdnem mindig megfásodik (l. 61. kép).



61. kép.

A Betula alba fájából vett tangenciális hosszszelvény; *a* gödörkés edények, *b* bél-sugársejtek, a többiek rostsejtek. Nagyítva. Nobbe után.

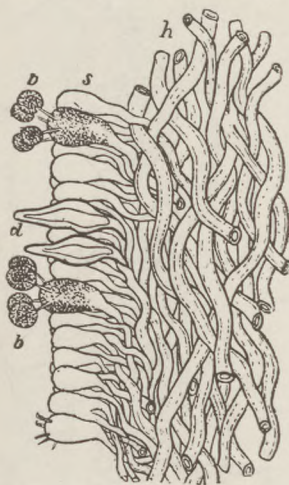


c) A hypha a gombák testét alkotó sejtforma. Vékony falú, többszörösen elágazó sejt, amelynek ágai csúcsnövekedést mutatnak. A fala sohasem áll cellulózból, hanem alapanyaga legtöbbször a már ismertetett chitin (l. 62.) kép).

A prozenchyma sejt fala sok esetben tisztán cellulóz marad pl. a háncreston, más esetben fala korán megfásodik és a sejt elhal, mint a libriform sejtekben. Még nagyobb a változatosság a parenchyma sejtek során. Bizonyos esetekben a parenchyma sejt is megnyúlik, két végén többé-kevésbé kihegyesedik és rostalakhoz nagyon hasonló lesz, miért is pótló rostnak mondják. A prozenchyma sejtől azonban megkülönböztethető, mert sejtfa élő plazmát zár be, amely tartalék táplálékot foglal magában. Más esetben az ilyen alakú parenchyma sejt még utólag kéthárom sejtre is osztódik és így megalkul az ú. n. fiókos rost. A parenchyma sejtnak a táplálék szállítását szolgáló változatai a tracheidák, amelyek még rostalakúak és edényalakúak is lehetnek.

A sejtfaalak során meg kell emlékeznünk a sejtegybeolvadásról, a sejtfüzióról. Nevezetesen a növény teste számos sejtfallal bíró sejtéből épül fel, amelyek látszólag egymástól a sejtfaalak által el vannak zárva. Pontosabb vizsgálat arról győz meg, hogy a sejtfaalba zárt sejtestek még sincsenek egymástól teljesen elzárva, hanem az egyes plazmatestek egymással a sejtfaalak finom pórusain áthatoló igen finom plazmaszálakkal — plazmodezmák — függenek össze. Minthogy pedig ez a növénytestet alkotó összes élő sejtek között megvan, azért az egész növénytestet úgy tekinthetjük, mint egyetlen protoplasztból álló testet.

A sejtek ilyenén egybeolvadása még jelentékenyebb a rosta-, vagy szitasejteken (rostacső). Ezek többé-kevésbé osz-

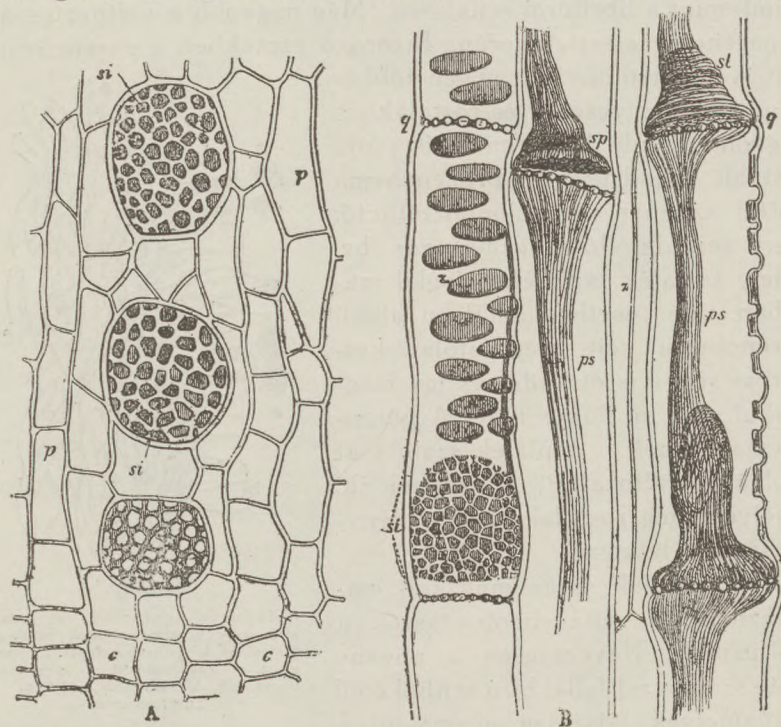


62. kép.

*Polyporus igniarius*. A kalap alsó része hosszmetsetének darabja; *h* a csövek közti hypha szövet, *s* hymenium, *b* két basidium a spórákkal, *d* cystidek. 600-szorosan nagyítva. — Luerssen után.



lopalakú sejtek osztódása folytán alakulnak. Az osztódásból alakuló megnyúlt testvéresejtek egyike keskenyebb, ferde válaszfalú plazmával telt és nagy sejtmagvú, a másik testvéresejt tágabb és derékszög alatt álló válaszfallal és plazmatikus tartalommal bír. A keresztben álló válaszfalak gödörkésen megvastagodnak, a gödörkék záróhártyái felszívódnak és a sejtek



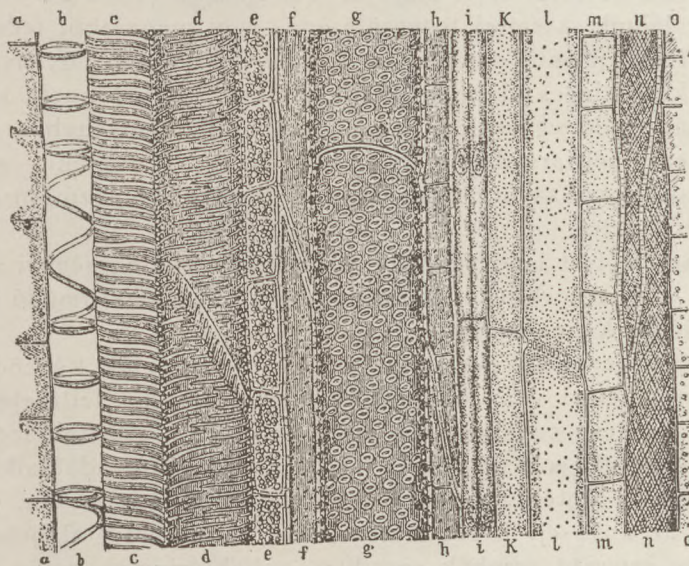
63. kép.

A *Cucurbita Pepo* rostasejtjei. A kereszt-, B hosszmetszetben, *q* keresztválaszfalak — rostalemezek — melyek át vannak likadva, *sl*, *ps* a sejtek összehúzódott tartalma, *si* az oldal- s keresztfal rostalemeze, *z* keskeny parenchyma sejtek — a kísérősejtek — a rostasejtek közt. Sachs után.

plazmatartalma egybeolvad. A sejtfaalak cellulózból állanak és az oldalfelé való alakulás is lehetséges, mert sok esetben az oldalfalak egyes részletei is hasonlóképen vastagodnak. A rostacsövek a fehérjenemű, kolloid anyagok szállítására alkalmasak, de többnyire rövid életűek, amikor is a rostalapok kalus anyaggal záródnak el. A legtöbb kutató szerint a rostacső egybeolvadásakor a sejtmag eltűnik (l. 63. kép).



Még nagyobb mértékű az egybeolvadás az edényekben. Ezek úgy alakulnak, hogy a tágüregű, megnyúlt, egymásfelett sorakozott sejtekből a keresztválaszfalak felszívódnak. A vízszintesen álló keresztválaszfalak felszívódása a középén kezdődik és úgy halad a szélek felé, úgy hogy végül csak kis karima jelöli a felszívódott sejtfal helyét. A ferdén álló választó-



64. kép.

Kétszikű edény nyaláb sugárirányú hosszmetsete; *a* az edény nyalábán belül eső alapszövet (hél) sejtjei, *b* a legbelsőbb edényrészben gyűrűsen, részben csavarosan vastagodva, *c* csavaros edény, *d* hálósan vastagodott edény, *e* fa-parenchyma sejtek, melyeknél a kambiumsejt eredeti alakját megtartva, keresztben nem osztódott (Sanio fa-parenchyma pótlósejtjei), *f* farost, *g* vermesen vastagodott edény, *h* fa-parenchyma sejtek, melyek a rostsejt oszlasából keletkeztek, *i* kambium sejtek, *k* kambiumform sejtek, *l* rostasejt, *m* hancsparenchyma, *n* hancsrostok csikolt sejtfallal, *o* kéregparenchyma. Nagyítva. Kny után.

falak több egymás felett álló, keresztbe helyezkedő helyen szívódnak fel. Előbbi a központi, utóbbi a létrás felszívódás (l. 64 kép d. és g.). A keresztválaszfalak felszívódása után a sejttartalom a szomszédos parenchyma sejtekbe jut, úgy hogy végre csak a sejtfal csőszerű váza marad meg, amelyet edénynek mondunk. Egyedül a tejedény plazma tartalma marad meg, amelynek nagy vakuolájába helyezkedik el az emulziószerű tejnedv (fészkesek, mákfélék). A tejedénytől megkülönböztendő a tejcső, amely egyetlen hosszúra nyúlt elágazó tömlőszerű, tejnedvet tartalmazó sejt (kutyatejfélek).



## 2. Szövettan.

### A szövetek és szövetrendszerek.

A sejtfallal bíró sejtek minden szorosabb összefüggését szöveteknek nevezzük. A szöveteknek az a formája, amelyet a magasabb rendű növényekben találunk, a sejtek egyesülésének egy magasabb, fejlődőtebb fokát jelenti, amelyet az alacsonyabb rendű növényeken csak kezdetleges alakban találunk meg. A sejteknek közös munkára való egyesülése a magasabb rendű növényben, ami már egy sejtársadalom, a maga finom, részletekig menő munkamegosztásával, a filogenetikusan\*) fejlődés hosszú időszaka alatt jött létre.

Az élő test legegyszerűbb alapformája: az egységnyi szervezet — a sejt. A fejlődés kezdetleges fokán tehát önálló életfunkciókra képes egysejtű növényeket találunk.

A filogenezis következő foka a sejtkolóniák képződése, amikor a létért való küzdelem folyamán az élet feltételeinek megkönnyítése céljából több egysejtű élőlény a sejtek legelső összefüggését: a sejt kolóniát, vagy sejtcsaládot alkotja, amelyben a sejteket a sejttal leválasztotta nyálkahártya, vagy pedig az anyasejt közös burka veszi körül. Megtaláljuk ezt már az erjesztő gombák soraiban, a baktériumok egyes csoportjaiban, pl. a Chlamydobakteriaceák és a Beggiatoaceák családjában. Ezek a sejt kolóniák az élőlények egyes csoportjaiban határozott formát (gömb, lemez, fonál stb.) vehetnek ugyan fel, de ezen kereteken belül még minden egyes sejtindividuum a maga egyéni önállóságát és életképességét megtartja és az összefüggésből természetes, vagy mesterséges úton kiszakítva, még önálló életre képes.

Egyik nagyon elterjedt alakja a sejt kolóniáknak az ú. n. cönobium, amely szintén fajonként határozott alakot vehet fel, rendszerint azonban gömbalakú szokott lenni, mint pl. a zöld moszatoknál — Volvacaceae, Pleurococaceae, Scenedesmaceae stb. (l. 3. kép).

\*) Filogenetikai fejlődés, vagy filogenezis alatt értjük a növényvilágnak, illetőleg az egyes növénycsoportoknak, mint egységeknek a fejlődését, vagyis származását, viszont ontogenetikai fejlődés, vagy ontogenezis alatt értjük az egyes növényeknek a petesejtből való egyéni fejlődését.



A fejlődés további folyamán azonban a kolónia sejtjei között a jobb munkateljesítmény céljából munkamegosztás fejlődött ki, amelynek következtében végül is az ilyenformán egyesült sejtek önállóságukat elveszítették és ilyen módon a sejtekből álló magasabb rendű élő szervezetek, vagy több sejtű élő lények alakultak ki.

De az élő lények különböző fiziológiai feladatainak elvégzésére a sejteknek ezen nagy serege a célnak megfelelő módon kialakult és a többitől már alakilag is élesen megkülönböztethető sejtcsoportokra oszlott. Ezeket az alakilag elkülönült, egy határozott fiziológiai feladat elvégzésére — úgy a külső formát, mint pedig a belső összetételt illetőleg — egyésgesen kialakult sejtcsoportokat nevezzük azután „szöveteknek\*) (l. 1. kép). A szöveteknek ezen kialakulása természetesen a magasabb rendű növényekben sokkal határozottabb és élesebb, mint az alacsonyabb rendű növényeken (Thallophyták). A szöveteknek a szó teljes értelmében vett kialakulása a Cormophytákban (mohok, harasztok, virágos növények), tehát a gyökérrel, szárral és levelekkel bíró növényekben kezdődik és a virágos növényekben éri el a teljes kifejlődését. Ha most valamely élettani folyamatcsoport elvégzésére a növények egy külsőleg is elhatárolt részében több szövet egyesül, akkor a növény szerveiről beszélünk (pl. a levél, a rügy, a gyökér, a virág stb.).

A növény testét alkotó szövetek elkülönítését legelőször Sachs (1868) kísérte meg; ő nagy vonásokban a külső védelmül szolgáló bőrszövetet, azután az anyagcsere termékeit szállító, ú. n. szállító szöveteket és a kettő közeit kitöltő alapszövetet különböztette meg.\*\*)

A szöveteknek ez és az ezt követő osztályozása kezdetben tiszta morfológiai alapokon történt. Schwendener (1874) volt a legelső, aki a szöveteknek egy nagyon fontos szerepét, tudniillik a mechanikai feladat elvégzését vette figyelembe és a növény ú. n. mechanikai, vagy szilárdító szöветеinek a kialakulását és ezeknek a növény testében a szilárdítás szempontjából való eloszlását leírta és tanulmányozta. Az ő kutatásai alapján a növények felépítésének egyike, — eddig legkevésbé érthető része — a mechanikai szövetek elosztása került helyes világításba, sőt épen neki sikerült azt is kimutatni, hogy a növény többi szöveteinek az elhelyezésére is sok tekintetben a mechanikai szempont bír döntő befolyással.

\*) Az elnevezés Malpighitól ered.

\*\*) Hautgewebe, Stranggewebe, Grundgewebe.



Schwendener után Haberlandt szakított a szöveteknek eddig tisztán morphológiai osztályozásával, ezeknek a fiziológiai szerepét vette irányadóul és a szöveteket fiziológiai jelentőségük szerint osztályozva, a fiziológiai-anatómiai alapjait vetette meg.

A szöveteknek azonban ez az osztályozása sem lehet tökéletes, ami természetes is, ha meggondoljuk, hogy a természet rendkívül változó jelenségeit már ezeknek a dolog természetéből folyó változatossága folytán sem lehet merev formák szerint csoportosítani, sőt a kutatások szerint még az ontogenetikai fejlődés menetét is figyelembe kell venni.

Az azonban kétségtelenül bizonyos, hogy mégis a szövetek ezen szempontból való osztályozása felel meg legjobban a célnak, már csak azért is, mert fiziológiai szerep az, ami az anyag érthetetlen elrendeződésében a rendszert és az érthetőséget lehetővé teszi.

Különösen komplikálja a fiziológiai rendszert az a körülmény, hogy egyes szövetek két, sőt többféle feladatot is végeznek, mások viszont a növény testében látszólag munkavégzés nélkül maradnak.

Mi a következőkben célunknak megfelelő változásokkal a fiziológiai rendszert vesszük alapul és a növény szövegeteit a következő osztályozás szerint fogjuk tárgyalni:

- a) A meristemikus, vagy osztódó szövetek, amelyek a növényi test gyarapodásának legfontosabb tényezői.
- b) A bőrszövetek, amelyek elsősorban a növény külső védelméül szolgálnak.
- c) A szilárdító, vagy mechanikai szövetek, amelyek a növény szilárdítására szolgálnak.
- d) A trophikus, vagy táplálkozási szövetek, amelyek a táplálkozás sokféle munkáját végzik, pl. asszimiláló szövetek, tápanyagokat raktározó szövetek, abszorpciós szövetek, stb.
- e) A szállító szövetek, amelyek az anyagcsere közvetítésére szolgálnak; ide tartoznak a magasabb rendű növények edénynyalábjai is.
- f) A mirigyszövetek és váladéktartók, amelyek a növény váladékkiválasztásának és a váladék raktározásának a szolgálatában állanak.
- g) Az ingerek vezetésére szolgáló szövetek, amelyek a növény testében a különböző ingereket vezetik.

A most tárgyalt szövetek kivétel nélkül valódi szövetek, mert sejtek osztódása folytán jöttek létre; ezekkel szemben



vannak álszövetek, amelyek a sejtfonalaknak szoros összefonódása útján keletkeznek; ilyenek pl. a kalapos gombák termőtestében a hyphák szoros összefonódása útján létrejött álszövetek (pseudoparenchyma).

A tudományos követelményeknek megfelelő morfológiai, illetőleg morfológiai-fiziológiai osztályozásán kívül, a gyakorlati érdekeknek megfelelőleg szokás még a szöveteket megkülönböztetni — a szöveteket alkotó sejtek alaki viszonyai és csoportosulási iránya szerint. Ezekre a szempontokra csak rövidesen rámutatva megemlítjük az első pontot, illetőleg hogy nagyjában megkülönböztetjük a parenchyma, prozenchyma stb. szövetet. A második pontnak, vagyis a sejtek csoportosulási módja és iránya szerint megkülönböztetjük a következőket:

a) A sejtfonal, ha a sejtek a térnek csak egy irányában sorakoznak egymás mellé, tehát minden sejt csak két egymás átellenében fekvő felületével érintkezik, két szomszédjával egy sejtsort alkotva, amelynek vastagsága és magassága egy sejt, hossza több sejt. Ilyenek pl. a *Spyrogyra*, a *Cladophora* stb., a moszatok testei és a többsejtű szőrszál (l. 191. kép).

b) A sejtlemez, ha a sejtek csak két főirányban csoportosulnak, azaz egyszerű réteget alkotnak, amelynek vastagsága egy sejt, szélessége és hosszúsága számos sejt., pl. egyes mohok levelei, a pikkelyszőrszálak stb.

c) A sejttest, ha a sejtek a tér valamennyi irányában csatlakoznak egymáshoz. Ennek méretei tehát mind a három irányban számos sejtből állanak és a kiterjedés mérve szerint lehet ez gömb (pl. sporangiumok), lap (pl. lomblevél), hasáb, henger (pl. fatörzs) stb. alakú. Ezeket az alakokat a legnagyobb változatosságban látjuk a magasabb rendű növények sorában.

### A sejtközök.

Fiatál szövetekben a szomszédos sejtek között üregek nincsenek, kifejlődött szövetekben ellenben találunk ú. n. sejtközöket, amelyek kétféle módon keletkezhetnek; vagy a sejtnövekedés folytán a közös fal részleges hasadása által (schizogén, l. 60. kép), vagy a sejtfal kémiai úton való felbomlása által (lysigén).



A keletkezés időrendi sorrendje szerint viszont a most vázolt üregek, vagy még fiatal fejlődésben lévő szövetekben keletkeznek (protogén), vagy pedig kifejlődött növényi részekben (hysterogén).

Azokban az esetekben, amikor a sejtközök úgy hasadás, mint pedig kémiai úton keletkeznek, a schyzo-lysigén üregekről szólunk, viszont azokat, amelyek egyes szöveti részeknek a szöveti feszültség folytán beálló szakadása folytán keletkeznek, *rhexigén* sejtközök névvel jelöljük. Ilyenek keletkeznek pl. a pázsitfélék (Gramineae) internódiumaiban.

A tartalmukat illetőleg felosztjuk őket:

1. *Levegőtartalmú sejtközökre*, amelyek rendszert schizogén eredetűek, tehát a közös fal ketté hasadása folytán keletkeznek ott, ahol 3, vagy 4 sejt érintkezik, pl. a vékony falú parenchyma szövetekben (l. 60. kép). Ezek a sejtközök, amelyeket más néven intercelluláris üregeknek is neveznek, egymással összefüggnek és hosszú, a sejtek között haladó ún. sejtközötti járatokat, levegőjáratokat alkotnak. Azokban a szövetekben, ahol ezek különösen nagy méreteket érnek el, a sejtek néha csak minimális felületdarabokon érintkeznek egymással. Kitűnő példát szolgáltatnak erre a levél szivacsos-parenchyma sejtjei l. o. Ezek a járatok a növény életében rendkívül fontos szerepet játszanak, ezek vezetik a sejtekhez a lélekzéshez szükséges levegőt és amint a vizsgálatok mutatják, ezek úgy egymással, mint a levegőnyílással és a lenticellákkal szerves összefüggésben állanak és a növény belsejében az életfolyamathoz szükséges levegőt állandóan közvetítik, a lélekzésnél fejlődött  $\text{CO}_2$ -t pedig elvezetik. Egyes vízi növényekben, pl. a Nymphaeaceákban ezek a sejtközi üregek méretei a sejtekét többszörösen fel is mulják (l. 65. kép).

2. *A váladékokat tartalmazó sejtközökre* (váladéktartók). Ezek közé tartoznak a gyantajáratok, az illanó olaj- és gumitartók is. Ezek viszont ismét schizogén eredetűek lehetnek pl. a Pinusok valódi gyantajáratai, vagy lysigén eredetűek, mint pl. a narancs- és citromhøj olajtartói. Viszont a gumit és nyákokat tartalmazó sejtközi üregek rendszert lysigén módon, a sejtfalak feloldása és metamorfózisa

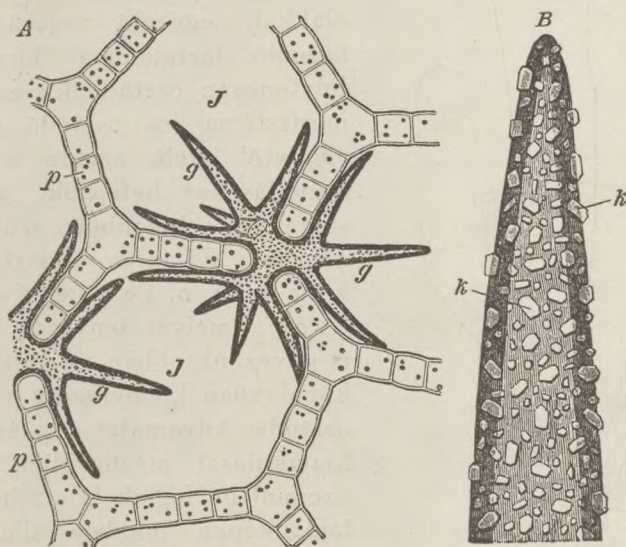


folytán keletkeznek, amikor is a sejtfa elváltozása folytán keletkezett anyag (nyákok, vagy gumi) magát az üreget kitölti.

Ezekről egyébként a mirigyszövetek tárgyalásakor még részletesen lesz szó.

### Merisztematikus, vagy osztódó szövetek.

Merisztematikus, vagy osztódó szöveteknek a növényeknek azokat a szöveteit nevezzük, amelyeknek az élettani feladata kizárólag a hosszúsági és vastagsági növekedés

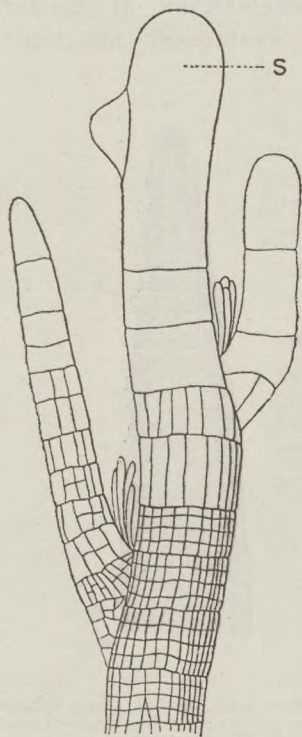


A A *Nuphar luteum* levélnyelének alapszöve; *p* parenchyma sejtek, amelyek a nagy schizogén sejtközi üregeket *J* határolják, *g* alapszöveti szőrök. 150-szeresen nagyítva. — B Az alapszöveti szőrök egy darabja a sejtfaiba beágyazott oxálsavas mészkristályokkal *k*. 800-szorosan nagyítva. Kny után.

gyarapítására szorítkozik. Minden növény tulajdonképpen egy folytonos sejtosztódási folyamatnak köszöni életét, amely a megtermékenyített petesejt osztódásával kezdődik és a növény halálával ér véget. Ez alatt az osztódási folyamat alatt a sejtek egy része osztódási képességét elveszíti és állandósul, másik része azonban osztódó képességét megtartja; ez utóbbiak az ősméristema szövetei.



Ha a kifejlett szarat felfelé követjük egészen a legfiatalabb, még képződésben lévő részébe, akkor azt találjuk, hogy az imént tárgyalt sokféle szövetalak ez utóbbiban még nincsen meg, így pl. az edénynyalábok a növekedésben lévő csúcs közelségében lassanként elveszítik összes állandó szöveteiket és csak néhány, osztódó, hosszúra nyúlt sejtsorból állanak, amelyek a kezdetleges levelekbe kihajolnak. Ezek fölött a szár



66. kép.

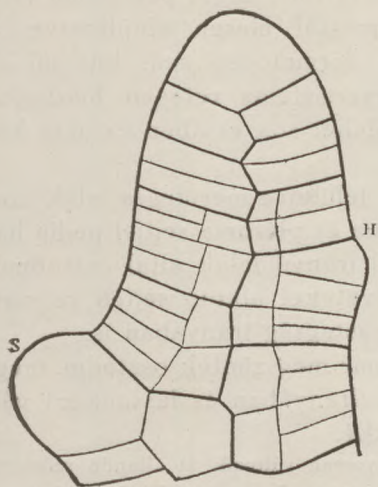
A Stipocaulon tengeri barna moszat teleprészlete; S egymetszésű csúcssejt. — Nagyítva. Geyler után.

legfiatalabb részének tetején egy szövetsdombocskát találunk, amelynek összes sejtjei közel egyforma alakkal, egyenlő nagysággal és hasonló tartalommal bírnak és folytonosan osztódnak; ez az ősz merisztéma (ősz osztódó szövet), amelytől lefelé azután a sejtek osztódásukat befejezik, állandósulnak és a különböző szöveteket alkotják. Ez az ősz merisztéma alkotja az ún. t e n y é s z ő c s ú c s o t, amelyet tenyésző kúpnek is nevezünk abban az esetben, ha kúpalakúan kiemelkedik. Ha az osztódás folyamatát és a szövetek kialakulását megfigyeljük, akkor azonnal be fogjuk látni, hogy tulajdonképpen minden állandósult sejt és szövet fiatal korában merisztematikus tulajdonságokkal bírt.

A fiatal merisztematikus sejtek egymástól alig különböznek; néha megnyúltak, de legtöbbször izodiametrikus alakúak, faluk vé-

kony, plazmában gazdag és feltűnő nagy sejtmaggal bírnak; vakuola nincs, vagy csak az osztódás befejezése után keletkezik. Amíg osztódásban vannak, bennük nagyobb organikus zárványokat — mint pl. keményítő szemecskéket — nem találunk. A vegetációs folyamatok szünetelése alatt, az osztódás





67. kép.

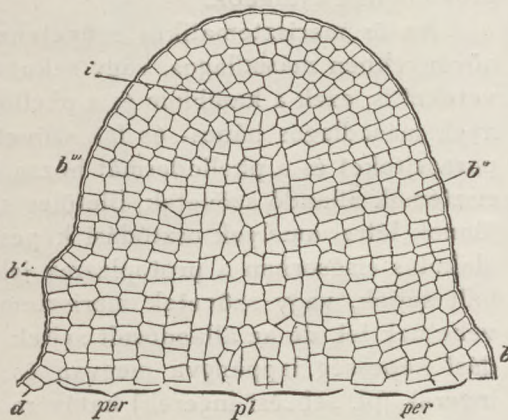
A *Salvia natis* szárának csúcsa hosszant metszve, a kétmetszetű csúcssejtet tüntetve fel. S, H levéldudorok. Pringsheim után.

befejezése után, azonban tartalmi részek megjelenését is megfigyelhetjük bennük. Azokat az állandóan osztódó sejteket, amelyek összességükben a merisztematikus szöveteket alkotják, „iniciális” sejteknek is nevezzük.

A Kryptogamokon az ősmérisztéma összes sejtjei egyetlen egy sejtből, a csúcssejtől (iniciál sejt) származnak. Ez a csúcssejt egy, két, vagy hárommetszésű lehet, de egyébként meglehetősen változó formája van. Így az algákon kúpalakú (l. 66. kép), a mohokon és a harasztokon pedig ékalakú, vagy háromoldalú piramis alakú

bír (l. 67. kép). A virágos növényeken ellenben a tenyésző csúcs tetejét egész sejtcsoport foglalja el, amelynek osztódása által hozatnak létre a többi sejtek (l. 68. kép).

A virágos növények tenyésző csúcsán három sejtréteget lehet megkülönböztetni, u. m. a dermatogént, amely a bőrszövetet hozza létre, a periblémát, amelyből az elsődleges (primär) kéreg lesz és a pleromát, amelyből a bél és az edénnyalábok keletkeznek. A dermatogén rendszerint csak egy sejtrétegből áll, a peribléma 1–5 sejtrétegből, a pleroma pe-



68. kép.

A *Hippuris vulgaris* szárának tenyészőkúpja hosszant metszve; d dermatogén, per peribléma, pl pleroma, i a pleroma kezdő (iniciális) sejtje, b, b', b'', b''' levéldudorok. 400-szorosan nagyítva. Warming után.



dig az előbbieik által körülzárt teret tölti ki. A peribléma és a pleroma nincsenek mindig egymástól élesen elkülönítve, a Gymnospermákon pedig még a dermatogén sem különül el élesen a periblémától. Az ős merisztéma rétegeit hisztogén szövetfejlődésnek is mondják, jóllehet sok esetben ez nem következik be.

A dermatogén sejtjei csak a felületre merőleges falak (antiklin) által osztódnak; a peribléma és pleroma sejtjei pedig háránt (periklin) és sugár (antiklin) irányú falak által osztódnak és ilyenformán szaporítják a szöveteket alkotó sejtek számát, nemcsak a hosszúság, hanem a vastagság irányában is.

A kéreg és a bél sejtjei, ha már megszűntek osztódni, megnyúlnak a szár hossz tengelyének irányában és lassanként változnak át állandó szöveti elemekké.

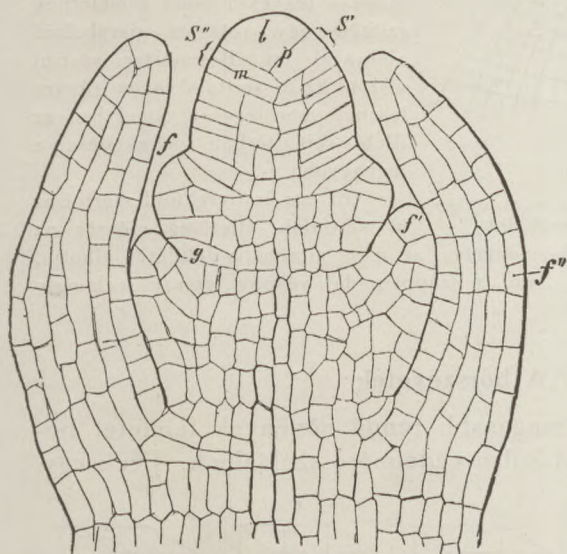
A bél némely növényekben oly gyorsan változik át állandó szöveté, hogy akkor, amidőn a kerületi szövetek még nőnek, tovább növekedni már nem képes, minek következtében a környező és növekedő szövetek által erősen megfeszítettik, annyira, hogy néha szét is szakad. Ily módon keletkeznek a csőves szárazak (Taraxacum, Allium, Gramineák és a diófa rekeszes belü ágai).

A pleromának csak belső részéből fejlődik a bél, kerületi részében pedig az edénynyalábok keletkeznek és pedig aránylag meglehetősen távol a tenyésző csúcstól. Ezek az ú. n. prokambium nyalábok.

Az ős merisztematikus szöveteken kívül találunk még a növényekben másodlagos, vagy sekundär merisztematikus szöveteket is, ezek a kambium és a phellogén. A kambium a növények másodlagos hancs- és fás szöveget, a phellogén pedig a parasejteket és a phellogermát hozza létre. A másodlagos merisztémák állandó szövetek, illetőleg sejtek átalakulása folytán jönnek létre, amelyek osztódási képessége újra éled. Ezen átalakulás elsősorban a protoplazma jelenlétéhez van kötve; elhalt sejtek, vagy szövetek merisztematikus sajátságokat nem vehetnek fel, de az állandósult sejtek mindegyikében az osztódási képesség lappangva megvan és alkalom adtán bizonyos ingerek (pl. sebzési ingerek) hatására aktív lehet. A merisztematikus sejtek, vagy szövetek osztódási sorrendje többféle lehet. A rendes tenyésző csúcson, vagy az egy iniciális sejttel bíró növényeken a sejtosztódás rendszerint az alaptól a csúcs

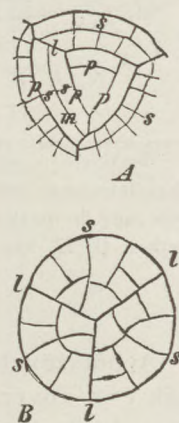


felé folyik, vagyis akropetális irányban. Ennek az ellenkezőjét találjuk, pl. a conidiumspórák kifejlődésénél, ahol a legkívül álló sejt a legidősebb, ez az ú. n. bazipetális sejtosztódás. Végül a fonalas gombákon, vagy az egy sejt sor vastag fonálalakú testből álló moszatokon néha a fonál közepén áll be az osztódás; ennek a neve interkaláris sejtosztódás. A phellogén a parasejteket centrifugális, a phelloderma sejteket pedig centripetális irányban hozza létre; hasonlóképpen a kambium, amely centri-



69. kép.

Az *Equisetum arvense* tenyészkúpjának mediális hosszmet-szete a rügy vegetációs pontján; *p* oldalfal, *s*, *s'* körszeletek, melyek az *m* válaszfalak által tovább osztódnak, *f*, *f'*, *f''* levélkezdemények, *g* oldalrügy, *l* háromszögű csúcssejt. 240-szeresen nagyítva. Strasburger után.



70. kép.

A az *Equisetum arvense* vegetációs kúpjának felülnézete. B u. a. optikai keresztmetszetben a csúcssejt alatt. *l* a körszeletek oldalfalai, *p* a csúcssejt oldalfalai, *s*, *m* osztófalak. 240-szeresen nagyítva. Strasburger után.

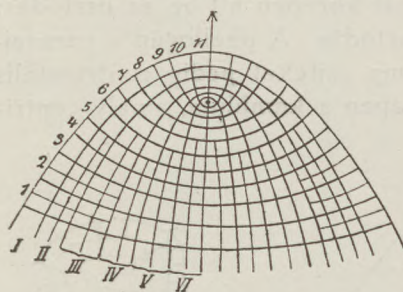
fugálisan a háncsot és centripetálisan a fás részeket alkotja. Az osztódó sejtrétegeknek (iniciális réteg) a száma a phellogénnél 1—2, a kambiumnál azonban rendszerint több is lehet.

Az alacsonyabb rendű növények, mint pl. a Bryophyták és a Pteridophyták csak egy-egy iniciális sejttel növekednek. Ha ez a sejt kétoldalú (pl. *Salvinia*, l. 67. kép), akkor két sor új sejt képződik, ha pedig ez három oldalú (pl. *Equisetum*, l. 69. és 70. kép), akkor három sejt sor keletkezik. Az így elhelye-



zödött új szeletsejtek azután ismét periklin és antiklin falakkal osztódnak tovább.

A tenyésző csúcs sejtjei szintén szabályszerű elhelyeződést mutatnak. A periklin és az antiklin falakat Sachs szerint parabolákkal lehet elhatárolni és pedig oly módon, hogy a periklin és antiklin paraboláknak közös



71. kép.

A tenyészőcsúcs metszetének vázlata. 1—11 antiklin, I.—VI. periklin sejtsorok. Sachs után.

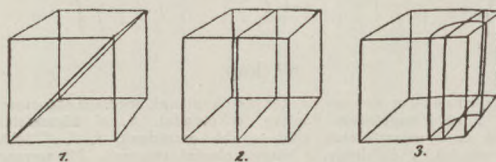
ezeket létrehozó vékony plazmahártya, az ú. n. minimális felületet alkotja, vagyis úgy helyezkedik el, mint a szappanoldat vékony lemeze valamely keretben (l. 72. kép).

fókusza és tengelye van. Sachs hat ilyen parabolát különböztet meg (l. 71. kép). Az antiklin paraboláknak az a sajátága, hogy a csúcs felé erősen görbülteké válnak. Maga a tenyésző csúcs elméletileg szintén egy rotációs paraboloid alakjával bír. Hofmeister szerint viszont az új sejtfalak azon irányra lesznek merőlegesek, amelyben az illető sejt térbeli növekedése a legnagyobb.

Errera és Berchtold szerint az új sejtfalak, illetőleg először az

### A bőrszövetek.

A bőrszövetek a magasabb rendű növények felületét borítják és a növényi test külső védelmére szolgálnak. Ezek egy, vagy kivételesen több sejtsorból állanak és sejtjeik oldalt sokkal szorosabban függenek egymással össze, mint az alattuk lévő sejtréteggel és azért a bőrszövetek ezektől könnyen el is vá-



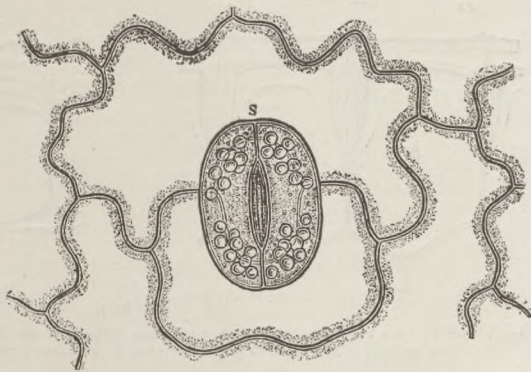
72. kép.

A szappanlemez elhelyezkedése a köbszerű keretben; ha a lemezt az átló irányában helyezzük el, el fog tolni, míg az oldalfalakkal párhuzamosan középre jut; ha pedig az egyik oldalfalhoz közel párhuzamosan állítjuk be, úgy az egyik sarokra húzódik. Berchtold után.

laszthatók. A bőrszövetek élettani szerepe elsősorban a növényeknek külső káros behatásokkal szemben való megvédésében áll. Így védik ezek a növényt a külső mechanikai, kémiai és káros fénybehatásoktól, megakadályozzák a növények



túlságos párolgását és egyúttal a levegőnyílásokkal és lenticellákkal a vízzel való gazdálkodást szabályozzák. De másrésről a növény lélekzésénél is ezen utóbb említett berendezések útján fontos szerepet játszanak; néha a víz raktározására is szolgálnak, de mindezekon kívül átalakult formában a bőrszövetek gyakran a tápanyagok felvételére (gyökér) és váladék kiválasztására (rügypikkelyek stb.) is szolgálnak. Tisztán morfológiai szempontból a bőrszövetek alatt — eltekintve az élettani tevékenységtől — csak olyan szöveteket értünk, amelyeket a dermatogén hozott létre, azonban az élettani jelentőséget alapul véve, azokat a szöveteket is ide kell sorolnunk, amelyek a periblémából származnak, de amelyek kifejezetten a bőrszövetek élettani feladatainak a végzésére szolgálnak. Ez utóbbiakat nevezzük hypodermának. Az ide tartozó főbb szövettípusokat a következő rendszer szerint fogjuk tárgyalni: a) az egyrétegű bőrszövet, vagy az epidermis és ennek a függelékei;



73. kép.

A *Thymus serpyllum* levegőnyílása felülről tekintve; *s* a zárósejtek által képezett nyílás. Kny után.

b) a többrétegű bőrszövet és a hypoderma; c) a paraszövetek.

Az epidermis a növények fiatal földfeletti\*) szerveit fedi és ezeknek külső védelméül szolgál, sejtjei rendszerint szorosan záródnak egymáshoz és egyenlőtlen vastagodást mutatnak.

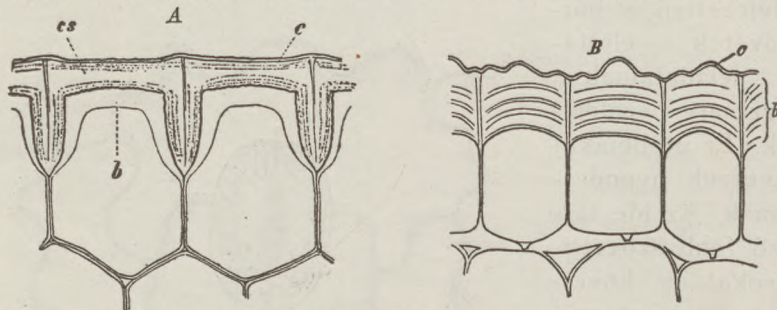
Az epidermis sejtjei olyan szorosan záródnak egymáshoz, hogy köztük, a légréseket kivéve, sejtközöket nem lehet találni. Chloroplasztákat többnyire csak a levegőnyílások záró-

\*) A fiatal gyökereken is megjelenik, azonban élettartama nagyon rövid és csakhamar az alatta kifejlődő exodermis váltja fel.



sejtjeiben találunk (l. 73. kép), a vízi növények és némely árnyéket kedvelő haraszt levelében a többi epidermis sejtekben is, azonban más festőanyagokat (pl. antocián stb.) gyakran tartalmaznak.

Az epidermis sejtek külső fala, amely a külső behatásoknak leginkább van kitéve, rendszeren meg szokott vastagodni, minek következtében gyakran rétegezettséget lehet rajta megkülönböztetni, míg sejtjeinek oldal- és belső fala vékonyabb marad. A megvastagodott falrész legtöbbször *boltozatos* alakot vesz fel, ami ennek mechanikai ellenálló képességét növeli (l. 74. kép). Az epidermis sejtek alakja az esetek legtöbbjében táblaalakú, illetőleg a sugár iránti méretük kisebb, mint az érintő irányában való, néha azonban hosszúkás, vagy izo-



74. kép.

A az *Aloë acinacifolia* levelének epidermis sejtjei. B az *Allium Cepa* levelének epidermis sejtjei; c kutikula, cs kutikula-rétegek, b cellulóz-rétegek. Haberlandt után.

diametrikus alakú is lehet. A megvastagodott, tehát a levegővel érintkező sejtfalet egy a már ismertetett *kutin* anyagból álló hártya fedi, amelyet *kutikulának* nevezünk. Vastagabb sejtfaletnél a kutikula és a sejtüreget kibélelő tiszta cellulózból álló hártya között gyakran még többé-kevésbé *kutinnal* átitatott rétegeket találunk, amelyek jóddal és kénsavval kezelve, a zöldeskéktől — a zöldesbarnáig sokféle színváltozatot mutatnak.

Haberlandt a vastag epidermis sejtfaletben három réteget különböztet meg, ú. m.: 1. a tiszta cellulózból álló belső cellulóz réteget, 2. a kutinnal átitatott cellulóz réteget, amelyet ő *kutikulár* névvel jelöl és 3. a tiszta kutinból álló *kutikulát* (l. 74. kép).

Nagyon gyakran találunk az epidermis sejtek falában *kovasavat*. Pl. *Equisetum* és a *Gramineákon* stb.



Igen sok esetben a kutikula felett viaszlerakodást is találunk. Ez a viaszbevonat okozza — finom bevonat alakjában — sok gyümölcsnek, pl. a szilvának a hamvaságát; gyakran azonban viszonylag vastagon is jelentkezik, mint pl. a *Ceroxylon andicola* törzsén.

A viaszbevonat legtöbbször csak az epidermis sejteket fedi, a szőrszálakon és a levegőnyílások záró- és melléksejtjein gyakran hiányzik (l. 75. kép).

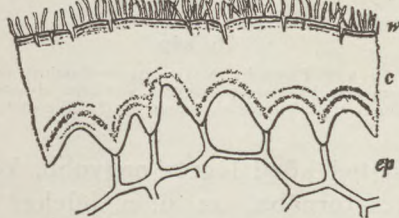
A viaszlerakodás három alaki formáját különböztethetjük meg: 1. a szemecskés bevonatot, amely finom, egymáshoz szorosan záródó szemecskékből áll, ilyeneket találunk pl. a gyümölcsökön; 2. a pálcikás bevonatot, amely az epidermis sejtek falára merőlegesen elhelyezett viaspálcikákból áll, pl. a cukornád szárán és végül 3. a kéregszerű viaszbevonatot, amely mint egy homogén vastag réteg borítja a kutikulát, pl. az előbb említett *Ceroxylon* törzsén.

Úgy a kutin, mint pedig a viasz zsíros természetű anyagok lévén, a fiatal növényi részeket főképen a túlságos párolgás ellen védik és az esővíz lepergését segítik elő, miután ezek az anyagok a vizet nagyon nehezen bocsátják keresztül.\*)

A kutikula a fiatal növényi részeket a levegőtől úgyszólván teljesen elzárja. Hogy azonban a növény életében oly fontos szerepet játszó lélekzési folyamat ennek dacára is végbe mehessen, a szorosan egymás mellé záródó epidermis sejtek sorát helyenként levegőnyílások (szájnyílások, légnyílások) szakítják meg.

A levegőnyílások olyan szervek, amelyek a sejtközök levegőjének a külső levegővel való közlekedését közvetítik és a sejtek között futó üregekkel (intercelluláris üregek) összeköttetésben lévén, a növény belsejében egy jól kiépített levegőcsatornahálózatot hoznak létre.

A levegőnyílás két, legtöbbször félholdalakú sejtből áll, amelyek homorú oldalaikkal egymás felé fordulnak; ezek a zá-



75. kép.

*Acer striatum* viaspálcikái w; c kutikula, ep epidermis, 600-szorosan nagyítva. De Bary után.

\*) A viaszbevonattal ellátott fiatal növényi részeket megnedvesíteni egyáltalában nem lehet. Ha ezeket (pl. fiatal ákáclevélke) vízbe buktatjuk, akkor a víz apró, higanyhoz hasonló cseppek alakjában folyik le róla.

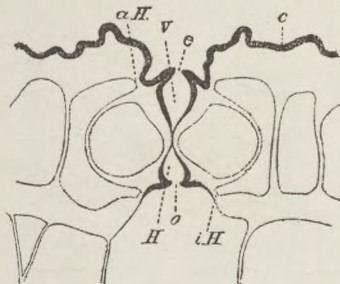






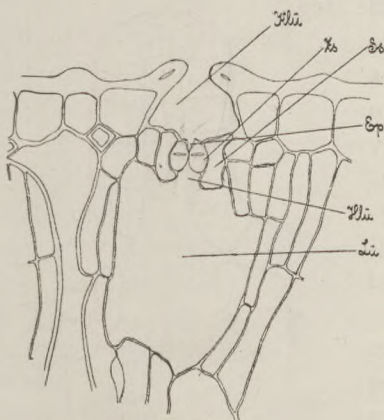
A zárósejtek fala rendszerint azon a helyen, ahol a közvetlenül mellette álló szomszédos epidermis sejthez csatlakozik, erősen meg szokott vékonyodni. A sejttal ezen helyeit külső és belső csukló, vagy sarok névvel szoktuk megjelölni (l. 78. kép).

A zárósejtek gyakran a környező epidermis sejtek szintje alá vannak süllyesztve, ami által egy üres tér, az ú. n. külső lélekző udvar jön létre (l. 76. kép). A zárósejtek be-süllyesztése, továbbá a már említett elő pitvar kialakulása kétségen kívül azt célozza, hogy ezáltal az elpárolgás mértéke a minimumra legyen redukálva. Az ilyen módon keletkezett külső lélekző udvar úgyszólván állandóan vízpárával van



78. kép.

A nárcisz levegőnyílásának keresztmetszete. V előpitvar, H hátsó pitvar, αH külső csukló, iH belső csukló, c eisodialis, o opisthiálisnyílás, c kutikula. Linsbauer után.



79. kép.

A *Hakea suaveolens* levegőnyílásának keresztmetszete. Ep előpitvar, Hli hátsópitvar, Hli külső lélekzőudvar, Li belső lélekzőudvar, Hs segédsejt, Zs zárósejt. Dr. Fehér eredeti rajza.

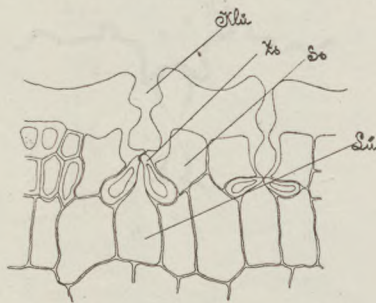
telítve, amely a növény bel-sejéből kiinduló párolgást akadályozza meg. Ilyen berendezéseket elsősorban száraz termőhelyi növényeken találunk, pl. *Dasylium*, *Nerium*, *Robinia*, *Hakea* stb. (l. 79. és 80. kép).

Nem ritkán a levegőnyílások a környező epidermis sejtek szintje fölé is emelkedhetnek. Ezt a berendezést olyan növényeken találjuk meg, amelyek vagy nagyon párás, nedves levegőjű termőhelyen élnek, vagy amelyek külső felületét vá-

ladékbevonat takarja. A cél itt viszont az, hogy a váladékbevonat dacára a lélekzés művelete akadályokba ne ütközzék (l. 81. kép).



Különös sajátossága a zárósejteknek az a körülmény, hogy ezek, legalább addig, amíg a levegőnyílások életben vannak, mindig chlorophyllt és keményítőt tartalmaznak (l. 73. kép).



80. kép.

A *Dasylium acrotrichum* levegőnyílásának keresztmetszete. A külső lélekzõudvar, Zs zárósejt, S segédsejt, Lb belső lélekzõudvar. Dr. Fehér eredeti rajza.

lános formájától a természetben számos eltérést találunk, amely különösen ezeknek a működésében és az ennek megfelelő alaki eltérésekben nyilvánul meg.

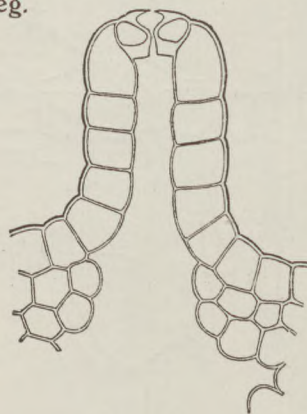
A levegőnyílások feladata abban áll, hogy a növényt a túlságos párolgás ellen megvédjék és épen ezért anatómiai szerkezetük úgy van megalkotva, hogy bőséges víztartalom esetén a zárósejtek megduzzadnak és így a lélekzést megnyitják, míg vízhiány alkalmával összezsugorodnak és a lélekzést elzárják. Ez a működésük, amint az élettani részben részletesebben fogjuk látni, a sejtek belsejében a víztartalommal összefüggő ozmotikus nyomás, az u. n. turgor változásával van összefüggésben.

Nagy vonásokban két típust különböztetünk meg. Az első típusnál a zárósejtek az epidermis külső szintjével párhuzamosan változtatják a for-

A keményítő és a chlorophyll tartalom valószínűleg a levegőnyílások ozmotikus működésével van összefüggésben.\*)

Ez a chlorophyll tartalom ezekben a sejtekben még akkor is jelentkezik, mikor a környező epidermis sejtek ezt egyáltalában nem tartalmazzák.

Természetesen a levegőnyílások a most vázolt álta-



81. kép.

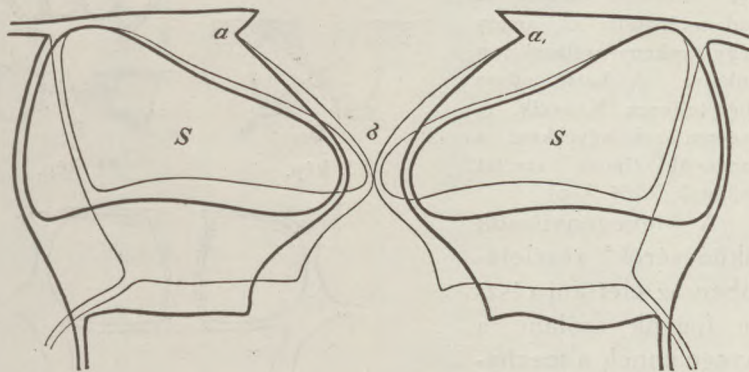
A *Cucurbita Pepo* kocsányának kiemelt levegőnyílása. (Haberlandt után.)

\*) A keményítő ugyanis a szükséghez képest cukorrá, tehát egy erősen ható ozmotikus anyaggá változhatik át.



májukat, a második típusnál erre merőlegesen. Az első típus viszont a levegőnyílások különböző formája szerint ismét alcsoportokat foglal magában.

A leggyakoribb az ú. n. Amaryllidaceák típusa, ahová a legtöbb egy- és kétszikű növény levegőnyílása tartozik. E típusban a zárósejtek hátsó fala vékony marad, míg ellenben a hasi- és az epidermis felé eső falrészlete megvastagodik. Ezen sajátáguknál fogva a zárósejtek fala, illetőleg maguk a zárósejtek a nyitáskor és a záráskor az epidermis felületével párhuzamos mozgást végeznek (l. 83. kép). A második ide tartozó csoport a Gramineák típusa (l. 84. kép). A levegőnyílások ezen formájánál a zárósejtek két vége vékonyfalú hólyagformát mutat, míg a középső rész, az ú. n. összekötő rész erősen megvastagodik. Ennek megfelelően a zárósejtek hosszmetsete (medián metset) súlyzó alakú lesz. Mihelyt az ozmótikus



82. kép.

A *Helleborus* sp. levegőnyílásának a keresztmetsete nyitott (vastag vonal) és zárt (vékony vonal) állapotban. *S* zárósejtek, *b* nyílás, *a*, mozdulatlanak gondolt felületek. (Schwendener után.)

nyomás nagyobbá válik, a zárósejtek két vékonyfalú vége megnyúlik és ezáltal az érintő irányában elválasztja egymástól a két zárósejtet, tehát a légrést nyitja; míg ellenben a turgor kisebbedésével ismét eredeti alakjukat nyerik vissza és ezáltal a középső összekötő rész a nyílást bezárja.

A második típus, az ú. n. *Mnium* típus, amely a mohokon és a páfrányokon van leginkább elterjedve. Itt az első típussal ellentétben viszont a háti rész vastagodik meg, míg a hasi és az epidermális rész vékonyfalú marad (l. 85. kép). A Marchantiaceák prothalliuma kezdetleges levegőnyílásokkal rendelkezik, amelyek a zárás és a nyitás mechanizmusát elvégezni nem képesek és ezért ezeket külön „lélekző üregek” névvel jelölik.

Ennek megfelelően, ha a turgor emelkedik, az epidermális és a hasi falrészletek egymástól eltávolodnak és így a légrést kinyitják, míg a turgor kisebbedésekor ezek ismét eredeti helyzetükbe térnek vissza és a légrést bezárják.

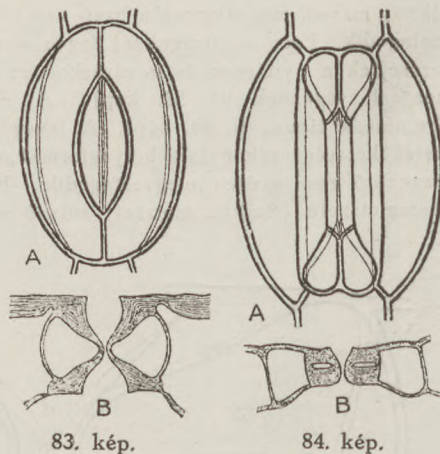


A Schwendener által behatóan megvizsgált és leírt *Helleborus* típus (l. 82. kép) a kettő között átmenetet képez, miután ennél a formánál a zárósejteknek az epidermisre merőleges és evvel párhuzamos mozgása egymással kombinálva jelentkezik.

A mi erdei fáinknak levegőnyílásai általában az első típusnak felelnek meg. Még pedig az Amaryllidaceák rendszere szerint. A fenyőfélék levegőnyílásának alakja bizonyos szabálytalanságot mutat. A légrés nincsen szabályosan kifejlődve, ennek a helyét az előudvar foglalja el, amely itt egy keskeny nyílássá van redukálva. A hátsó udvar pedig teljesen hiányzik. A levegőnyílások egyébként a Gramineák típusa szerint működnek (l. 84. kép).

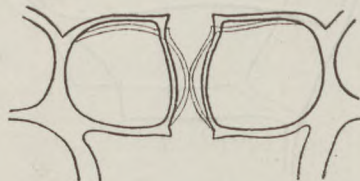
A levegőnyílások működéséről részletebben az élettani részben fogunk szólni; a lényege ennek a mechanizmusnak abban áll, hogy a zárósejtek kellő víztartalom és az ezt követő nagyobb ozmotikus nyomás alkalmával a légréseket kinyitják, míg a víztartalom csökkenésekor, tehát akkor, mikor a növény a vízveszteség ellen kell megvédeniök, a légrést bezárják. Ez a működésük tisztán mechanikai alapon megyen végbe. A zárósejtek megvastagodott falrészletei a nagyobb nyomásnak ellentállanak, a vékonyabbak engednek és így a külső és belső csuklók közreműködésével a zárás és nyitás feladatát elvégzik.

A levegőnyílások nagysága az egyes növényfajok szerint meglehetősen változó (lásd a táblázatot).



83. kép.

84. kép.



85. kép.

Az Amaryllidaceák levegőnyílásának a típusa. A vastag vonal a zárósejtek alakját nyitott levegőnyílás esetén, a vékony vonal pedig azok alakját zárt levegőnyílás esetén mutatja. A felülnézetben, B keresztmetszetben. (Haberlandt után.) 83. kép.

A Gramineák levegőnyílásának a típusa mindkét melléksejttel nyitott (vastag vonal) és zárt (vékony vonal) állapotban. A felülnézetben, B keresztmetszetben. (Haberlandt után.) 84. kép.

A *Mnium* típus levegőnyílása keresztmetszetben nyitott (vastag vonal) és zárt (vékony vonal) állapotban. (Haberlandt után.) 85. kép.



A növény neve	A levegőnyílások száma egy mm <sup>2</sup> felületen a levél		Az egész levegőnyílás-készüléknek milliméterekben adott			Egy mm <sup>2</sup> levélfelületen előforduló készülékek által elfoglalt terület a levél		A levél mindkét felületének 1 mm <sup>2</sup> területén lévő készülékek összegezett	
	színén	fonákán	hossza	szélessége	területe	színén	fonákán	száma	területe
Fehér eperfa ( <i>Morus alba</i> )	—	480	0'018 — 0'021	0'008 — 0'021	0'000114-0'00047	—	0'0547-0'2298	480	0'0547-0'2298
Közönséges orgona ( <i>Syringa vulgaris</i> )	—	330	0'028	0'016	0'000352	—	0'1162	330	0'1162
Közönséges útlapú ( <i>Plantago media</i> )	—	243	0'026	0'021	0'000429	—	0'1142	243	0'1142
Csőves tengeri ( <i>Zea Mays</i> )	94	158	0'037	0'029	0'000843	0'0792	0'1332	252	0'2124
Vetemény borsó ( <i>Pisum sativum</i> )	101	216	0'024	0'017	0'00032	0'0323	0'0691	317	0'1014
Tányérrozsza napraforgó ( <i>Helianthus annuus</i> )	175	325	0'034	0'023	0'000614	0'1074	0'1995	500	0'3069



A levegőnyílás hosszát tekintve, leghosszabb a *Gagea lutea*-é 0'084 mm., legrövidebb az *Amaranthus caudatus*-é 0'010 mm., legkeskenyebb a *Hakea penduláé* 0'006 mm., legszélesebb az *Amaryllis formosissimáé* 0'079 mm. A készülék egész területe 0'0002—0'0008 mm<sup>2</sup> között váltakozik. Legkisebb az *Amaranthus caudatus*-é 0'00011 mm<sup>2</sup>, legnagyobb az *Amaryllis formosissimáé* 0'00459 mm<sup>2</sup>.

A levegőnyílások eloszlása a levélen nem egyenletes. Rendszerint a levél alsó oldalán jelentkeznek legnagyobb számban (l. 86. kép). Vízí növényeken, amelyeknek levelei a víz felületén úsznak, gyakran csak a felső oldalon jelentkeznek (pl. *Nymphaea alba* és *thermalis*). Számuk a lombleveleken átlag

100—300 mm<sup>2</sup>-kint. Száraz klímájú termőhelyen növekvő növényeken számuk kisebb, mint a nedves termőhelyen tenyésző növényeken. Pl. 1 mm<sup>2</sup>-re számítva átlag

a *Populus nigra* 135

a *Populus alba* 315

levegőnyílással rendelkezik.

Néhány növényre vonatkozó adatot, közöttük egyes erdei fákra vonatkozólag az alábbiakban állítottunk össze:\*)

A levegőnyílások száma mm<sup>2</sup>-kint a levél

	felső oldalán	alsó oldalán
<i>Nymphaea alba</i>	460—330	0
<i>Nymphaea thermalis</i>	652	0
<i>Sedum acre</i>	0	10—20
<i>Acer platanoides</i>	0	550
<i>Quercus robur</i>	0	288—346
<i>Prunus avium</i>	0	216—253
<i>Pirus malus</i>	0	246
<i>Pinus silvestris</i>	74	84
<i>Abies alba</i>	0	98
<i>Syringa vulgaris</i>	0	330
<i>Olea europaea</i>	0	675

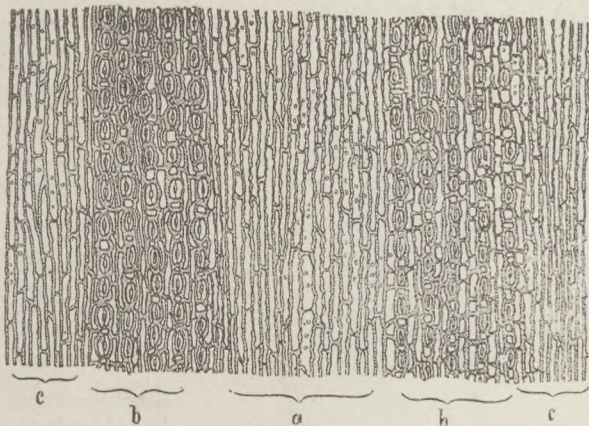
86. kép.  
A *Fouqueria splendens* levegőnyílásai a levél alsó oldalán. 1 zárva, 2 részben nyitva, 3 nyitva. (Lloyd után.)

\*) A levegőnyílások előfordulása nincs a levelekre korlátozva, a legtöbb fiatal hajtáson megtaláljuk őket, ahol azután a phellogén fellépése véget vet működésüknek. A későbbben tárgyalandó lenticellák a legtöbb fánál ilyen levegőnyílással veszik kezdetüket.



	A levegőnyílások száma mm <sup>2</sup> -kint		
	a l e v é l		
	felső	oldalán	alsó
<i>Brassica rapa</i>	0		716
<i>Morus alba</i>	0		480
<i>Alnus glutinosa</i>	0		275
<i>Robinia Pseudoacacia</i>	0		240

Elhelyezésük néha szétszórta, de viszont egyes fajokon (pl. *Abies*) szabályos sorokban vannak elhelyezve (l. 87. kép). Víz alá merült növényi részeken és gyökereken nincsenek. Abszolút számuk is nagyon nagy, pl. a csertölg- és a mézgás égerfa levelén két milliónál több van. A szőlő levelén 3,842.850 van. A *Victoria regia* egy-egy levelén 1055 milliót találtak.



87. kép.

*Abies alba*. A levél fonákának bőrszövege; *a* a középér felett, *b* levegőnyílás sorok, *c* oldalt álló epidermis sejtek. 75-szörösen nagyítva. Nobbe után.

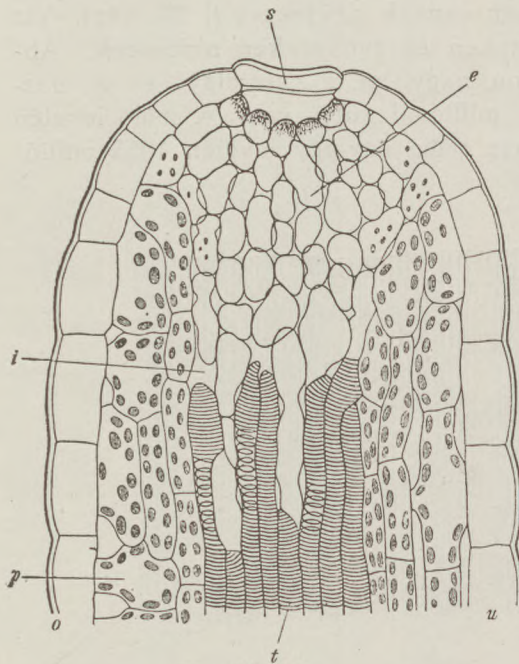
Ez a nagy szám azonban felette indokolt, ha meggondoljuk, hogy a légrések szélessége nyitott állapotban mindössze 0'001—0'002 mm. között változik. Ha tehát a növény a kellő mennyiségű vízmennyiséget el akarja párologtatni, ezt csakis úgy éri el, hogy a levegőnyílások számát szaporítja. Pl. a légrések terjedelme 0'00001—0'00009 mm<sup>2</sup> között ingadozik, ha 700 levegőnyílást veszünk számításba, akkor ezek a levél felületének 1 mm<sup>2</sup>-ből már 0'007—0'063 mm<sup>2</sup> tesznek ki. Ha pedig pl. 2,000.000 levegőnyílást tételezünk fel egy levélén, akkor az egész levélén található légrések felületének összege 20—180 mm<sup>2</sup>, azaz 0'2—1'8 cm<sup>2</sup> között fog váltokozni.



A levegőnyílások működési tartama időben korlátozott, gyakran elveszítik mozgékonyágukat, viasz, gumi stb. eltömheti őket.

A levegőnyílásokat a fiatal epidermis sejtek hozzák létre; egyik embryonális állapotban lévő epidermis sejt két sejtre oszlik. Ezek közül a kisebbik lesz a száynyílás anyasejtje, amely a következő osztódása alkalmával a két zárósejtet hozza azután létre; a válaszfal, amely ezeket elkülöníti, előbb egyszerű, később azonban ketté hasad és a légrés nyílását alkotja.

A levegőnyílásoktól jól meg kell különböztetnünk a víznyílásokat, vagy hydathodákat. Ezek, eltekintve anatómiai különbözőségeiktől, élettanilag is más tevékenységet végeznek. Amíg a levegőnyílások elsősorban a növények vízpárolgatásának és lélekzésének szolgálatában állanak, addig a víznyílások kizárólag a cseppfolyós halmazállapotban lévő víz kiválasztására szolgálnak. Az általuk kiválasztott vizet — különösen a kora reggeli órákban — egyes növények levelein kitűnően meg lehet fi-



88. kép.

A *Primula sinensis* levélfogának víznyílása (epithem-hydathod) keresztmetszetben. *t* a kiszélesedett edénynyaláb tracheidai, *e* epithemsejtek, *s* egy hosszszelvényű víznyílás zárósejtje, *i* intercelluláris üreg, *o* a levél felső, *u* a levél alsó részének az epidermise, *p* chlorophyll parenchyma sejtek. Haberlandt után.

gyelni. Ezt a jelenséget más néven guttációnak is mondják, amelyet gyakran a gyökérnyomás idéz elő. Kitűnően megfigyelhetjük ezt pl. fűzfaleveleken, a *Tropaeolum*, a *Solanum Lycopersicum*, a *Clerodendron* stb. levelein.

A víznyílások kétségtől a levegőnyílásokból vezethetők le, amelyektől azonban sok tekintetben különböznek. A víz-



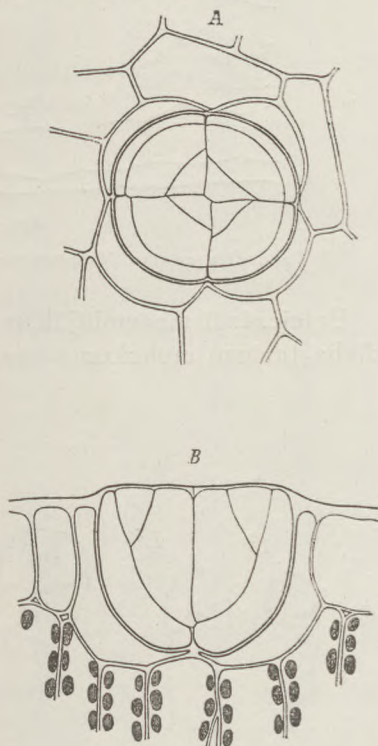
nyílások zárósejtjei merevek, az eddig tárgyalt jellemző falvastagodásokkal nem bírnak és ennél fogva a közöttük lévő rést állandóan nyitva tartják. Közvetlenül a zárósejtek alatt egy laza összefüggésű parenchyma szövet foglal helyet (epithem), amely intercelluláris üregeket hálóz be (l. 88. kép).

Ezek az üregek, illetőleg maga az epithem összefüggésben van az alatta végződő tracheákkal és tracheidákkal, amelyek a vizet ide közvetlenül szállítják. A víznyílások ezen tipikus formáján kívül még más berendezések is szolgálnak a cseppfolyós víz kiválasztására. Így pl. a *Gonocaryum pyrifolium* epidermisén különleges felépítéssel bíró epidermis sejtek választják ki a vizet. Többsejtű, ú. n. vizet kiválasztó mirigyeket találunk pl. egyes *Plumbago* fajokon, amelyek ezen célra átalakult epidermis sejtekből állanak. A mirigy 12 sejtből áll, a négy középső sejt kutikulája a vízkiválasztás céljaira át van lyukasztva (l. 89. kép).

Gyakran egyes epidermis szőrök (trichomák) működnek mint hydathodák. Ilyeneket találunk pl. a *Phaseolus multiflorus* leveleinek alsó oldalán, a *Lathraea Squamaria* levelein stb.

A levegőnyílásokon párolgás útján eltávozó víz mennyisége matematikailag kifejezhető a

$$v = \frac{q \times (p - p^1)}{1} \times k \quad \text{képlettel, ahol } p \text{ a belső és } p^1 \text{ a külső páranomást,}$$

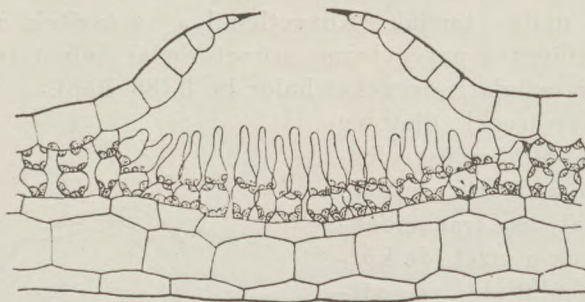


89. kép.

A *Plumbago lapathifolia* víznyílásai a lomblevél felső oldalán. A felülnézetben, B keresztmetszetben. A virágsejtek plazma tartalma eltűnt. Haberlandt után.



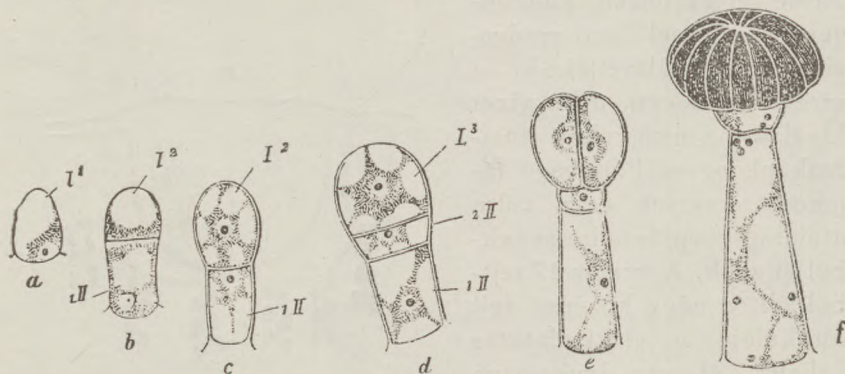
$v$  a páramennyiséget,  $q$  a légrés keresztmetszetét,  $l$  a légrés hosszúságát és  $k$  a levegőnyílás állandóját jelenti.



90. kép.

A *Fagatella conica* lélekzőnyílásának a keresztmetszete. Haberlandt után.

Befejezésül megemlíti még, hogy a Marchantiaceae családjába tartozó mohokon a magasabb rendű növények levegő-



91. kép.

A *Scrophularia nodosa* kocsányán levő szőrszálak fejlődése egymásután következő osztások által. A római és arab számok a sejtek keletkezési sorrendjét és értékét jelzik; a–e 480-szorosan, f 390-szeresen nagyítva. Weiss után.

nyílását ú. n. lélekző nyílások helyettesítik, amelyek körül az epidermis sejtek helyenként boltozatokat alkotnak (l. 90. kép).

Az epidermis függelékei: a növényi szőrszálak, illetőleg a trichomák. Trichoma,\*) vagy

\*) Ha az epidermis alatti szövetcsoportok is résztvesznek ezeknek a szerveknek a felépítésében, akkor emergenciákról szólunk.

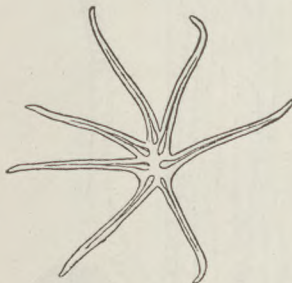


szőrszál alatt a növényi anatómiában a növény azon képződményeit foglaljuk össze, amelyek kizárólag az epidermis sejtekből fejlődnek és amelyek az epidermis felülete fölé emelkednek. Helyük nem határozott, az epidermisen bárhol megtaláljuk őket. Kifejlődésük és alakjuk rendkívül változó. Rendszerint a tenyészőkúp egy dermatogén sejt-, vagy sejtcsoport felületi növekedése által keletkeznek. A kiemelkedő sejt vagy válaszfal nélkül marad, vagy pedig válaszfalakkal osztódik és egy sejtsort alkot, amelynek végső sejtje vagy kúpalakú, vagy pedig gömbalakúan megduzzad, vagy pedig másféle alakú (pl. kiszélesedik). A sejtsor végső sejtje haránt- és függélyes falakkal is osztódhatik s így keletkeznek a buzogány- és paizsalakú szőrök, vagy pik-



92. kép.

Az *Elaeagnus angustifolia* levelének pikkelye. Unger után.



93. kép.

A *Castanea vesca* levélfonákának csillagszőrszála. Nobbe után.



94. kép.

A *Platanus* levelének elágazó szőrszála. 75-szörösen nagyítva. Nobbe után.

kelyek (*Elaeagnus*).\*) Gyakran, ha több epidermis sejt osztódik, a szőrszálak több sejtsorból is állhatnak. Ezeket összetett szőröknek is mondják, pl. a *Ribes Grossularia*, vagy az *Aesculus Hippocastanum* mirigyszőrei. A szőrszálakon mindig jól megkülönböztethető az epidermis szintjében lévő talpazat, az erre felépített test és sok esetben ezt a talpsejtet körülvevő szomszédos támogató sejtek. Legtöbbször fiatal hajtásokon, leveleken, rügyeken stb. találjuk őket (l. 91., 92., 93., 94., 95., 96., 97., 98. kép).

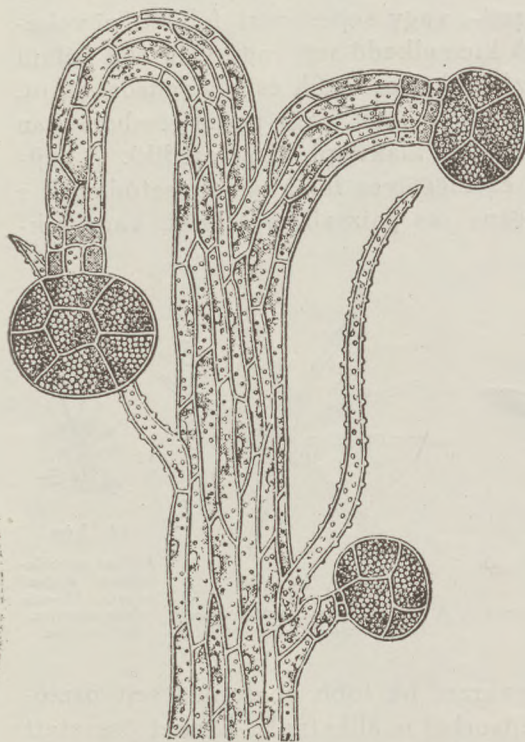
A szőrszálak élettani működése rendkívül változatos. Mégis nagy vonásokban élettani szempontból négy nagy csoportba

\*) A pikkely rövid nyélen ülő, egy síkban kiszélesedő sejtekből álló hajszálképlet.



oszthatjuk fel őket; és pedig a) védő szőrszálak, b) kapaszkodó szőrszálak, c) mirigyszőrszálak, d) táplálkozási és egyéb ökológiai feladatot végző szőrszálak.

A védő szőrszálak munkája szintén meglehetősen változatos. Leginkább fiatal növényi szerveken, vagy olyan növényeken jelentkeznek,



95. kép.

A *Ribes Grossularia* összetett mirigyes szőrszálának felső része. 250-szeresen nagyítva. Weiss után.

amelyek száraz, vagy túl hideg termőhelyeken tenyésznek. Ezek a növényt részben a túlságos vízveszteség, részben pedig a nap sugarai és a hideg ellen védik. Ilyenek pl. a *Populus alba*, a *Robinia Pseudoacacia*, a *Quercus lanuginosa*, a *Platanus*, a *Stachys germanica* stb. fiatal hajtásain és levelein található szőrszálak.\*)

A szőrszálak nagy része élő plazmatikus tartalmát hamar elveszíti, a sejtfal megfásodhatik, szén-savas mész, vagy kóvasav rakódhatik bele; megfásodás pl.

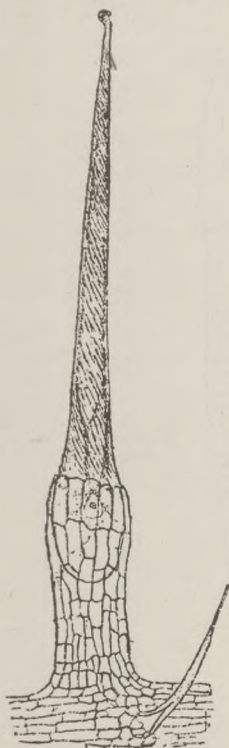
a *Platanus*-, a *Castaneánál* stb., elmeszedés, illetőleg elkovásodás a csalánszőrszálakban stb.

A védő szőrszálak egy különös csoportját alkotják azok a

\*) A *Stachys* levél felületén mm<sup>2</sup>-en 120 szőrszálát, a *Robinia* fiatal levelein 110–130 szőrszálát is lehet találni. Ha a *Robiniánál* kerekén 1 cm<sup>2</sup> levélfelületet tételezünk fel, úgy ide közel 13.000 szőrszálacska fog jutni.



szőrszálak, amelyek a növényeknek az állatok elleni védekezésénél nyújtanak segédkezet. Ilyen többek között a csalán fulánkyszőrszála, amely számos sejtképezte szőrpárnán álló egy-



96. kép.

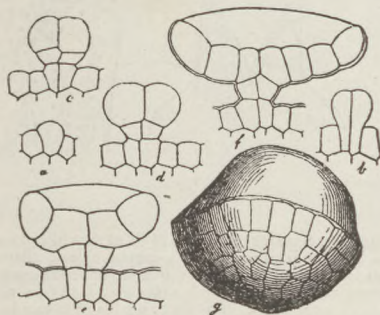
Az *Urtica dioica* fulánkja az epidermis részletével, melyen az egyszerű szőrszál látszik. 60-szorosán nagyítva Strasburger után.

sejtű szőrszál; a szőrszál kissé dagadt és alkalmas módon alakult vége könnyen letörik és a toxikus anyagokat tartalmazó sejtnedv a letört és kihegyesedett sejttel által előidézett seben keresztül belejuthat a szőrszállal érintkező testrész bőrébe, ahol kellemetlen égést és hólyagosodást okozhat.



97. kép.

*Gossypium arboreum* magjának szőrszálai: a terméságazat, a természetes nagyság fele, b mag, c u. a., de hosszant metszve, 2-szeresen nagyítva, d embrió erősebben nagy tva. Nobbe után.

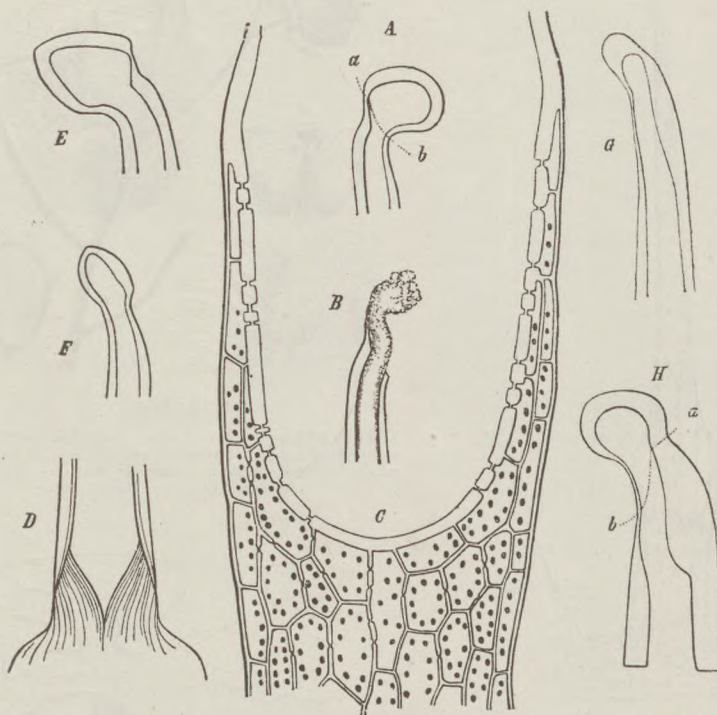


98. kép.

A *Humulus Lupulus* mirigyszőrszálának fejlődési állapotai; a-f 320-szorosan, g 134-szeresen nagyítva. Rauter után.



Ezek a szőrszálak könnyű törékenységüket elsősorban annak köszönik, hogy a szőrszál alsó részének sejtfa elmeszesedik és a megvastagodott szőrszálrészen túl eső gömbszerű hegygel bíró sejtfa erősen elkovásodik. A mérgező nedvről régebben azt hitték, hogy az hangyasav, újabb vizsgálatok sze-



99. kép.

A fulánkyszőrszálak alkotása; A *Urtica dioica*, *a—b* a fulánkyszőrszál csúcsának törési vonala; B u. a. fulánkyszőrszálának a csúcsa nyitott állapotban; C u. a. fulánkyszőrszál csúcsának a keresztmetszete a bulbuson keresztül; D u. a. fulánkyszőrszál sejtjének a bázisa kénsav hatására; a megduzzadt hártás részek nem válnak szét; E az *Urtica pilulifera*, F a *Laportea gigas*, G a *Loasa papaverifolia*, H a *Jatropha stimolata* fulánkyszőrszálának a csúcsa, *a—b* a csúcs törési vonala. Haberlandt után.

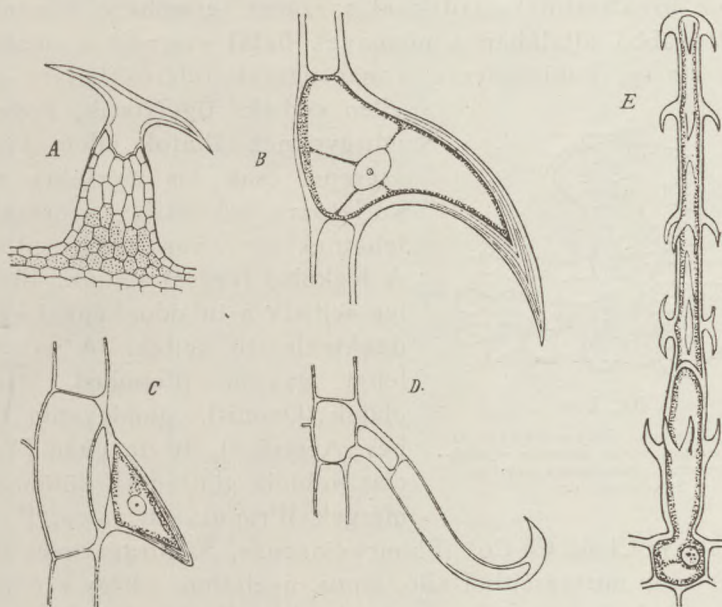
rint valószínűleg egy enzimátikus természetű fehérjenemű anyag (toxin). Ezek a fulánkyszőrszálak nemcsak a mi *Urtica dioica*-nkon találhatók meg, hanem a forró földövi *Urticaceákon*, pl. *U. stimulans*, *U. urentissima*, azután a *Laportea* fajokon, a *Loasa papaverifolia*-n stb. szintén jelentkeznek. Ezeknek a ha-



tása gyakran nagyon erős, nagy görcsöket, sőt halált is okozhat. (*U. urentissima*, *U. stimulan*s stb.)

A védő szőrszálak egy része nem a kilövelt méreg útján, hanem sebzéssel védi a növényt. Így pl. a Crucifera-*kon* (*Cheiranthus Cheiri*), az Opuntiákon stb. (l. 99. kép).

A kapaszkodó szőrszálak rendszerint egy-, vagy kétoldalú kampóformát mutatnak és különösen a kúszó növények



100. kép.

A a *Humulus Lupulus*, B a *Galium Aparine*, C az *Apios tuberosa*, D a *Phaseolus multiflorus*, E a *Loasa hispida* kapaszkodószőrszála; ez utóbbinál a protoplaszták magot tartalmazó alsó fele betokozódott. Haberlandt után.

kapaszzkodását segítik elő (l. 100. kép). Ilyeneket találunk pl. a *Phaseolus vulgaris* és *multiflorus*, a *Humulus Lupulus* és egyes forró földövi Liánok szárain, sőt egyes növényfajok termésein is, pl. *Caucalis daucoides*, *Cynoglossum cheirifolium* stb., amelyek a magvak elterjedését szolgálják.

A védőszőrszálak során meg kell emlékeznünk az egysejtű, vastagfalú, sokszor meggyömbült serteszálakról, amelyek a növények, különösen a levelek felületét érdessé és így a nö-



vényevő állatokra nem kívánatossá teszik (pl. az érdes levelű Borago, Echium). A védő szőrszálak-, különösen a párologtatást csökkentő szőrszálak során megemlítendők az egysejtű, v. többsejtű, elágazó szőrszálak, amelyek elágazásaikkal több levegőréteget alkotnak a növény testének felületén (pl. ökörfarkkóró) és így azt még hatásosabb védelemben részesítik.

A mirigy szőrszálak a növényvilágban rendkívül nagy elterjedésnek örvendenek, céljuk leginkább az, hogy az általuk kiválasztott váladékkal a száraz termőhelyi növényeket, továbbá általában a növények fiatal szerveit a túlságos vízvesztesség, hőkisugárzás, a napsugarak túlerős hatása stb.



101. kép.

Az *Aesculus Hippocastanum* rügypikkelyének mirigy szőrszála váladékkal körülvéve. 240-szeresen nagyítva. Strasburger után.

ellen védjék. Úgy látszik, hogy a mirigyeknek állatok elleni védőszerepe csak kis mértékre van korlátozva. A mirigy szőrszálak lehetnek egy-, vagy több sejtűek. A legkülső (végső) sejtjük, illetőleg sejtjeik a tulajdonképeni váladékkiválasztó sejtek. A váladék lehet gyanta (*Populus*), illanó olajok (*Ononis*), gumigyanta (*Ribes*, *Aesculus*), tiszta gumi (*Acacia*, *Robinia glutinosa*), különböző mérgek (*Primula obconica*, *P. sinensis*),  $\text{Na Cl}$  és  $\text{Ca Co}^3$  (*Plumbaginaceae*, *Saxifragaceae*) stb.

A több mirigysejtből álló, lapos, nyeletlen mirigy szőrszálakat, amelyek különösen egyes lombfáink rügyein jelentkeznek, más szóval mirigypikkelyeknek, vagy kolléteráknak is nevezik (l. 91., 95., 98., 99. kép).

A váladékkiválasztás élettani folyamata még nem egészen világos. Az olajváladékok a sejtekben maradnak és csak fokozatosan jutnak felszínre, más anyagokat illetőleg pedig a legnagyobb valószínűség szerint a váladék csak a legkritikább esetben hatol át közvetlenül a kutikulán (pl. *Ononis spinosa*). Legtöbbször közvetlenül a kutikula alatt és pedig a kutikula- és a cellulózréteg között jelenik meg a váladék, amely a kutikulát hólyagformán megduzzasztja, azután felszakítja és végül kiömlik (l. 101. kép).

Tschirch különösen a gyanták és gumigyanták képződésének a helyét a kutikula és a cellulóz között, külön erre a célra berendezett rétegben, a rezinogén rétegben tételezi fel. Szerinte a váladék képzőanyagai, a rezino-



gén anyagok, ebben a rétegben alakulnak át a tulajdonképeni váladékká, amely azután a kutikulát felszakítja.

Az elmélet ma még kifogástalanul beigazolva nincsen.

A mirigyszőrszálak közé kell még sorolnunk a cukrot kiválasztó mirigy szőrszálakat, vagy mirigysejteket is, amelyek csoportokba egyesülve, az ú. n. nektáriumokat alkotják. Ezek az állatoknak a növényre való csalogatását végzik. Előfordulhatnak a virágokban: nuptiális nektáriumok, amelyeket a legtöbb virágos növény virágjában megtalálunk, de előfordulhatnak levélnyeleken, murvákon stb. a virágokon kívül is: extranuptiális nektáriumok, pl. *Vicia Faba*, *Vicia sepium* stb.)\*)

Mint a táplálkozási életfolyamat szolgálatában álló szervek — a szőrszálak — leginkább a gyökereken mint gyökérszőrszálak fejlődnek. A gyökérnek azt a felületét, ahol a gyökérszőrszálakat találjuk és amely úgyszólván teljesen a táplálkozás szolgálatában áll, „epiblém” névvel is jelöljük. A gyökérszőrszálak a gyökérnek csak egy meghatározott helyén találhatók és pedig egy bizonyos távolságban a gyökér tenyésző kúpjától. Az idősebb gyökérrészeken azonban szintén teljesen hiányoznak. A gyökérszőrszálak egysejtű, hosszúra nyúlt, vékonyfalú szőrszálak,\*\*) amelyek rendkívül hajlékonyak, az apró földrészecskéket teljesen körülölelik és azokból a vizet és a vízben oldott tápanyagokat felveszik. Amíg életben vannak, mindig plazmát és jól látható sejtmagot tartalmaznak, ha a plazmatartalmukat elvesztették, működésre többé már nem képesek (l. 102. kép).

Ezen a helyen kell még megemlítenünk azon — teljesen a trichomákhoz hasonló epidermis képződményeket is, amelyek segítségével a magvakban a fiatal csíranövénykének táplálóanyagaikat az endospermiumból felszívják. A csíranövényke sziklevei ilyenkor közvetlenül a magfehérjéből veszik a tápanyagokat. Legtöbbször a sziklevek epidermis sejtjei közvetlen érintkezés útján végzik a sejtfalon keresztül ezt a feladatot, néha azonban a sziklevel, vagy annak a magfehérjével érintkező felülete teljesen szívó szervvé alakul át és a magfehérjébe szívókat bocsát. Ez az eset áll elő az egyszikűeken, ahol tudvalevőleg a sziklevel kizárólag mint szívó szerv működik. Szép példát szolgáltatnak erre a pálmák, a Liliaceák, a Gramineák stb. magvai. A Gramineák csíranövényeinek sziklevele (scutellum),

\*) A nuptiális nektáriumok lehetnek ismét florális és extra florális nektáriumok.

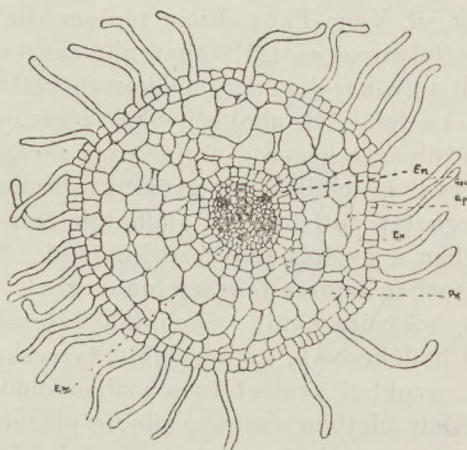
\*\*) Hosszúságuk elég nagy; pl. a *Sinapis*-nál 1 cm-t is elérhet, legtöbbször azonban a mm. és részei között váltakozik.



amelynek felületi sejtjei megnyúlnak és tipikus szívókká lesznek, a szívók hosszúsága átmérőjüket 4—12-szer is meghaladja. A búza, rozs stb., szóval a gabonaneműek magva mind hasonló szerkezettel bírnak.

Egyes vizinövények gyökerein, pl. *Lemna*, *Castalia* stb., a gyökérszörszálak teljesen hiányoznak, miután úgylátszik ezeknek a növényeknek megvan a lehetősége arra, hogy a szükséges vízmennyiséget a gyökérszörszálak segítségével nélkül is felvehesse.

Az ökológiai feladatokat végző szörszálak legegyszerűbb for-



102. kép.

*Robinia pseudoacacia* egy fiatal gyökerének keresztmetszete. *Gysz* gyökérszőr, *Ep* epidermis, *Ex* exodermis, *Eny* edénynyaláb, *Pk* elsődleges kéreg, *En* endodermis. 500-szoros nagyítás. Dr. Fehér eredeti rajza.

máit egyes virágok szívóin, vagy kehelyleveleinek epidermisén találjuk. Itt az egyes epidermis sejtek boltozatosan kiemelkednek és ezáltal valószínűleg a viráglevél felületének megnagyobbítására szolgálnak. Ide soroljuk a fagyapotot is, amely nem egyéb, mint a *Gossypium* fajok magvát gazdagon beborító egysejtű szörszálakból álló szőrruha

(l. 97. kép). Ez a berendezés a *Gossypium* magvak elterjedését mozditja elő. A magvak továbbítására és rögzítésére szolgálnak pl. a *Clematis*, *Taraxacum* magvainak többsejtű szörszálai, amelyek egyúttal a magvaknak elterjedését is megkönnyítik azáltal, hogy nagy számuknál fogva mint repülő készülék működnek.

Általában meg kell még jegyeznünk, hogy a növényi szörszálak csak nagyon kevés növényen, illetőleg növényi szervén hiányoznak, de gyakran apróságuknál fogva szabad szemmel már nem vehetők ki. A mi erdei fáinkon a legtöbb fiatal hajtáson és levélen megtaláljuk őket; azonban ezek azután az



idősebb hajtásokról legtöbbször letörnek, lekopnak. Tipikus példát szolgáltatnak erre az ákác fiatal levelein és hajtásain található szőrszálak, amelyeket az idősebb szerveken csak elszórtan találhatunk meg.

Egy különös csoportját alkotják a növényi szőrszálaknak azok az epidermis függelékek, amelyek néhány trópusi epiphyta növény levelén és szárán találhatók és amelyek a légköri csapadék közvetlen felvételére szolgálnak. Ilyenek pl. a *Diploaxis Harra*, *Centaurea argentea*, azután az epiphyta Bromeliaceák szívó pikkelyei (pl. *Vriesea speciosa*, l. 103. kép).

Ezeknek a szőrszálaknak vízfelvevő képessége főképpen azon körülményre vezethető vissza, hogy a plazmatikus alapsejtekre következő vízfelvevő sejtek élő tartalommal nem bírnak és faluk gyakran teljesen kutinmentes. Ezért a víz ezekbe behatolhat, miközben maguk a sejtek erősen megdagadnak. A felvett vizet azután az alapsejtek filtráció útján továbbítják a növény belsejébe. Tipikus példát szolgáltatnak erre a *Vriesea psittacina* és



103. kép.

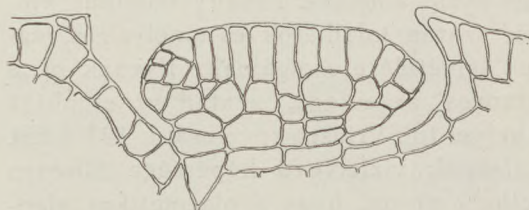
A *Vriesea speciosa* szőrszálának keresztmetszete. Dr. Fehér eredeti rajza.

*V. speciosa* szívó pikkelyei. Viszont gyakran egysejtű (*Diploaxis Harra*), vagy többsejtű trichomák (*Centaurea argentea*) is szolgálhatnak a víz felvételére. Itt is megtaláljuk a plazmatikus alapsejteket és az üres felvevő sejtet, illetőleg sejteket. A kutikula, bár vékony hártya alakjában, de megvan, valószínűleg azonban itt vízáteresztő rendeltetéssel bír. Hasonló munkát végeznek a *Tillandsia usneoides* pikkelyszerű szőrszála.

Végül meg kell még említenünk a húsevő, illetőleg rovar-evő növényeknek ú. n. emésztő mirigyeit, amelyek szintén nagy részben szőrfüggelékek. Ezekről bővebben a rovar-evő növények tárgyalásakor lesz szó. Anatómiai szempontból jól meg kell különböztetnünk a növényi szőrszálaktól a hozzájuk sok tekintetben hasonló és gyakran azonos élettani tevékenységet is végző ú. n. emergenciákat. Ezek anatómiai szempontból lényegesen különböznek a szőrszálakétól, amennyiben eredetüket nem kizárólag a dermatogénből, illetőleg az epidermishől veszik,



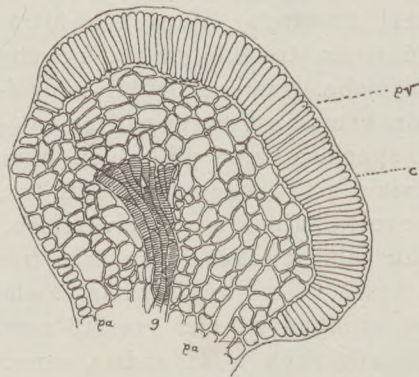
hanem felépítésükben az alattuk mélyebben fekvő szöveti részek is résztvesznek. Ilyenek pl. az *Aesculus* terméstkjának emergenciái, a *Drosera rotundifolia* és a *Nepenthes* kannák emésztő mirigyei, a rózsa, a málna és a köszméte tuskéi\*) (l. 104. kép).



104. kép.

A *Nepenthes* emésztő mirigye. Dr. Fehér eredeti rajza.

Az epidermis tárgyalásakor külön meg kell még emlékeznünk az epidermis sejtek egy különleges szerepéről, a váladékkiválasztásról. Ilyenkor az epidermis sejtek egy kisebb, vagy nagyobb csoportja hosszúra megnyúlik, vékony falú marad és legalább is a váladékkiválasztás tartamára plazmában gazdag marad és feltűnő nagy sejtmaggal bír. Az ilyen vékony kutikulával fedett sejtek azután az ú. n. mirigyfelületet alkotják, amint ezt számos fajok rügypikkelyein is megtalálhatjuk (pl. *Populus nigra*, *balsamifera* stb.), de gyakran a levélfogakon is (*Populus*, *Prunus*, *Salix*, *Ricinus* stb.), sőt néha a melléklevelek egész morfológiai felső oldala átalakul ilyen mirigyfelletté (*Populus nigra*, *balsamifera*, *canadensis* stb.). A kiválasztott váladék lehet itt is gumigyanta (*Prunus*, *Salix*), vagy gyanta (*Populus*, l. 105. kép).



105. kép.

A *Populus nigra* egy levélfogának hosszszelvénye.  
C kutikula, pr mirigyréteg. Dr. Fehér eredeti rajza.

A többrétegű bőrszövet élettani szempontból

\*) A tüske majdnem mindig emergencia, míg a tövisek fiatal hajtások (*Pirus*), melléklevelek (*Robinia*), vagy levélrészek sejtfalainak megfásodása folytán keletkeznek. A tüske ontogenetikailag azonban valódi trichóma is lehet (*Rubus*).



tulajdonképen szintén az epidermis tevékenységét végzi, ontogenetikailag pedig hasonlóképen a dermatogénből veszi az eredetét. A dermatogén sejtjei ilyen esetekben a külső felületekkel párhuzamos falakkal is osztódnak. Ilyen többrétegű bőrszövetet találunk pl. a *Ficus* fajokon.

Ontogenetikai szempontból eltérő többrétegű bőrszövet: a hypoderma. Ez alatt azokat a közvetlenül az epidermis alatt fekvő szöveteket értjük, amelyek nem a dermatogénből veszik eredetüket, de ennek dacára az epidermis munkájának a támogatására szolgálnak.

A hypodermához szoktuk sorolni a földfeletti növényi részekben előforduló kollenchymát.\*)

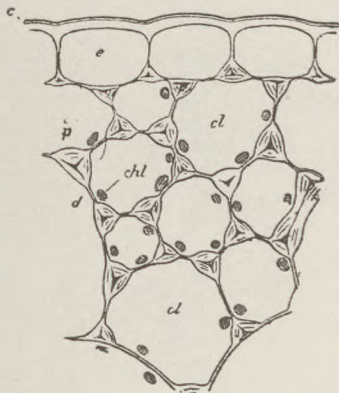
Főjellege, hogy sejtjei csak a sarkukban vannak megvastagodva. A kollenchyma elsősorban mechanikai feladatok elvégzésére szolgál, a sarkukban megvastagodott sejtek ezen szövetnek nagy elaszticitást kölcsönöznek, amely lehetővé teszi azt, hogy ezen erősítő szövetek a fiatal hajtásokban, a növekedés folytán fellépő belső nyomásnak könnyen engedhetnek (l. 106. kép).

Természetesen a mechanikai tevékenységen kívül a

kollenchyma még a túlságos párolgás ellen védelmül szolgálhat.

Egy másik formája a hypodermának a sklerenchyma szövet, amely főképen sklerenchyma rostokból (hosszúra megnyúlt prozenchymaszerű sejtek) és sklerenchyma sejtekből (parenchymatikus alapformájú erősítő sejtek) áll (l. 107. kép).

Egyik leggyakoribb előfordulása ennek a fenyőtűk sklerenchymája, amely közvetlenül az epidermis alatt van elhelyezve (l. 108. kép), azután a Bromeliaceáknál és egyes



106. kép.

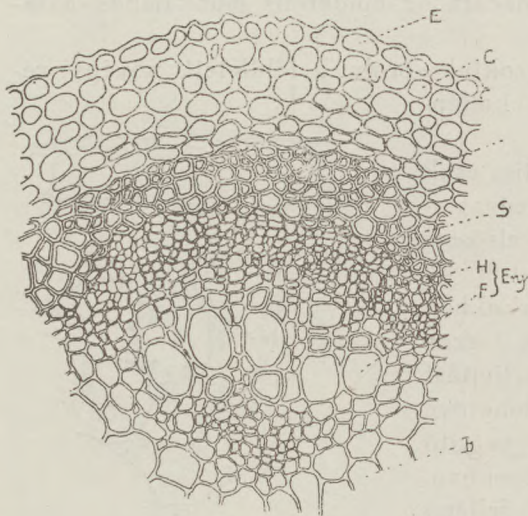
A *Begonia* levélnyelének kollenchyma *cl* szöve, *e* epidermise, *c* kutikulája, *chl* chlorophyllszemcsék, *p* parenchyma sejtek. 550-szeresen nagyítva. Sachs után.

\*) Ez tulajdonképen a későbbben tárgyalandó elsődleges kéreg egy organikus kiegészítő része.



Gramineáknál, amelyeknél a sklerenchyma szövetek mint az epidermis alatt futó hypoderma lécek vannak kiképezve.

Egyik különös formája a hypodermának az ú. n. vízszövet, amely különösen egyes epiphyta növényeknek a légköri csapadékból eredő víz elraktározását és gyűjtését teszi lehetővé. A vízszövet rendszerint vékonyfalú parenchymatikus sejtekből áll, amelyek nagymennyiségű vizet képesek felvenni. Ilyen vízszövetet találunk pl. a *Peperomia*, a *Nerium*, a *Tradescantia* stb. leveleiben.



107. kép.

Az elsődleges levélnyel egy részlete 250-szeresen nagyítva. E epidermis, C kollenchyma, P parenchyma, S sklerenchyma, Eny az edénynyaláb háncs (H) és fa (F) része, B bél. Dr. Fehér eredeti rajza.

A parakéreg (periderma) szövetek az epidermis helyettesítésére szolgálnak, velük a fás növényeken úgyszólván mindenütt találkozunk, de más erősen megvastagodó növényi részekben (pl. burgonya, répa) is megtaláljuk őket.

Kivételes esetekben az epidermis több éven keresztül teljesíti feladatát megfelelő változással, anélkül, hogy a paraszövet helyettesítene.

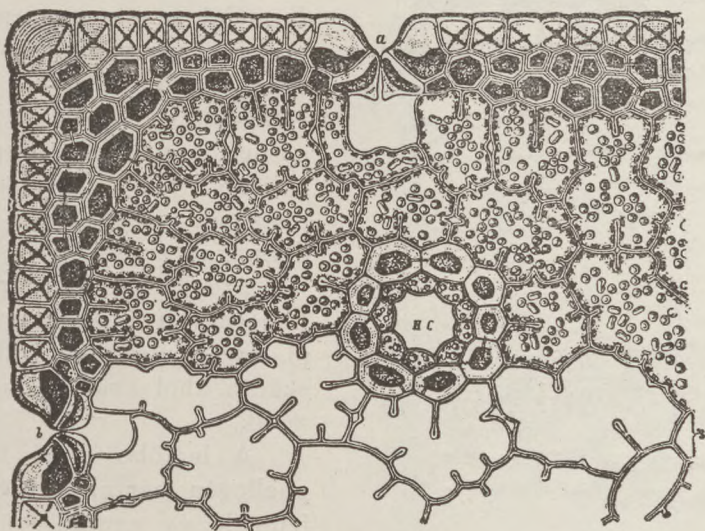
Az ilyen hajtásokat, illetőleg fákat zöld színükről már szabad szemmel könnyen fel lehet ismerni. Pl. *Viscum album*, *Citrus Aurantium*, *Acer striatum* stb.

Maga a pararéteg áll a parakambiumból (phellogén), a rajta kívül eső paraszövetből (phellom) és a parahéjból (phellogen). Ezek közül az epidermist tulajdonképpen a paraszövet helyettesíti.

A normálisan fejlődött paraszövetektől jól meg kell különböztetnünk az ú. n. sebpárát, amelyet a növény sebhelyeinek védelmére szokott fejleszteni.



Maga a paraszövet táblaalakú, vékonyfalú sejtekből áll, amelyeknek falaiba suberin rakódik be és ennek következtében víz és gázok által majdnem átjárhatatlanokká lesznek. A suberin berakódás nem terjed ki a sejtfal mindegyik rétegére. Rendszerint a legbelső (tertiär) réteg tiszta cellulóz marad és a középső lemez sem változik meg, hanem a suberin a kettő közötti rétegbe rakódik be nagy mennyiségben. Vékony parasejteken a legbelső cellulóz réteg néha hiányozhatik is.



108. kép.

A *Pinus Laricio* levele keresztmetszetének darabja; *a.* *b.* levegőnyílások, *HC* sklerenchyma-sejtekből álló hüvellyel körülvett gyantajárat. Nagyítva. Kny után.

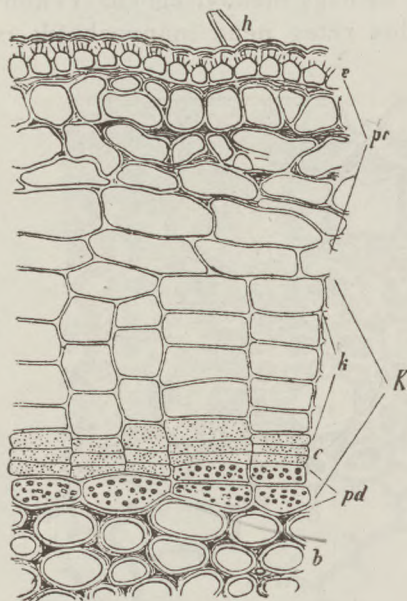
(l. 109. és 110. kép.) A parasejtek élő tartalommal nem bírnak, rendszerint csak levegőt tartalmaznak.

A parasejteket egy másodlagos merisztéma, az ú. n. parakambium, vagy phellogén hozza létre, mely több sejtsorból áll és tangenciális falakkal osztódva hozza létre a parasejteket. A legtöbbször a phellogén nemcsak centrifugális irányban osztódik, hanem centripetális irányban is, amikor az ú. n. phellogenmát hozza létre, amelynek sejtjei parenchymatikus természetűek maradnak és gyakran chlorophyllt is tartalmaznak (*Ginkgó*, *Salix*, *Sambucus* stb.). A phellogén néha sklerenchyma sej-



teket is hoz létre a parasejtek között (*Quercus Suber*), sőt egyes esetekben elfásodott falú sejtek is keletkezhetnek belőle, az ú. n. phelloid szövet (*Ulmus campestris* var. *suberosa*).

A parafa, illetőleg a phellogén csak ritkán veszi eredetét az epidermisből — mint pl. a *Salix*-on, a *Pirus malus*-on —, hanem többnyire az epidermis alatt lévő sejtrétegekből, vagy pedig még mélyebben fekvő sejtrétegekből.



109. kép.

A *Ribes nigrum* éves hajtásának parafa képződése. A szár keresztmetszetének darabja; *e* epidermis, *h* szórszál, *b* hancssejtek, *pr* kéregparenchyma, mely az ág vastagodása folytán össze van nyomva, *c* a phellogén, *K* ugyanennek összes képződményei, *k* a sugárirányban rendezkedett parafasejtek a *c* sejtekből centripetális irányban képződve, *pd* phellogen. 500-szorosan nagyítva. Sachs után.

A paraképződés azon formáját, amikor az epidermisből, vagy pedig közvetlenül az epidermis alatti sejtrétegekből képződik: külső peridermának —, ha pedig beljebb fekvő rétegekből képződik, akkor belső peridermának mondják.

Érdekes lokális elhelyezkedése van a peridermának pl. az *Evonymus vulgaris* szárán, ahol a sarkokon képződik.

A legtöbb erdei fán a phellogén már az első évben fejlődik és azután időnkint mélyebbre hatol, de egyeseken (pl. *Fagus silvatica*) eredeti helyét megtartja, kifelé elhal és belülről állandóan újra képződik.

A fákon a különböző, meglehetősen változó kéreg-

fejlődés a phellogén váltakozó helyzetével van összefüggésben (l. 111. és 112. kép).

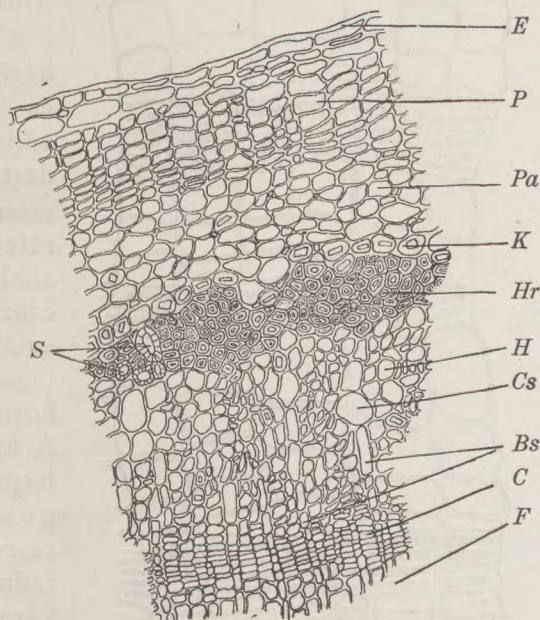
Miután ugyanis a periderma a vizet át nem bocsátja, azért a tőle kifelé eső szöveteknek (epidermis, kollenchyma, elsődleges kéreg stb.) el kell halniuk, minek folytán ezek a szövetek — és pedig legelőször az epidermis, később pedig



más szövetek is lehámlanak és a paraszövetek által helyettesítettnek.

A fákon, amelyek magasabb kort érnek el, a későbbi években a parafa külső rétegei a levegőn bomlásnak indulnak, részben levettettek, lemorzsolódnak; de ezen kívül is, mivel a törzs folyton vastagodik, a belső nyomás következtében megrepedeznek és ezért beljebb képezett újabb pararétegek helyettesítik őket.

Az új pararétegek a kéregben mindig mélyebben-, sőt azután a hancsban képződnek, később pedig a köztük fekvő többi szövetekkel együtt elhálnak. Ezen, felváltva parafából és elhalt kéregszövetekből ál-



110. kép.

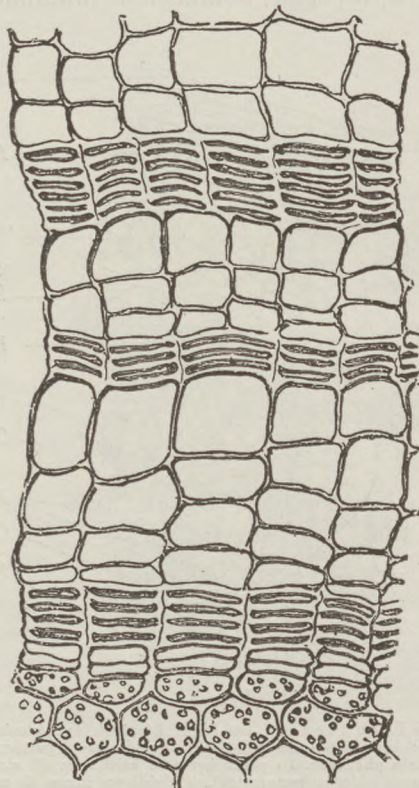
A Robinia Pseudacacia elsődleges kérgének és hancsának keresztmetszeti képe; 500/2-szeres nagyítás. *E* epidermis, *P* periderma (parasejtek) és a phellogen, *Pa* parenchyma, *K* kristályv, *Hr* elsődleges hancsrostok (sklerenchymarostok), *H* elsődleges hancs, *Cs* csesztvőmlők, *Bs* belsőgár, *C* kambium, *F* fárisz, *S* sklerenchyma sejtek. Dr. Fehér eredeti rajza.

ló rétegek alkotják a héjkérget.\*) A külső héjkéreg az elszáradás következtében megrepedezik (*Quercus*) és vagy nagy pikkelyekben (*Platanus*), vagy gyűrűkben, vagy pedig hosszanti szalagokban válik le (*Prunus avium*, *Betula*). A kéregpara a legnagyobb vastagságot a paratölgyön (*Quercus Suber*) éri el.

\*) A német szakkifejezés a héjkéreg számára a „Borke” kifejezést használja, míg a „primäre Rinde” névvel a később tárgyalandó elsődleges kérget jelöli.



A paratölgy kéregparájából készítik a dugókat. Ezeknek a jóságát azonban az esetleg bennük kifejlődött sklerenchyma, vagy phelloid rétegek erősen befolyásolják. Höhnél szerint a kéreg leválása nem tisztán a növekedés folytán előálló nyomás következtében megy végbe, hanem ezt aktív, vagy passzív — a paraszövetekben rétegenként kifejlődött phelloid sejtek idézik elő.



111. kép.

A *Betula pubescens* külső héjának keresztmetszete. 600-szorosan nagyítva. Dippel után.

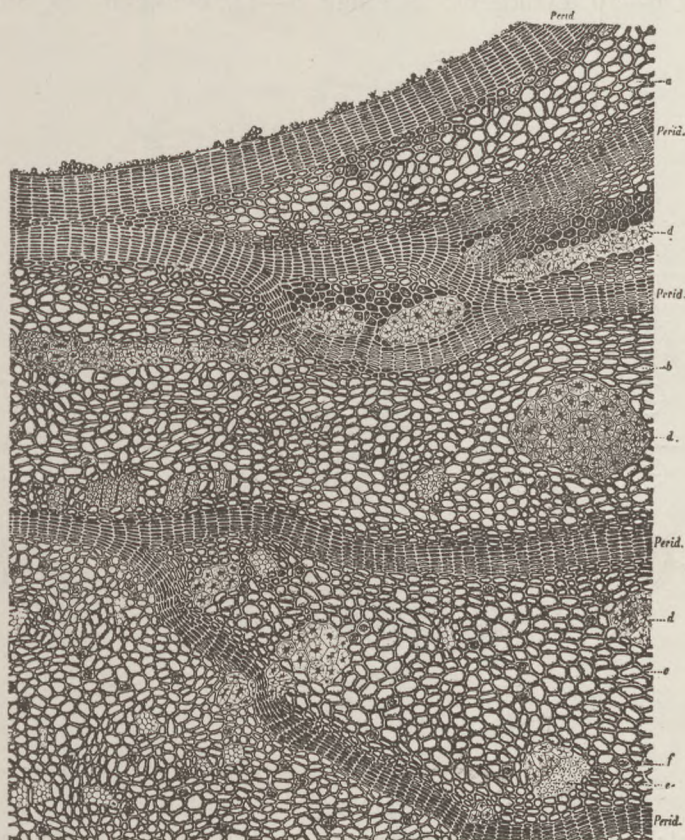
rétegek a törzs felületével párhuzamosan és koncentrikusan fejlődnek ki, akkor csak szabályos gyűrű alakban választják le a kérget, pl. *Prunus avium*, *Betula* stb. (l. 111 kép.) A gyűrűs kéreg egyik különös formája az, amikor a lehulló kéregdarabok hosszú szalagok alakjában válnak le (*Vitis*, *Juniperus*). Gyakran a rostok hálózatosan válnak le, pl. *Broussonetia papyrifera*. A kéregnek ezen formáit rostos, illetőleg hálózatos kéregnek mondjuk.\*)

\*) Faserborke, Netzborke.

Ha a phellogén már korábban mélyebbre hatol és helyét szabálytalanul változtatva olyan működést fejt ki, hogy az egymásután következő pararétegek széleikkel az előzőkhöz csatlakoznak (lépcsőzetes phellogén), akkor ezek kisebb-nagyobb vastagságú kéregcserepeket hoznak létre (l. 112 kép). A kéregfejlődésnek ezt a formáját mondjuk cserepes kéregnek. Ha a cserepek vékonyak maradnak, akkor pikkelyes kéregről szólunk, pl. *Platanus*. Vastagabb cserepekben válik le a kéreg pl. a *Quercus*, a *Pirus*, az *Ulmus*, a *Picea*, a *Pinus* stb. fajokról. Ha az egymásután következő phellogén



Amint már fentebb egyszer említettük, a fák egy részén a phellogén helyét nem változtatja, hanem a kívülről egyenletesen leváló paraszöveteket folyton újabbakkal egészíti ki.



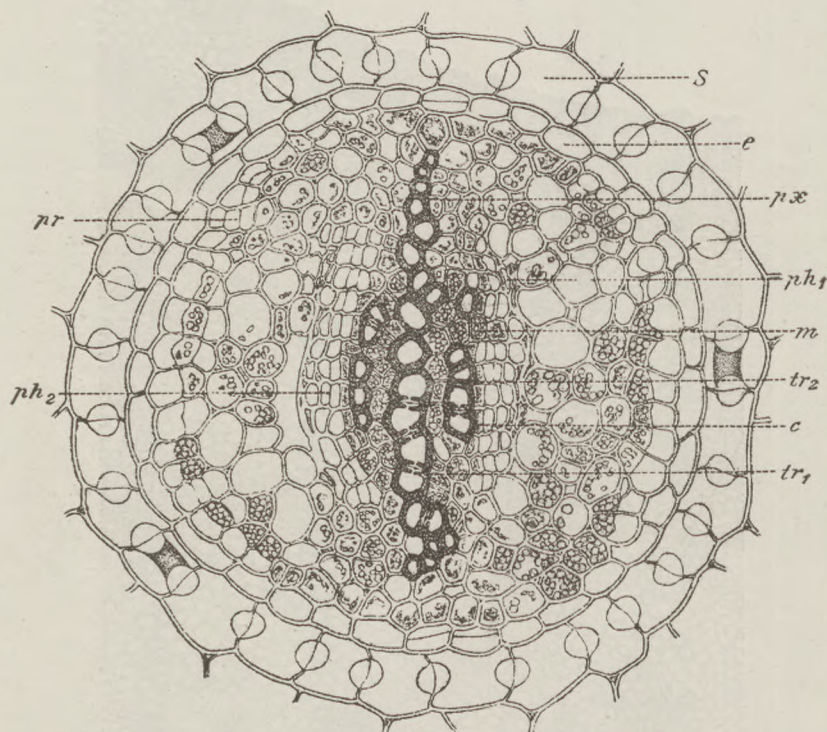
112. kép.

Keresztmetszet a fiatal *Quercus sessiliflora* másodlagos kérgének legkülső rétegéből. *a, b, c* kéregparenchymák, hancsparenchymák és rostacsövek, *d* kösejtek, *e* hancsrostok, *f* sejtek oxálsav-mész-kristályokkal, *Perid.* periderma zónák, amelyek a kéregcserepeket a belső oldalukon elzárják. (K. W.) Schwarz után.

Ilyen kérge van a bükkfának. A gyertyán kérge kezdetben szintén a bükkéhez hasonló, azonban 40—50 éves korában a gyertyán mégis héjkérget képez, míg a bükk állandóan síma kérgű marad. Ilyen esetekben a kéreg szilárdságát a fák vastag sklerenchyma képzésével fokozzák. A héjkérge képződésének



kezdetre nagyon változó, így pl. a *Pinus silvestris* és a *P. nigra* a 8—10. évében-, az *Abies alba* a 40—50. évében-, a *Quercus*ok 20—30. évükben-, az *Alnus*ok 20—25. évükben-, a *Robinia*ák 6—10. évükben-, a *Tilia*ák 8—12. évükben-, a *Salix*ok



113. kép.

A tiszafa (*Taxus*) gyökerének a keresztmetszete rövidesen a vastagsági növekedés beállta után. *tr*<sub>1</sub> elsődleges tracheida sorok, *px* protoxylem, *ph*<sub>1</sub> protophloem, *c* kambium, *tr*, másodlagos, *ph*<sub>2</sub> másodlagos phloem, *m* bélsugár. A periciklusban beállott a periderma képződés (*pr*), *e* endodermis, *s* gyűrűs vastagodási lécekkel ellátott védőhüvely. Wiesner után.

6—8. évükben-, a *Carpinus* pedig 40—50. évében kezdi meg a héjkéreg képzését.\*)

A gyökerekben a phellogén jóval beljebb alakul, mint a szárban; a legtöbb kétszikű növény gyökerében a phellogén az

\*) A héjkéreg kifejezés alatt nemcsak a paraszövetek által leválasztott és elhalt kéreg, illetőleg hancsrészeket, hanem magukat a paraszöveget is kell értenünk.



endodermis és az edénnyalábok közötti központi henger részletben fejlődik ki, amelyet periciklus, illetőleg perikambium névvel jelölünk (l. 113. kép).

A gyökerek kérge valószínűleg a talajban levő nyomás folytán a törzs kéregvastagságát nem igen éri el.

A phellogén a leveleken, legalább a zöld leveleken nem igen fejlődik ki, ellenben gyakran megtaláljuk a külső rügpikkelyekben, pl. az *Aesculus*-on stb. Ilyen peridermát a *Robinia Pseudoacacia* tövisekké átalakult pálháin is találunk.

A peridermának nagyon fontos szerepe van még a sebgógyulásnál. Ősszel a levelek és termések lehullása után a



114. kép.

A *Prunus domestica* termésének lehullása a leválasztó réteggel. Dr. Fehér eredeti fényképezése.



115. kép.

A *Fagus silvatica* termésének leválása. Az őszi leválasztó réteg a termést nem tudta elválasztani s azért mögötte az időközben kifejlődött periderma végzi el ezt a feladatot. Dr. Fehér eredeti fényképezése.

lehullott levelek és termések helyén szintén sebhelyek keletkeznek, amelyeket az ú. n. elválasztó réteg alatt keletkezett paraszövet véd. A paraszövet maga nem választja le a levelet, ez csak a sebhelyet védi; a paraszövet felett keletkezik egy vékonyfalú parenchyma réteg, az ú. n. leválasztó réteg, amelynek a sejtjei a levélhullást okozzák (l. 114., 115. és 116. kép).

A paraszövet, amint már említettük, úgy a víz, mint pedig a gázok számára teljesen átjárhatatlan; hogy azonban a paraszövettel, illetőleg kéreggel fedett növényi részek számára a lélekzés lehető legyen, a növény az ú. n. lenticellákat (paraszemölcsöket) hozza létre, amelyek a levegőt épen úgy az élő szövetekhez bocsátják, mint a levegőnyílások.



A paraszemölcsök rendszeren a levegőnyílás, vagy levegőnyílás csoport alatt képződnek olyan formán, hogy egyes paren-



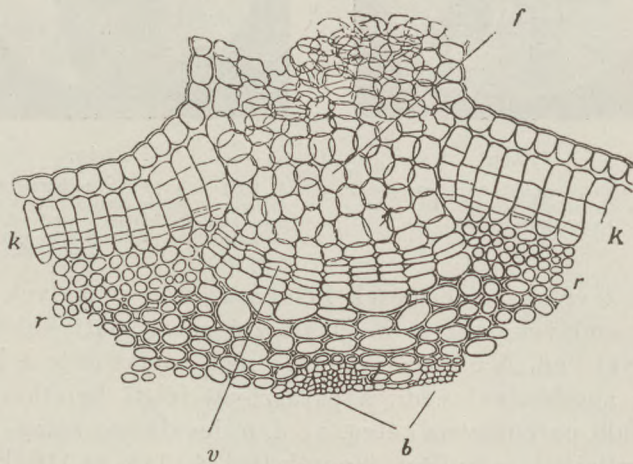
116. kép.

A *Tsuga canadensis* toboztengelyének leválasztását előidéző réteg keletkezése. Dr. Fehér eredeti fényképezése.

szoros összefüggésű, de intercelluláris üregekkel gazdagon behálózott para-

chyma sejtek másodlagos merisztémát alakítanak, amely a phellogénnel teljesen egyenértékű. Ez az ú. n. lenticella kambium a környező phellogénnel organikus összefüggésben áll, azonban evvel ellentétben nem normális parasejteket hoz létre, hanem laza összefüggésű, ú. n. töltő sejteket, amelyek között intercelluláris üregek, illetőleg járatok alakulnak (l. 117. kép).

A lenticella kambium kétféle formájú töltő szövetet szokott létrehozni. Az egyszerűbb esetben egy meglehetősen



117. kép.

A *Sambucus nigra* lenticellája, *f* a lenticella laza szövete, *k* periderma, *r* elsődleges kéreg, *v* megújító réteg, *b* háncs, Nagytva. Stahl után.

szövet keletkezik,\*) pl. *Sambucus*, *Salix*, *Quercus* stb., míg legtöbbször a töltőszövet határozott rétegzettséget mutat, ahol laza összefüggésű, para-

\*) A töltősejtek főleg abban különböznek a közönséges parasejtektől, hogy kerekerek és nem táblaalakúak.



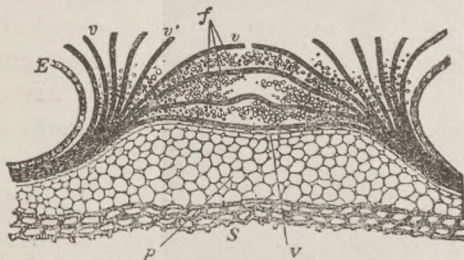
mentes phelloid természetű sejtsorokra, szoros összefüggésű intercelluláris üregek által keresztben áttört parasejtekből álló, ú. n. erősítő rétegek következnek. Ezeket az erősítő rétegeket az alattuk kifejlődő töltősejtek időről-időre felrepszitk, azonban ilyenkor a lenticella kambium ismét újakkal pótolja őket. Ilyen lenticellákat találunk pl. az *Ulmus*, *Robinia*, *Sophora*, *Alnus*, *Betula*, *Prunus*, *Broussonetia* stb. kérgében. A paraszemölcs szövetei végül is felemelik és feltörnek az epidermist és akkor az egyéves gallyakon az hosszúkás fehér, vagy sárgás fénytelen kiemelkedések alakjában láthatóvá lesz. A paraszemölcs legkülső sejtjei elpusztulnak és a belsőtől elválnak.

Ha a külső réteg már lehullott az ágról, akkor a lenticellák az öregebb ágakon is hasonlóan fejlődnek a phellogénből.

Télen a lenticellákat rendszeren alapjukon sűrűn záródó parasejtek rétege zárja el, amelyet azután tavasszal a fejlődő töltősejtek ismét feltörnek (l. 118. kép).

Ezen, ú. n. zárórétegek számából ennél fogva a lenticellák korára lehet következtetni. A lenticellák nemcsak a földfeletti száron fejlődnek, de a gyökereken is meglehet őket figyelni. Elrendezésük rendkívül változatos; lehetnek elszórtak (*Betula pendula*), hosszanti sorokban elrendezettek (*Sambucus*), vagy kereszt irányban sorakoznak egymás mellé (*Prunus*). Csak nagyon kevés fás növényen hiányoznak; pl. *Vitis*, *Philadelphus coronarius*, *Rubus odoratus*, *Clematis Vitalba* stb.

Nagyságuk felette változó; nagyon kicsinyek, szabad szemmel alig vehetőek ki pl. a *Platanus* hajtásain, nagyobbak a *Robinia* lenticellái, még nagyobbak, sőt több cm. nagyságú méretet érhetnek el a *Betula*, *Prunus*, *Sambucus* idősebb paraszemölcssei. A héjkéreg kialakulásával a lenticellák eltűnnek, egyes fák (Prunus, Betula stb.) azonban még idősebb korban is megmaradnak és mint jól kifejlődött barna keresztcsávok láthatók.



118. kép.

A *Gleditschia* éves hajtásának lenticellája többszörös záróréteggel. *v.* *E* epidermis, *v'* felrepedt zárórétegek, *f* megújító réteg, *f* laza szövet, *P* parenchyma, *S* sklerenchyma. 60-szorosan nagyítva. Wiesner után.



Eloszlásukra vonatkozólag meg kell jegyeznünk, hogy az újabb adatok szerint a ferde, vagy vízszintes ágak alsó oldalán nagyobb számban találhatók, mint a felső oldalon. Pl. a *Gleditschia triacanthos* egy egyéves, 20 cm. hosszú hajtásán Haberlandt az alsó oldalon 210-et, a felső oldalon pedig 73-at talált. Valószínűleg itt a levegőnyílások eloszlásánál tapasztalt törvényszerűség érvényesül.

### B) Szállító szövetek, vagy edénynyalábok.

Minden növényben az anyagcsere folyamata főleg két egymással ellentétes irányban mozog. A gyökerek által felvett anorganikus táplálóanyagok felfelé haladnak a levelekbe és ismét az asszimiláció folyamata alatt képezett kész organikus anyagok evvel ellenkező irányban lefelé — a növény testébe igyekeznek, hogy itt azután azokra a helyekre jussanak, ahol rájuk a növénynek szüksége van.



119. kép.

A széleslevelű súlyfű (*Polygonatum latifolium*) levelének erezete.

A növény táplálóanyagának szállítását, az anyagcsere forgalmának lebonyolítását a magasabb rendű\*) növények testében az ún. edénynyalábok végzik. Ezeknek a növényeknek a leveleiben már szabad szemmel fonálalakú szövetnyalábokat vehetünk ki, amelyek a levelekből a levélnyel mentén a növény szárába mennek át (l. 119. kép).

Az egyszikűek és a Pteridophyták edénynyalábjai a szárban — az alapszövet által — egymástól el vannak különítve és lefutásukban csak itt-ott vannak egymással összekötve, ferdén futó ágak által (l. 121. kép). Az egyszikű növények szárának keresztmetszetén az edények az alapszövetben csak szét-

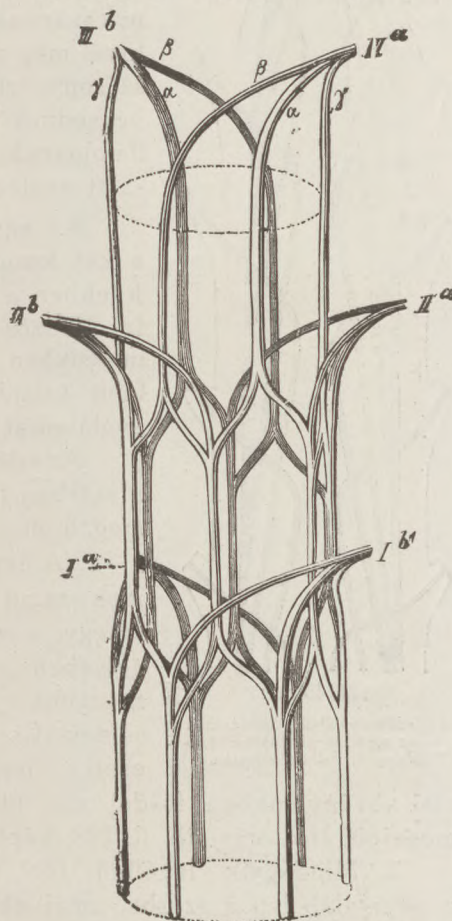
\*) A Pteridophytáktól felfelé. A Bryophyták testében ezeknek csak a kezdeteit találjuk meg.



szórtan vannak elhelyezve, kis átmérőjűek és kisebb üregű sejtekből állanak, mint a vékonyabb sejtfalú alapszövet (l. 123. kép).

A kétszikűek edénnyalábjai csak igen fiatal szövetekben, pl. a szár tenyészőkúpja közelében, vannak egymástól elkülönítve és kevés kivétellel csak egy körben elhelyezve; az öregebb szárrészekben azonban, így pl. a fák törzsében és ágaiban, az edénnyalábok oldalt egyesülve vannak egymással és oly hatalmas gyűrűalakú szövettömeget alkotnak, hogy a szár túlnyomólag edénnyalábokból áll, amelyeket összefüggésükben azután csak a keresztben futó bélsugarak szakítanak meg. Az edénnyalábok az ilyen szárban középen üres csonkakúpot, vagy hengert alkotnak, amely az alapszövetet két részre osztja: egy belsőre, a bélre és egy kerületire, az elsődleges kéregre, amelyből azután idővel a másodlagos kéreg is kialakul. Mind a kettő a bélből a sugarak irányában kinyúló szövetlécek, az ú. n. bélsugarak által van egymással összekötve (l. 124., 125. és 127. kép).

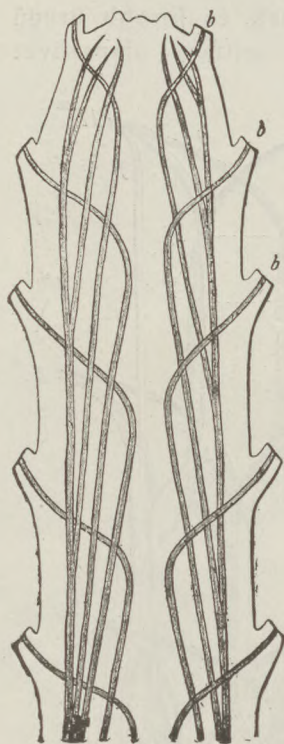
Az edénnyalábok a legtöbb növényen kihajolnak a szárból a levelekbe; ezek az ú. n. közös nyalábok, amelyeknek a



120. kép.

A réti bércse edénnyalábjainak lefutása. I., II., III. a szár csomói,  $\alpha$  a levélbe hágó középső-,  $\beta$ ,  $\gamma$  oldalnyalábok. Nägeli után.





121. kép.

Az edénnyalábok lefutásának váza az egyszikű növényben. *a, b* levélalpok. Falkenberg után.

vízi növényeinkben fordul elő, pl. Pota-  
mogeton, Hottonia stb. (l. 128. kép)..

2. Mindegyik levélből több levél-  
nyomnyaláb lép a szárba, amelyek ívala-  
kúan kanyarodnak be a szár közepe felé,  
különböző mélységig. Ezen nyalábok az-  
után megint kifelé hajolnak, vagyis az  
alapszövet külső felületéhez közelednek  
és így néhány szártagon keresztül lefelé  
haladva, végre alsó végükkel más, mélyeb-  
ben lévő nyalábokkal egyesülnek és ennek  
következtében a szár belsejében hálóz-  
tot alkotnak, a szár keresztmetszetén pe-

szárban lefutó része levélnyomnyaláb-  
nak neveztetik. Csak kevés növény-  
nek vannak a közös edénnyalábokon  
kívül még olyan nyalábjai is, amelyek a  
száron végighaladva, a tenyészőkúpban  
végződnek, anélkül, hogy a levélbe ki-  
hajolnának; ezeket a szár tulajdon, vagy  
saját nyalábjainak mondjuk (l. 122. kép).

Az egyszikűekben általában mind  
a két formát megtalálhatjuk, a kétszi-  
kűekben a legtöbb edénnyaláb egyút-  
tal „közös nyaláb” is és csak kevés  
növényben (Begonia, Orobanche) talá-  
lunk tulajdon, vagy saját szár edény-  
nyalábokat.

Az edénnyalábok lefutására nézve  
a szárban három típust különböztetünk  
meg, ú. m.:

1. A levél-nyo-  
mok mind egyet-  
lenegy, a szár ten-  
gelyében lefutó  
nyalábbá egye-  
sülnek. Csak ritka  
eset, leginkább



122. kép.

Az erdei pajzsika (Neph-  
rodium filix mas) szárának  
saját edénnyalábjai a levelek  
saját nyalábjainak kezdeteivel.  
Belzung után.

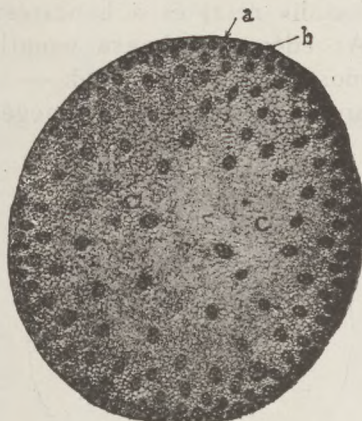


díg szétszórva láthatók. Ez az eset az egyszíkűekben fordul elő, miért is az egyszíkűek típusának nevezzük (l. 121. és 123. kép).

3. A levélből a szárba kevesebb edénnyaláb hatol be, mint az előbbi esetben s ezek a szárba belépve, azonnal lefelé indulnak és a szár felületétől megközelítőleg egyenlő távolságban, egymással pedig egyközűen futnak lefelé mindaddig, míg más edénnyalábokkal össze nem olvadnak. Ez a kétszíkűek és nyitvatermők (Gymnospermae) típusa (l. 120. és 129. kép).

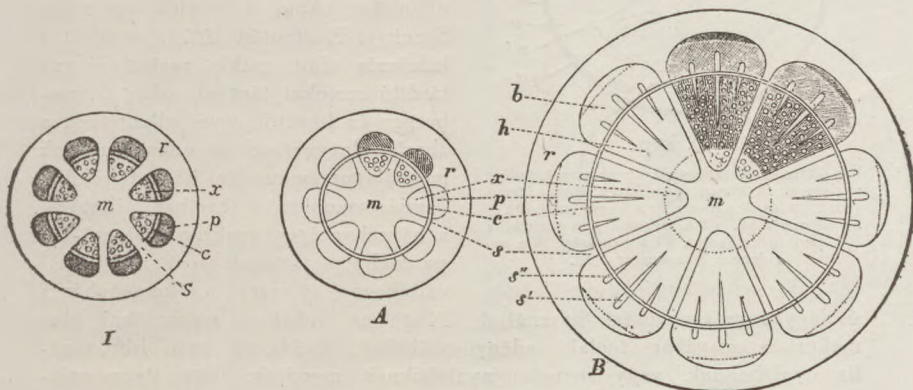
Az edénnyalábok lefutásának különben eléggé változatos formáit nagy vonásokban ezen három típus alá sorolhatjuk.

A kétszíkűek és a nyitvatermők edénnyalábjában két



123. kép.

A tengeri szárának keresztmetszete; *a* epidermis, *b* elsődleges kéreg és periciklus, *c*, *c* alapszövet, mely a szétszóró edénnyalábokat fogja körül. Stevens után.



124. kép.

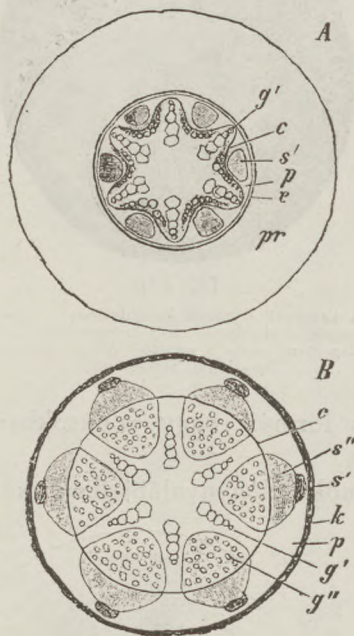
Egy kétszíkű növény szárának másodlagos vastagodása vázlatosan. *I.* Kezdőállapot, midőn az edénnyalábok még elkülönülve állanak. Az edénnyalábgyűrű által a szár szövete egy központi részre, a bélre *m* és egy külső részre, az elsődleges kéregre *r* lesz elválasztva. *A*-nál már az interfascikuláris kambium fejlődése által a kambiumgyűrű teljes lesz. *B* a másodlagos állapotot tünteti fel. *A* és *B* képen: *r* az elsődleges kéreg, *m* a bél, *s* az elsődleges bélsugarak, *p* az elsődleges háncsrész (phloem), *x* az elsődleges farész (xylem), *c* pedig a kambium gyűrű. *B* képen: *b* a háncs, *h* a fa, *s'* idősebb —, *s''* fiatalabb bélsugarak. Molisch és Rothert után.



főrész különböztethető meg, ú. m. a farész (xylem, hadrom, vazális rész) és a háncsrész (phloëm, leptom, cribrális rész). Az edénynyálábokra vonatkozó műszavak meglehetősen számosak, ami csak ennek — az egyébként könnyen áttekinthető anatómiai egységnek a megértését nehezíti meg.

Ezen eltéréseknek az oka elsősorban abban áll, hogy a physiológiai anatómiában az edénynyáláboknak csak a valóban táplálkozási munkát végző részeit sorolják ezen fogalom alá, míg az edénynyálábokban lévő — a mechanikai szempontot szolgáló sklerenchyma rostokat — a mechanikai szövetrendszerhez sorolják. Az edénynyálábot — mechanikai elemek nélkül — nevezik Schwendener után „mestom”-nak. A mestom részei a leptom és a hadrom — a görög *ᾠδρος*: durva és *λεπτος*: finom után.

A szilárdító elemeket, tekintet nélkül topográfiai elhelyezésükre, anatómiai azonosságuk folytán, ez a nomenklatura „bast” névvel jelöli. Különösen a bast név használata felette ellentétes. Amíg a kutatók egy része Sprengel Kurt után (1812) ez alatt a kifejezés alatt csakis vastagfalú szilárdító rostokat tárgyal, addig Strassburger és követői evvel ellentétben a „bast” elnevezéssel az edénynyálábok másodlagos (sekundär) háncsát jelölik. Miután azonban a bastban, illetőleg a háncsban igen gyakran rostacső- és parenchyma rétegek rost rétegekkel váltakoznak, azért a keményhancs



125. kép.

Egy kétszikű növény gyökerének a vastagodása vázlatosan. A képen: *pr* a kéreg, *e* endodermis gyűrű. A és B képen: *c* a kambium-gyűrű, *g* az edénynyáláb, *g''* a szitacső, *p* a periciklus. B képen: *g'''* a farész, *s''* a háncsrész, *k* a periderma. Strasburger után.

és lágyhancs elnevezést használják. A teljes, tehát a mechanikai elemeket is magában foglaló edénynyálábokat, A. Meyer után fibrovazális nyáláboknak, vagy rostedénynyáláboknak mondják. Egy ilyen rost-edénynyálábban a részei a phloëm (Nägeli), vagy cribrális (Strassburger) és a xylem (Nägeli), vagy a vazális (Strassburger) rész. A bast névvel a másodlagos növekedésnek a kambium és az elsődleges (primär) réteg között fekvő részeit jelölte Strasburger, tehát a szót nem a fiziológiai tevékenység, vagy az anatómiai jelleg, hanem tisztán egy szövetrész megjelölésére topográfiai értelemben használja.

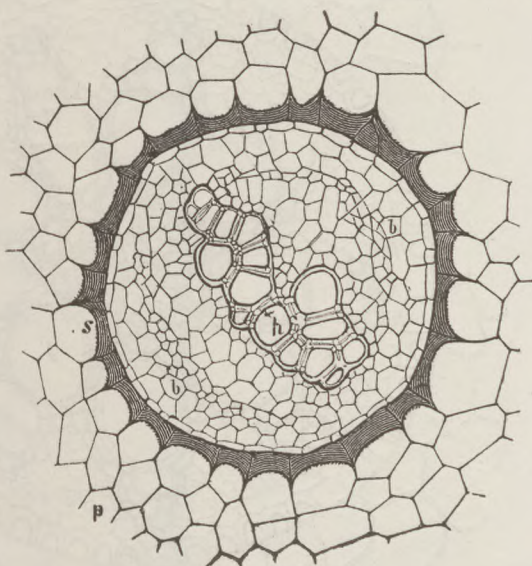


Az edénynyalábok szilárdító elemeit Strassburger a háncsban bastrostoknak, a fában pedig libriform rostoknak nevezte.

Mi a következőkben ezt a nomenklatúrát egyszerűsíteni óhajtjuk; az edénynyalábok kifejezés alatt mindig egy teljes, ú. n. fibrovazális edénynyalábot értünk, amelyben háncsrészt és farészt fogunk megkülönböztetni. A háncsban lévő rostsejteket háncsrost, a fában lévőket farost (libriform) névvel jelöljük. Sklerenchyma (bast) rostok alatt a prozenchymatikus sejteket értjük, a sklerenchyma sejt névvel pedig a parenchymatikus alapformájú szilárdító (mechanikai) sejteket fogjuk jelezni.

Amint már említettük, a magasabb rendű növények edénynyalábaiban két főrészt: a farészt és a háncsrészt találjuk.

Ez a két rész a szár sugara irányában egymás mellett van elhelyezve. A farész az edénynyaláb belső, azaz a szár középpontja felé fekvő megfásodott része, a háncs pedig a külső, vagyis a terület felől fekvő része, mely többnyire lágyabb ugyan, de igen gyakran szívósabb. A másodlagos (sekundár) szövetek kialakulásakor ezen két főrészt közé kerül azután a kambium, amely az egyszikű növények edénynyalábjában mindig hiányzik. A két főrészt két különböző fiziológiai feladat elvégzésére szolgál: a farész szállítja a gyökerek által

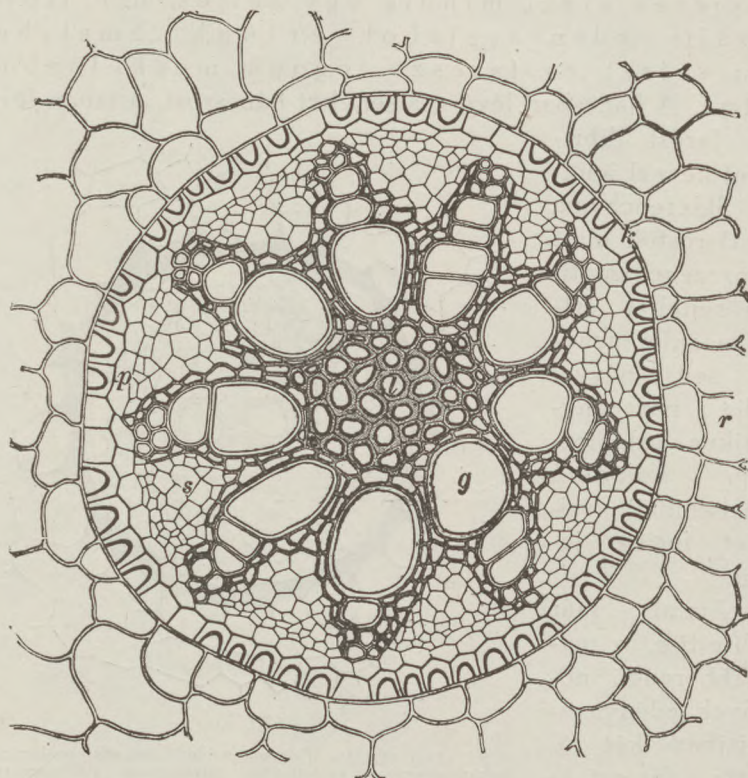


126. kép.

A páfrány egy faja (*Polypodium bitorhizum*) edénynyalábjának a keresztmetszete; *p* az alapszövet parenchymája, *s* sklerenchymája, *b* az edénynyaláb háncsrésze, *h* a farésze. Luerssen után.



felvett vizet és ebben oldott anorganikus táplálóanyagokat a levelekbe, míg a háncsrész a levelekben az asszimiláció folyamata alatt feldolgozott — organikus táplálóanyagokat a növény belsejébe szállítja.



127. kép.

A fehér zászpa (*Veratrum album*) gyökere belső részének a keresztmetszete; *r* elsődleges kéreg, *k* endodermis, *p* periciklus, *s* az edénynyaláb háncsrésze, *g* edényes része. Tschirch után.

Természetesen a farész nem minden sejtje szállít vizet, a faparenchyma sejtek organikus anyagokat is szállíthatnak, míg a vízszállítás munkáját az edények és tracheidák végzik. Mégis a vízszállítás feladata adja meg a farész igazi jellegét.

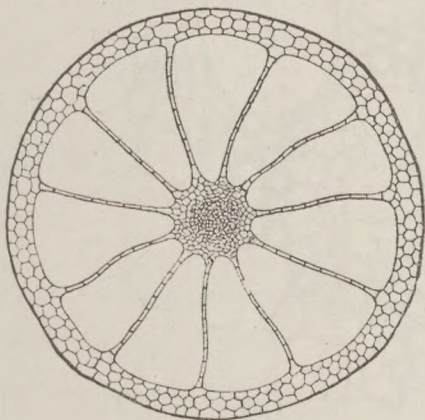
Azokat az edénynyalábokat, amelyek a kambium megjelenése és megmaradása folytán vastagodni képesek, nyílt edénynyaláboknak nevezzük (l. 131. kép).



Az egyszíkűek és a Pteridophyták kialakult edénynyalábjai csak háncs- és farészből állanak, a kambium belőlük hiányzik, ezért az ilyen edénynyalábok, ha egyszer teljesen kifejlődtek, többé vastagodni nem képesek s ezért ezeket zárt edénynyaláboknak mondjuk (l. 130. kép).

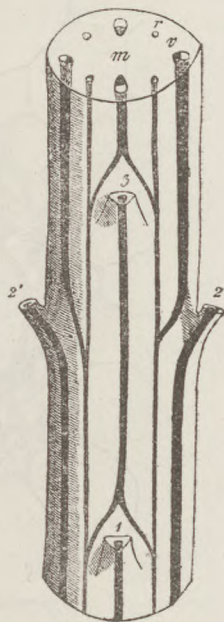
A háncs- és farész egymáshoz viszonyított fekvése szerint a következő főbb típusokat különböztetjük meg (l. 132. kép):

1. Kollaterális edénynyalábok, ha a farész és a háncsrész egymás oldalán fekszik. Ilyenek a legtöbb egyszíkű, két-síkű és a nyitvatermő növény szárának edénynyalábjai; továbbá a levelek edénynyalábjai is (l. 130. kép). Az utóbbiak



128. kép.

Az *Elatine Alsinastrum* szárának keresztmetszete; a tengely közepén levő edénynyaláb nagy légüregek által van körülveve. Reinke után.



129. kép.

A *Cerastium* szárának felülete vázlatosan feltüntetve az edénynyalábok lefutását; az edénynyalábok lefutását; *m* bél, *r* kéreg, *v* a bél és a kéreg összeköttetése. A szármok a levelek helyét jelölik. Prantl után.

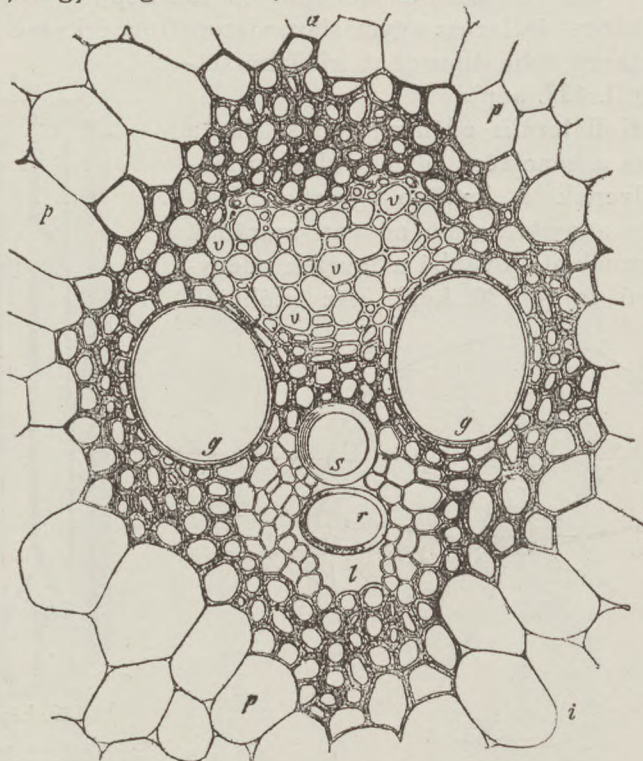
háncsa a levél alsó lapja felé, a farésze pedig a levél felső lapja felé helyeződik el.

2. A bikollaterális edénynyaláb, amely rendszerint úgy keletkezik, hogy a normális kollaterális edénynyalábban két kambium gyűrű alakul. Az egyik a háncs és a farész között, a másik a farésznek a bél felőli oldalán, amely itt azután egy második háncsrészt hoz létre (l. 133. kép). Ilyeneket találunk



pl. a Cucurbitaceák, a Melastomataceák, a *Nicotiana tabacum*, a *Viscum* stb. szárában.

3. A koncentrikus edénynyalábok, ha az edénynyaláb közepén van a farész és ez köröskörül a háncsrész által van körülvéve, vagy megfordítva (l. 134. kép).



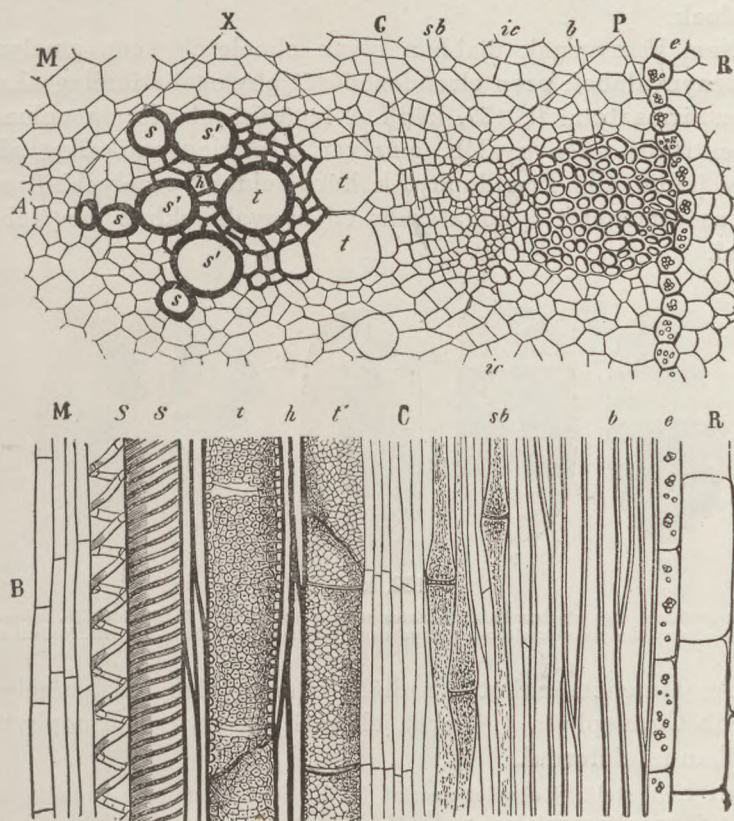
130. kép.

A csöves tengeri (*Zea Mays*) kollaterális zárt edénynyalábjának keresztmetszete; *g*, *g*, *s*, *r*, *l*, a farész, *v* a háncsrész; a nyalábot környező vastagfalú sejtek az alapszövethez tartozó nyalábhüvelyt alkotják; *p*, *p* az alapszövet parenchymasejtjei, *a* a szár kerülete, *i* a szár közepe felé fordult rész; *g*, *g* gödrök, *s* csavaros, *r* gyűrűs edény, *l* a szövetek szétszakadása által keletkezett sejtközi járat. 550-szer nagyítva. Sachs után.

Az első esetet hadrocentrikus, a második esetet pedig leptocentrikus névvel is jelölik. Hadrocentrikus nyalábokat találunk a legtöbb Pteridophyta növényekben, a kétszíkűek közül a Melastomataceákban, leptocentrikusokat az egyszíkűekben, pl. a *Convallaria*, a *Cyperus aureus*, az *Iris* stb. gyökértörzsében (l. 135. kép).



4. Sugarasak, vagy radiálisak (arcthicusok), ha külön sugár irányban van a farész és külön sugár irányban van a hánrsz rész elhelyezve — külön-külön csoportokat alkotva —, úgy, hogy a hánrs- és a farész váltakozva — ha nem is határozott



131. kép.

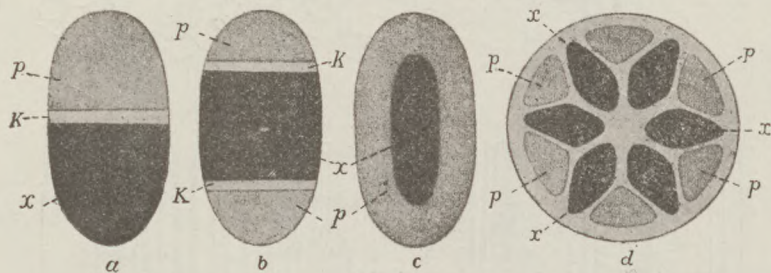
A napraforgó (*Helianthus annuus*) szára nyílt edénnyalábjának A keresztmetszete, B sugárirányú hosszsmetszete. M bél, X farész, C kambium, P hánrsz, R kéreg, S szük-, S' tágabb csavaros edények, t, t' gödörkés edények, h farostok, sb rosta edények, b hánrsrostok, e keményítő réteg, ic nyalábközi alapszövet. Vázlatosan. 150-szer nagyítva. Prantl után.

egyvonalban — egymás mellett helyeződnek el a gyökér közép-pontja körül (l. 102. és 136. kép). Az edények az ilyen nyalábokban centripetális sorrendben keletkeznek. Ilyenek vannak a fiatal gyökerekben majdnem kivétel nélkül. A farészcsoportok száma szerint nevezzük az ilyen nyalábokat két-, három-,



négy-, vagy sokszagúaknak (diarch, triarch stb.). A kétszíkűek gyökerében a farészek száma többnyire 2, 3, 4, ritkán 5—8, az egyszíkűek gyökerében azonban gyakran igen nagy. A sugaras edénnyalábok a Lycopodiaceák szárában is előfordulnak.

Nem hiányoznak újabban olyan elméletek sem, amelyek az edénnyalábok ezen elrendeződését phylogenetikailag akarják le származtatni (l. 137. kép). A legősibb alapforma volna a koncentrikus edénnyaláb, amelyet a phylogenetikailag alacsony fokon álló Pteridophyták képviselnek, amelyekből azután az átmenetet a kollaterális edénnyalábokhoz meg lehet találni.



132. kép.

Az edénnyalábok négy alapformájának vázlatos képe. *a* kollaterális-, *b* bikollaterális-, *c* koncentrikus-, *d* sugaras elhelyezésű nyalábok. A képeken: *k* kambium, *p* phloém, *x* a xylem. Molisch után.

Az átmeneti alakot a radiális edénnyaláb adja, amely a legtöbb Cormophyta gyökerét jellemzi, de egyes Cormophyták szárában is előfordul.

Az ú. n. stelár\*) elmélet szerint (J. E. Schönte után) a radiális és a koncentrikus edénnyaláb összefüggő egészet alkot; ez a stele. A kollaterális edénnyalábokat, amelyeket a bél és a bélsugarak szakítanak meg, szintén egy „stelé”-nek tekinthetjük, amelyeket az egységes koncentrikus, vagy radiális edénnyalábból, az ős steléből vezethetünk le. Az egyszíkűek egyes edénnyalábjait tehát mint a stele részeit foghatjuk fel.

A kétszíkűek központi hengere tehát szintén egy stele (monostelia), amely azonban néha részhengerekre van osztva (polystelia), pl. a Gunnera szárában.

Ezek után vegyük az edénnyaláb főrészeit külön-külön tárgyalás alá.

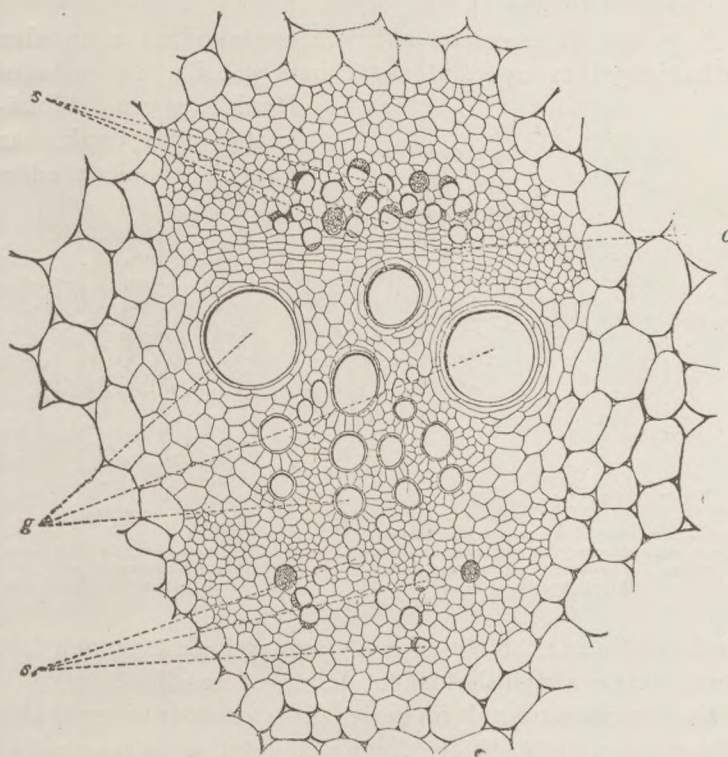
\*) A „stela” elnevezés Van Tieghem-től ered.



### A farész.

A farészben három szöveti főalakot különböztetünk meg: a) vízszállító elemek: edények és tracheidák (hydroidok); b) farostok (libriform); c) faparenchyma.

A vízszállító elemek változatos formái két alaptípusra



133. kép.

Az úri tök (Cucurbita Pepo) bikollaterális edénynyalábjának keresztmetszete. *s, s'* a háncsrészek, *g*, edények, *c* kambium. 250-szer nagyítva. Giesenhagen után.

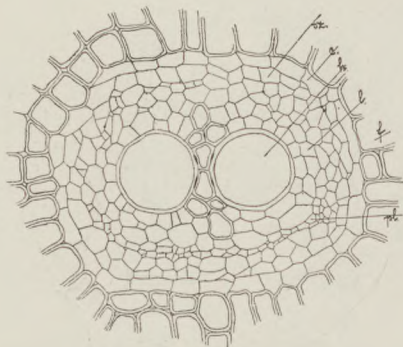
különülnek és pedig az edényekre (tracheák) és tracheidákra. Az edények hosszú csövek, amelyek egymás fölé elhelyezett sejtekből keletkeztek azáltal, hogy a sejtek haránt fala feloldás következtében részben, vagy egészben eltűnt. Nagyobb terjedelmük által kiválnak a többi szöveti elemekből. Oldalfaluk csavarosan, gyűrűsen, hálózatosan, hágcsósan (lépcsőze-



tesen), gödörkésen (egyszerű és udvaros gödörkéekkel) lehet megvastagodva (l. 64. és 138. kép).

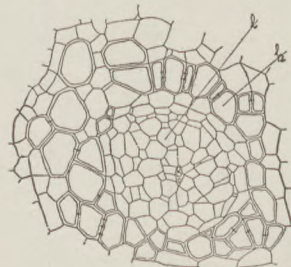
Eszerint megkülönböztetünk csavaros, gyűrűs, hágcsós, hálózatos, gödörkés és udvaros-gödörkés edényeket. Az említett vastagodási formák közül egy edényben több is alakulhat egyszerre; így pl. a gyűrűs a csavarmenetessel, továbbá a csavaros a gödörkéssel (Robinia) stb.

A gyűrűs és csavaros edények vastagodása ezen elemek hajlíthatóságát és nyújthatóságát nem gátolja. A vastagodási lécek ugyan többé-kevésbé elfásodnak, azonban ott, ahol az edények



134. kép.

A *Pteridium aquilinum* szárának keresztmetszete. *sz* sklerenchymagyűrű, *e* endodermis, *h* hadrom, *l* leptom, *f* elfásodott sejtek, *pl* protoleptom. Dr. Fehér után.



135. kép.

A *Convallaria majalis* rizómájának a keresztmetszete. *l* leptom, *h* hadrom. Dr. Fehér után.

falával érintkeznek, hirtelen megvékonyodnak és ennek folytán természetesen a nyújthatóságot lehetővé teszik.

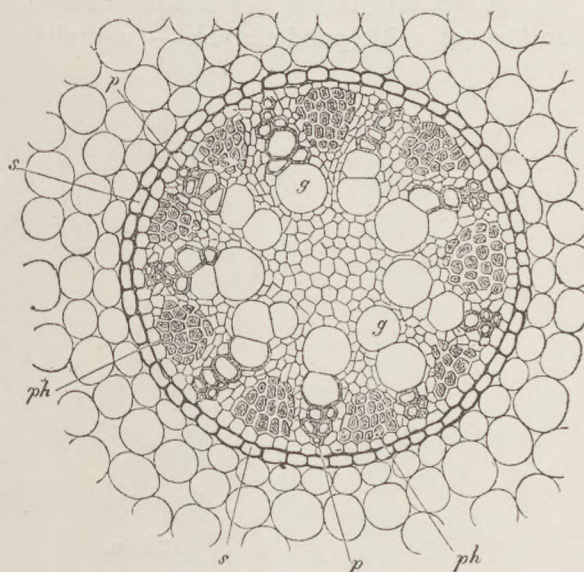
Ezen sajátáguknál fogva ezeket az edényformákat leginkább a fiatal hajtások elsődleges szöveteiben, a levelekben és levélnyelvek edénynyalábjaiban találjuk meg.

Az udvaros-gödörkés edények és a csavaros edények közötti átmenetet a hálósan megvastagodott edények közvetítik, amelyeknek fala — a gödörkés vastagodások kivételével — egyenletesen van megvastagodva. Hálós vastagodású edényeket leginkább a gyökerekben találunk ugyan, de a föld feletti szárakban is előfordulnak. Ha sok hosszúra megnyúlt udvaros gödörke van egymás felett elhelyezve, akkor a hágcsós vastagodás keletkezik. Ilyen edényeket találunk pl. a Pteridophy-



tárban. Csavaros edényeket találunk a fában, különösen az elsődleges fában a bél közelében, gödörkés, illetőleg udvaros-gödörkés edények leggyakoribbak a lombfák farészében. Gyakoriak pl. a kombinált csavaros és udvaros-gödörkés vastagodású edények a Robinia, a Tilia stb. fájában.

A víznek az áthatolására az ilyen módon megvastagodott edényfalak vékonyan maradt részletei elegendő diffúziós felületet biztosítanak. Azokat a sejteket, amelyekből az edények keletkeztek, illetőleg amelyekből az edények állnak, edénytagoknak mondjuk, azokat a helyeket pedig, ahol az edénytagok fala a sejt egybeolvadások alkalmával felszívódott, illetőleg átlett törve, perforációknak mondjuk. Ez lehet a sejt tengelyére merőleges, vagy ferde. Ha ferde elválasztó falakon keletkeznek a perforációk, akkor a sejtfal nem közép-



136. kép.

Az *Acorus Calamus* gyökér középső részének keresztmetszete a kéregszövet által körülveve; *s* endodermis, *p* szűk legidősebb, *g* tág fiatal edények, *ph* háncsrészek. Sachs után.

pen egy, hanem több helyen van rendszerint áttörve. Ilyen, ú. n. hágcsós perforációkat találunk pl. az *Alnus*, a *Betula* fájában (l. 138. és 139. kép).

Az edények vastagsága rendkívül változó; tájékozásul álljon itt néhány átlagos adat:

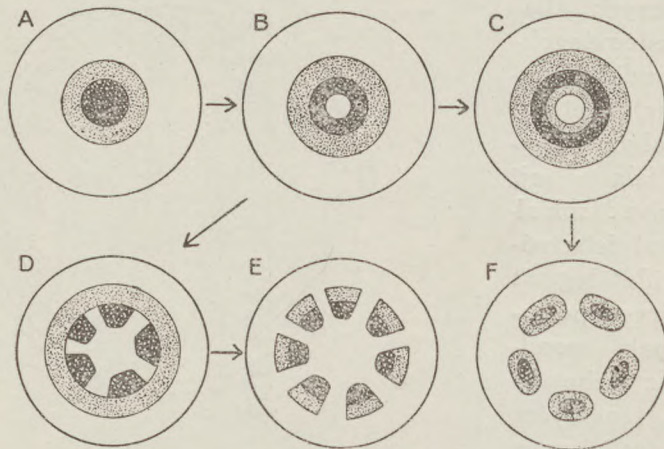
Quercus	0'200—0'300	mm.	az edények (pórusok) szabad szemmel már nem láthatók.
Ulmus	0'158	mm.	
Fraxinus	0'141	mm.	
Alnus	0'076	mm.	
Tilia	0'060	mm.	
Pirus communis	0'040	mm.	
Robinia	0'100—0'150	mm.	



A legszélesebb edényeket a kúszó növényekben és a háncsban mérték; pl. a *Hypanthera guaperae* 0'600—0'700 mm. átmérőjű. Az edények hosszúsága szintén nagyon változó. Sok közülük az 1 m. hosszúságot is meghaladja; így a *Quercus*oknál 2 m., a *Robiniánál* 1'3 m. hosszú edényeket is mértek, átlagosan azonban a hosszúság legtöbbször 10 cm.-t nem igen halad meg. Az edények bősége és hosszúsága a növény vízszükségletével áll arányban.

A teljesen kifejlődött edényben plazmatest nincsen, hanem vagy megközelítőleg levegőt, vagy vizet tartalmaz.

A sebzett fában a seb közelében fekvő edények üregét sajátságos sejtképződmények — a thyllák (thyllisek) tömik el.



137. kép.

Az edénynyalábok phylogenetikai leszármazása vázlatosan. Fehér a bél és a háncs, fekete pontozott a phloëm, fehér pontozott (fekete alapon) a xylem. Strasburger után.

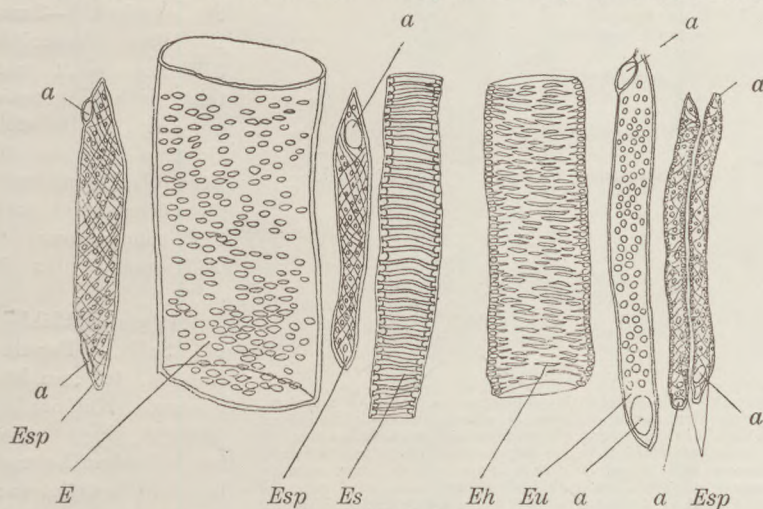
Ezek nemcsak a beteg fában jelentkeznek, hanem egyes fáinkban — pl. a *Robinia*, a *Morusok* fájában — szabályszerűen fejlődnek (l. 140, 141. és 142. kép).

Legtöbbször az udvaros-gödörkés edényekben fejlődnek, azonban a gyűrűs és a csavaros edényekben is megfigyelték őket. A vastagodások vékonyan maradt hártyája (az udvaros-gödörkés vastagodás záró hártyája) az egyik oldalon mindig élő parenchyma sejtekkel közlekedik. Ezek a hártya benyomásával az edény üregébe nőnek és hólyagformán megdagadnak, végre több ilyen thylla az edényt egészen elzárja (l. 143. kép). A thyllák legtöbbször parenchyma jelleggel bírnak és helyen-



ként organikus tartalmú részeket — pl. keményítőt — tartalmaznak.

A tracheidák (áledények) többnyire prosenchymatikus formájú vízszállító elemek, amelyek mindegyike élő- tartalmát elvesztett és teljesen a vízszállítás szolgálatába állított sejtfalváz.\*) A kambium sejtek leánysejtjeinek hosszanti osztódása által keletkeznek. Az edényektől azáltal különböznek, hogy ferde háránt faluk nem szívódik fel. Amíg a növény életfolyamatában



138. kép.

Az ákác vízszállító elemei; 500/2-szeres nagyítás. *Es* spirális, *Eh* hálós vastagodású edénytagok (primär fa), *Eu* udvaros-gödörös vastagodású szűk edénytag (primär fa), *E* udvaros-gödörös vastagodású bő edénytag (1. évgűrű tavaszi pászta), *Esp* udvaros-gödörkés és spirális vastagodású szűk edénytagok (2. évgűrű őszi pászta), *a* faláttörés (perforáció). Dr. Fehér eredeti rajza.

résztesznek, vizet és levegőt tartalmaznak. A Gymnospermák fája — a Gnetalesek kivételével — kizárólag tracheidákból áll.

A Gymnospermák elsődleges fájában mindig csavaros vastagodással bíró tracheidák is jelentkeznek; azelőtt ezeket edényeknek tartották, az újabb vizsgálatok szerint ezek is kifejezetten tracheidák.

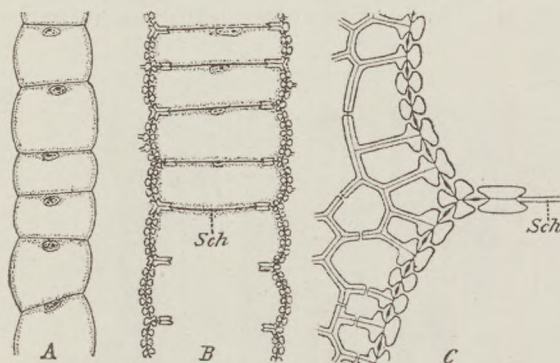
A tracheidák falában túlnyomólag az udvaros-gödörkés vastagodás van elterjedve, amely azonban néha a másodlagos fában is csavaros vastagodással van kombinálva (pl. *Taxus*,

\*) Természetesen ezen feladatok mellett a fenyők fájában, ahol a farostok hiányoznak, a szilárdítás munkáját is végezhetik.



Pseudotsuga). Az udvaros-gödörkék a Coniferák testében majdnem kizárólag a radiális falakon vannak elhelyezve és csak egyes esetekben (Abies) találjuk meg ezeket a tangenciális falakon is. A lombfákban ilyen szabályszerűség nincsen, hanem a falakon szabálytalanul vannak elszórva.

A tracheidák hosszúsága jóval az edények alatt marad. Lombfákban



139. kép.

Az edény-áttörés (perforáció) kialakulása a Cucurbita szárában. A az edény alapformája, melyben az edénytagokká alakuló sejtek plazma tartalma, a sejttag pedig a felszívódó harántfalhoz támaszkodik; B a harántfal felszívódás előrehaladott állapotban, amellyel egyidőben a sejttag is eltűnik, a harántfalak, nagy, egyszerű gödörkének látszanak, melyek záróhártyája Sch felszívódik; C edényfal részlet. A, B 80-szoros, C 500-szoros nagyítással. Wiesner-Linsbauer után.

ritkán haladja meg az 1 mm.-t, fenyőkben azonban 1—2 mm. is lehet. Átmérőjük 0'05 mm. alatt van, tehát szabad szemmel már nem is láthatók. Udvaros gödörkéik néha jelentékeny nagyságot érhetnek el; max. 0'027 mm. udvar és 0'007 mm. nyílás átmérő.

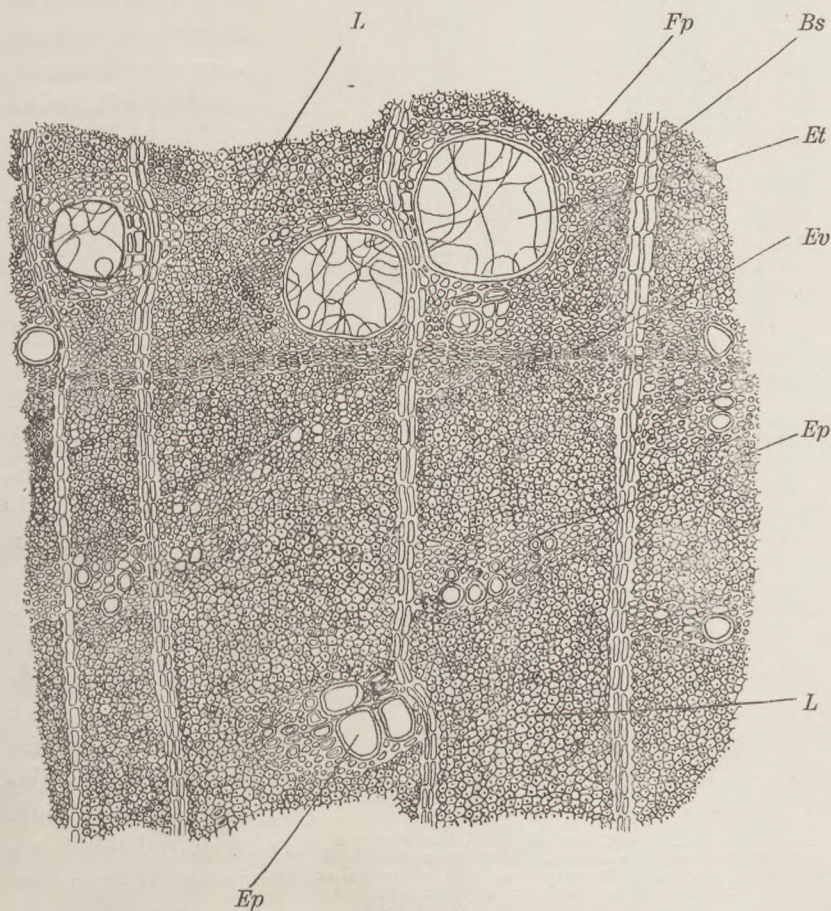
Egyes lombfákban, pl. Salix, Populus, Robinia, teljesen hiányoznak. Különös sajátosságuk, hogy egyes fenyőfajokban keresztben álló hasítékú vastagodással is bírnak; pl. Pinus silvestris.

A farostok (libriform) igen vastagfalú, kis üregű sejtek, amelyek élő tartalmukat hamar elveszítik és azután kizárólag a szövetek szilárdítására szolgálnak. Falukon rendszerint egyszerű, keskeny gödörkéket találunk. Néha kezdetben keményítőt is tartalmaznak. Nem tartoznak a szorosan vett szállító szövetekhez, azonban topografiai szempontból itt tárgyaljuk őket (l. 141. és 142. kép).

A faparenchyma. Parenchyma jellegű szövetben, amelynek sejtjei vékony falúak, csak egyszerű gödörkék vannak, udvaros gödörkék soha sincsenek. Nem tisztán a víz szállítására szolgálnak, hanem részben organikus anyagokat szállítanak, részben pedig ezeket raktározzák. Nagyon gyakran tartalmaznak keményítőt, fiatalabb hajtásokban pedig chloro-



phyllt is. A tölgy- és a szilfában szalagok alakjában jelenik meg, a nyírfában csoportosan, a bükkben egyenként, más fákban (pl. kőris) még ritkábban fordulnak elő a faparenchyma sejtek. A Coniferákban csak a gyantajáratok körül jelentkeznak. Különösen télen nagyon gazdagok keményítőben.



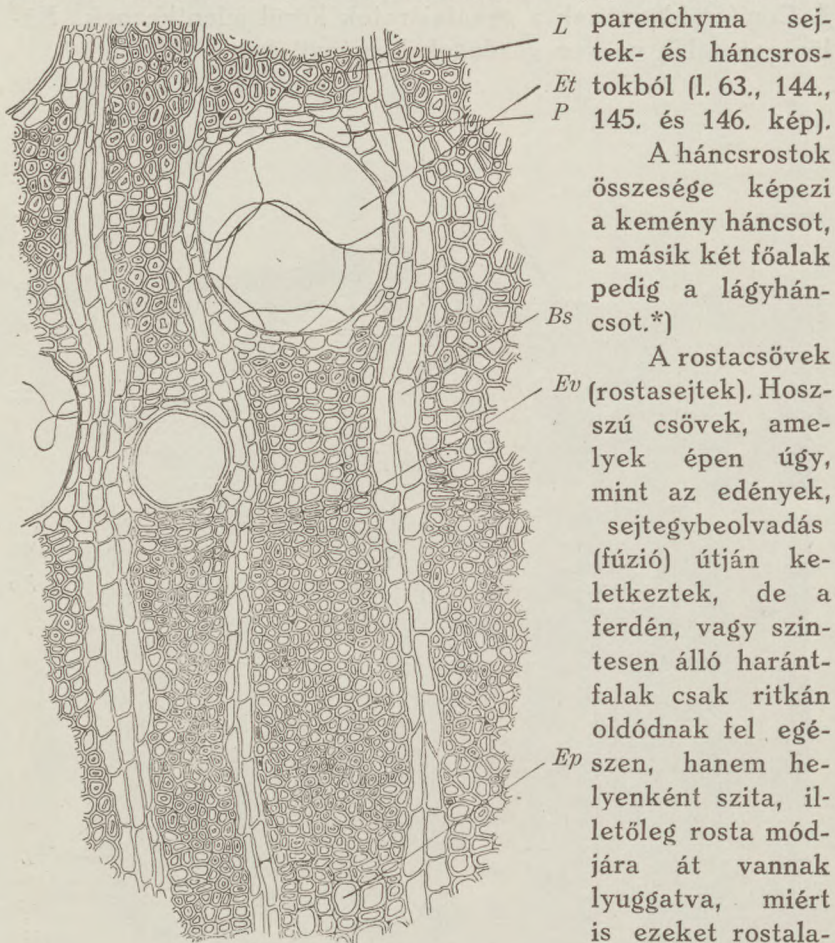
140. kép.

Az ákác fás része keresztmetszetének átnézeti képe a 2. és 3. évgűrű határán, 120/2/3-szoros nagyítással. *Fp* faparenchyma, *Bs* belsőgár, *Et* bő edény thyllákkal, *Ev* évgűrűhatár, *Ep* parenchyma-sáv szűk edényekkel az őszi pásztában, *L* farostok. Dr. Fehér után.



### A háncsrész.

A háncsrész — a farésznek megfelelően — szintén három szöveti főalakból áll, ú. m. rostacsövek- (leptoidok), háncs-



141. kép.

Az á k á c 2. és 3. évfűrűhatár szöveteinek keresztmetszete 500/2-szeres nagyítás mellett, *L* farostok, *Et* bőedény thyllákkal, *Bs* bél-sugár, *Ev* évfűrűhatár, *Ep* parenchyma szűk edényekkel az őszi pásztaban, *P* faparenchyma. Dr. Fehér után.

*L* parenchyma sejtek- és háncsrostokból (l. 63., 144., 145. és 146. kép).

A háncsrostok összesége képezi a kemény háncsot, a másik két főalak pedig a lágyhancsot.\*)

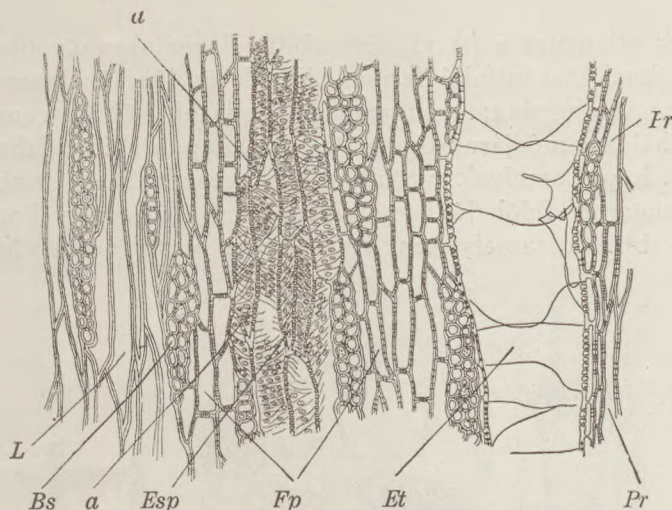
A rostacsövek (rostasejtek). Hosszú csövek, amelyek épen úgy, mint az edények, sejtegybeolvadás (fúzió) útján keletkeztek, de a ferdén, vagy szintesen álló harántfalak csak ritkán oldódnak fel egészen, hanem helyenként szita, illetőleg rosta módjára át vannak lyuggatva, miért is ezeket rostalakoknak mondjuk.

A sejttal tehát teljesen át van lyukasztva és így a

szomszédos csőtagok tartalma egymással közvetlen érintkezésben áll.

\*) Ezt a két kifejezést ma már mind ritkábban használják.



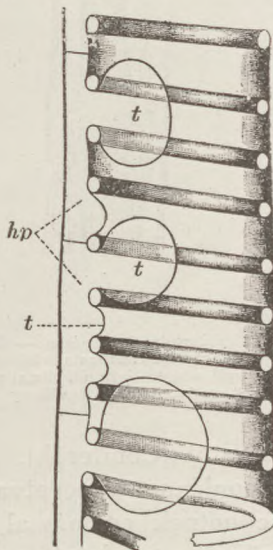


142. kép.

Az ákác fás részének érintőirányú hosszmetsete 500/3-szoros nagyítással, *L* farostok, *Bs* belsőgár, *Esp* szűk spirális vastagodású edények, *u* falattörés (perforáció), *Fp* faparenchyma, *Et* bődedény thyllákkal, *Pr* pótló rost. Dr. Fehér után.

Az átlýukadás azonban Haberlandt szerint csak a zárwatermőkben teljes, a nyitwatermőkben és a Pteridophytákban csak vékony plazmafonalak hatolnak át rajta.\*)

Magát a rostalapot mint egy nagy gödörkés vastagodású záróhártyát foghatjuk fel, amely hálózatosan megvastagodik. Ezen háló szemei a zárwatermőkben teljesen át lesznek törve és a rostalap lyukait alkotják, míg a nyitwatermőkben csak plazmafonalak (plazmodezmák) hatolnak át rajtuk. A rostalyukak nagysága rendszerint kicsi, egyes növényekben (pl. *Cucurbita*) azonban 0'005 mm.-t is elérhetnek. A harántlapok lehetnek olyanok, amelyek vízszintesen állanak és rosta módjára



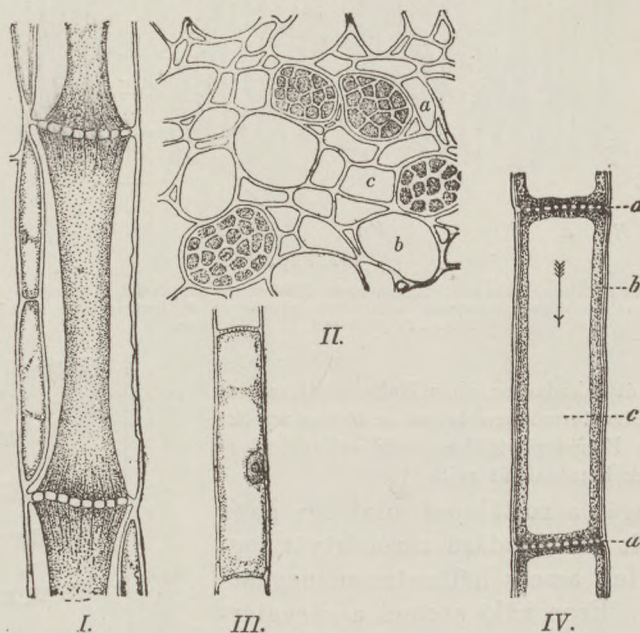
143. kép.

\*) Az Angiospermák rostacsövei a farész edényeinek, a Gymnospermáké pedig a tracheidáknak felelnek meg. Az előbbieket phylogenetikailag magasabb fokon állanak.

A *Musa Ensete* csavaros vastagodású edényének hosszmetsete; *hp* faparenchyma sejtek, amelyeknek fala a vele érintkező edényfallal együtt thyllákká képződik ki. Molisch után.



vannak átllyuggatva (*Acer*, *Cucurbita*, *Bryonia*), vagy olyanok, amelyeknek harántfalai ferdén állanak és lépcsőzetesen vannak megvastagodva; ezen megvastagodások között vannak a finom hálózat módjára átllyuggatott rostalapok (*Vitis*, *Tilia* stb.) (l. 147. kép), amelyek végükön kihegyesednek és többnyire a bélsugarak felől lévő harántfalukon egy sor vékonyfalú folttal bírnak, amelyeken igen finom vastagodású hálózat



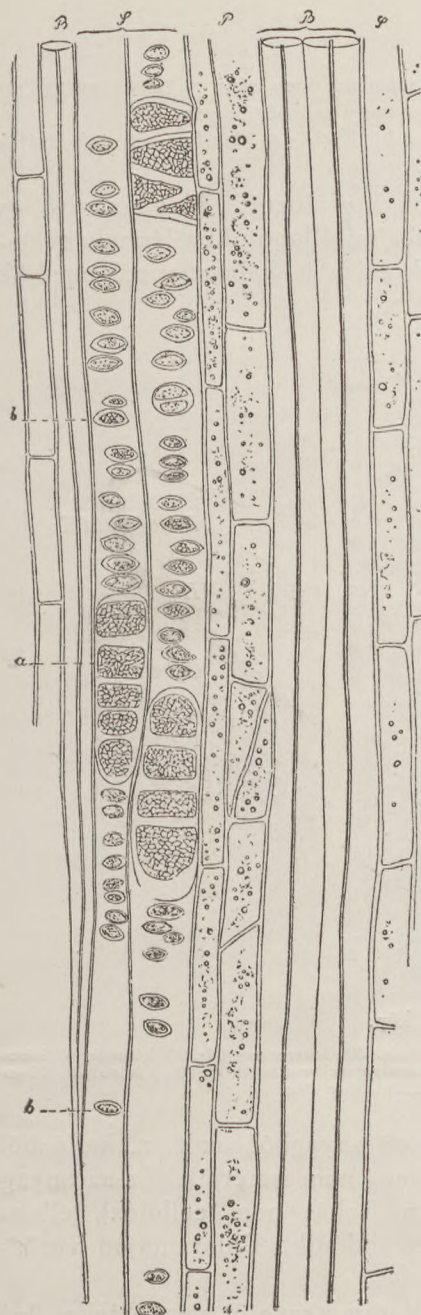
144. kép.

A tők: I. rostacsőve nyáron — kalluslemeztől — összehúzózott plazmával, a kísérő sejttel; II. a hancs keresztmetszete, c hancsparenchyma, mellette a rostacsővek gödörkés vastagodású válaszfalai (lemezei), a kísérő sejt; III. fiatal rostacsősejt sejtmaggal és két vakuólával; IV. idős rostacsősejt vázlata, a rostacsőlemez, b vékony plazmabélés sejtmag nélkül, c sejtnedv. 400-szorosan nagyítva. Belzung után.

látható (Coniferák). A rostacsővek oldalfalai is lehetnek hasonlóan átllyuggatva, minek következtében oldalt is közlekedhetnek egymással (*Pirus communis*, *Vitis* stb.). A rostacsővek egyenként, vagy csoportosan lehetnek a hancsban elhelyezve.

A rostalapok kialakulása előtt a rostacsővek alkotó sejtjei plazmában gazdagok és jól látható sejtmaggal bírnak, később a rostalapok kialakulása után a plazma a fal mellé szorul, a





145. kép.

A *Tilia cordata* kérgének hosszmetsete. B háncsrostsejtek, S rostasejtek a nagy, b kis rostalemezekkel, P háncsparenchyma. Nobbe után.

sejtmag eltűnik.\*) Ez a plazmabélés a rostalapot is befedi és ennek folytán a szomszédos csőtagok plazmája állandó érintkezésben marad.

A rostacsővek belsejét azonban túlnyomólag egy tiszta, koncentrált fehérjeoldat tölti ki, amely azonban egyes esetekben nyálkás is lehet (*Cucurbita*).

A fehérjéken kívül ez az oldat még néha leukoplasztákat és jóddal vörös reakciót adó — tehát amyloextrinben gazdag — keményítő szemecskéket is tartalmaz, sőt újabban maltózét is találtak benne.

A rostacsővek úgyszólván kizárólag a fehérjék szállítására szolgálnak. Czapek kísérletileg igyekezett bebizonyítani, hogy a N mentes asszimilátákat épen olyan mértékben szállítják, mint a fehérjéket. Azonban minden jel arra mutat, hogy a rostacsővek első sorban a fehérjék szállítására szolgálnak. Ezen feltevést bizonyítják többek között a következő körülmények:

1. A rostalapok áttörése. Erre a szénhydrátok szállításánál nem volna szükség, hiszen azok oldhatók, ellenben a kolloidális természetű fehérjék szállítása csak így mehet végbe közvetlenül, különben szállításuk csak enzimátikus úton mehetne végbe.

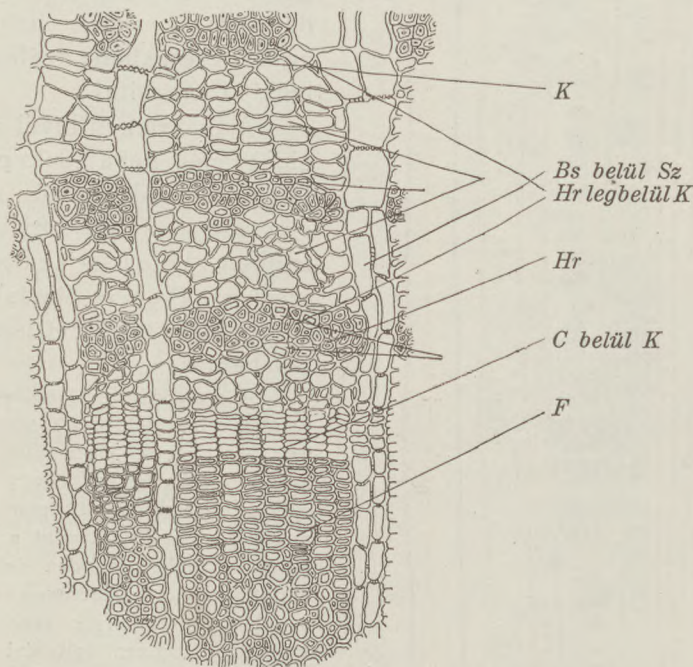
\*) Újabb vizsgálatok szerint (W. Schmidt) a sejtmagok megmaradnak, csak megfigyelésük válik nehezebbé.



2. A rostacsövek relatíve nagy számban épen azon növényi szervekben fordulnak elő, amelyeknek fehérjékre nagy szükségük van.

Természetesen mindez nem zárja ki, hogy másodsorban a szénhidrátok szállítására is szolgálhatnak.

A rostacsövek élettartama korlátozott. Már az első év végén, amikor a fák ősszel nyugalmi állapotukba lépnek, rostalapjuk egy sajátságos anyaggal, az ú. n. kalluszlappal tömődik el (l. 148. kép).



146. kép.

Az á k á c másodlagos háncsának keresztmetszeti képe. 500/2-szeres nagyítás. *Bs* bélsugár, *Hr* háncsrostnyalábok, *Sz* rostacsövek és kísérősejtjeik a háncsparenchyma sejtek között, *K* kristályöv, *C* kambium, *F* farész. Dr. Fehér után.

A kalluszlap erősen fénytörő anyagból, az ú. n. kallózból áll. Ennek pontos összetételét még nem ismerjük. Ez az anyag rézoxidammóniában oldhatatlan (tehát nem cellulóz), ellenben 1%-os  $\text{KOH}$ -ban kitűnően oldódik. Chlorzinkjód vörösbarnára festi.

A kallóz lerakódása már korán kezdetét veszi; teljes kifejlődését azonban csak a lombhulláskor éri el. A legtöbb fában



a rostacsövek csak egy évig maradnak életben, néha azonban (pl. *Vitis*) a kalluszláp a következő tenyészeti év kezdetén fel is oldódhatik.

A rostacsövekkel közvetlenül érintkezve, nem ritkán az ú. n. kísérő sejteket találjuk.

A nyitvatermőkben és a Pteridophytákban hiányoznak, helyettük a másodlagos háncsban összefüggő, plazmában gazdag sejtszortokat találunk.

A kísérősejtek sokkal kisebb méretűek, mint a rostacsövek, faluk vékony és a rostacsövekkel hosszanti válaszfalikon keresztül gödörkéekkel közlekednek, amelyek azonban csak egyoldalúlag — a rostacsövek felőli oldalon — vannak kiképezve és ennek folytán a két sejt plazmodezmákkal érintkezik egymással. A kísérő sejtek, amíg életben vannak, plazmában gazdagok, nagy sejtmagjuk van és fehérjéken kívül más organikus tartalmi részeket még nem találtak bennük.

A rostacsövek iniciálok\*) osztódása folytán keletkeznek és ennél fogva mint ezeknek a testvérsejtjeit tekinthetjük őket; élettani szerepük kétségkívül a fehérjék szállításával van összefüggésben.

Haberlandt bennük olyan sejteket vél felismerni, amelyek a növénynek azon hormonjait\*\*) választják ki, amelyek mechanikai sérülés esetén a sebgyógyulás folyamatát indítják meg. E tekintetben azonban a kérdést lezártak még egyelőre nem tekinthetjük.

Itt kell még megemlékeznünk az edénnyalábok különös sejtalakjáról, a kambiform sejtekről. Ezeket a legtöbb edénnyalábban meg fogjuk találni, még pedig a háncsrészben (l. 148. kép). Nevüket onnét nyerték, hogy alakjukra nézve nagyon



147. kép.

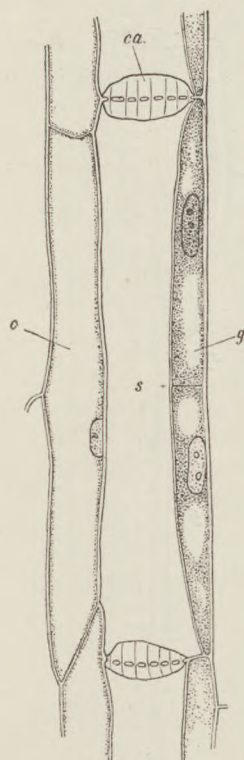
*Vitis vinifera* rostacsövei.  
S rostacsövek, g kísérősejtek,  
sp összetett rostalap 8 rosta-  
mezővel. Wilhelm után.

\*) Embryonális sejtek.

\*\*) Sajátságos, még ismeretlen összetételű organikus anyagok, amelyek a növény- és állati életben különböző mozgási-, inger- és növekedési jelenségeket váltanak ki.



hasonlítanak a kambium sejtjeihez. Vékonyfalú, kihegyezett prozenchymatikus sejtek, rendszerint plazmában gazdagok és a környező rostacsövekkel (kísérő sejtekkel) egyszerű gödörkés vastagodásokkal közlekednek, amelyek különösen ezen sejtek alsó, kihegyezett végén jelentkeznek nagyon gazdagon. Az egyszikűek edénynyalábjában a nyalábot létrehozó kambium osz-



148. kép.

Az *Ecballium Elaterrum* szára háncsrészének (leptom) a hosszmetsete. *c* kambiform sejt, *s* rostacső, *ca* a kalluszlappal eltömődött rostalap, *g* kísérősejt. Haberlandt után.

tódásában akkor, amikor a nyaláb teljes kifejlődését elérte, megáll és állandó szövetté alakul át, amelynek sejtjeit szintén a kambiform sejtekhez kell sorolnunk. A kambiform sejtek élettani szerepéről még keveset tudunk, valószínűleg a fehérjék és a szénhidrátok szállításában egyenlő mértékben vesznek részt.

A háncsparenchyma sejtek, ellentétben az eddig tárgyalt fehérjéket szállító elemekkel, a szénhidrátok (cukrok, keményítő stb.) szállítására, illetőleg raktározására szolgálnak. A háncsparenchyma és faparenchyma sejtek fiziológiai tevékenysége és anatómiai felépítése tehát teljesen azonos s azért a szorosan vett fiziológiai-anatómia ezeket, mint szállító parenchyma szöveteket, a topografiai fekvéstől függetlenül közösen tárgyalja. A háncsparenchyma sejtek, a faparenchyma sejtekhez hasonlóan, vékonyfalúak és fiatal háncssejteknek harántfalakkal való osztódása által keletkeznek. Sejtjei plazmát, jól kivehető sejtmaggal, szénhidrátokat és a fiatal hajtásokban néha chloroplasztákat is tartalmaznak. Főfeladatuk a szénhidrátok szállítása, amelyhez — mint már említettük — néha ezeknek a raktározása is járul (különösen télen). A háncsparenchyma sejtjei, ellentétben a faparenchymával, csak ritkán fásodnak,

faluk egyébként számos egyszerű gödörkés vastagodással bír.

A fák háncsában az öregebb háncsparenchyma sejtek gyakran tartalmaznak calciumoxalat (sósavas mész) kristályokat (l. 146. kép).

A háncsrostok fiziológiai értelemben az erősítő szöve-



tekhez tartoznak. Ezek, mint a farostok, hosszúra nyúlt, parenchymatikus-, igen vastagfalú sejtek, legtöbbször igen keskeny belső üreggel (lumen) bírnak. Falukon ezeknél is keskeny, egyszerű gödörkés vastagodásokat találunk. Többször egy kambium sejtnak tetemes meghosszabbodása folytán keletkeznek. A valódi háncrestok hiányzanak a Pinusok- és az Abiekben és a legtöbb fenyőben, ellenben a Larixban néha egyenként szétszórva meg lehet találni őket. A lombos fák háncsában csoportonként és egyenként lehetnek elhelyezve. A leggyakrabban a bélsugarak által megszakított egy (Platanus), vagy több sort képeznek a kerület mentében (Tilia, Quercus, Robinia stb.).

Az edénynyalábok tárgyalása során kell megemlítenünk az ú. n. védőövet (hüvelyeket) is. Ezek ugyan nem tartoznak a szorosan vett szállító szövetek közé,\*) azonban annyira szoros anatómiai és fiziológiai összefüggésben fordulnak ezekkel elő, hogy az áttekinthetőség kedvéért ezeket is itt fogjuk tárgyalni (l. 151. kép).

A védőhüvelyek kifejlődése nagyon változatos. Nagy vonásokban azonban két nagy csoportra oszthatjuk fel őket. Az első csoportot a parenchymatikus sejtekből álló, ú. n. parenchyma hüvelyek, a második csoportot pedig az elparásodott, vagy elfásodott falú sejtekből álló, ú. n. endodermisek alkotják.

Mindegyik csoporton belül viszont ismét két változat lehet: vagy egyes edénynyalábokat vesznek ezek a hüvelyek körül, vagy pedig az edénynyalábok összeségét.

A második csoport egyik legelterjedtebb formája az ú. n. keményítőréteg, amelyet a legtöbb kétszikű növény fiatal hajtásában, az elsődleges kéreg és a központi henger határán találunk meg. Egy sejtsorból áll. Sejtjei gazdag keményítő tartalommal bírnak. Fiziológiai szerepe kétségtelenül az anyagcsere forgalommal van összefüggésben. Haberlandt és Nemeč szerint a nehézségi erő percepciójára szolgál (statolith elmélet).

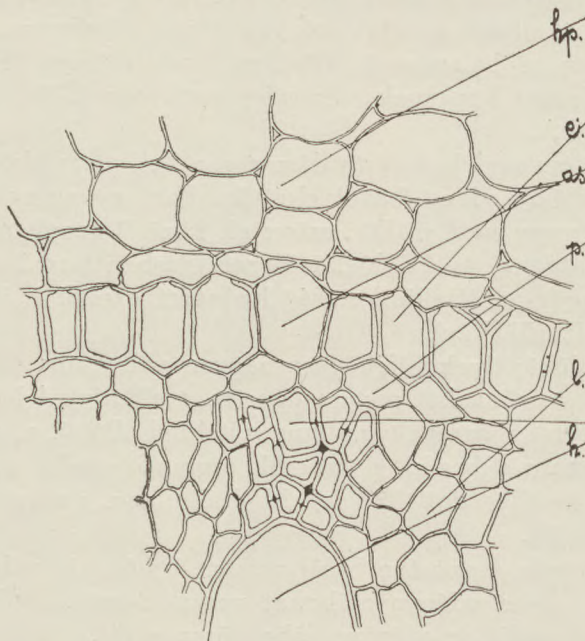
A keményítőréteg az edénynyalábok összeségét veszi körül, néha azonban egyes edénynyalábok határán is

\*) Az alapszövethez tartoznak.



megtaláljuk; így pl. a Pteridophyták koncentrikus edénynyálábjai körül (l. 176. kép).

A paranchyma hüvely másik nagyon gyakori formája csak az egyes edénynyálábokat veszi körül és nem kifejezetten keményítő réteg. Ezt gyakran megtaláljuk pl. a levelekben, ahol a levélereket alkotó edénynyálábokat veszi körül és itt kifejezetten a levelekben képezett asszimilátákat, elsősorban a szén-



149. kép.

A nőszirm gyökerének a keresztmetszete. *hp* háncsparenchyma, *e* endodermis, *as* áteresztősejt, *p* perikambium, *l* leptom, *h* hadrom. Dr. Fehér után.

hydrátokat szállítja az edénynyálábokba. Ezért más néven szállító-, vagy edénynyáláb hüvelynek is mondják (156. kép g, b).

A hüvelyek egy másik nagy csoportját a védőhüvelyek, v. endodermisek alkotják. Ezeknek a sejtjei szögletesek, faluk rendszerint elfásodik, vagy elparásodik.

Egyik leggyakoribb formája ezeknek a gyökerekben található endodermis, amely a gyökerek radiális edénynyálábjait veszi körül (l. 149. kép). Ezeknek az endodermis sejteknek



rendszerint csak a radiális falai vastagodnak meg és pedig itt is csak a fal középső részén lokálisan, ahol azután egyúttal elparásodás, sőt elfásodás is jelentkezik. Ezek a megvastagodott részek a keresztmetszeten a fénytörés következtében mint sötét pontok, vagy csíkok látszanak (Caspary-féle csíkok, l. 150. kép).

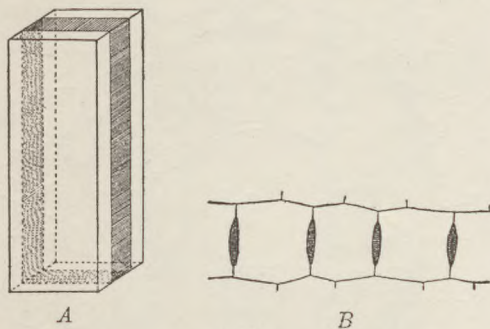
Az endodermis sejtek ezen formája a leggyakoribb, de ezen kívül még két formája van az endodermis sejteknek elterjedve. Az egyiknél (*Convallaria majalis*, *Tradescantia nana*) az elsődleges vastagodási rétegre a sejtfal egész területében egy vékony para (suberin) lemez rakódik le, amelyre azután még egy vékony cellulóz réteg következik (l. 151. kép). A másik csoportnál ez a belső cellulóz lemez erősen megvastagodik (*Carex*, *Potamogeton* stb.).

Az endodermis sejtjei aránylag sokáig életben maradnak, azonban faluk az elparásodás következtében permeabilitásából (folyadék átteresztő képesség) erősen veszít. Hogy

azonban a víznek és a táplálóanyagoknak a szállítását a növény mégis lehetővé tegye, helyenként el nem parásodott falú sejteket, az ú. n. átteresztő sejteket iktatja közbe (l. 149. és 151. kép). Az endodermisszel teljesen azonos úgy anatómiai, mint pedig fiziológiai tekintetben a gyökerek epidermise alatt elhelyezett ú. n. *exodermis*.

Néha egyes edénynyalábokat is endodermis vehet körül, pl. a legtöbb *Pteridophytá*ban, ahol az endodermisen kívül még keményítőhüvelyt is találunk.

Egy különös formája az endodermiseknek, amikor faluk erősen megvastagodik és elfásodik. Ilyenkor *sklerenchyma hüvelynek* nevezzük, mert sejtjei legnagyobb részét tipikus sklerenchyma rostokból állanak (l. 126. kép).



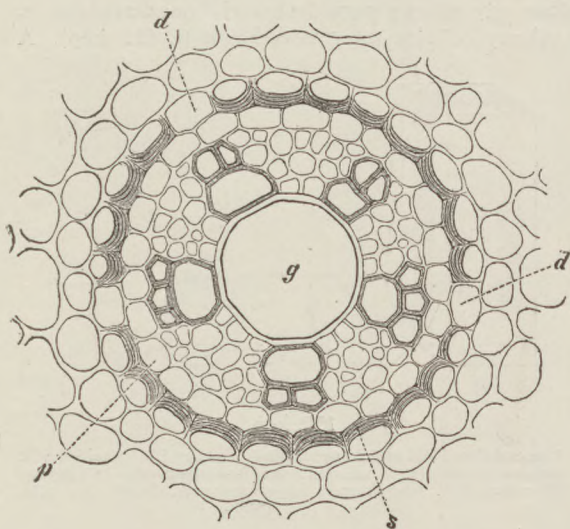
150. kép.

A az endodermissejt sugárirányú falainak Caspary-féle csíkokkal való vázlatos ábrázolása. B az endodermis keresztmetszete; a Caspary-féle csíkok sötét lencseformájú képet mutatnak. Strasburger után.



Ilyen sklerenchyma hüvelyeket találunk az egyszikű és a kétszikű növények edénynyalábjai körül. Ilyeneket találunk pl. a *Zea Mays* és több egyszikű növényben, de a kétszikűekben (pl. a *Ranunculus repens*) is (l. 107., 130., 134. kép).

Ezeknek a hüvelyeknek a vastagsága nem egyenletes és amint később látni fogjuk, ez a körülmény az edénynyalábok felépítésében érvényesülő mechanikai elvre vezethető vissza. A legerősebben szokott kifejlődni lenni az edénynyaláb két oldalán, a



151. kép.

Az *Allium ascalonicum* gyökerének sugaras elhelyeződésű edénynyalábja. *g* a központi fekvésű nagy edény, amely körül az öt hadromlap sugarasan foglal helyet. *p* perikambium, *s* védőhüvely, *d* áteresztő-sejtek. Haberlandt után.

hancsrész és a farész oldalon. Ellenben a hancs- és a farész érintkezési vonalában a hüvely megkeskenyedik, sőt megszakad, a sklerenchyma sejtek helyébe parenchyma sejtek lépnek, amelyek a nyaláb és az ezt körülvevő parenchymatikus alapszövet sejtjei között fiziológiai kapcsolatot létesítenek. Ezek az ú. n. áteresztő szöveti zónák,

amelyek lényegileg az áteresztő sejteknek felelnek meg (l. 130. kép). Tulajdonképpen a kétszikűek fiatal hajtásaiban lévő sklerenchyma gyűrűt tágabb értelemben szintén egy endodermisnek tekinthetjük.

Az edénynyaláboknak a tenyészőkúp ösmerisztematikus szöveteiből való kifejlődésére röviden a következőket óhajtjuk megjegyezni:

Az edénynyalábok a tenyészőkúp azon szöveteiből veszik eredetüket, amelyeket mi pleromának mondunk. Az edénynyaláb



lábok első kezdeteit a tenyészőkúptól nagyobb távolságban találjuk meg. Ezek kezdetben hosszúra nyúlt, vékony falú osztódó sejtek által alkotott nyalábok alakjában jelennek meg, amelyek főképpen a kerület közelében jelentkeznek és körded csoportokat képeznek. Ezek az ú. n. prokambium nyalábok. Ezekből a nyalábokból keletkeznek azután fokozatosan, tehát szukcedán a háncs és a farész egyes elemei. A kezdetleges háncsot más szóval protophloemnek, elemeit phloem primánoknak, az első farészt pedig protoxylemnek, elemeit pedig xylem-primánoknak is nevezik.

A fásrész első elemei, tehát a xylem-primánok kizárólag gyűrűs és csavaros vastagodású tracheidákból és edényekből állanak, miután fiatal, növekedésben lévő növényi részekről lévén szó, a vastagodásoknak ezen formája a húzási és hajlítási igénybevételt leginkább lehetővé teszi.

Az elsődleges edénnyalábok kifejlődése most már különböző módon történik, aszerint, amint kétszíkú, vagy egyszíkú növényről van szó.

A kétszíkúekben és a nyitvatermőkben a prokambium kötegek egy körben lépnek fel a plerom kerületi részében és egymástól el vannak választva a plerom többi szövete által. A prokambium külső oldalán képződik mindegyiknek egynéhány háncsrósta, belső oldalán pedig gyűrűs- és csavaros vastagodású edények. Ezen szöveti elemek által kezdődik meg a háncs- és a farész fejlődése.

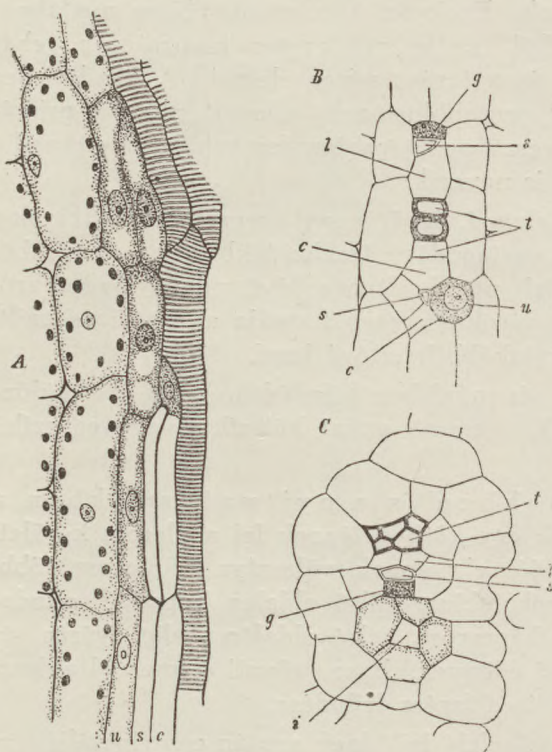
A háncsróستoktól befelé fejlődnek azután centripetális sorrendben a rostacsövek és a hánccparenchyma; az első edényektől (xylemprimánok) pedig centrifugális sorrendben fejlődnek azután a többi edények, nevezetesen most már udvarosgödörkés edények is, amelyek között fokozatosan sklerenchyma (fa) rostok és faparenchyma válik ki.

A kétszíkú és a nyitvatermők egy jellemző sajátossága most már abban nyilvánul meg, hogy a prokambium nyalábnak a háncs- és a farész közötti részében egy réteg osztódó állapotban marad meg, amely azután később a másodlagos vastagodás elemeit hozza létre. Ezen keskeny osztódó sejtrétegek alkotják a kambiumot (nyílt edénnyaláb,



l. 131. kép). A xylemprimánok eszerint legbelül maradnak és a kifejlett fában az ú. n. bélövet alkotják.

Az egyszíkűekben a prokambium nyalábok hasonlóan képződnek, mint a kétszíkűekben, de lefutásukban



152. kép.

A a *Fuchsia globosa* levélfogának a hosszsmetszete az edénnyaláb végződésén át; *u* átmeneti sejtek, *s* rostacsövek, *c* kambiform sejtek. B az *Ecballium Elaterium* levéllemezőének a keresztmetszete a bikollaterális edénnyaláb végződésén át; *t* tracheidák, *l* szállítóparenchyma, *c* kambiformsejtek, *s* rostacsövek, *g* kísérősejt, *u* átmeneti sejt (feltűnően nagy kísérősejt). C az *Aralia Sieboldii* levéllemezőének a keresztmetszete az edénnyaláb végződésén át; *t* tracheidák, *l* szállítóparenchyma, *s* rostacső, *g* kísérősejt, *i* sejtközi üreg. Haberlandt után.

(l. 121. és 123. kép). Az egész prokambium nyaláb a hánccs és a farész elemeivé változik át, tehát állandó szövetté, úgy, hogy az egyszíkűek edénnyalábjaiban kambium nincsen (zárt edénnyaláb, l. 130. kép). A gyökerekben a hánccsot és a fás

annyiban térnek el, hogy amint a levéldudorból belépnek a szárba, nem a pleroma felületén futnak le, hanem a pleromába mélyebben nyomulnak be, azután rövid úton ez irányban haladva, ismét visszafordulnak a pleroma felületéhez. A pleroma felületétől különböző mélységben futnak le. Ennek következtében a szár keresztmetszetén a nyalábok szétszórtan vannak elhelyezve az alapszövetben és az alapszövet nincsen úgy, mint a kétszíkűekben határozottan elkülönítve — bélre és elsődleges kéregre



részt létrehozó prokambium nyalábok — a radiális edénynyaláb típusnak megfelelően — periferikusan vannak elhelyezve és ennek folytán az elemeket centripetális sorrendben hozzák létre (l. 127. kép). Ilyen módon a széleken találjuk meg a legidősebb elemeket, míg befelé haladva a legfiatalabb elemek képződnek. Hasonló módon megy ez végbe a háncsrészben is. A fejlődési sorrend tehát a háncsban a földfeletti szárral megegyezik, míg a farész fejlődési sorrendje a földfeletti szárhoz viszonyítva fordított lesz.

A koncentrikus edénynyalábok kifejlődése ilyen egységes képet nem mutat.

Az edénynyalábok kifejlődése ettől a most vázolt normális képtől gyakran eltér. Néhány ilyen, ú. n. rendellenes kifejlődést a következőkben röviden fel fogunk sorolni.

Az egyszíkűekben a rostaelemekből álló szövetsávok gyakran két részre osztják a háncsot (pl. a pálmákban). A Dioscoreaceákban ugyanilyen módon a háncs több egymásután következő részre tagozódik. A Cycadaceákban a protoxylem a nyaláb közepén fekszik, a kifejlődés kezdetben centrifugális, később pedig centripetális irányban megy végbe. Az edénynyalábok a levelekben végződnek. Ezek a végzódések nagy vonásokban egy általános szabályszerűség szerint mennek végbe, amely a következő (l. 105., 152. kép):

Az edénynyaláb legutolsó elemei tracheidák, amelyek itt csavarosan, vagy hálósan vastagodnak meg. Gyakran a legutolsó tracheidák végei gömbalakú formát vesznek fel. A levelek parenchyma szövetei (rendszerint a szívacsparenchyma) ezeket a nyalábvégződéseket boltozatalakúan zárják le. A háncsrész elemei már korábban elmaradnak, a rostacsövek keresztmetszete megkisebbedik, úgy, hogy ezen elemek méretei között a fordított viszony keletkezik, mint eddig ezt a normális kifejlődésű edénynyalábnál láttuk.

#### Az alapszövet.

Ezen név alatt a 94. oldalon tárgyalt általános osztályozás c), d) és f) pontjai alatt felsorolt: szilárdító, vagy mechanikai-, trophikus, vagy táplálkozási- és a mi-

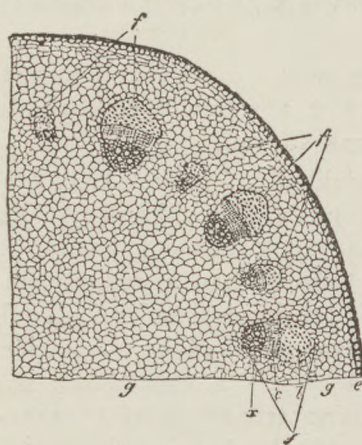


rigyszöveteket és váladéktartókat foglaljuk össze, mivel ezen szövetek rendszerint a szállító- és a bőrszövetek közötti teret töltik ki (l. 153. kép).

A megjelölés tehát csupán topografiai jelentőségű és a könnyebb áttekinthetőség kedvéért történik.

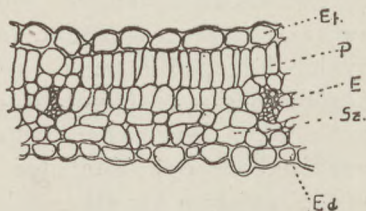
A növényi test lágy részei: a fában a bél és a bélsugarak, az elsődleges kéreg, a levelek, a húsos gyökerek stb., túlnyomó részben az alapszövethez tartoznak. Mi ide soroljuk az ú. n. mechanikai, vagy szilárdító szöveteket is és ilyenformán az

alapszövet formái között a következő csoportokat fogjuk tárgyalni: a) trophikus, vagy táplálkozási szövetek; b) mirigyszövetek és váladéktartók; c) szilárdító, vagy mechanikai szövetek. Az alapszövet sejt-



153. kép.

A *Helleborus* levélnyelének keresztmetszete a három szövetrendszert tüntetve fel; *e* bőrszövet, *g* alapszövet, *f* szállítószövetek (edénynyalábok), *x* fa, *c* lágyháncs, *b* sklerenchyma köteg. 20-szorosan nagyítva, Prantl után.



154. kép.

Az ákác lomblevelének a keresztmetszete 500-szorosan nagyítva. *Et* felső epidermis, *P* palisszád sejtek, *Sz.* szívacs-parenchyma, *E* edénynyaláb, *Ed* alsó epidermis. Dr. Fehér után.

jei túlnyomólag parenchymatikusak, de lehetnek prozenchymatikusak is.

a) A trophikus, vagy táplálkozási szövetek alatt azokat értjük, amelyek a táplálkozás sokféle munkáját végzik; pl. asszimiláló szövetek, táplálóanyagokat raktározó szövetek, abszorpciós szövetek stb.

Az asszimiláló szövetek ismertető jele főképen az, hogy ezek a növényi asszimiláció egyik legfontosabb alap-  
elemét, a chlorophyllt tartalmazzák (l. 155. kép).

Kivételes esetekben nemcsak az alapszövet, de az epidermis sejtjei is szolgálhatnak az asszimiláció céljaira, ez azonban



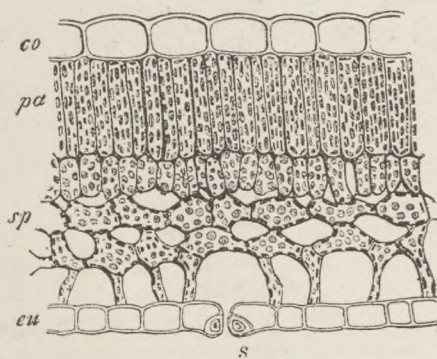
csak ritkán fordul elő (az árnyéki növényekben). Az asszimiláló szövetek túlnyomólag parenchyma sejtekből állanak, amelyek épen az asszimiláció megkönnyítése céljából sejtközi üregekkel vannak gazdagon behálózva, hogy ezáltal a levegő és a  $\text{CO}_2$  körfolyamata (cirkulálása) lehetővé váljék. Az asszimiláló szövetek természetesen elsősorban a növényi részek periferiáin keresnek elhelyezést, amely körülményt főképen az asszimiláció igényelte fényszükséglet kielégítése indokolja (l. 156. k.).

Néha azonban, ha az epidermis és a collenchyma erősen átlátszó, az asszimiláló szövetek mélyebb fekvéssel is bírhatnak. A collenchyma sejtek ugyan elsősorban a növényi részek erősítésére szolgálnak, azonban gyakran chlorophyllt tartalmaznak és így szintén asszimilálhatnak, azonban ez náluk épen úgy, mint az epidermis sejtekben, csak mellékfunkció, míg a szorosan vett asszimiláló szövetek főfunkciója az asszimiláció.

Egyik legtipikusabb és leggyakrabban előforduló formája az asszimiláló szöveteknek a zöld lomblevél- (fenyőtű-) palisszád és szivacsparenchyma szövetei (l. 155. k.).

Az asszimiláló szövetek kialakulásában két elv érvényesül: nevezetesen a felület megnagyobbításának és a legrövidebb anyagelszállítás elve.

Az első főképen a palisszád sejtek, tehát a tulajdonképeni asszimiláló sejtek felépítésében érvényesül olyan módon, hogy ezek az oszlopalakú sejtek a levél felületére merőleges falakkal többszörösen osztódnak és ezáltal azt a felületet, amely a chlorophyll testecskék elhelyezésére szolgál, a lehetőség szerint megnagyobbítják. Egyik tökéletesebb formája a palisszád sejteknek az ú. n. tölcsealakú palisszád sejtek kialakulása, amelyek még azon célt is szolgálják, hogy a chlorophyll tes-



155. kép.

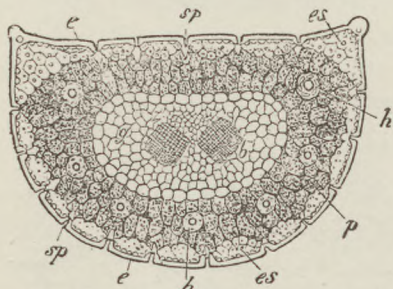
A bükkfalevél keresztmetszetének darabja; *co* a levél színének epidermise, *cu* a levél fonákjának epidermise, *s* levegőnyílás, *pa* oszlopos palisszád sejtek, *sp* szivacsos parenchyma. 350-szeresen nagyítva. Prantl után.



tecskék kölcsönös beárnyékolása elkerülhetővé válik és az asszimiláták szállítása célszerűbb irányú legyen.

Ugyancsak az asszimiláló felület megnagyobbítására szolgál a palisszád sejtek egy másik formája, az ú. n. karos palisszád sejtek (Pinus), amelyeknek az oldalfalain a sejtek belsőjébe benyúló hullámok képződnek (l. 108. kép).

A második elv úgy érhető el legkönnyebben, ha az asszimiláló sejtek a képzett organikus anyagokat azonnal elszállíthatják és ezáltal főfeladatuk teljesítésében akadályozva nem lesznek. Ezt a célt szolgálják a levél szivacsparenchyma sejtjei, amelyek csak másodsorban szolgálnak az asszimiláció céljaira (l. 154. kép).



156. kép.

A *Pinus Pinaster* tűjének keresztmetszete; *e* epidermis, *es* hypoderma, *sp* levegő-nyílások, *h* gyantajáratok, *p* chlorophyll-tartó parenchyma, *g. b.* szintelen belső szövet, melyben a két edénynyaláb foglal helyet. 50-szeresen nagyítva. Sachs után.

A trophikus, vagy táplálkozási szövetekhez tartoznak a táplálóanyagokat raktározó szövetek is.

Tulajdonképpen a legtöbb parenchyma sejtnek megvan az a képessége, hogy szükség esetén a növény tartalék táplálóanyagait elraktározza. Egyik leggyakoribb formája a raktározó szöveteknek az ú. n. vízszövetek, amelyek különböző

forró földövi növények földfeletti és földalatti szerveiben fordulnak elő és itt a víznek a raktározására szolgálnak. Legtöbbször vékonyfalú, nagy üregű parenchymatikus sejtekből állnak, amelyekben plazmát, sejtmagot és bővizű sejtnedvet találunk; néha azonban ehhez még növényi nyákok is járulnak. A levelekben legtöbbször a már tárgyalt, ú. n. hypoderma, vagy a több sejtsorból álló epidermis végzi ezt a feladatot, azonban sok növényben ezt a funkciót is az alapszövet végzi; így pl. egyes epiphyta Orchideában a törzshöz tartozó gumókat találunk, amelyek majdnem kizárólag vizet raktározó parenchymatikus sejtekből állanak. A levelek vízraktározó szöveteit periferikus, a törzs vízraktározó szöveteit pedig centrális vízszöveteknek is mondják. Hasonló jelenséget még egyes forró

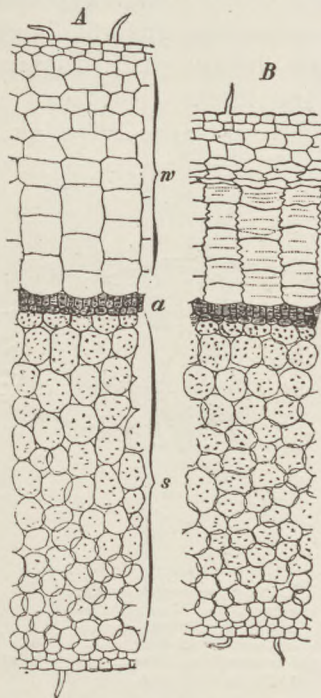


földövi Rubiaceák- (Myrmecodia, Hydnophytum), Gesneriaceák-, Melastomataceákban figyeltek meg, sőt néhány *Vaccinium* fajban is megtaláljuk őket (l. 157. kép).

A parenchyma sejtek esőzések alkalmával mohón szívnak vizet magukba, viszont a száraz időjárás beálltával ezt a vizet fokozatosan leadják, miközben radiális falaik ráncosan összehúzódnak.

Egy másik formája a vizet raktározó sejteknek az elnyákosodott falú parenchyma sejt, amely egyenként, vagy szövetekké egyesülve, szolgál a víz raktározására. Míg azonban a normális vízsövetek parenchymatikus sejtjei élő állapotban vannak és ozmotikus úton raktározzák a vizet, addig a nyáksejtek élőtartalommal nem bírnak és csupán a nyákok (mézgák) vizet felszívó képessége folytán felelnek meg feladatuknak. A sejtfal középső és elsődleges lemeze rendszerint nem nyákosodik el, ez az elváltozás csak a másod- és harmadlagos falrészletekre van korlátozva. Ilyen sejteket találunk pl. a Marchantiaceák-, a Malvaceák-, a Cactaceák-, a Lauraceákban stb. Ide soroljuk sok növény magvában található, ú. n. nyákrétegeket, amelyek ugyan sokszor az epidermishez tartoznak; pl. a *Linum usitatissimum* magvain, azonban néha a magvak belsejében is alakulhatnak (l. 158. kép).

Végül egy harmadik formája a vizet raktározó sejteknek az ú. n. raktározó tracheida (Heinricher).\*) Ezek élő tartalommal



157. kép.

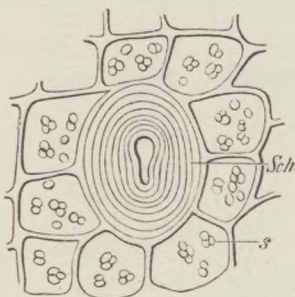
A *Peperomia trichocarpa* levélnek a keresztmetszete. A egy friss levélnek a keresztmetszete; B egy leszakított levélnek a keresztmetszete, négynapos 18–20° C. melletti transzpiráció után; w vízsövet, a asszimiláló réteg, s szivacs-parenchyma. Haberlandt után.

\*) „Reservoirs vasiformes” (J. Vesque) cit. Haberlandt.



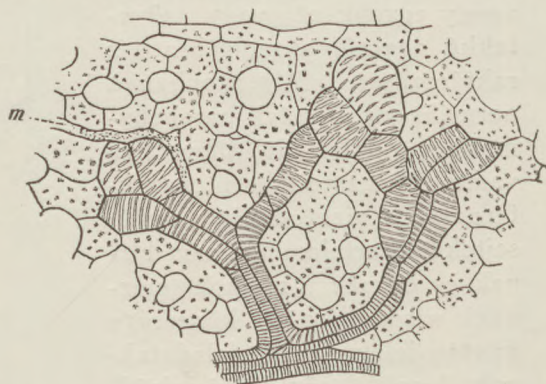
nem bírnak, faluk csavaros vastagodást mutat. Alakulhatnak az edénynyaláb végződésekk mellett, ahol izodiametrikusok és a rendes tracheidáktól elütő nagyobb szélességük folytán azonnal feltűnnek, pl. *Euphorbia splendens* (l. 159. kép). Viszont más növényekben, vagy egyenként — mint idioblasztok —, vagy csoportokká egyesülve, a rendes szövetek\*) között is megjelennek, anélkül, hogy valamely edénynyalábbal kapcsolatuk lenne; pl. a *Pleurothallis* és a *Physosiphon* fajokban (l. 160. kép).

A raktározó szövetek egy másik, az eddiginél nagyobb kiterjedésű csoportja, a növény organikus táplálóanyagainak a



158. kép.

Afahéj\*\*) érintőleges hosszmetsete. Sch nyáksejt (a sejtfal elnyakosodott), keményítőtartalmú parenchymasejtekkel körülvéve; s keményítő szemecskék. 250-szeresen nagyítva. Vogl után.



159. kép.

Az *Euphorbia splendens* lomblevelének edény-nyaláb végződéseit raktározó-tracheidákkal; m tejedényelágazás. Haberlandt után.

raktározására szolgál. A raktározott anyagok nagyon különbözök, mégis a leggyakoribbak: a keményítő, a cukrok, az inulin, a zsírok, a hemicellulóz (mannán, galaktán) és a fehérjék.

Amint már említettük, a legtöbb parenchyma sejt adott körülmények között organikus anyagok raktározására szolgálhat. Így a mi erdei fáink törzsében és gyökereiben a parenchyma szövetek és a bélsugarak a tél folyamán majdnem kizárólag tartalék táplálékanyagok — zsírok, keményítő stb. — raktározására szolgálnak, míg azután tavasszal a táplálékanyagok szállítását végzik.

\*) Leggyakoribbak a levelek mesophylljában.

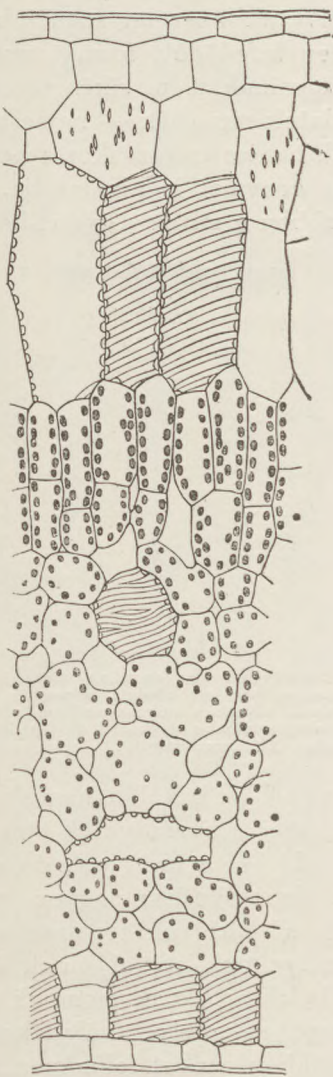
\*\*) *Cinnamomum cassia*.



Tipikus tartalék táplálékanyag raktározók a magvak endospermium szövetei, a burgonya gumója, a különböző rizómák szövetei, a hagyma pikkelyei, a cukorrépa (*Beta rapa f. altissima*) répája stb. A hemicellulózok gyakran a mi erdei fáink parenchyma sejtjeiben is előfordulnak.\*)

Természetesen úgy a hemicellulózokat, mint pedig a többi organikus anyagokat leggyakrabban mégis a magvak endospermiumja tartalmazza. Igen érdekes a hemicellulóz raktározása, amely különösen a különböző magvak endospermium sejtjein feltűnő falvastagodásban nyilvánul meg; így a Leguminosék közt. Közismert jelenség, hogy a *Phytelephas macrocarpa* magvainak vastag endospermiumjában, a *Liliaceák*, a datolya pálma (*Phoenix dactylifera*) stb. magvaiban különösen feltűnően jelentkezik. Sok esetben a rügpikkelyek sejtjei tartalmaznak tartalék hemicellulózt; pl. *Fraxinus excelsior*. Néha ugyanezt a szerepet a kotyledonok alapszövege játssza; pl. *Impatiens*, *Pasania* (l. 161. kép).

A magvak endospermiumja nem mindig mutat egyenlő felépítést, a legtöbb endospermium



160. kép.

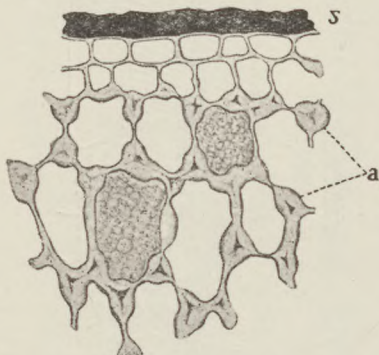
A *Physosiphon Landsbergii* lomblevelének a keresztmetszete a vízszövettel és a raktározó tracheidákkal. Haberlandt után.

\*) Az ilyen vastagfalú hemicellulózból álló sejtfalak nem fásodnak, erről könnyen felismerhetők.



legkülső szövetei eltérnek a belsőtől, rendszerint kicsi és prizmatikus sejtekből állanak, tartalmuk pedig még akkor is zsíros olajokból és fehérjékből (aleurion szemecskék) áll, ha a belső szövetek kizárólag szénhidrátokat tartalmaznak. Ilyen jellemzően kifejlődött formát mutat a Gramineák (búza, rozs stb.) magvainak ú. n. sikér rétege, amely — amint az újabb vizsgálatok mutatják — nemcsak táplálóanyag raktározására szolgál, hanem csírázáskor a keményítő oldásához szükséges diastáz enzimet is kiválasztja. Azért Haberlandt ezt a szövetet újabban a mirigyszövetekhez sorolja (l. 162. kép).

A táplálkozási szövetekhez tartozó abszorpciós szö-



161. kép.

Az *Impatiens Balsamina* magja keresztmetszetének egy részlete. *s* maghéj; *a* csíralevel szövetének kollenchymatikusnak látzó falvastagodása *a* amyloidból áll (tartalékcellulóz). 250-szeres nagyítás. Molisch után.



162. kép.

A nyugalmi állapotban lévő búzamag keresztmetszetének egy részlete; *s* a termés-, illetve a maghéj, *kl* a sikér-réteg, *z* keményítőt raktározó sejtek. 300-szorosan nagyítva. — Haberlandt után.

vetekkel külön nem foglalkozunk, mivel a legfontosabbakat már a bőrszövetek tárgyalásakor ismertettük.

b) A mirigyszövetek és a váladéktartók az alapszövetben nagyon gyakoriak. A mirigyszövetek, illetőleg a mirigyek fogalma alá sorozzuk mindazon szöveteket, amelyeknek sejtjei élnek és váladékot választanak ki; míg váladéktartóknak mondjuk azokat a sejteket, illetőleg sejtközi üregeket, amelyek váladékokat nem választanak ki, hanem belsejükben ezeket felhalmozzák. A két szélső forma között sok átmeneti alak van. Tipikus mirigyszövet, illetőleg mirigyes váladéktartó pl. a fenyők gyantajárata, vagy a Tiliák gumijárata; váladéktartók pl. a csersav tömlők, a *Cinnamomum* és a Citru-



sok illanó olajtartói stb. Haberlandt elkülöníti élesen ezt a két fogalmat, ő tisztán fiziológiai szempontból az epidermis mirigyszőrszálaít, mint külső mirigyeket, is ide sorolja, míg a belső szövetekben működő mirigyeket belső mirigyek néven tárgyalja. Viszont tisztán fiziológiai értelemben véve Linsbauer sekretum alatt csak az anyagcserében aktív szerepet játszó váladékokat érti; így pl. a rovarfogó növények emésztő nedveket kibocsátó mirigyeit, míg a többi növényi váladékot hulladék (exkretum) néven foglalja össze.

Mi megmaradunk a mirigyszövetek és a váladéktartók fent vázolt meghatározásánál, a váladék szót úgy a sekretum, mint pedig az exkretum megjelölésére használjuk. Ennek a két fogalomnak a taglalásába nem mélyedünk bele, hanem a mirigyszöveteket és váladéktartókat tisztán morfológiai alapon fogjuk közösen tárgyalni, miután a kettő néha szorosan egybe is tartozik (pl. a fenyők gyantajáratai); viszont a tipikus váladéktartóknál nagyon bajos eldönteni, hogy maga a váladéktartó sejt, vagy pedig a környező szövetek választották-e ki a váladékot (pl. csersavtömlők); sőt a tejedényeknél, illetőleg a tejcsöveknél minden valószínűség szerint úgy a mirigy, mint pedig a váladéktartó szerepét egy és ugyanazon sejt játsza. Épen a fent vázolt körülmények folytán mi a mirigyszöveteket és a váladéktartókat a következőkben közös néven, mint váladéktartókat fogjuk tárgyalni.

A váladéktartók eredetükre nézve nem egyebek, mint sejtközi üregek, ezek viszont lehetnek sejthasadás (schizogén) és sejtfelbomlás (lysigén) következtében alakulók. A sejthasadásos (schizogén) váladéktartók oly módon keletkeznek, hogy a szomszédos sejtek fala egymástól elválí (Pinusok gyantajára-

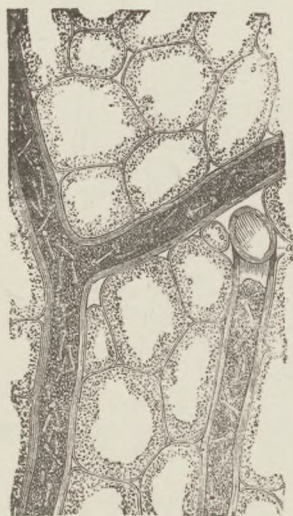


163. kép.

Az *Euphorbia* leveléből ki-preparált tejsejtnék végső elágazása, 120-szorosan nagyítva.  
Haberlandt után.



tai), a sejtfelbomlásos (lysigén) váladéktartók viszont úgy jönnek létre, hogy a sejtfalak kémiai úton feloldódnak, illetőleg felszívódnak (a *Citrus Aurantium* héjának illanó olajat tartalmazó váladéktartói). A kettő kombinációja a schizo-lysigén váladéktartó (pl. gyantatömlők az *Abies alba* kérgében). Gyakran a sejtfalak szétszakadása folytán keletkeznek váladéktartók: ezek a sejtcsakadásos (rhexigén) üregek, amelyek váladékot ritkán — többnyire levegőt — tartalmaznak. A schizogén és lysigén váladéktartók tulajdonképpen intercelluláris üregeknek tekinthetők, amelyek levegő helyett váladékot tartalmaznak.



164. kép.

Az *Euphorbia splendens* kérgének tejcsőve keményítőszemcskét tartalmazó tejnedvvel. 200-szor nagyítva. Belzung után.

De nemcsak intercelluláris üregek, hanem egyes sejtek (pl. a *Malvaceák* nyáksejtjei, tejcsővek), vagy sejtcsoportok (pl. a *Papaver* tejedény hálózata) is lehetnek váladéktartók. Ilyen esetekben a váladékkiválasztás szerepét ugyancsak a sejtek végzik.

Az alapszövet ezen sejtjeit, amelyek felépítésükben a környező sejtektől morfológiai és fiziológiai szempontból lényegesen eltérnek, más néven idioblasztoknak\*) is nevezzük. A legtöbb egysejtű váladéktartó ezekhez tartozik.

A váladéktartók tartalma nagyon változatos lehet; a leggyakoribb tartalmuk: oxálsavas mész, illanó olajok, növényi nyákok, gumi, gyanták, gumigyanták, enzimek, tejnedv stb.

A leggyakoribbak a következők:

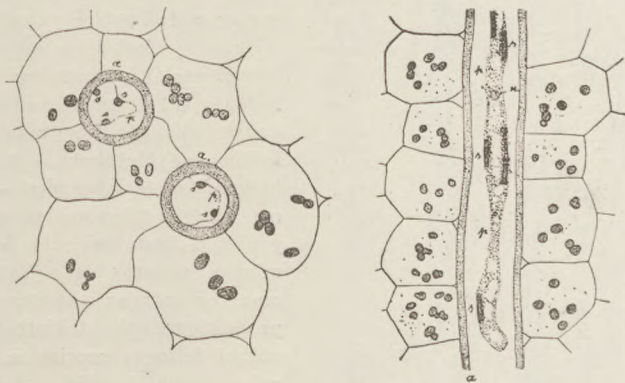
A tejcsővek leginkább az *Euphorbiaceákban* és a *Morusokban* fordulnak elő (l. 163., 164. és 165. kép). Hosszú és elágazó csövek, amelyek azonban tulajdonképpen csak egy sejtből állanak, amely a növény növekedésével folyton lépést tart;

\*) Az idioblaszt elnevezés egész sejtcsoportokra is vonatkozhatik; pl. epithél sejtek, a körte kősejtjei stb.



idősebb részében tejnedvvel van tele, továbbnövő végén pedig cytoplazmát tartalmaz számos sejtmaggal.

A tejedények, amilyenek pl. a Papaveraceákban vannak. Ezek a tracheákhoz hasonló módon képződnek az által, hogy hosszú sejtsorokban a harántfalak feloldódnak. Nevezetesen ezekre nézve az, hogy el is ágazhatnak és egymással oldalt összeköttetésbe léphetnek. Sejtfaluk többnyire igen vékony. Ilyen edények lehetnek a kéregben, a bélben, a hancsban (Cichoriaceae), de még a fában is (Carica Papaya, l. 166., 167. kép).



165. kép.

Az *Euphorbia splendens* kérgéből vett hossz- és keresztmetszet a tejcsovekkel (aa), a tejcsovek összehúzódott plazmája (pp) keményítő-szemecskéikkel (s), n sejtmag. 300-szoros nagyítás. Molisch után.

Az *Acer platanoides* hancsában a rostacsövek gyakran váladéktartókká alakulnak át, amelyek különféle organikus anyagokat (szénhidrátok, fehérjék stb.) tartalmaznak egy tejszerű folyadék alakjában. Régebben tévesen ezeket is a tejedényekhez sorolták, ma azonban ezeket mint egyszerű váladéktartókat kell felfognunk.

A tejedények és a tejcsovek fala tiszta cellulózból áll és állandóan vékony marad, azon vastagodások és gödörkék teljesen hiányzanak, a fal mellett egy sok sejtmagot tartalmazó plazmatömlő vonul végig s ezért magát a tejnedvet tartalmazó üreget, mint egy vakuólát foghatjuk fel és így a tejnedv maga a sejt nedvének felel meg. A fal melletti plazmatömlőben gyakran találunk keményítőt (pl. az Euphorbiaceák lábszárcsont-alakú szemecskéi), de ezen felül még kisebb vakuólát is.



A tejnedv reakciója savanyú, ritkábban amphoter, színe tejfehér, tartalma: elsősorban kaucsuk (kb.  $(C_{10}H_{16})_n$ ) és gyantacseppek, amelyek mint szuszpenziók jelentkeznek; azután szénhidrátok: keményítő, cukrok, inulín, fehérjék, guttapercha (Laportaceae) és néha alkaloidák: ópium (*Papaver somniferum*), upaszméreg (*Antiaris toxicaria*) stb.; továbbá enzimek: papayotin\*) (*Carica Papaya*), cserzőanyagok, zsírok stb.

Különösen fontos gyakorlati szempontból a kaucsuk. Ezt egyes trópusi fák (*Ficus elastica*, *Castilloa elastica* stb.) tejnedvéből nyerik.



166. kép.

A mocsárcsorbóka (*Sonchus paluster*) kéregéből vett hosszmetset. L tejedények; A, B, D a kéreg szövetei; M, M sejtközi járatok. Emery után.

tók. Ide tartoznak a Coniferák gyantajáratok (l. 168., 169. kép). A gyantajáratokat két nagy csoportra osztjuk: a schizogén és lysigén eredetű gyantajáratokra.

A schizogén eredetű gyantajáratokat másképpen valódi gyantajáratoknak is mondjuk, míg a lysigén eredetű gyantajáratokat

\*) Egy fehérjeoldó enzim.

A tejnedv fiziológiai szerepe még nincsen tisztázva, egyelőre két felfogás küzd egymással. Az egyik szerint a tejnedv a tápanyagcserének egy fontos alkotórésze és így ez a felfogás a tejcsöveket és a tejedényeket is a növény szállításozóvetei közé sorolja; a másik felfogás ezt kétségbe vonja, miután annak ellenére, hogy a tejnedv fontos vegyületeket — mint szénhidrátokat és fehérjéket — tartalmaz, mégis túlnyomólag olyan vegyületek fordulnak elő benne — mint a gyanták és a kaucsuk — amelyek már az anyagcsere végső produktumainak tekinthetők. Ez utóbbi felfogás szerint a tejnedvnek inkább ökológiai jelentősége van, — nevezetesen mint sebtakaró anyag és védelmiszer az állatok ellen.

A legvalószínűbb, hogy az igazságot a két véglet között kell keresnünk és a tejnedv esetről esetre mind a két feladatot teljesíteni képes.

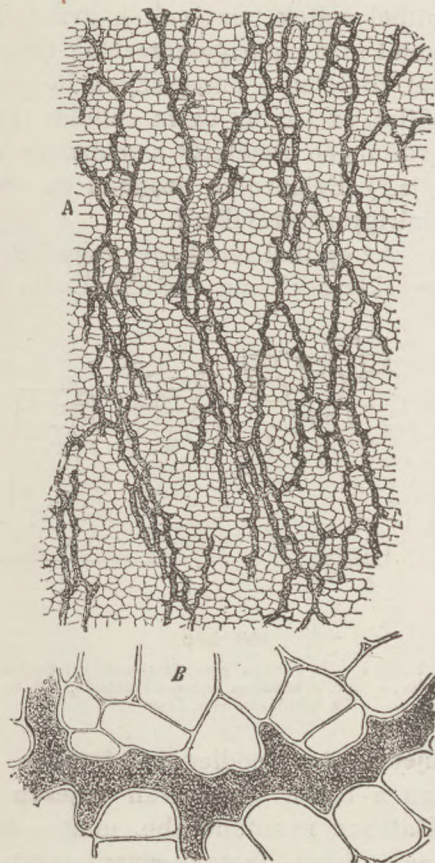
Az illanó olajokat és gyantákat tartalmazó váladéktar-



gyantatómló névvel jelölik.\*) A schizogén eredetű gyantajáratoknál a váladéktartó üregek, illetve járatok körül mindig parenchymatikus sejteket, az ú. n. mirigy-, vagy epithél sejteket találjuk, amelyek az illanó olajat, illetőleg a gyantát kiválasztják (l. 169.kép), a lysigén gyantajáratokban ellenben csak a feloldott sejtfalak maradványait találjuk meg (l. 170. kép).

A valódi gyantajáratok a Coniferák szárában, leveleiben és gyökereiben nagyon gyakoriak. Előfordulnak úgy az elsődleges, mint pedig a másodlagos szövetekben. A legtöbb fenyőtűben megtaláljuk őket (l. 156. kép), azonban a Coniferák fájában néha hiányoznak (Cupressaceae, Abies, Taxus, Cedrus stb.), néha pedig feltűnő nagy számban jelentkeznek (Pinus fajok). Többnyire négy, néha azonban csak két sejtől indul meg a képződésük, amelyek hosszanti sorban vannak elhelyezve. A sejtek előbb harántfalak által osztód-

nak s azután érintkező hosszfaik elválnak egymástól, miáltal egy intercelluláris üreg keletkezik, amelybe a folyékony gyanta



167. kép.

A a *Scorzonera hispanica* gyökerének hán-  
csából vett tangenciális hosszmetset. A parenchymatikus  
szövetben számos, egymással oldalágakkal összekötte-  
tésben álló tejedény van. B a tejedénynek darabja  
erősebb nagyítással. Sachs után.

\*) A járat kifejezés hosszú csatornaszerű alakot tételez fel. Ezt leg-  
többször a valódi gyantajáratoknál találjuk meg, míg a lysigén gyantatómlók  
szabálytalanabb kifejlődést mutatnak. A kettő között éles határvonalat nem  
igen lehet vonni.

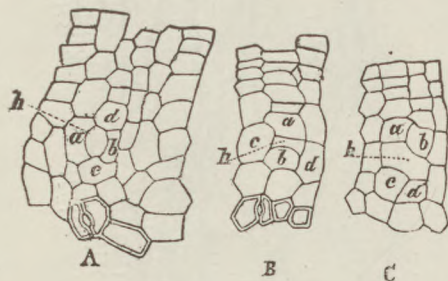


— amely tudvalevőleg sok illanó olajat tartalmaz — kiválasztódik (l. 168. kép). A gyantajáratot körülfogó parenchyma sejtek soká életben maradnak, nem fásodnak meg. Ezek az ún. epithél sejtek, amelyek a gyantakiválasztás feladatát végzik. Amint már a mirigyszőrszálak tárgyalásakor említettük, az epithél, illetőleg a mirigysejtek belsejében sohasem lehet gyantát találni, ez mindig extra cellulár lép fel. Tschirch tudvalevőleg a rezinogén elméletét a schizogén gyantajáratokra is vonatkoztatja. \*) Beigazolva azonban ez épen olyan kevésbé van, mint a mirigyszőrszálaknál.

Az epithél réteg egy, vagy két sejtsorból áll és sokszor még egy sklerenchyma rostokból álló védőhévely veszi körül (pl.

Coniferák tűi, l. 108. kép).

A Biota és a Thuja pikelyszerű tűiben a hosszú gyantajáratok helyett rövid mirigyeket találunk. A Coniferák fás részében a függélyes gyantamenetek leginkább az évgyűrűk őszi pásztájának belső része táján találhatók. A Taxusban és a Juniperusban (a fában) egészen hiányzanak, az Abies alba



168. kép.

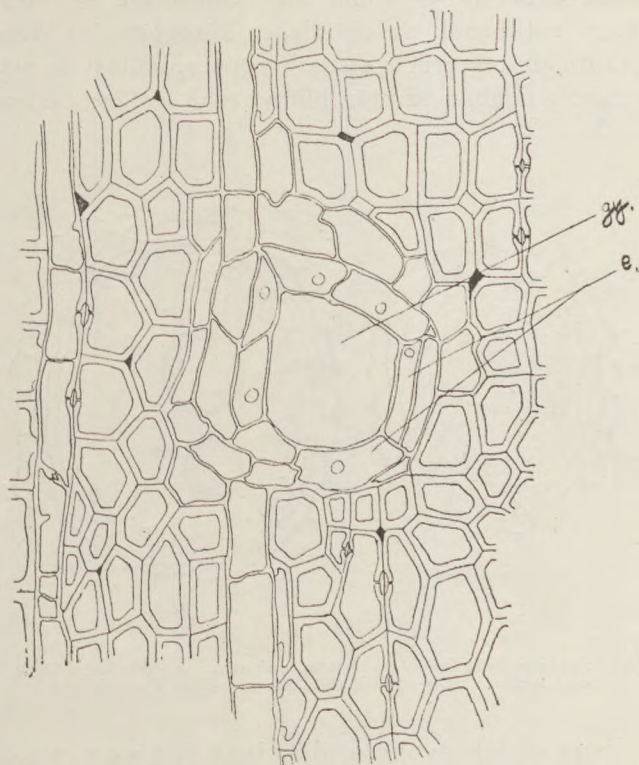
A *Pinus silvestris* gyantajáratának keletkezési módja; a, b, c, d kambium sejtek, h gyantajárat; A, B, C a fejlődés menete. Sanio után.

tűjében és elsődleges kérgében gyakran megvannak, azonban a fában úgyszólván teljesen hiányzanak. A gyökér fája általában gyantadúsabb, mint a törzsé. Az elsődleges kérgében is képződhetnek gyantajáratok, nevezetesen a *Picea excelsa*-, az *Abies alba*-, a *Pinus silvestris*-, a *Taxus*- és a *Cupressaceák*ban; de, ha a héjkéreg képződése megkezdődött, akkor az elsődleges kéreg elhaltával elpusztulnak. Csak az *Abies alba*ban maradnak meg hosszabb ideig. A *Pinus*, *Picea* és *Larix* a vastagabb bélsugarakban is tartalmazznak vízszintesen futó gyantajáratokat. Ezekből lép ki a kéreglehántáskor, vagy

\*) A rezinogén réteg a schizogén gyantajáratok epithél sejtjeinek a járattal közlekedő falában van. Az epithél sejtek hozzák létre a rezinogént.



a törzs megsebzésekor cseppenként a gyanta és mivel ezek a függélyes gyantamenetekkel is összeköttetésben vannak, azért tart a gyanta kifolyása mindaddig, amíg a gyantát kísérő és oldó terpenek elillanása következtében a gyanta meg nem keményedik és a sebnyílást el nem zárja (l. 267. kép). Az *Abies alba*, a *Picea excelsa* és a *Larix tujában* van két-, a *Pinus tujé-*



169. kép.

Az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) gyantajáratának a keresztmetszete. *gy* gyantajárat, *e* epithél-sejtek. Dr. Fehér után.

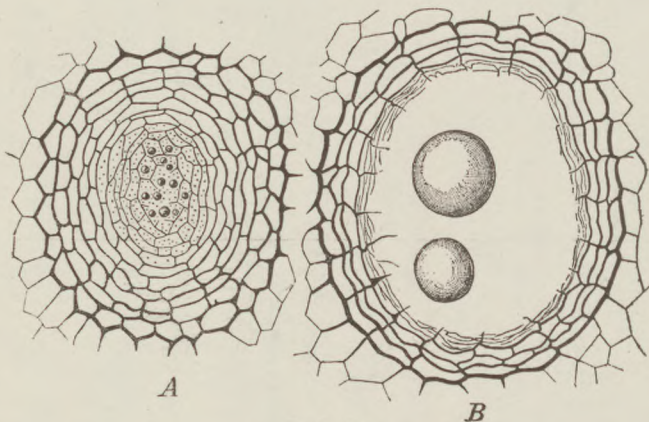
ben számos — egészen tizenkét — gyantajárat, amely rendszerint a tűből az ág elsődleges kérgébe vezet.

A lysisén gyantajáratok legtöbbször idősebb Coniferák kérgében keletkeznek, ahol a sejtfalak felbomlását igen sok esetben gombák is okozhatják. Gyakran előfordul, hogy kezdetben schizogén eredetű gyantajáratok szakadás, vagy nyo-



más következtében lysigén úton is fejlődhetnek; ilyenkor schizo-lysigén váladéktartókról beszélünk; pl. a *Ruta graveolens* levelében.

Igen érdekes jelenség, hogy a gyantajaratok a fenyőfélék vegetatív szerveiben nem mindenütt fordulnak elő egyenletesen; pl. az *Abies* albában. Ezen fenyőfajnak a fájában teljesen hiányzanak, azonban — amint már említettük — meglehetősen sűrűn jelentkeznek az elsődleges kéregben (az *Abies* kérgeinek gyantájából nyerik a strassburgi terpentint) és a tűkben; a *Juniperus*ok fájában szintén hiányoznak, míg a tűkben megvannak stb.



170. kép.

A *Citrus Aurantium* gyümölcshéjának lysigén olajtartója: A egész fiatal, éretlen termésen, B érett termésen teljes kifejlődésében olaj cseppekkel. Tschirch után.

Az illanó olajok gyakran alakulnak egyes sejtek belsőjében. Ezek az ún. egysejtű mirigyek. Ilyeneket találunk pl. a *Cinnamomum camphora* leveleiben, amelyekből a kámforolajat nyerik (l. 171. kép). Ilyen egysejtű mirigyeket találunk azután a *Plectranthus fruticosus* parasejtjeiben, ahol az olajtartó a sejt felső falán csüng és rendszerint egy megfordított palack alakját veszi fel (l. 172. kép).

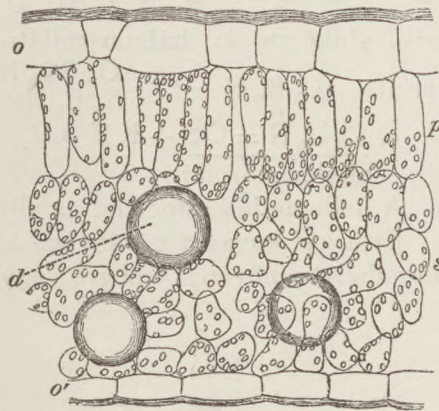
Lysigén eredetű és illanó olajat tartalmazó váladéktartókat találunk pl. a *Citrus Aurantium* héjában (l. 170. kép), a *Hype-*



ricum perforatum leveleiben stb. Schizogén eredetű illanó olajtartókat találunk pl. a *Caryophyllus aromaticus* virágrügyeiben (szegfűolaj), az *Umbelliferák* terméseiben stb.

A mézgatartók, vagy mézgajáratok szintén sejtfalhasadás, vagy sejtbojlás által keletkeznek. A gumi, illetőleg a növényi nyák nem a plazmában keletkezik, hanem a környező sejtfalak elváltozása hozza létre, amely folyamat alatt a sejtfalak anyagát alkotó cellulóz gumivá változik át. A gumitartók lehetnek ismét egysejtűek, vagy pedig több sejt-ből álló, ú. n. mézgajáratok. Egysejtű mézgatartókat találunk pl. a *Malvaceákban* és az *Orchideákban*; különösen épített, ú. n. mézgaedények fordulnak azután elő a *Liliaceák*-, az *Amaryllidaceákban* stb. Ezek a mézgaedények — épen úgy, mint a tejedények — több sejtnek az egybeolvadásából keletkeznek (l. 173. kép).

A csersavtömlők a növényvilágban szintén rendkívül gyakoriak; a páfrányokban a gyökértörzs parenchyma szöveteiben, a *Musaceákban* az edénnyalábok közelében, a *Leguminosékban* a bélnek az edénnyalábok menti részein stb. A *Robinia Pseudoacaciában* felette gyakoriak. Ezek egyetlenegy, hosszúra megnyúlt sejt-ből állanak. Ilyen sejt rendszerint több sorakozik egymás mellé. Hosszúságuk Dippel szerint 18—20 mm. is lehet a *Sambucusban*; az ákácban 1'5 mm. stb. Különösen az elsődleges szövetekben jelentkeznek, a másodlagos szövetekben hiányzanak. A csersavas anyagokon kívül az újabb vizsgálatok szerint — Molisch, Joachimovicz — egyes növényekben még a phloroglykotannoidoknak\*) nevezett organikus anyagokat is találtak.



171. kép.

A *Cinnamomum camphora* levelének keresztmetszete. *o o'* epidermis, *p* palisszádparenchyma, *s* szivacs-parenchyma, amelyben 3 egysejtű, kámfor olajat tartalmazó mirigy *d* foglal helyet. Unger után.

\*) Phloroglykotannoid = glykozid természetű tannoid.



Az enzimeket tartalmazó sejtek, illetőleg tömlők, hasonlóképen legtöbbször az alapszövetben fordulnak elő. Egyike a legismertebb jelenségeknek az ú. n. myrosin nevezetű enzimet tartalmazó tömlők, amelyeket a keresztes virágúakban (Cruciferae), a Capparidaceákban, a Resedaceákban stb. felette gyakran megtalálhatunk. Ezek az enzimek okozzák a mustármagvak (*Brassica nigra*), a retek (*Raphanus sativus*) csípős ízét. Az enzim ugyanis az említett növények sejtnedvében található glykozidát, a sinigrint — hidrolitikus

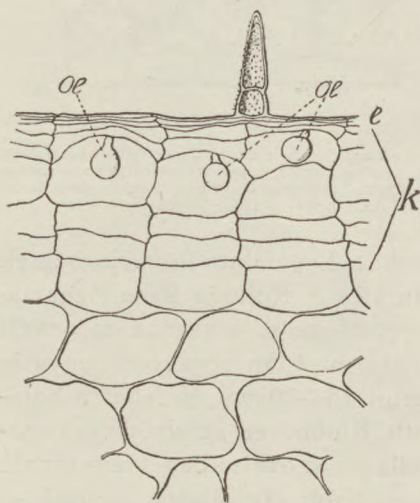
úton —  $C_3H_5N=C\begin{smallmatrix} O \cdot SO_3K \\ S \cdot C_6H_{11}O_5 \end{smallmatrix}$  mustárolajra (allyl-mustárolaj), glukózra és káliumszulfátra bontja az alanti képlet szerint:  $C_3H_5N=C\begin{smallmatrix} O \cdot SO_3K \\ S \cdot C_6H_{11}O_5 \end{smallmatrix} + H_2O + \text{myrosin} =$   
 $\frac{C_3H_5N=CS}{\text{allylmustárolaj}} + KHSO_4 + C_6H_{12}O_6$  (Guignard)

A kellemetlen csípős ízt az allylmustárolaj okozza.

Ez a két anyag a növényben külön-külön fordul elő, azonban mihelyt a növényt emberi, vagy állati harapás — tehát szövetroncsolás — éri, a reakció azonnal beáll.

Ezek a myrosint tartalmazó sejtek a szövetekben — mint a környező sejtektől elütő formájú képződmények — mint idioblasztok jelentkeznek.

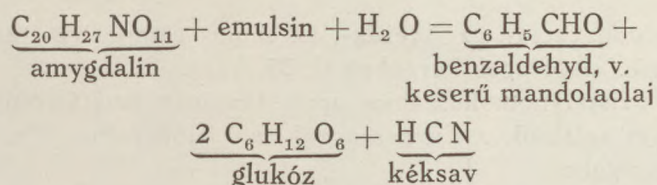
Egy másik ilyen, hasonló módon külön erre a célra épült tartókban található enzim — az emulsin. Ez Guignard szerint a keserű mandolában (*Prunus communis*) előforduló glukozidát — az amygdalint — kéksavra, glukózra és keserű mandolaolajra bontja:



172. kép.

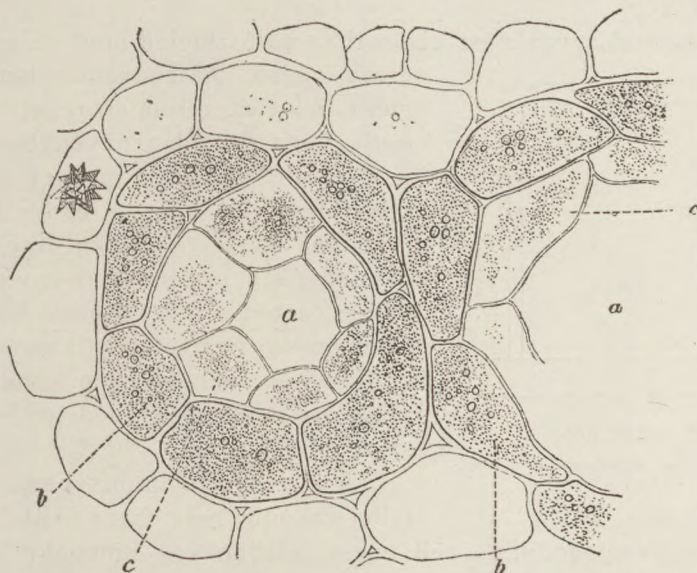
A *Plectranthus fruticosus* hajtásának kérégeben levő nyeles olajtartók; *e* epidermis, *k* a 3 olajtartót *oe* tartalmazó kéreg. 500-szoros nagyítás.  
Dr. Molisch után.





A cseresznye-, a sárgabarackmag keserű ízét a felszabaduló benzaldehyd, vagy keserű mandolaolaj okozza.

Nem tartoznak ugyan a szorosan vett mirigyszövetekhez, azonban a teljesség kedvéért — mint az alapszövet elemeit —



173. kép.

A *Tilia* rügypikkelyében levő mézgajárat keresztmetszete; *b* határsejtek, *c* a járat oldalsejtei, *a* a járat. Nobbe után.

megemlítjük, hogy az alapszövet sejtjei még nagyon gyakran oxálsavas mész- és kovasavas kristályképződményeket is tartalmazhatnak.

Az oxálsavas mész egyes kristályok, kristályhomok, raphidok, sphaerokristályok és buzogányfej alakú kristályok alakjában található. Szép — egyes kristályokat (bipiramisos kristályalakban) tartalmazó sejteket találunk pl. a Robi-



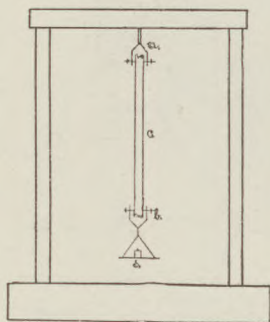
nia *Pseudoacacia*-, az *Acerek*-, az *Ulmus campestris*-, az *Aesculus* stb. elsődleges kérgében (l. 35. kép).

A kristályhomok számos apró, tömörült kristályokból áll.

Ilyet találunk a *Cupressaceák*, a *Liriodendron* stb. elsődleges kérgében.

A buzogányfej alakú kristálycsoportok ritkábban találhatók, pl. kaktuszok, *Terminalia belerica* és *T. paniculata*, *Begonia*; a *raphidok* — hosszú, hegyes kristályok — egyes kétszikű és egyszikű növények leveleiben nagyon gyakoriak; pl. *Liliaceae*, *Commelinaceae*, *Galium*, *Impatiens*, *Vitis* stb. (l. 35. kép).

Az oxálsavas mész elsősorban valószínűleg mint az anyag-



174. kép.

Schwendener szilárdságot mérő készülékének a vázlata.

cserre végső, hasznavehetetlen terméke, mint excretum szerepel. A fehérje képződésnél a növényben sok oxálsav keletkezik, amelyet a növény mésszel semlegesít és így ártalmatlanná tesz. Azonban Tschirch, Schimper stb. szerint a növény mézshiány esetén ezeket ismét feloldja és az anyagcsere folyamatába visszaszállítja. A raphidok ezenkívül még az állati falás elleni védelemben is szerepet játszanak.

A kovasav tulajdonképpen a sejtfalba rakódik bele; ha a sejtfal erő-

sen megvastagodik, a sejt egész falában egy kompakt kovasavas sejtfalból álló, ú. n. kovasavas sejt, vagy sejtcsoport keletkezik; pl. *Loranthus europaeus*. Egyes növényekben, pl. a pálmák-, a *Scitamineák*-, az *Orchidaceák*ban stb., a kovasavas kristályok közvetlenül a sejtek belsejében találhatók.

A mechanikai, vagy szilárdító szövetek tágabb értelemben véve szintén az alapszövet elemeihez tartoznak, bár ezeket nemcsak az alapszövetben, hanem — amint látni fogjuk — a növény legkülönbözőbb részeiben, így pl. az edénynyalábok elsődleges és másodlagos szöveteiben is megtaláljuk. Mi itt csak ezeknek a szöveteknek az általános le-



írását és elemi összetételét fogjuk tárgyalni, a szövetek elrendeződését majd egy külön fejezetben — a növényi test mechanikai felépítésének ismertetésekor — vesszük behatóbb tárgyalás alá.

A növénynek szilárd felépítéssel kell bírnia, hogy a különböző, a külső körülmények változása folytán előálló erőművi behatásoknak — mint a szél ereje, a korona súlya stb. — ellenállhasson. Természetesen már maguk a sejtfalak is bizonyos fokú szilárdsággal rendelkeznek, amelyet még fokoz az ozmotikus nyomás folytán előálló turgor; azonban mindez nem volna még elég, ha a növény szilárdító sejtekkel és -szövetekkel nem rendelkezne, amelyek a mechanika általános elvei szerint elrendeződve, a növény szilárdságát és ellenállóképességét még jobban fokozzák. A vastagfalú sejtek, amelyeknek a szilárdsága és ellenállóképessége a turgor változásaitól teljesen független marad, adják meg a növény igazi szilárd bázisát.

A szilárdító sejteket tehát általában a vastag-, rendszerint tiszta, vagy elfásodott cellulózból álló sejtfal és a plazma teljes hiánya jellemzi. Ezek a sejtek keletkezésük után még egy darabig életben maradnak, miközben falukat vastagítják, azután elhálnak és kizárólag a szilárdítás szolgálatába szegődnek, csak néha — mint pl. a chlorophyllt tartalmazó kollenchyma sejtek — vesznek részt az asszimiláció folyamatában, ami azonban természetesen csak mint másodlagos ténykedés jöhet tekintetbe.

A szilárdító sejteket közös néven a „stereida” szóval jelölik. A stereidáknak viszont három alapformáját különböztetjük meg és pedig: a kollenchyma sejt, a sklerenchyma rost és a sklerenchyma sejt.

Mindezen sejteknek alapanyagát a cellulóz képezi, amely a sklerenchyma roston és a sklerenchyma sejten rendszerint elfásodik, míg a kollenchyma sejt majdnem mindig eredeti, tiszta állapotában marad meg. A cellulóz maga tiszta állapotban, amint azt Schwendener, Ambronn, Wenzert stb. kísérletei legelőször megmutatták, rendkívül szilárd és rugalmas anyag. A növény a sejtek alapanyagát úgy választotta meg, hogy az elsősorban rugalmas legyen és a szilárdságot csak a rugalmasság adta határok között képezte azután



ki. A kísérletek elsősorban a sklerenchyma rostoknak a rugalmasságára vonatkoznak. Schwendener egy rendkívül egyszerű műszert szerkesztett. A vizsgálandó levelek, vagy szárrészek egy-egy, kb. 150—400 mm. hosszú és 2—5 mm. széles, szilárdító sejtekben gazdag részét szíjalakban (a képen c) kihasította és a 174. képen látható egyszerű szerkezetbe (a) befogta, míg az alsó felét alul alkalmazott befogó szerkezet (b) súlyai (s) segítségével megterhelte. A mechanikai elemek sejtfalának keresztmetszetét több mikroszkópiai metszet alapján oly módon határozta meg, hogy ezeket a metszeteket lerajzolta és azután az összterületből a sejtüregek területét kivonta. Schwendener a sklerenchyma rostok szilárdságát, Ambronn a kollenchyma sejtekét mérte. Eredményeiket az alanti táblázatban közöljük Haberlandt\*) és Schwendener\*\*) után. A táblázatban foglalt szilárdságtani szakkifejezésekre vonatkozólag

N é v	Rugalmassági határ kg/mm <sup>2</sup>	Rugalmassági módulus kg/mm <sup>2</sup> L.	Szakítási szilárdság kg/mm <sup>2</sup>	Megnyúlás a rugalmassági határ mellett 1000 hosszegységre számítva	
<i>Dianthus capitatus</i> . . .	14·3	1910	—	7·3-7·5	Az összes adatok nyújtási igénybe- vételre vonat- koznak
<i>Dasyllirion longifolium</i> . . .	17·8	—	21·6	13·3	
<i>Dracaena indivisa</i> . . .	17	—	21·8	17	
<i>Phormium tenax</i> . . .	20·16	1540-1140	25	13-14	
<i>Hyacinthus orientalis</i> . . .	12·3	—	16·3	50	
<i>Allium porrum</i> . . .	14·7	—	17·6	38	
<i>Lilium auratum</i> . . .	19	2500	—	7·6	
<i>Nolina</i> <sup>1)</sup> <i>recurvata</i> . . .	25	1720	—	14·5	
<i>Papyrus antiquorum</i> . . .	20	1310	—	15·2	
<i>Molina coerulea</i> . . .	22	2000	—	11	
<i>Secale cereale</i> . . .	15-20	3450	—	4·4	1) <i>Nolina</i> = <i>Pince- nectia</i>
<i>Cibotium Schiedeii</i> . . .	18-20	—	—	10	
<i>Polytrichum juniperinum</i> szára	—	—	7·5	—	
<i>Polytrichum juniperinum</i> Seta	—	—	11·5	—	
<i>Fritillaria imperialis</i> . . .	—	—	—	12	
<i>Suaeda spectabilis</i> . . .	20	1580	—	12·6	
Parenchyma . . .	0·9	—	7	—	
Kollenchyma . . .	1·5-2	—	10-12	—	

\*) Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie, 1918, p. 154.

\*\*) Schwendener: Das mechanische Prinzip, 1874, p. 14.



a következőket jegyezzük meg: A rugalmassági határ alatt azon maximális —  $\sigma = \frac{P}{F \text{ mm}^2}$ , ahol  $P$  = a húzóerő,  $F$  = a szelvény területe — megterhelést értjük, amelynél kisebb terhelés a próbatestben nem maradó, de amelynél nagyobb már maradó alakváltozást hoz létre. A szakítási szilárdság azon megterhelés, amely mellett az anyagrészek már elválnak egymástól, a próbadarab elszakad. Viszont rugalmassági modulus  $E$ . alatt azon elméleti megterhelést értjük, amely anélkül, hogy elszakítaná a tartót, maradandó alakváltozás mellett eredeti hosszának a kétszeresére nyújtja meg. Ha a derékfeszültséget, illetőleg a rugalmassági határt  $\sigma$ -val, a tartó hosszát  $l$ -el, a hosszegységre eső megnyúlást pedig  $\Delta l$ -el jelöljük, akkor  $E = \frac{l \cdot \sigma}{\Delta l}$ ; ha  $\sigma = E$ , akkor  $l = \Delta l$ , vagyis a tartó az eredeti hosszának kétszeresére nyúlik meg.  $E$ . egy elméleti határérték, amelyet a valóságban nem érünk el, miután a tartó már rendszerint előbb elszakad.

Schwendener és Haberlandt összes adatai friss állapotban lévő sejtekre vonatkoznak, miután az összeszáradás alkalmával a rugalmassági határ eltolódik a vízvesztés folytán.

Összehasonlításul vegyük most a következő adatokat:

N é v	Rugalmassági határ	Rugalmassági modulus	Szakítási szilárdság	A tartó meghosszabbodása 1000 egységre átszámítva	
állati csontanyag . . .	3'3-15	—	—	—	Wertheim után.
ludtoll cséréje . . .	kb. 15	—	—	—	Schwendener kísérletei alapján.
ezüst . . . . .	11	—	29	—	
rézdrót . . . . .	12'1	12.100	—	1'00	
sárgarézdrt . . . . .	13'3	9.870	—	1'35	Az összes adatok nyújtási igénybevételre vonatkoznak.
kovácsvas . . . . .	13'13	20.000	40'9	0'67	
német acél . . . . .	24'6	20.500	82	1'20	
cinköntvény . . . . .	2'3	9.500	—	0'24	
keményfa . . . . .	2'4	{ 1.200 1.200 1.500 2.000 max.	{ 1.200 2'4-8'1-10	—	Nördlinger és Chevandier után.
puhafa*) . . . . .	2'4		{ 1.200 2'4-8'1-10	—	
*) Puhafa alatt értjük a lágy lombfát és a puha fenyőt.					
					Az összes adatok kg/mm <sup>2</sup> -re vonatkoznak.



Ha a fenti táblázatokat figyelmesen összehasonlítjuk, akkor látni fogjuk, hogy az erősítő sejteknek cellulóz anyaga teherviselés szempontjából a vassal és az acéllal vetekedik. Különbözik azonban a fémek szilárdságtani sajátosságait illetőleg főképpen az által, hogy a cellulóz nyújthatósága jóval — majdnem 10—15-ször — nagyobb ezekénél és másrészt a fémek rugalmassági határa és szakítási szilárdsága jóval nagyobb különbséget mutat. A fenti két okból kifolyólag E-nek az értéke a fémeknél 8—10-szer nagyobb, mint a cellulóznál.

Néhány fafaj nyújtási szilárdságára vonatkozó adatok:

N é v	N y ú j t á s r a		
	Rugalmassági határ	Szakítási szilárdság	Rugalmassági modulus E.
	kg/mm <sup>2</sup>		
Robinia Pseudoacacia . . . .	6'60	11'00	1260'0
Quercus robur . . . . .	5'70	9'50	1090'0
Fraxinus excelsior . . . . .	9'56	12'60	1160'0
Ulmus glabra . . . . .	6'54	10'90	1120'0

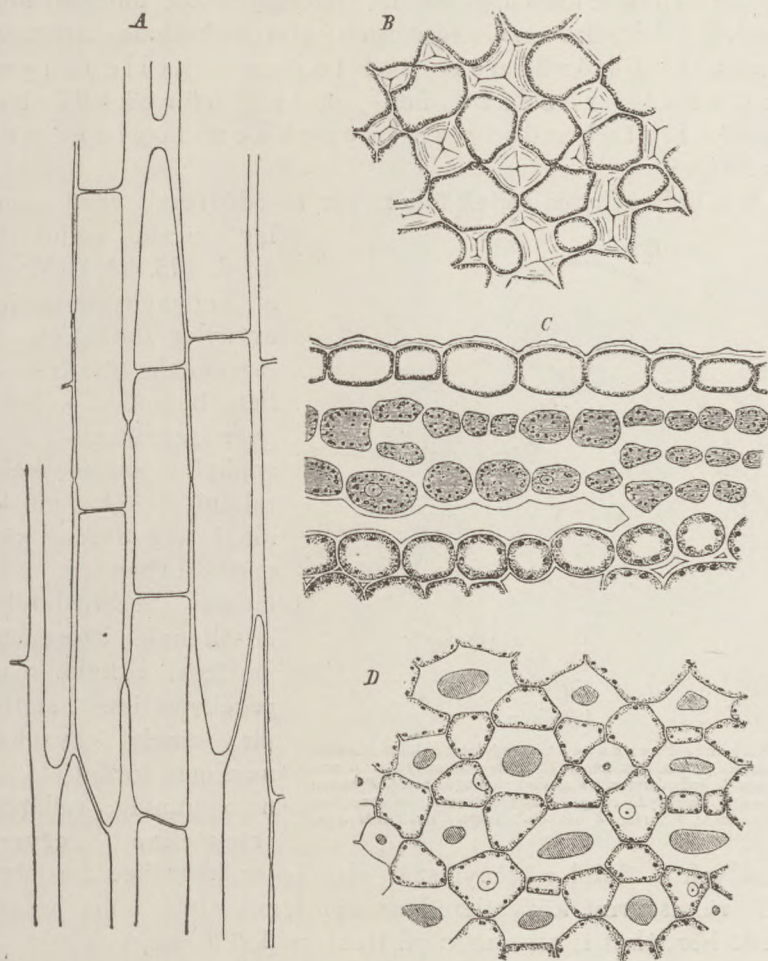
A fák szilárdsági adatainak a tiszta cellulózból álló rostsejtek hasonló adataival való összehasonlítása alkalmával nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a fa szilárdságának a vizsgálatakor csak az ú. n. fásrészt, illetőleg ebből is csak a gesztet — az összes elemekkel (edény, parenchyma stb.) — vették kísérleti anyagul; ezek az adatok tehát nem tisztán az elfásodott libriform sejtek falának a szilárdságát adják. Idevonatkozólag a vizsgálatok még hiányzanak.

Az építési technikában a fösúlyt nem a szakítási szilárdságra helyezik, hanem a rugalmassági határra, mert hiszen könnyen belátható, hogy a konstruktív elemeknél a biztonság szempontjából a rugalmassági határ átlépését minden körülmények között kerülni kell. Épen ezért érthető azután, hogy a növény mechanikai elemeinek anyagánál a természet a fösúlyt szintén a rugalmassági határra fektette.

Ami már most az egyes alaptípusokat illeti, ezekre nézve álljon itt a következő:



A kollenchyma sejtek hosszúra megnyúlt, prizmatikus, csak gyengén lekerekített végű sejtek, amelyeknek fala csak a



175. kép.

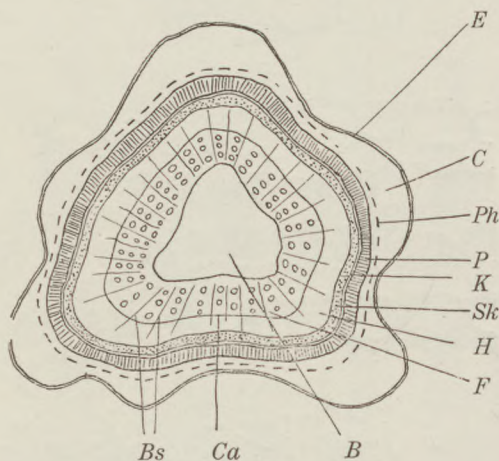
A *Salvia sclarea* levélnyeléből készült hosszmetset *A*, keresztmetset *B* a kollenchymán át. *C* az *Astrantia major* levélnyelének a keresztmetsete a lemezes kollenchymán át. *D* a *Petasites niveus* levélnyelének a keresztmetsete a likacsos kollenchymán át; az intercelluláris üregek a *D* képen árnyékolva vannak. Haberlandt után.

sarkaiban van megvastagodva és épen ezért lehetővé teszi ezen elemeknek nagymértékű hajlíthatóságát és nyújthatóságát. Amint az előbbi táblázatban megmutattuk, a kollenchyma sej-



tek rugalmassági határa relatíve alacsony, viszont szakítási szilárdságuk ennek a 10—12-szeresét teszi ki. Vagyis a kollenchyma sejtek erősen nyújthatók, deformálhatók, anélkül, hogy eredeti alakjukat szükségszerűen vissza kellene nyerniök. Ezen két körülménynél fogva a kollenchyma sejteket rendszerint még növekedésben lévő, fiatal növényi részekben fogjuk megtalálni.

A kollenchyma sejtek fala ritkán fásodó, rendszerint arány-



176. kép.

A Robinia Pseudoacacia egyéves hajtása keresztmetszetének vázlatos képe. 72/2-szeresen nagyítva. *E* epidermis, *C* kollenchyma, *Ph* az első phellogen réteg, *P* parenchyma, *K* keményítő réteg, *Sk* sklerenchyma, *Ca* kambium, *H* háncsrész, *F* fárisz, *B* bél, *Bs* belső sugár. Dr. Fehér után.

lag tiszta cellulózból áll (l. 175. kép). Maguk a kollenchyma sejtek aránylag sokáig életben maradnak, gyakran lehet bennük — habár gyér számban — chlorophyll szemecskéket találni, tehát a mechanikai erősítésen kívül másodsorban az asszimiláció szolgálatában is állanak. Prosenchymatikus, ritkábban parenchymatikus sejtforma, amely egyenként nem igen fordul elő, hanem mindig szilárdító szövetekké egyesül,

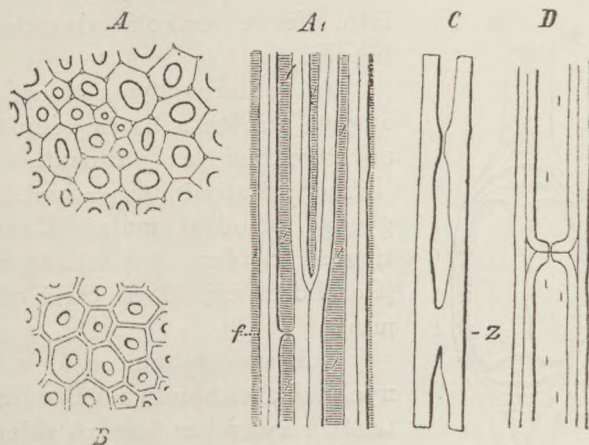
amelyek a fiatal növényi szár elsődleges kérgében fordulnak elő, rendszerint közvetlenül az epidermis alatt, néha kiemelkedő bordákat is alkotnak; pl. Robinia (l. 176. kép).

Haberlandt (Müller után) a kollenchyma szöveteket akkor, ha az egyes sejtek között intercelluláris üregek vonulnak végig, „likacsos”, ha csak a tangenciális falak mentén észlelünk vastagodást „lemezes”, a tipikus-, tehát a sarkaikban megvastagodott sejtekből álló kollenchyma szövetet „sarkos”, ha pedig a falvastagodás nagy vonásokban a sejtfal egész felületére kiterjed, „porcogós” kollenchyma névvel jelöli.



A sklerenchyma rostok mindig prosenchymatikus sejtek, hosszúra nyúlt végükön többé-kevésbé kihegyesedő, orsóforma alakkal bírnak. Ezen kihegyezett formájuknál fogva nagy felületen érintkeznek egymással, amely körülmény az általuk alkotott szövetek szilárdságát könnyen érthető módon jelentékenyen növeli.

Faluk erősen megvastagodik, sejtüregük plazmáját hamar elveszíti és az elhalt sejtek ürege a falvastagodások folytán



177. kép.

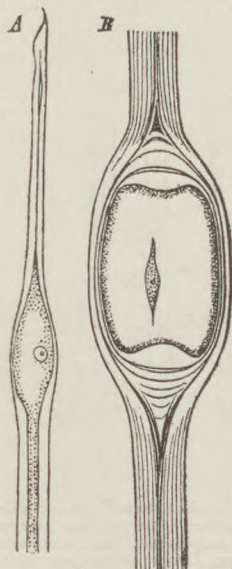
Kereszt- és hosszirányban metszett sklerenchyma rostok. A a datolyapálma termő ágának sklerenchyma rostsejtjei keresztmetszeti képen; A<sub>1</sub> ugyanazok hosszmetsetben, középen egy kihegyezett végű skl. rostsejt, f-nél egy megvékonyodott keresztfal, a sejtüregek árnyékoltak. B a *Buxus sempervirens* hajtása kérgében lévő skl. rostsejték keresztmetsetben; C az *Urena sinuata* egyenlőtlenül vastagodott falú skl. rostsejtjei, z-nél a sejtüreg teljesen hiányzik; D az *Allium multibulbosum* virágnyelének tompavégű skl. rostjai. Wiesner után.

felette kicsi lesz, amelyet vagy egy vizenyős nedv, vagy pedig levegő tölt ki. A mi erdei fáinknak a szíjácsban és a háncsban lévő sklerenchyma rostjai, különösen összel, még keményítőt is raktároznak. Különös — még egyelőre ismeretlen — jelentőséggel bírnak azok a helyenként kitágult rostsejtek, amelyeket az *Asclepiadaceák*-, az *Apocynaceák*ban stb. találunk. Sok növényben, amelyekben hosszú rostsejtek fejlődnek ki, ezek addig, amíg élnek, több sejttaggal bírnak (*Urticaceák*, *Leguminosák* stb.). A hosszú rostsejtek ezenkívül még nagyon



gyakran keresztfalakkal rekeszekre is vannak osztva\*) (l. 177. és 178. kép).

Amint a fás növények anatómiai szerkezetének a tárgyalásánál látni fogjuk, ezeknek a másodlagos hánca nagyon gazdag ilyen rekeszes sklerenchyma rostokban, amelyek oxálsavas mészkristályokat is szoktak tartalmazni. A legtöbb sklerenchyma rost falán úgy a rétegzettség, mint pedig a csíkoltság jól kivehető. Különösen a másodlagos vastagodási réteg van erősen kifejlődve. A legtöbb sklerenchyma rost falában egyszerű gödörkés vastagodásokat találunk, amelyek hosszirányban lefutó, ferde csíkok alakjában vehetők ki.



178. kép.

A *Linum perenne* megvastagodott sklerenchyma rostsejte.  
B a *Nerium Oleander* megvastagodott skl. rostsejte az újonnan képződött cellulózzal elzárt protoplazmával. Haberlandt után.

A sklerenchyma rost falának anyaga szintén a tiszta cellulóz. Egyes növényekben ez változatlanul marad (*Linum usitatissimum* = len), másokban gyenge fásodást mutat (*Cannabis sativa* = kender), sőt erősen elfásodhat (*Corchorus capsularis* és *C. olitorius* = juta).

Sok szerző Sanio után a fás növényeknek a kambium zónáján belül fekvő, tehát a xylemhez tartozó sklerenchyma rostjait libriform rost névvel is jelöli, míg a kambium gyűrűn kívül fekvő sklerenchyma rostokat „valódi háncrestoknak” is nevezi. Amint már ismételten hangsúlyoztuk, ez az elnevezés tisztán topographiai jelentőséggel bír, morfológiai szempontból ezt a két típust világosan elkülöníteni nem igen lehet.

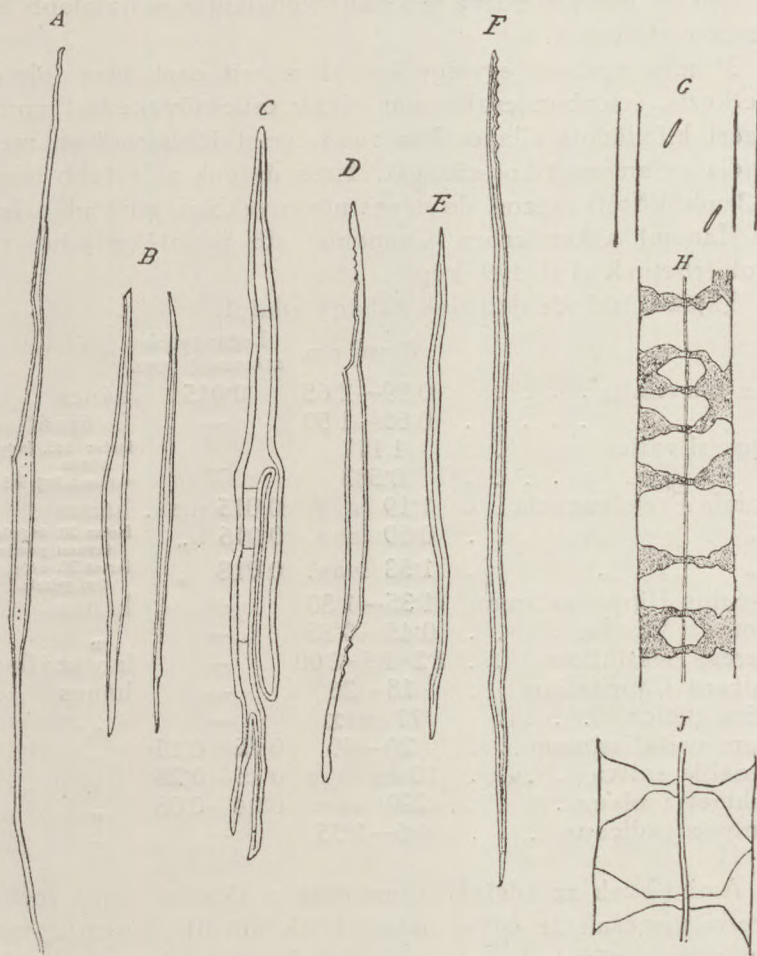
A fás növények háncrestjai és libriform rostjai teljesen hasonlóak, erősen fásodnak\*\*) és

\*) A rekeszek kifejlődése valószínűleg arra a körülményre vezethető vissza, hogy a hosszú sklerenchyma rostok élő állapotban számos sejtmaggal bírnak, amelyek mindegyike ilyen keresztfal kifejlődését mozditja elő.

\*\*) A sklerenchyma rostok fásodásánál Strasburger szerint rendszerint a legintenzívebben a középső lemez fásodik, azután sorban az elsődleges és másodlagos rétegek, míg a harmadlagos réteg tiszta cellulóz marad.



ezért mi — amint már egyízben ezt kifejtteni alkalmunk volt — a sklerenchyma rost elnevezést használjuk és csak a fák anatómiájának ismertetésekor fogjuk az irodalomban szélteben használt libriform (Sanio után) nevet alkalmazni, azonban itt is csak a most elmondottaknak teljes elvi fenntartásával.



179. kép.

Sklerenchymarostok 100-szoros nagyítás mellett és pedig: A a *Pterocarpus santalinus* fájából, B a *Salix alba* fájából, baloldali a tangenciális, jobboldali pedig a radiális falával; C a *Tectona grandis* fájából válaszfalakkal; D a *Juglans regia* fájából; E az *Olea europaea* fájából; F a *Quercus sessiliflora* fájából; G a D-nek megnagyobbított — 1000/1 — részlete, ferde réssel bíró gödörkéekkel; H a *Bocca prouacensis* fája két szomszédos sklerenchyma rostjának a válaszfala; J az előbbi falrészlet nagyítva — 1000/1 —, Wilhelm után.



Általában a háncsban lévő sklerenchyma rostok még ugyanazon fafajban is hosszabbak, mint a fás részben lévők. Ugyanazon évgyűrűn belül a legtöbb fafajban az őszi pászta rostsejtei rendszerint hosszabbak, mint a tavaszi pásztáé, viszont az idősebb évgyűrűk rostelemei úgy hosszúságra, mint pedig legtöbbször bőségre nézve is jóval meghaladják a fiatalabb évgyűrűk rostelemeit.

Minden rostsejt egy-egy kambium sejt osztódása folytán keletkezik, azonban csakhamar élénk csúcsnövekedést mutat s ezért kifejlődött állapotában rendszerint többszörösen meghaladja az anyasejt hosszúságát. Hosszúságuk a legtöbb fában 1—2 mm. között mozog, de egyes növényekben, mint pl. a lenben (*Linum*), a kenderben (*Cannabis*), stb. jelentékeny hosszúságot érhetnek el (l. 179. kép).

Tájékozásul ide iktatunk néhány adatot:

	Hossz mm.	Legnagyobb szélesség mm.	
<i>Tilia parvifolia</i> . . . . .	0.99—2.65	0.015	háncs
" " " " " " " " " "	0.60—1.50	—	farészátlag
<i>Fagus silvatica</i> . . . . .	1.177	—	farész 140. évgyűrű
" " " " " " " " " "	0.583	—	átlag
<i>Robinia Pseudoacacia</i> . . . . .	1.19 max.	0.015 max.	háncs
" " " " " " " " " "	0.60 max.	0.016	farész 30. évgyűrű
" " " " " " " " " "	1.53 max.	0.018	tavaszi pászta
<i>Aesculus Hippocastanum</i> . . . . .	1.35—1.80	—	farész 30. évgyűrű
<i>Clematis Vitalba</i> . . . . .	0.45—0.85	—	őszi pászta
<i>Quercus sessiliflora</i> . . . . .	1.2—1.5—2.00	—	háncs
<i>Lonicera Caprifolium</i> . . . . .	18—26	—	farészátlag
<i>Urtica dioica</i> . . . . .	77 max.	—	háncs
<i>Linum usitatissimum</i> . . . . .	20—40	0.15—0.17	"
<i>Cannabis sativa</i> . . . . .	10 és több	0.15—0.28	"
<i>Boehmeria nivea</i> . . . . .	220 max.	0.04—0.08	"
<i>Bignonia radicans</i> . . . . .	0.6—1.35	—	"

Amint ezek az adatok is mutatják, a sklerenchyma rostok méretei nemcsak az egyes növényfajok között, hanem ugyanazon egyed szöveteiben is erős ingadozásoknak vannak alávetve. A legtökéletesebb kifejlődésüket az egyszikűekben (*Gramineák*, *Cyperaceák*) érik el.

A fásodás fiziológiai jelensége még nincsen tisztázva, a cél, amit a természet a sejtfalak ezen kémiai elváltozása útján



elérni óhajt, még nem áll tisztán előttünk. A megfásodott sejt-fal ugyanis rugalmasságából jelentékenyen veszít, amiről azonnal meggyőződhetünk, ha az imént közölt két táblázatban pl. a kemény-, vagy a puhafa rugalmassági határát a tiszta sklerenchyma rostok hasonló értékeivel összehasonlítjuk. Viszont azonban az is valóság, hogy a fásodás a fa ellenállóképességét jelentékenyen növeli és szilárdságát a rugalmasság csökkenésének dacára fokozni képes.

A sklerenchyma rostok a növények belsejében egyenként, vagy csoportokban és szövetekké egyesülve fordulnak elő. Leggyakrabban mint csoportokat, vagy szöveteket találjuk meg őket. Így a legtöbb kétszikű növény fiatal hajtásaiban az edénynyalábokat egy a hajtás kerületével párhuzamosan futó, ú. n. sklerenchyma gyűrű övezi, továbbá az egyszikű növényekben az edénynyalábok körül mint védőöv rendszeresen előfordulnak. Az erdei fák hancsában és fás részeiben pedig, különösen a másodlagos szövetekben, nagyobb, összefüggő szövet-csoportokat, sávokat alkotnak, amelyekről részletesebben a fa anatómiai tárgyalásakor lesz szó.

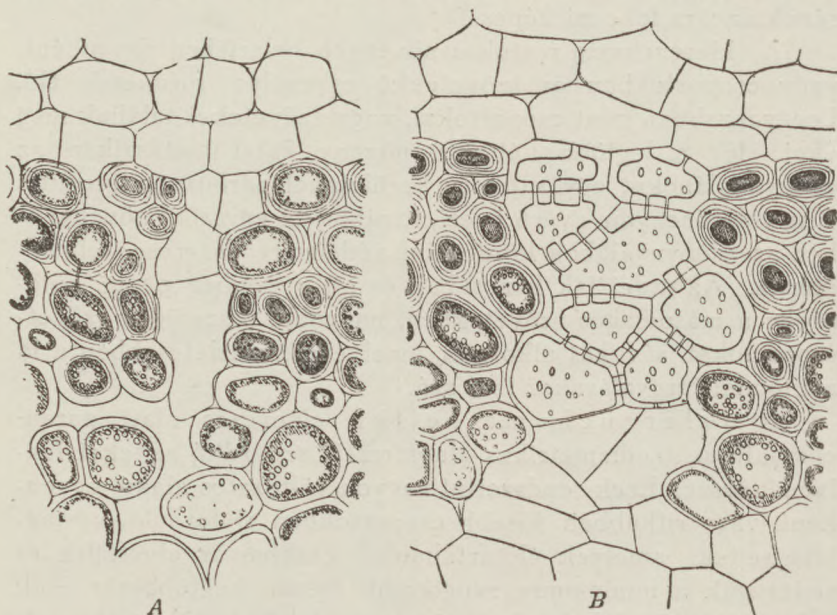
A sklerenchyma sejtek elnevezés alatt parenchymatikus, izodiametrikus alapformájú szilárdító sejteket foglalnunk össze. Ezek rendszerint nagyon változatos alakú, egyenként, vagy ritkábban kisebb csoportokban előforduló, vastagfalú sejtek, amelyek élettartalmukat csakhamar elveszítik és sejtüregük a minimumra zsugorodik össze. Legtöbbször csak helyi szilárdító feladatokat végeznek, faluk legtöbbször megfásodik és keresztirányban a vastag fal folytán hosszúra megnyúlt csatornaformájú gödörkés vastagodással bírnak.

A mi erdei fáink (Juglans, Robinia, Fagus, Carpinus, Quercus stb.) hancsában a fiatal hajtás sklerenchyma gyűrűjét helyenként sklerenchyma sejtekből álló csoportok szakítják meg, amelyek egyes fákban rendszeresen jelentkeznek (l. 180. kép).

Nagyon ismert jelenség a körte húsában lévő, ú. n. kösejt-csoportok, amelyek szintén rendkívül vastagfalú sklerenchyma sejtekből állanak (l. 46. kép). Hasonlóan gyakori az előfordulása a sklerenchyma sejteknek egyes fák kérgében (pl. Cinchona), azután a magvak kemény héjában (pl. Prunus Persica, Cocos nucifera terméseinek falában, a Cannabis termés falá-



ban stb.). Bizonyos tekintetben eltérnek a normális sklerenchyma sejtektől az elágazó, néha hegyes végű stereidák, amelyeket másképpen astrosklereida, vagy spikuláris sejt névvel is jelölnek; pl. a *Camellia japonica*, az *Olea europaea* stb. levelében. Ugyanílyen sejteket találunk az *Abies alba* és a *Larix europaea* kérgében is. Egy különös formája ezeknek a *Begonia imperialis* levélnyelét és mirigyszőrszálaít



180. kép.

Az *Aristolochia Sipo* szára hancs-gyűrűjének a szétszakadása és az üregeknek sklerenchyma sejtekkel való kitöltődése. A a baloldali szűk üregbe a hancsparenchyma sejt illeszkedik bele, a jobboldali széles üreg már részben a négy vékonyfalú sejtrel töltődött ki. B idősebb állapotban a hancsgyűrű széles ürege csaknem teljesen sklerenchymasejtekkel töltődött ki. Haberlandt után.

meresztő, elágazó, végein kihegyesedett sklerenchyma sejtek (l. 181. kép).

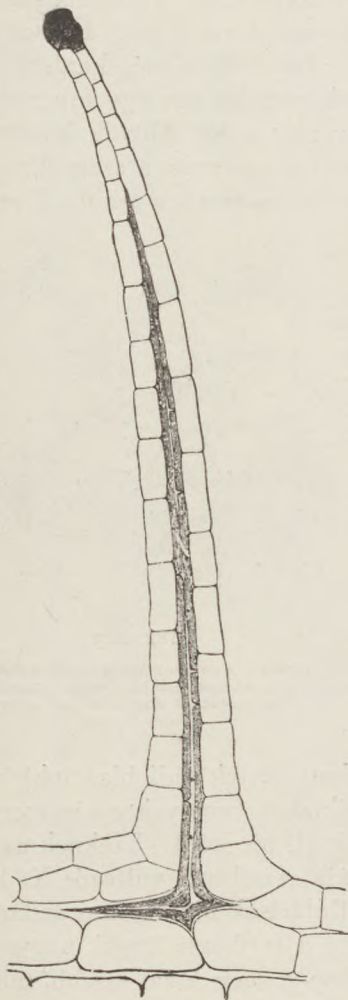
Az alapszövetek tárgyalásakor kell még megemlítenünk a sejtközöket, illetőleg sejtközi üregeket és járatokat.

A sejtközök tárgyalásakor (95. old.) már megismertedtünk ezeknek általános jellegeivel; a következőkben ezeket a szövetekkel való anatómiai-fiziológiai összefüggéseikben fogjuk



tárgyalni, miután azok — amint látni fogjuk — a szövetek között nagyon gyakran összefüggő rendszereket, illetőleg hálózatot alkotnak, amely a növények gázcseréjénél különleges élet-tani szereppel bír és azon felül — amint már láttuk — mint váladéktartó is szerepelhet.

Sejtközi üregeket a legtöbb növényi szövetben találunk. Keletkezésük — amint már mondtuk — ezeknek is schizogén, lysisigén, schizolysisigén és rhexigén lehet. Miután a sejtközi üregeknek, mint váladéktartóknak a szerepét már letárgyaltuk, itt csak a levegőt tartalmazó intercelluláris üregeket fogjuk rendszeresen tárgyalni. A sejtközi üregek gyakran hosszirányban jelentékeny kiterjedéssel bírnak, ilyenkor légcsatornáknak (járatoknak) is nevezzük őket. Ezek legtöbbször a növény belsejében rendszeres, összefüggő csatornahálózatot alkotnak, amely a levegőnyílásokkal és a lenticellákkal érintkezve, a lélekzés, a  $\text{CO}_2$  vezetés és a transzpiráció szolgálatában áll. A parenchyma szöveteknek ezek elmaradhatatlan kísérői; különösen jellemző kifejlődést mutatnak a levelek szivacsparenchyma sejtei között található légcsatornák, amelyek jelentékeny kiterjedést érhetnek el. A rendes parenchyma szövetekben az egymással érintkező sejtek sarkaiban keletke-

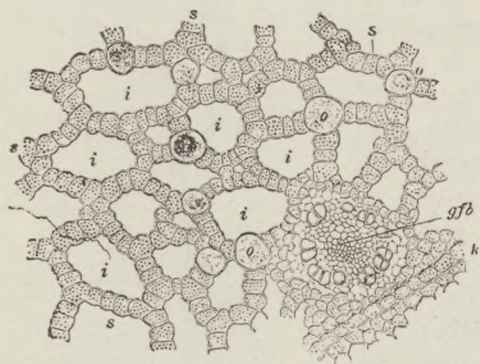


181. kép.

A *Begonia imperialis* levélnyelének a szőrszála, amelynek belsejében az alapba csáskány módra begömbülő sklerenchyma sejt húzódik végig. Haberlandt után.



nek (l. 60. kép). Itt rendszerint háromszögletűek és a középső lemez schizogén elválása folytán keletkeznek. Néha hatalmas sejtközi üregek keletkeznek az által is, hogy nagyobb sejtcsoportok, vagy szövetek szakadnak szét (l. 182. kép). Ilyen módon keletkeznek pl. a Gramineák üres szárai, a Juglans belének az intercellulárisai, stb. Ezeket a nagy, hosszú üregeket azután a szár bütykeiben még kereszt választófalak (diaphragmák) is erősítik, sőt, ha egy-egy internódium túlságos hosszúra nyúlik, akkor még a két bütyök között is keletkezik néhány diaphragma és ez által maga a szár, illetőleg az üreg szabad szemmel is kivehető rekeszekre oszlik. Ilyen rekeszes pl. a Juglans regia bele.



182. kép.

Az *Acorus Calamus* rizomájának a keresztmetszete. *k* endodermis, *s* keményítőt tartalmazó parenchyma, *i* intercelluláris üregek, *o* olajtartók, *gfb* edénynyaláb. Tschirch után.

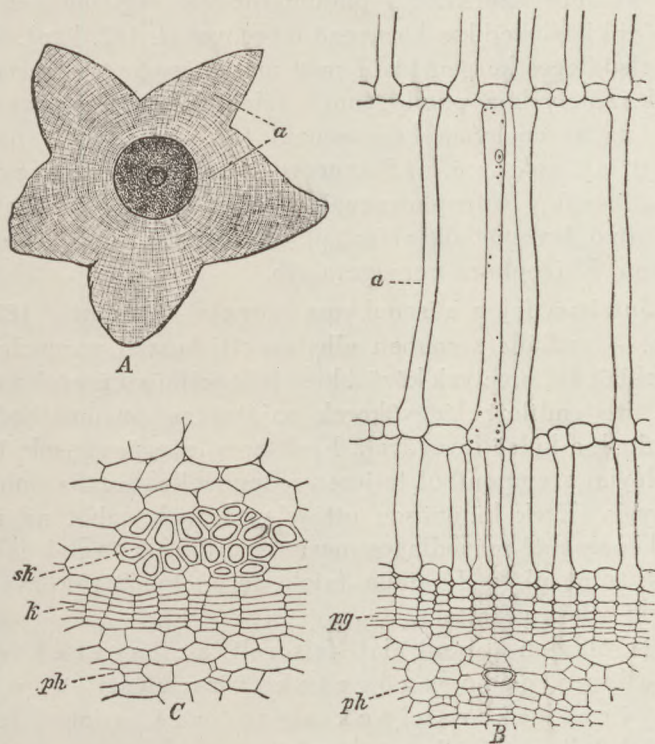
Ha azután a kezdetben kis terjedelemmel bíró sejtközi üregeket elhátároló parenchyma sejtek tovább növekednek, esetleg osztódnak, nagy kiterjedésű intercelluláris üregek keletkeznek, amelyeket a közbenső sejtlemeszek választanak el egymástól. Ezekbe az intercelluláris üregekbe azután sok esetben elágazó szőrszálakhoz hasonló oxálsavas mészkristályokkal meg-

rakott sejtek (idioblasztok) vannak a parenchyma sejtek közé beiktatva, amelyek az intercelluláris üregekbe mélyen belenyúlnak (l. 65. kép). Ezeknek az ú. n. „belső szőrszálaknak” a formája rendkívül változó: X, H, S alakú. Valószínűleg az intercellulárisok mechanikai szilárdítására szolgálnak.

A sejtközi üregek nagysága és sűrűsége a száraz termőhelyi növényekben jóval kisebb, mint a vízi növényekben, miután ezek egyúttal a transzpirációt is elősegítik s így a száraz klimatikus viszonyok között élő növényekre sokszor hátrányosak lehetnének. Viszont a vízi növények víz alá merült részeinek — részben az anyagcsere, részben pedig a vízben való úszás megkön-



nyitése céljából — sok levegőre van szükségük és ennek megfelelően sok és nagy kiterjedésű sejtközi üreget is tartalmaznak (l. 128. kép). Ha egy ilyen nagy intercelluláris üregekkel ellátott vizinövényt megsebzünk (pl. *Nymphaea alba*, vagy *N. can-*



183. kép.

A *Jussieua peruviana* aërenchymája; A vastag aërenchyma köpennyel — a — ellátott víz alatti szárának a keresztmetszete, B az aërenchyma belső rétege — a — keresztmetszetben, pg phellogen, ph háncs; C a száraz termőhelyen nőtt növény az előbbihez hasonló részlete: k pararéteg, sk sklerenchyma rostok csoportja. B és C 150-szeresen nagyítva. Schenk után.

dida, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*), akkor a sebhely nyílásán keresztül csakhamar  $\text{CO}_2$  tartalmú levegő kiáramlását lehet megfigyelni.

Egyik különös formája ennek a sejtközi üregek által alkotott rendszernek néhány mocsári- és vizinövény levegőgyökereinek ú. n. aërenchyma szövete.\*) Ezek a levegőgyökerek a víz-

\*) Tágabb értelemben véve a legtöbb vizinövény sejtközi-jarat rendszerét az aërenchyma szó fogalma alá sorozhatjuk.



ben, vagy az iszapban élő növényi részek levegővel való ellátására szolgálnak s ezért negatív geotropikus sajátsággal bírnak. Elsődleges kérgük egy intercelluláris üregekben rendkívül gazdag parenchyma szövetté alakul át, amely az epidermisen keresztül különös szerkezetű pneumathodák segítségével, vagy közvetlenül közlekedik a környező levegővel (l. 183. kép). Gyakran az elsődleges kérgen kívül még más másodlagos merisztéma szövetek, amelyek a phellogénnek felelnek meg, szintén résztvesznek az aërenchyma képzésében (pl. *Desmanthus natans*). Ilyeneket találunk az ú. n. Mangrove-formáció\*) növényeinek — *Sonneratiaceák*, *Rhizophoraceák*, *Lythraceák*, *Myrtaceák* — felfelé nőő levegőgyökerein; pl. *Sonneratia acida*, *Jussieua peruviana*, *Rhizophora conjugata* stb.

A *Jussieua* fajok aërenchyma szöve — amint a 183. kép mutatja — radiális sorokban elhelyezett, hosszú parenchymatikus sejtekből áll, amelyek között kiterjedt sejtközi üregek vannak.

Az itt említett léggyökerek sajátságos pneumathódákkal közlekednek a külső levegővel. Ezek nem levegőnyílások, hanem morfológiai szempontból teljesen a lenticellákhoz hasonló képződmények. Ezek különösen ott jelentkeznek, ahol az aërenchyma képzésénél másodlagos merisztematikus szövetek is résztvesznek, mint pl. a *Jussieua* fajok aërenchymája közvetlenül érintkezik a környezettel.

A 94. oldalon g) pont alatt felsorolt: az ingerek vezetésére szolgáló szövetek ismertetését a növények érzékszerveinek anatómiája című fejezetben fogjuk teljes egészében tárgyalni.

A teljes áttekinthetőség kedvéért a tárgyalt növényi szöveteknek összefoglaló osztályozása a következő:

1. Merisztematikus, vagy osztódó szövetek.
2. Bőrszövetek.
3. Szállító szövetek.
4. Alapszövet
 

{	a) trophikus, v. táplálkozási szövetek. b) mirigyszövetek és váladéktartók. c) szilárdító, v. mechanikai szövetek.
---	--
5. Ingerek vezetésére szolgáló szövetek.

\*) A trópusi tengerek partí mocsarainak növényzete.



### A telepes növények (Thallophyták) szövetei.

A telepes növények (Thallophyták) csoportjába mindazon egyszerű felépítéssel bíró növényeket soroljuk, amelyeknek teste vagy egysejtű, vagy ha több sejtből áll, akkor nem tagozódik gyökérre, szárra és levélre, amint ezt a magasabb rendű növények felépítésénél tapasztaljuk. Az ilyen egyszerű felépítéssel bíró növényi testet jelöljük azután a telep (thallus) névvel.

A telepes növények közé rendszertanilag a *Cormophyták* törzsét megelőző törzseket (phylum) sorozzuk, nevezetesen\*): a *Myxophytákat*, a *Schizophytákat*, a *Zygophytákat*, a *Phaeophytákat*, a *Rhodophytákat*, az *Euthallophytákat* (Chlorophyceae, Fungi) és a *zuzmókat* (Lichenes). Biológiai szempontból ezeket ismét két nagy csoportra osztjuk; az első csoportba tartoznak azok a Thallophyták, amelyek autotroph életmódot folytatnak, vagyis önálló asszimilációra képesek, a második csoportba viszont azokat soroljuk, amelyek heterotrophok, vagyis önálló asszimilációra nem képesek és ezért parazita, vagy saprophyta életet élnek. Az első csoportot közös néven algák, vagy moszatok, a másodikat pedig gombák neve alatt foglalják össze. Mi itt, az anatómiai tárgyalás alkalmával, a moszatok neve alatt a Myxophytáktól az Euthallophyták Fungi csoportjáig terjedő törzseknek autotroph fajait foglaljuk össze,\*\*) míg a gomba név alatt kizárólag az Euthallophyták Fungi osztályába tartozó heterotroph növényeket értjük. A zuzmók (Lichenes) a gombák és az algák symbiotikus együttéléséből keletkeznek.

A gombák teste egysejtű, vagy többsejtű lehet, azonban úgy az egysejtű, mint pedig a többsejtű gomba thallusnak az alapeleme az egy-, vagy több sejtből álló fonál: a *hypha*. A hyphát alkotó sejtek rendszerint cilindrikus formájúak, sejtfaluk nem kettősen fénytörő, hanem isotrop, alapanyaga legtöbbször a chitin, azonban ezenkívül úgylátszik még más, egyelőre ismeretlen anyagok is előfordulnak benne, azonban sohasem fásodik. Az élő sejtben itt is plazmát találunk, amely rendszerint több

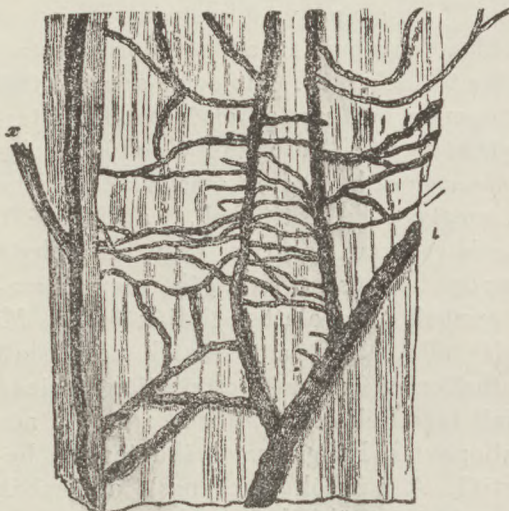
\*) Wettstein után.

\*\*) A Myxophyták egysejtű heterotroph növények, hasonlóan a Schizophyták és a Schizomyceteselek (baktériumok), amelyeket, minthogy amúgy is legnagyobb részben egysejtűek, nem tárgyaljuk.



sejtmaggal bír, azonban chloroplasztákat sohasem tartalmaz; egyes esetekben chondriozómák jelenlétét is kimutatták. — A plazma tartalmában a leggyakoribbak a fehérje kristályok, zsírok, glikogén és néha oxálsavas mészkristályok,\*) keményítőt azonban a gombák sohasem tartalmaznak.

Az egyszerűbb anatómiai szerkezettel bíró gombák (pl. a Phycomyceteselek) rendszerint csak egyetlenegy-, vagy többsejtű, de gyakran elágazó hyphából állanak, a magasabb rendű gombák teste azonban több szövetszerűen összefonódott hyphából áll (l. 62. kép). A gombáknak ezekből a hyphaszálakból felépített



184. kép.

Az *Agaricus melleus* rizomorfája természetes nagytábsan. Warming után.

vegetatív testét nevezik azután Trattinick után mycelium-nak. Viszont a myceliumnak azt a részét, amelyen a gombák szaporodó szervei fejlődnek ki, hymenium-nak mondják. A myceliumot alkotó hyphák, illetőleg maga a mycelium adják a gomba szövédéket (tela contexta). Néha a hyphák olyan szorosan fűződnek össze, hogy a sejtfaluk is egyesülhet; ilyen esetben „álparen-

chyma” szövegről beszélünk. Ennek ismertető jele, amely azután a valódi szövetektől megkülönbözteti, az, hogy az álparenchyma hyphák nem állanak egymással szorosabb érintkezésben, hanem mindegyike a maga önálló növekedését megtartja. Gyakran sejtegybeolvadások is keletkezhetnek, amilyenek pl. a *Lactarius* fajok — sokszor mérgező hatású tejnedvet tartalmazó hyphái. Egyes fajokban, pl. az *Agaricus melleus* hyphái a külső felület felé közelebb eső részeken szorosabban fonódnak össze,

\*) Gyakran a gombasejtek falába rakódik.



míg a belső rész — az alparenchyma — lazább szerkezetű marad (l. 184. és 185. kép).

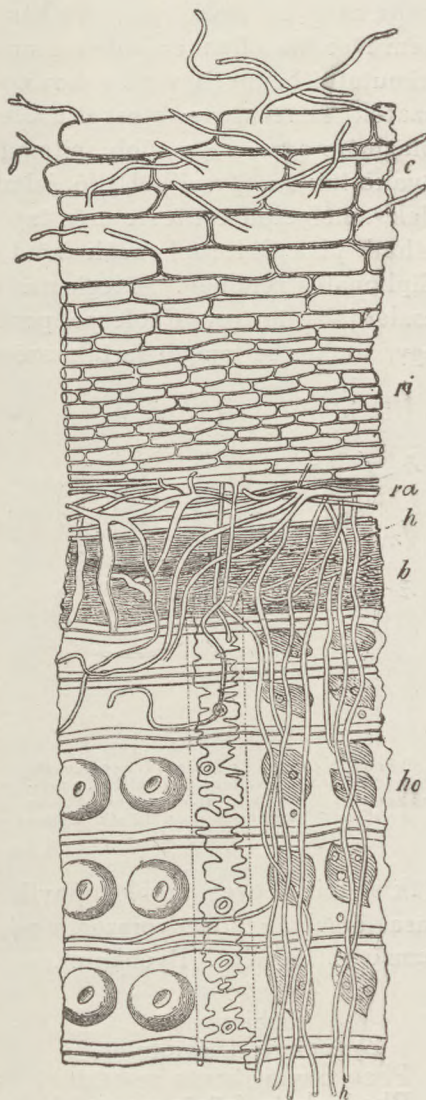
A gomba a táplálékát az anyanövényből haustóriumok, v. szívókák segítségével szívja, amelyek nem egyebek, mint hypha elágazások, amelyek a gazdanövény sejteibe hatolnak bele (l. 186. kép).

A mycelium néha gumóformát vesz fel, amelyben a gomba tartalék táplálékanyagokat raktároz, ez az ú. n. sklerotium, amely a gomba testétől gyakran elválik és a benne felhalmozott táplálékanyagok segítségével új termőtesteket hoz létre.

A moszatok, vagy algák teste rendkívül változatos alakot mutat. Itt is egy-, vagy többsejtű telepeket találunk, azonban a telepek anatómiai szerkezete változatosabb, mint a gombáké (l. 66. kép).

Az algák sejteinek fala tiszta cellulózból áll, amelyet csak elvétele helyettesítenek a hemicellulózok. A sejtfal legkülső rétege gyakran a kutikulához hasonló anyagból áll,\*)

\*) Chlorcinkjód barnára festi.

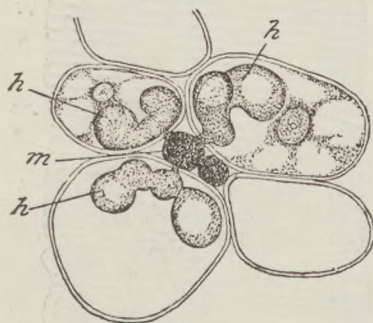


185. kép.

A mézszínű galóca (*Agaricus melleus*) által megtámadott, még élő erdeifenyő fája sugárirányú hosszmetsetének a részlete arról a helyről, ahol a gomba myceliuma (h) csak néhány nap előtt hatolt a hancsba, amelynek összezsugorodott maradványai és a kambiumsejtek már elhaltak. c, ri elsődleges kéreg, ra a rizomorfás-, ho a belsőgárba jutott mycelium. 300-szorosan nagyítva. Hartig után.



néha azonban kocsnyás, nyálkás réteg is lehet. A sejttal sohasem fásodik, ellenben sokszor anorganikus lerakódásokat lehet kimutatni benne; így pl. a kovasavat a Diatomeákon (kovamoszatok) és szénsavas meszet a Characeákon (l. 4. kép). Az élősejt plazmája egy-, vagy több sejtmagvú lehet. Az algáknál nagyon gyakoriak az egysejtből álló, jelentékeny nagyságot elérő egyedek, amelyeknek a teste erős tagozottságot mutat. Ilyeneket találunk pl. a Chlorophyceák (zöld moszatok) osztályába tartozó Siphonales rendben. A legismertebbek egyike a Caulerpaceák családjába tartozó *Caulerpa prolifera*, amely ugyan egyetlenegy, számos sejtmagot tartalmazó sejtéből áll, azonban ennek da-



186. kép

A *Peronospora Corydalis* mycelium-ága a *Corydalis pumila* levelének a szövetében, amelynek sejtjeibe hatol a haustóriumával (*h*). Az *m* myceliumág keresztmetszetben látszik. Erősen nagyítva. Wettstein után.

cára a magasabb rendű növények leveleihez és gyökereihez külsőleg csatlódásig hasonló tagozottsággal bír (l. 187. kép). A plazma tartalmi részei között meg kell említenünk a zöld chlorophyllt és a vele együttjáró keményítőt (l. 14. kép). Gyakori a pyrenoidok előfordulása (Conjugatae), azután a paramylum (Flagellatae,\*) a florideakeményítő\*\*) (Rhodophyta), azután a fehérjéké stb.

Különösen jellemző az algák sejteire egyes, a chlorophyllt kísérő festőanyagok előfordulása, amely a növényország eme törzseire gyakran felette jellemző (l. 19. kép). Ilyenek pl.:

Növénycsoport	festőanyag	szín
Schizophyta	phycocyan	kék-vörös
Zygophyta (Peridinieae)	phycopirin	sárga-barna
Phaeophyta (barna moszatok)	phycoxanthin	sárga-barna
Rhodophyta (vörös moszatok)	phycoerithrin	vörös

Ezeknek a színanyagoknak a kémiájára vonatkozólag utalunk arra, amit ezekről a sejt tartalmi részeinek a tárgyalásakor részletesen elmondottunk.

\*) A keményítőhöz hasonló asszimilációs tartalmi rész, amelyet a jódnem fest meg.

\*\*) Mint a paramylum, a jódnem azonban vörösre festi.



A sejttal szintén magasabb tagozódottságot mutat, nevezetesen egyes *Fucus* fajokon már egyszerű gödörkéket (l. 188. kép), sőt a rostacsövekhez hasonló fúziós képleteket is találunk, amelyeknek jól kivehető rostalapjuk is van, ami arra mutat, hogy ezek a Cormophyták rostacsöveihez hasonló szerepet töltenek be; pl. *Laminaria*, *Macrocystis* (l. 189. és 190. kép).



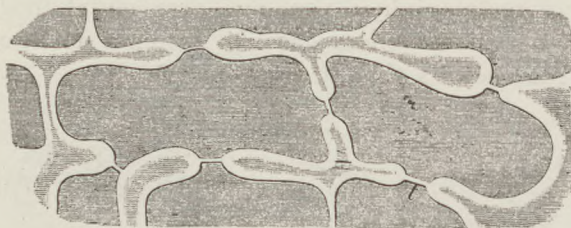
187. kép.

Caulerpaceae. 1. k. *Caulerpa prolifera*. 2. k. *C. Freycinetii*. 3. k. *C. pinnata*. 4. k. *C. macrodisca*. Wettstein után.

A moszatok testének legegyszerűbb alapformája az egysejtű növény, a következő fokozat a kolóniák kialakulása, amelyeket gyakran kocsonyaszerű burok vesz körül. A kolóniákon belül azonban minden egyes sejt a maga önállóságát megtartja; pl. a Chlorophyceák cönóbiumai. A fokozatos fejlődés folyamán azután az együtt élő sejtek között munkamegosztás kezdődik, a test csúcsra és alapra tagozódik, a sejtek önállóságukat elveszítik és ilyen módon egy több sejtből álló moszat jön létre. En-



nek viszont ismét három alapformáját különböztetjük meg és pedig a fonalas, a lemezes és a hasábos alakulatot. A fonalas (l. 191. kép) és a lemezes alakulás, amint ezt pl. az egyszerűbb



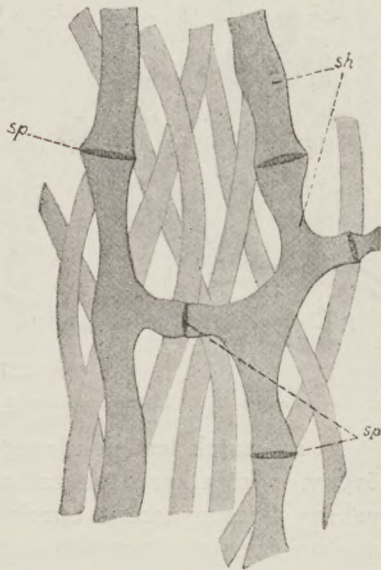
188. kép.

A *Fucus vesiculosus* sejtfalának egyszerű gödörkéi (t).  
Reinke után.

barna moszatoknál (*Ectocarpaceae*) és a vörös moszatoknál (*Rhodophyceae*) látjuk, rendszerint még nem mutat fel egy tagozott osztódó csúcssejtet. A fonál, vagy a le-

mez minden egyes kerületi sejtje osztódik és gyarapítja a növény testét (l. 192. kép).

A hasábos felépítésnél a csúcssejt egy állandóan osztódó merisztematikus sejté válik át, amely osztódása folyamán átmenetileg egy merisztematikus szövetszoportot hoz létre, amelyből azután a moszat állandó szövetei keletkeznek (l. 193. kép). Természetesen a magasabb rendű növények szöveteihez hasonló fejlettséget a moszatok szövetei nem mutatnak, intercelluláris üregek rendszerint hiányzanak, azonban egyes moszatokban, mint pl. a *Laminariaceae* testének szövetei, aránylag magas fejlettséget érnek el (l. 190. kép). Itt tágabb értelemben véve ki fejlődik egy kissejtű kéregszövet, amely alatt egy hosszabb sejtekből álló központi parenchyma foglal helyet, míg legbelül teljesen lazán összefüggő

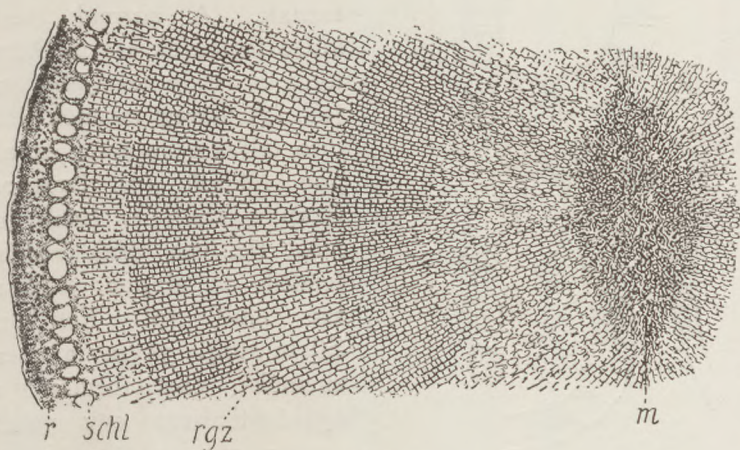


189. kép.

Egy *Fucus* fajnak rostacsőszerű sejtjei (sh),  
sp rostalapok. 285-szörösen nagyítva. Molisch  
után.



sejtekből álló, ú. n. belet találunk. A *Fucus* kérgében gyakoriak a nyálkajáratok, sőt az évgyűrűkhöz hasonló határok is előfordulnak. Természetesen a moszatoknak kifejlődött levelei, törzse és gyökerei nincsenek, azonban ezeknek a tevékenységét az egyes fajokon a thallus — egyes ilyen célra átalakult részei végzik; így pl. a *Fucaceákon*, a *Laminariaceákon*, általában a nagyobb barna moszatokon a thallus levelekhez hasonló képződményeket (phylloidok), áltörzset (cauloid) és álgökeret (rizoid) mutat (l. 187. kép).



190. kép.

Egy idősebb *Laminaria* telep cauloid részének keresztmetszete a tejedényekhez hasonló szerepet betöltő nyálkajáratokkal (*schl*). *r* kéreg, *rgz* gyűrűs-réteg, *m* bél. Oltmanns után.

A zuzmók (*Lichenes*) — amint már mondtuk — a gombák és a moszatok együttéléséből keletkeznek; a moszat, mint önállóan asszimiláló, a gombáknak organikus táplálékanyagokat nyújt, míg a gomba myceliumával vizet vesz fel és azt az asszimiláló moszatnak adja át.

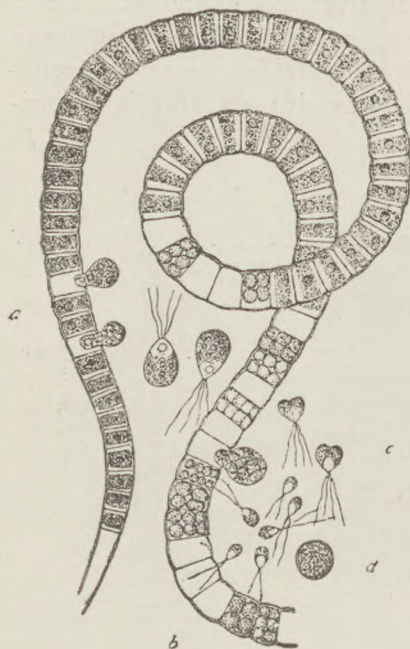
A zuzmók teste rendszerint három jól elkülöníthető részre tagozódik, a külső szintelen periferikus részre, a középső zöld és a belső szintelen részre. A középső rész a moszatnak felel meg (gonidium), a külső és a legbelső részt a hyphák alkotják (l. 194. kép). A gomba hyphák a moszatot legtöbbször szorosan körül ölelik, vagy pedig a hyphák haustóriumokat bocsátanak a



moszatokba. A most vázolt kifejlődésű zuzmókat heteromereknek mondjuk, míg akkor, ha a moszat szövetei a gomba hyphái között egyenletesen vannak elosztva, homöomer zuzmókról szólunk.

A gomba hyphák falába gyakran hemicellulózok, így az ú. n.

lichenin rakódik be, míg a zuzmók élénk színét szintén a hyphák falába belerakódott festőanyagok okozzák, amelyek a benzol derivátok közé sorolt, ú. n. zuzmó savak közé tartoznak. A zuzmók testét külső formájuk szerint kéreg, lomb és cserje zuzmókra osztjuk. A kéreg zuzmók thallusa teljes egészében az alapon fekszik (pl. *Lecanora*, *Graphis* stb.), a lomb zuzmók thallusa csak részben fekszik az alapon, egy része eláll (pl. *Xanthoria*, *Sticta* stb.), végre a cserje zuzmók cserjeformán elágazó thallusa egy vékony nyélen nyugszik; pl. a szakállas zuzmó = *Usnea barbata*, *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina* stb. (l. 195. kép).



191. kép.

Az *Ulothrix zonata*; *a* a fonalmoszatrészlete a sejtől kiszabaduló rajzospórákkal, *c*, *d* ivaros rajzó sejtekkel, *b* kiürült sejtek. Erősen nagyítva. Dodel-Luerssen után.

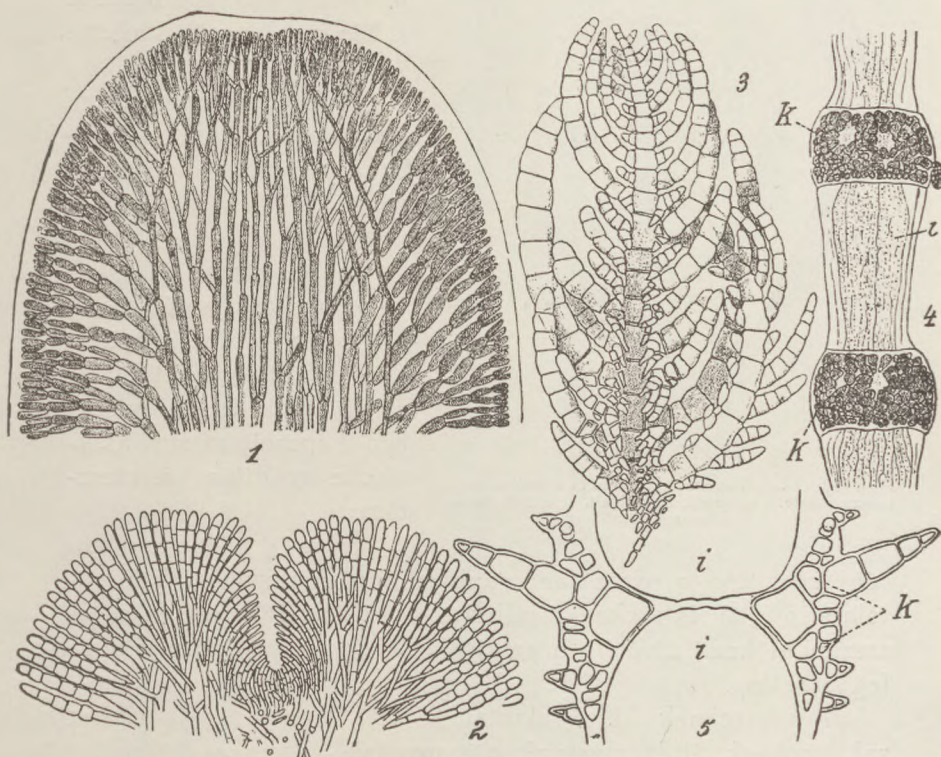
### 3. A száras növények (Cormophyták) vegetatív szerveinek anatómiája.

#### Bevezetés.

Az eddigiekben a különböző, más és más élettani munkát végző sejtszövetek, vagy szövetek alakulását tárgyaltuk. Amint már a szövettan bevezető részében kifejtettük, ezek a szövetek a magasabb rendű növényekben a végzendő élettani feladat szerint ismét, alakilag a térben elhatárolt szövetcsoportokká egye-



sülnek, amelyeket „szerveknek” mondunk. A szervek vagy egy, vagy pedig több — de hasonló élettani feladat végzésére alakulnak, amelyeket minden magasabb rendű növényben három élesen határolható alapképletre különíthetünk el, ha a szaporodás



192. kép.

Rhodophyta. A Florideák telepe belső szerkezetének a típusai. 1. és 2. k. a szőkőkúttípus; 1. k. a *Furcellaria fastigiata* telepcsúcsának a hosszmetsete; 2. k. u. a. a *Galaxaura lapidescens*. 3.—5. k. a központi fonálrendszer típusa; 3. k. a *Plumaria Harveyi* teleparabja; 4. k. a *Ceramium* fonalszövetének a részlete; 5. k. a *Ceramium* csomójának a hosszmetsete, *i* a központi-fonál sejteit, *k* a csomók elkérgesedése. Nagytva. Oltmanns után.

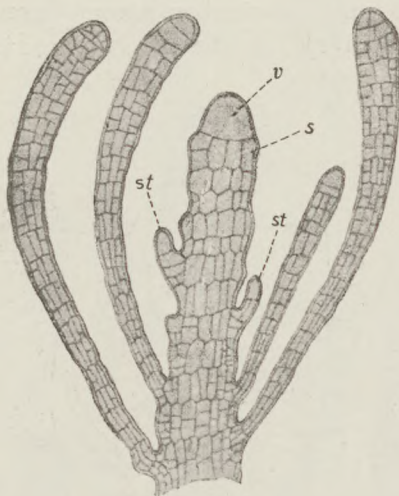
céljaira szolgáló szervektől eltekintünk, amelyeket részletesebben majd a rendszertani részben fogunk megismerni.

Ezek az alapképletek a következők: a) a levél, b) a gyökér, c) a szár.

Amint az organografiában, tehát a szervek külső alaktani leírásában látni fogjuk, ezen a három alapképleten kívül még egy



sereg más és más élettani és ökológiai szerepet játszó szervet ismerünk. Azonban ezek legnagyobb részben a felsorolt három



193. kép.

A *Cladostephus verticillatus* csúcsának a hosszmetsete. *v* csúcssejt, *s* saroksejt, *st* oldalhajtások. Oltmanns után.

alapképletnek a körülmények szerint módosult alakjainak tekinthetők és anatómiai szempontból erre a három alapvető képletre vezethetők vissza.

A szervek ezen három alakképlete nagy vonásokban a következő fontosabb vegetatív feladatokat végzi:

a) a levél: asszimiláció, gázkicserélés;

b) a szár: a gyökér által felvett nyers táplálóanyagoknak és a levelekben képezett asszimilátáknak a szállítása és elosztása;

c) a gyökér: a növény rögzítése, a nyers (anorganikus) táplálóanyagoknak felvétele a talajból és ezeknek szállítása, a gyökér életéhez szükséges asszimilátáknak átvétele a szártól és ezeknek szállítása, illetőleg elosztása.

A szerveknek külső alaktani leírásával, ezeknek átalakulásával, a symmetria viszonyokkal stb. a külső morfológiai részben foglalkozunk, itt ezeket csak anatómiai szempontból tárgyaljuk.

Ezt a három alakképletet teljesen kifejlesztett állapotban csak a magasabb rendű növényeken találjuk meg és pedig a Pteridophytákon, az Angiospermákon és a Gymnospermákon; a Bryophytákon ezeknek csak a kezdetei jelentkeznek. A szervek kifejlődése az ősmrisztematikus szö-

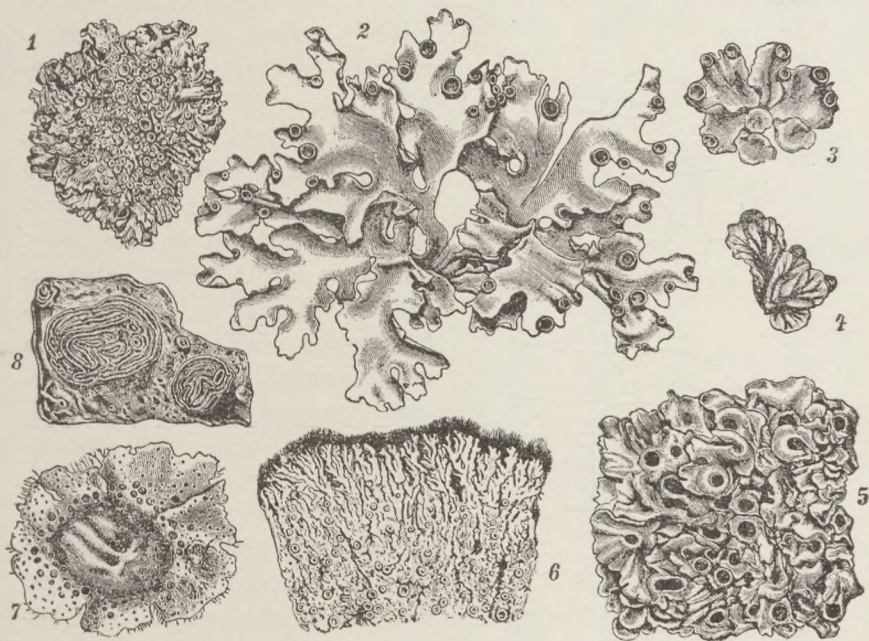


194. kép.

Az *Usnea barbata* thalluscsúcsának a hosszmetsete, *r* a kéreg, *m* a bél, *g* algák (gonidium), közöttük hyphák. Schwendener után.



vetekben kezdődik. A Bryophytákon és a Pteridophyták leg-  
többjén csak egy-egy, ú. n. iniciális sejt osztódik, amely viszont  
— amint már az ösmerisztéma tárgyalásakor részletesen kifejtet-  
tük — két, vagy három metszésű lehet és a már említett periklin  
és antiklin falakkal osztódik. A Pteridophyták egy részénél, a  
Gymnospermákon és az Angiospermákon egy osztódó ösme-  
risztéma sejt helyett osztódó szöveti rétegeket: a dermatogént,



195. kép.

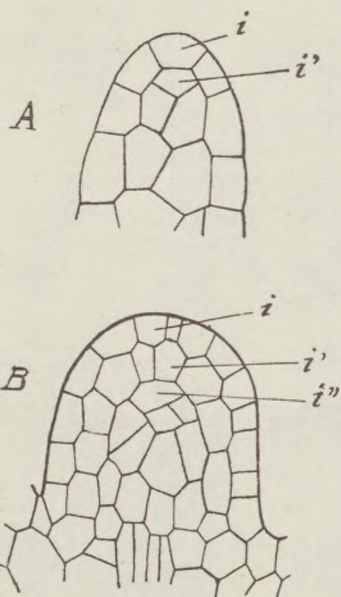
Zuzmók. 1. k. *Xanthoria parietina*. 2. k. *Sticta filicina*. 3. k. *Peltigera venosa*. 4. k. u. a. a telephium alulról nézve. 5. k. *Solorina saccata*. 6. k. *Pannaria Mariana*. 7. k. *Gyrophora proboscidea*. 8. k. u. a. a két apotheciummal. Wettstein után.

a periblémát és a pleromát találjuk, amelyek összességét a rü-  
gyekben található, ú. n. tenyészőkúpok képviselik (l. 68., 196. k.).  
Azonban úgy a dermatogén, mint pedig a peribléma és a pleroma  
egy-egy — a hajtás medián síkjában egymás felett elhelyezett  
iniciális sejt osztódásából származik. A fejlődés magasabb  
fokán ezeket az iniciális sejteket élesen elhatárolni nem lehet,  
helyettük az említett ösmerisztéma réteg csúcsán már csak egy,  
aránylag kisebb sejtekből álló szövetcsoportot találunk.



A Marattiaceákon még jól kivehetők az egymás felett fekvő iniciális sejtek, az Equisetalesektől felfelé azonban a kép mindinkább elmosódik és csak osztódó szövetrétegeket találunk, azonban Schwendener szerint még a Gymnospermák egy részén (*Juniperus communis*, *Pinus nigra*, *Pinus silvestris*, *Abies alba* stb.) is négy, egymás fölött fekvő iniciális sejtet lehet még kivenni.

A levelek a tenyészőkúpokon mint apró, kiemelkedő sejtcsoportok (dudorok) jelennek meg, amelyek rendszeren a pe-



196. kép.

A a *Ceratophyllum demersum* levélének tenyészőkúpja két egymásfelett fekvő iniciális sejtrel (*i*, *i'*). B u. a. növény hajtásdudorának a tenyészőkúpja három egymásfelett fekvő iniciális sejtrel (*i*, *i'*, *i'''*).  
Haberlandt után.

ribléma külső rétegeiből származnak és azért mondjuk, hogy külső, „exogén” származásúak.

Képződésük azzal kezdődik, hogy a peribléma egy, vagy több sejtje a szár hossztenge-lyére merőleges irányban megnyúlik és érintő irányú falak által osztódik. A keletkezett sejtek tovább növekednek és újra osztódnak. Ezek a sejtek a dermatogénra nyomást gyakorolnak, amely annak következtében kidomborodik és az osztódó sejtcsoport növekedésével lépést tart, amennyiben sejtjei a felületre merőleges falak által osztódnak. A levéldudorok későbbben a levél alakjának megfelelően lemezalakúan fejlődnek és hosszúságban jóval inkább nőnek, mint a tenyészőkúp maga, úgy, hogy nemcsak a csúcson túl emelkedve,

az egész tenyészőkúpot beburkolják, amint ezt nagyon szépen lehet látni a fák rügyein (l. 197. kép).

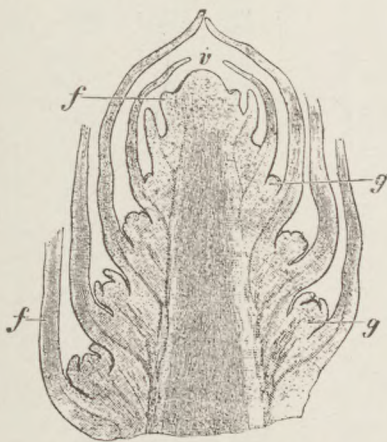
A fiatal levél eleinte csak dermatogénból és alapszövetből áll. Szövelei közvetlenül átmennek a szár szöveibe, úgy, hogy e kettő között határt vonni nem lehet. Valamint a fejlettebb szárban a tenyészőkúp alatt, épen úgy a fejlődő levelek szöveté-



ben is képződnek későbbben prokambium nyalábok, amelyek a levelekből a periblémán át a szárba jutnak és az ott képződött prokambium nyalábokkal egyesülnek oly szorosan, hogy a levél nyalábja a szár nyalábjának folytatását képezi. Azon a helyen, ahol a levél prokambiuma csatlakozik a szár prokambiumához, válnak ki a prokambiumból az első edények.

Megjegyzendő még, hogy a levéldudorok mindig acropetális sorrendben keletkeznek, azaz a legfiatalabb dudor mindig legközelebb van a tenyészőkúp csúcsához.

Az oldalágak keletkezésének helye az oldalas elágazásnál már a levéldudorok által meg van határozva. Az ág ugyanis szintén dudor alakjában keletkezik, külsőleg és acropetális sorrendben, de az ágdudor mindig a levéldudor hónaljában van elhelyezve. A legfiatalabb levéldudor felett azonban nem alakul még ágdudor, úgy, hogy az utolsó, vagyis a legfiatalabb ágdudor legfeljebb az utolsóelőtti levél hónaljában látható. A kis ágdudorok rügyekké fejlődnek. Az ágnak edénynyalábjai, belépnek a szárba és annak nyalábjaival egyesülnek (l. 197. kép).



197. kép.

Egy magvas növény rügycsúcsa. *v* a tenyészőkúp, *f* a levélkezdemények, *g* az oldalágak kezdeményei. Strasburger után.

A dichotomikus (villás) elágazásnál a tenyészőkúp megszűnik csúcsán tovább növekedni, de oldalt, egymással szemben két új tenyészőkúpot hoz létre, amelyek azután ágakká fejlődnek.

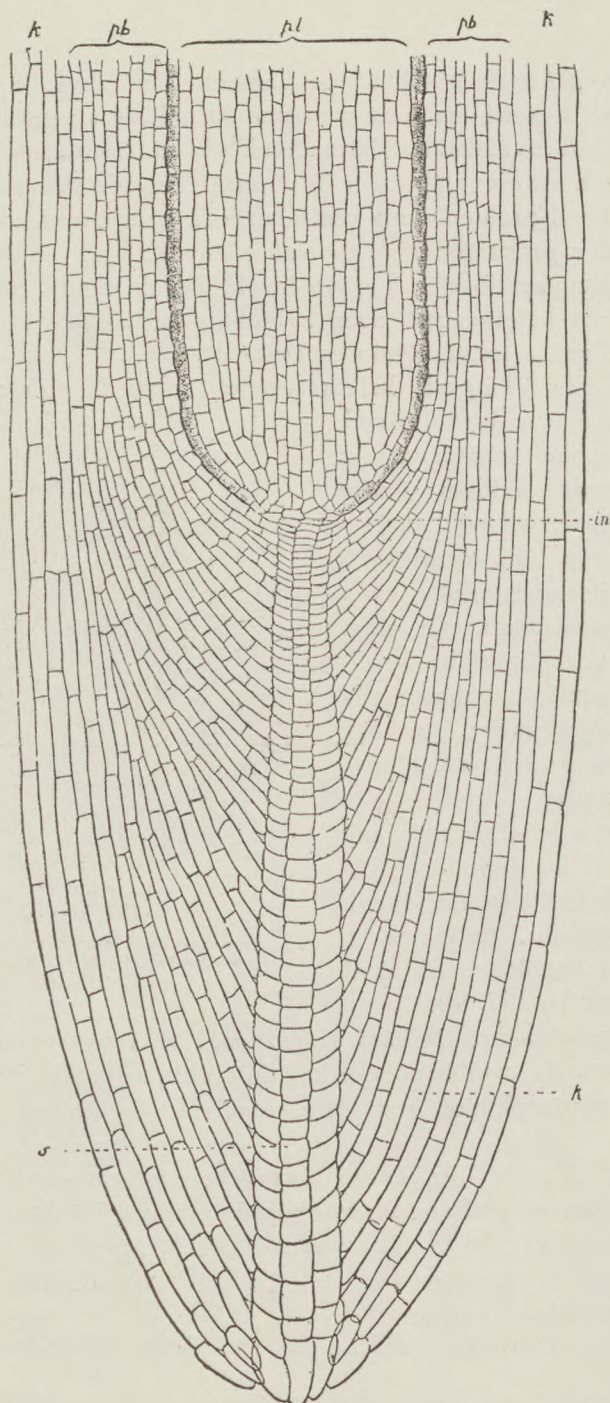
A gyökér kifejlődése lényegében a szárhoz hasonlóan megy végbe. A gyökér tenyészőkúpján is megkülönböztethető a három ösmerisztéma réteg: a dermatogén, a peribléma és a pleroma, azonban ezeket a rétegeket egy külön védőhüvely, az ún. gyökérsüveg, vagy kalyptra fedi (l. 198. kép).

A gyökér merisztematikus szöveteinek a kifejlődése azon-



A *Pinus silvestris* gyökérének csúcsa; *K* gyökérsüveg, *pb* peribléma, *pl* pleroma, *tn* a tenyészóscsúcs iniciális sejtei, *s* a pleroma-sejtek sorából keletkezett sorban álló gyökérsüveg-sejtek. Nöbbe után.

198. kép.





ban még ezen általános kereten belül is az egyes nagyobb növénycsoportok szerint meglehetősen változó képet mutat.

A Pteridophytákon a gyökér alakulása egyetlenegy iniciális sejt működésével indul meg, amely oldalfalával párhuzamos és erre merőleges falakkal osztódva, a már említett ösmerisztéma rétegeket hozza létre, míg az iniciális sejt felső, domború falával párhuzamosan helyezkedő sejtfalak (periklinek), a gyökérsüveg elemeit képezik.

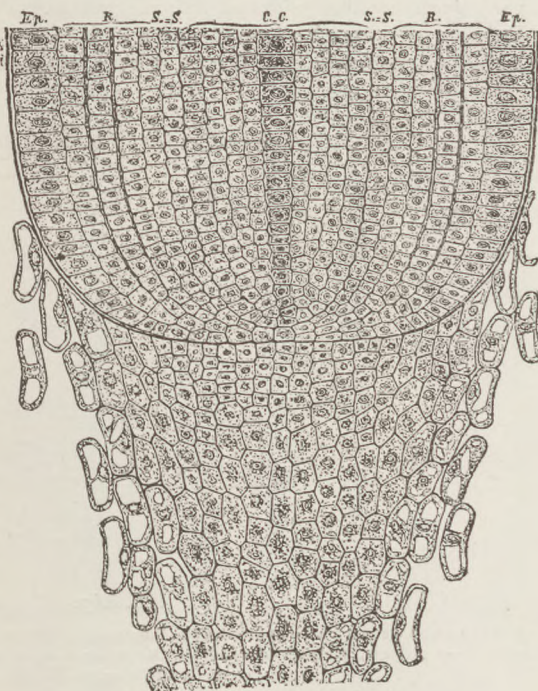
A Gymnospermákon a dermatogén a tenyészőkúp tetején hiányzik, a pleroma és a peribléma élesen elvannak egymástól különítve (l. 198. kép).

A bőrszövet elemei a peribléma külső rétegéből keletkeznek. A gyökérsüveg oly módon jön létre, hogy a tenyészőkúp tetején az összes peribléma rétegek fokozottabb osztódásnak indulnak, amely folyamat elvégre a gyökérsüveg kialakulását eredményezi.

A kétszikűeken és az egyszikűeken legtöbbször a dermatogén, a peribléma és a pleroma élesen elvannak különítve egymástól.

A gyökérsüveg kialakulására vonatkozólag Haberlandt a következő típusokat különbözteti meg:

1. A gyökérsüveg egy külön, erre a célra kialakult ösmerisztéma



199. kép.

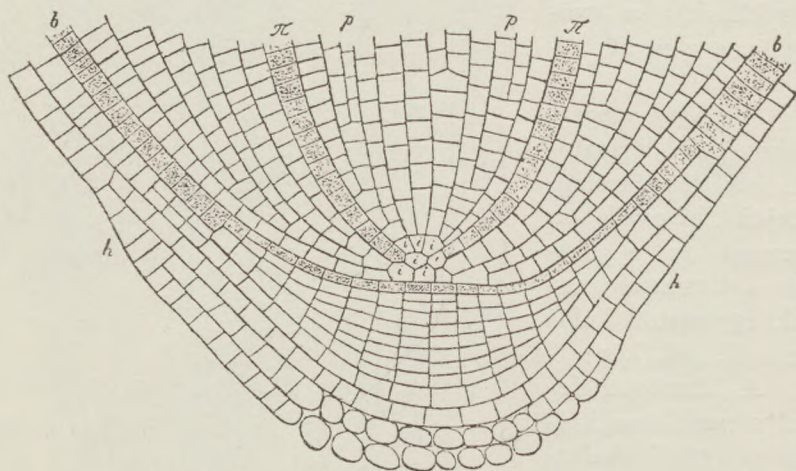
A *Secale* gyökér tenyészőkúpjának hosszmetsete, *Ep* dermatogén, *R* peribléma, *S-S* a peribléma legbelső sejtrétege, *C-C* a pleroma; alattuk a gyökérsüveg. Kny után.



sejtcsoportból, a kalyptrógén szövetből képződik, amelynek sejtei periklin falakkal osztódva, a gyökérsüveget hozzák létre. A kalyptrógén a gyökér többi őismerisztéma szöveteitől élesen el van különítve.

Ezt a típust leggyakrabban a Gramineákon, a Cyperaceákon, a Juncaceákon, a Cannaceákon stb. — tehát egyszikű növényeken — találjuk meg. Ez az ú. n. egyszikű típus (l. 199. kép).

2. A három őismerisztéma réteg élesen elkülönül. A kalyptrógén megvan ugyan, azonban a dermatogénnel genetikus összefüggésben marad. Ezért Eriksson *dermakalyptrógénnek* nevezi. Hanstein szerint a *dermakalyptrógén* nem egyéb, mint a dermatogén egy kiemelkedő dudora.



200. kép.

A *Helianthus annuus* gyökér-tenyészőkúpjának hosszmetsete; *h*—*h* gyökérsüveg, *b*—*b* dermatogén, *p*—*p* pleroma, melynek külső rétege  $\pi$   $\pi$  és *b* közt van a peribléma, *e*—*e* a peribléma és a pleroma iniciális sejtjei. Reinke után.

Ez a kétszikűek típusa. Ide tartoznak pl. *Helianthus annuus*, *Fagopyrum*, *Salix*, *Linum* stb. (l. 200. kép).

3. Ez a típus nem egyéb, mint az előzőnek egy változata, amely abban áll, hogy a gyökérsüveg képzésében a peribléma periferikus sejtjei is résztvesznek. Ide tartoznak: *Cercis Siliquastrum*, *Gymnocladus*, *Juglans regia* stb.

4. Itt még mélyebben fekszik a gyökérsüveg merisztémája, úgy, hogy nemcsak a peribléma külső sejtjei, hanem ez a réteg teljes egészében vesz részt a gyökérsüveg képzésében. Így pl. *Acacia*, *Mimosa*, *Tamarindus*, *Caesalpinia* stb.

5. A gyökérsüveg és a gyökértest merisztéma szövetei egy közös réteggé, a transverzális merisztéma szövétté egyesülnek, amelyből a dermatogén, a peribléma és a pleroma, továbbá a gyökérsüveg keletkeznek; ide soroljuk pl. a *Pisum*, a *Vicia*, a *Cytisus*, az *Acer* stb. gyökereit.



6. Ez a típus az előzőnek egy változata; a transversális merisztémát itt is megtaláljuk, amíg azonban az előző alaknál a gyökérsüveg képzésében a dermatogén (protoderma) is résztvesz, addig itt csak a peribléma és a pleroma alakítják a gyökérsüveget.

A következőkben most már az egyes szerveket vesszük külön-külön tárgyalás alá.

### A lomblevél anatómiája.

A lomblevelek alakulása és külső formája rendkívül változó, amely körülmény elsősorban annak a következménye, hogy ez a növényi szerv a külső viszonyokhoz alkalmazkodik és ezen körülménynél fogva úgy a belső szerkezete, mint pedig a külső formája sok változáson megy keresztül. Anatómiai és morfológiai értelemben vett levelekről tulajdonképpen csak a Bryophytáknál, a Pteridophytáknál és a virágos növényeknél szólhatunk.

A Bryophyták. A lomblevél első kezdetleges formáját a májmohokon (Hepaticae) találjuk meg. Itt a lomblevél egyelőre csak egyetlen egy sejtsorból áll, amely chlorophyllt tartalmaz, de az egyes sejtek között messzebbmenő tagozottságot megfigyelni egyelőre még nem lehet. A lombmohokon (Muscí) a lap közepe táján már egy egyszerű főeret is megfigyelhetünk, melyhez egyes fajokon (Mnium) még az ú. n. kerületi erek is járulnak. Ezeknek az ereknek a feladata tisztán a levélke mechanikai erősítésére szorítkozik és ennek megfelelően vastagfalú rostsejtekből állanak, amelyek között azonban a fejlettebb formákon (pl. Polytrichum) már vékonyfalú sejtek, az ú. n. leptoidok is megfigyelhetők, amelyek már valószínűleg az asszimiláták szállítására szolgálnak.

A tőzegmohokon (Sphagnales) a levelek szerkezetében kétféle sejtalkak fejlődik: a kisüregű, chlorophyllt tartalmazó asszimiláló sejt és a nagyüregű, chlorophyll mentes, ú. n. kapilláris sejt, amelyek váltakozva egymás mellett fordulnak elő. A kapilláris sejtek alsó felén nagy pórusok vannak, amelyek lehetővé teszik a víz felvételét (l. 20. kép).

A Pteridophytákon már fejlettebb lombleveleket találunk. A lomblevelek szerkezete itt már epidermisre, alapszövetre és szállító szövetekre, tehát edénynyalábokra tagozódik. A levélerezet többszörösen elágazó. Az epidermis sejtek egy kü-



lönös ismertető jele abban áll, hogy ezek között nemcsak a levegőnyílás zárósejtjei, hanem a legtöbb epidermis sejt is gazdag chlorophyll tartalommal bír. Az alapszövet kerek, vékonyfalú parenchyma sejtekből áll, amelyek természetesen a magasabb rendű növényeken található tagozódottsággal (palisszád és szivacsparenchyma) nem bírnak. Levegőnyílásaikról az epidermis tárgyalásakor már bővebben szólottunk.

A *Gymnospermák* lomblevelei között a legelterjedtebbek az ú. n. fenyőtűk. A fenyőtűk formája kétségtelenül azt célozza, hogy a téli hidegekre való tekintettel, amikor a fagyott talajban a növény nehezebben veszi fel a vizet, a fa transpirációja a minimumra szálljon alá, továbbá a szél és a hónyomás ellen is védelmet nyújt. A tűk anatómiai szerkezetében található vastagfalú epidermis sejtek, az ezek alatt fekvő sklerenchyma rostok, szintén ezt a célt szolgálják.

A fenyőtűk jellemző formájukban szintén három szöveti részből állanak: az epidermisből, az asszimiláló alapszövetből és a szállító szövetekből (edénynyalábok).

A tűk keresztmetszeti képe az elemek koncentrikus elrendezését mutatja, a keresztmetszeti kép legtöbbször lapos-ferde négyszög (*Picea*), néha tojásdad (*Abies*), esetleg félkör, illetőleg letompított deltoid (*Pinus silvestris*) alakú, de ezen formákon belül is nagy változatosságot mutat, amely ugyanazon fajon belül is kor- és elhelyezkedés szerint felette változhatik; pl. *Abies alba*.

Az epidermist rendszerint egy szilárdító, 2—3 sejtsorból álló hypoderma erősíti meg, az alapszövet a legtöbb *Pinus* fajon jellemző, ú. n. karos palisszád sejtből- (l. 156. kép), míg a többi fenyőn (*Abies*, *Picea*, *Juniperus* stb.) vékonyfalú, chlorophyllban gazdag parenchyma sejtből áll. A tűk közepén két egymás mellett fekvő edénynyaláb vonul végig, amelyek az asszimiláló parenchyma sejteknél kisebb üregű parenchyma sejtekkel környezettek, amelyeket az asszimiláló szövetből egy parenchymatikus védőhüvely határol el. Az edénynyalábok háncsrészét egy sajátságos, parenchymatikus tracheidákból álló, ú. n. transfúziós szövet veszi körül. A chlorophyllt a felülethez közelebb eső sejtek tartalmazzák a legnagyobb számban, a tűk belsejében fekvők chlorophyllban fokozatosan szegényebbé válnak. A *Taxus*



baccata kivételével a legtöbb fenyőfa tűjében gyantajáratok vannak, amelyeket gyakran sklerenchymatikus sejtek öveznek. (l. 108. kép).

A levegőnyílásokat az epidermis tárgyalásakor ismertettük, ezeknek elosztása sokszor nagyon egyenletes, amely jelenség már szabad szemmel is megfigyelhető (l. 73.—86. kép); pl. az *Abies alba* (jegenyefenyő) tűinek alsó oldalán a főér (gerinc) mellett jobbra és balra egy-egy sor levegőnyílás vonul végig, amelyeknek nyílásai viasszal vannak fedve; miután azonban ez a fehéres színű viaszbevonat a levegőnyílások között fekvő szabad felületet is bevonja, úgy ez a két sor levegőnyílás — mint élesen kivethető fehér csík jelenik meg a tűk alsó oldalán (l. 204. C. kép).

A levegőnyílások egyébként a legtöbb fajon viasszal vannak fedve, amely körülmény a fent említett okoknál fogva szintén a transzpirálás csökkentését célozza.

A karos palisszád sejtek, amelyek a *Pinus*ok és a *Cedrus*ok tűiben jelentkeznek, úgy az egy-, mint pedig a kétszikűek családjában előfordulnak (*Ranunculaceae*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Bambusa*, *Arundinaria*, *Elyna* stb.), sőt a harasztokban is megtaláljuk őket (*Polystichum aculeatum*, *Todea aspera* stb.). Haberlandt ezekben tulajdonképpen a valódi, hosszúra megnyúlt palisszád sejtek első kezdetleges formáját látja.

A chlorophyll szemecskék ugyanis leginkább a sejt fala mellett helyezkednek el, tehát minden új falfelület, amelyet a sejt képez, több és több chlorophyll szemecske elhelyezését teszi lehetővé.

A valódi palisszád sejtek keskeny és a levél felületére merőlegesen meghosszabbított falait tulajdonképpen közvetlenül a karos palisszád sejtek benyúló karjaiból származtathatjuk le, ha ezeket a karokat elméletileg a szemközti falfelületig meghosszabbítva gondoljuk. Haberlandt számításai szerint a karok által nyert felületnagybodás meglehetősen jelentékeny lehet. Ha a karos palisszád sejtek belső felületét 100 területegységre vesszük, akkor a karok által elért belső felület nagybodási aránya a *Pinus silvestris*-en 115—135, a *Sambucus nigrán* 148, az *Arundinaria Simonii*-n 145, átlagosan 120—150 területegység 100-hoz viszonyítva.

Bár a *Gymnospermák* asszimiláló szövete a hosszú palisszád- és a szívacsos parenchymára még nem tagozódik, azért sokszor (pl. *Abies*) a tűk felső és alsó oldala között elég jól kivethető különbséget láthatunk, amennyiben a felső oldal sejtjei



magasabbak, míg az alsó oldalé kisebbek. Ezt azonban egyelőre mint általános szabályt nem lehet felállítani.

Az egy- és kétszikű növények lomblevelei már jóval fejlettebb formát mutatnak (l. 155. kép). A levelek felső, tehát háti és alsó, hasi oldala legtöbbször anatómiai tekintetben jelentékenyen különbözik; az ilyen leveleket dorziventrális szerkezetűeknek mondjuk; viszont akkor, ha a háti és a hasi oldal egyenlően van felépítve, akkor izolaterális levelekről szólunk. A fenyőfélék tűi viszont — amint már említettük — megközelítőleg nagyrészt koncentrikus szerkezetet mutatnak.

A lomblevél a következő szöveti alapformákból áll: a) alsó és felső epidermis a levegőnyílásokkal, esetleg hypodermával; b) a palisszád sejtek; c) a szivacs parenchyma, az intercelluláris üregrendszerrel; d) az edénynyalábok.

Az epidermisen belül fekvő szöveteket röviden még a mesophyll (köztesszövet) néven szokták összefoglalni.

A dorziventrális szerkezet már az epidermis sejtek sajátágaiban jelentkezik. A levél színén, tehát a felső epidermis sejtek rendszerint jóval magasabbak és nagyobbak, mint a levél fonákán, vagyis az alsók, külső faluk a kutikulával is rendszerint erősebb vastagodást mutat. A levegőnyílások a legtöbb fajon csak a fonák epidermisén jelentkeznek, itt azonban meglehetősen nagy számban (l. 155. kép). A levélerek felett az epidermis sejtek legtöbbször kisebbek és inkább megnyúltak, mint egyébként. Nagyon gyakran a szőrszálak sincsenek a levelek mindegyik oldalán egyformán kifejlődve; az alsó — a fonák — oldalon legtöbbször erősebbek és nagyobb számban jelentkeznek. Az epidermis sejtek a levegőnyílások zárósejtjeinek kivételével sohasem tartalmaznak chlorophyllt.

A palisszád sejtek rendszerint hosszúra megnyúlt, vékony falú sejtek, a leggazdagabban tartalmazzák a chlorophyllt. ( $\text{mm}^2$ -ként kb. 200—400.000 szemecske; az egész chlorophyll mennyiség a levélnek 67—86%-a. Haberlandt.)

A szivacsos parenchyma sejtjei kerek, gyakran elágazók, közöttük nagy, levegővel telt intercelluláris járatokat találunk.

Ennek a két szövetnek a kölcsönös fejlődése egymással szoros összefüggésben van és elsősorban a levelekre ható fény átlagos erőssége van fejlődésükre a legnagyobb befolyással.

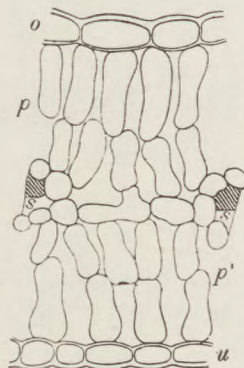


A legjobb bizonyítéka ennek az a közismert jelenség, hogy a korona által beárnyékolta levelek jóval vékonyabbak, palisszád sejtjeik jóval kisebbek, mint a fény teljes élvezetében növő levelek palisszád sejtjei.

A levelek izolaterális alakulása (pl. *Iris*, *Viscum* stb.) szintén azon körülménnyel van összefüggésben, hogy egyes növényeken a levelek elhelyezése olyan, hogy minden oldalról egyenlő megvilágításban részesülnek és ezért mind a két oldalukon egyenlő mértékben képezik ki a palisszád sejtjeiket (l. 201. kép).

A szivacsos parenchyma lazán összefüggő, nagy intercelluláris járatokkal váltakozva elhelyezett parenchyma sejtekből áll. A levél ezen szövetei részben a gyökerek által felvett vizet és az ebben oldott anyagokat szállítják — az edénynyalábok fás részéből az asszimiláló palisszád sejtbe, részben pedig az asszimilálás folyamata alatt képződött organikus anyagokat szállítják az edénynyalábok hancsrészébe, illetőleg közvetve a növény belsejébe.

Másképpen azonban kétségtelen, hogy a szivacsos parenchyma intercelluláris hálózatának jelentékeny szerep jut a növények gázcserélődésének a szabályozásában is. Ez a szövet, illetőleg az intercelluláris járatok szoros összefüggésben vannak egyrészt a levegőnyílásokkal, másrészt — amint már a sejtközi üregek tárgyalásakor említettük — a levegőnyílások ezeknek a révén közvetve a növény belsejében kiterjedt hálózatot alkotó intercelluláris üregekkel vannak összeköttetésben és így a növény párolgásának (transzpiráció) és lélekzésének (disszimiláció) útját ezek képezik, sőt kétségen kívül az asszimilációhoz feltétlenül szükséges  $\text{CO}_2$  gáz is ezeknek a révén jut a palisszád sejtbe (l. 202. és 203. kép). Miután a szivacsos parenchyma a leggyakrabban előforduló dorziventrális leveleken a levél alsó részében foglal helyet,



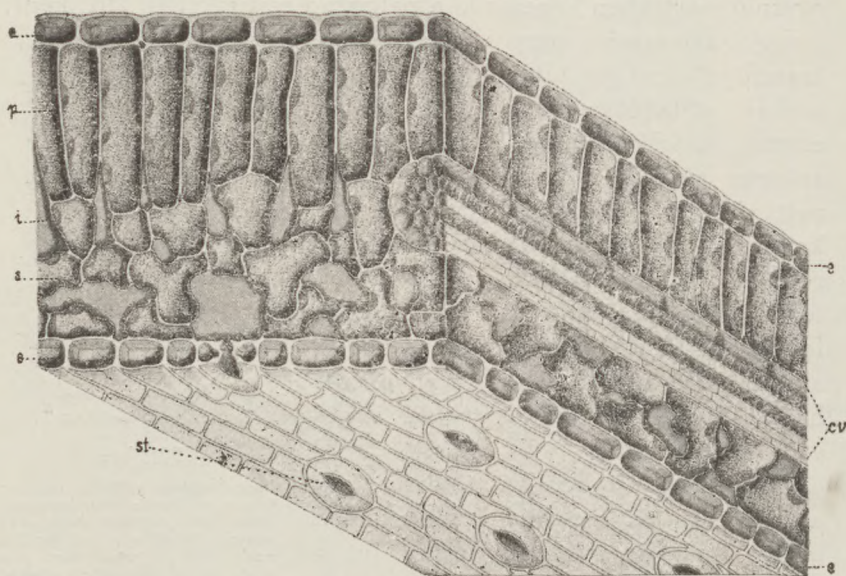
201. kép.

Napos területen nőtt *Centaurea jacea* levelének a keresztmetszete. Izolaterális alkotású levél, *o* a színének (felső), *u* a levél fonákjának (alsó) az epidermise, *p* a felső-, *p'* az alsó oldal palisszád sejtjei, *s* az edénynyaláb hancsra, az árnyékolta rész pedig annak fás részét ábrázolja. Heinricher után.



azért a levegőnyílások is ezeken a leveleken a levél alsó oldalán helyezkednek el, míg az izolaterális leveleken a levél mind a két oldalán megjelennek.

A szivacsos parenchyma — a fentebb elmondottaknak megfelelően — csak nagyon kis mennyiségben tartalmaz chlorophyllt. Haberlandt szerint pl. a *Ricinus* 92.000 darab chlorophyll szemecskét tartalmaz  $\text{mm}^2$ -ként; általában a levél chlorophyllmennyiségéből a szivacsos parenchymára alig 14—30%



202. kép.

A lombolevél egy darabja nagyítva és vázlatosan: *e* epidermis, *p* palissádsejtek, *s* szivacsos parenchyma-sejtek, *st* levegőnyílások, *cv* edénnyaláb. (N. T.)

esik. A chlorophyll ezen egyenetlen eloszlása külsőleg is kifejezésre jut az által, hogy a legtöbb levél alsó oldala — a fonáka rendszerint jóval halványabb zöld, mint a felső oldala — a színe.

A zárvatermők leveleit behálózó edénnyalábok adják a levél erezetét (l. 119. kép). Amint már említettük, a fenyőtűkben mellékerek, illetőleg a főérnek elágazódásai nincsenek (l. 204. kép).

A fenyőtűkön kívül az *Ephedraceák*, az *Equisetaceák*, a legtöbb *Pteridophyta* és *Casuarina* levelei mutatnak hasonló

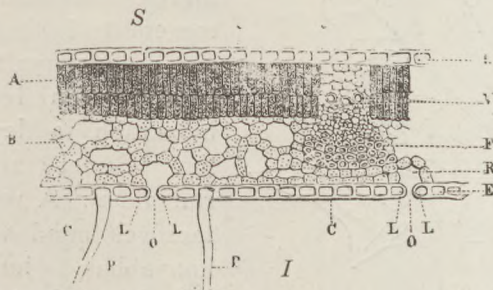


fejlődést. Ezeknek a leveleiben néha kettőnél több főeret is találunk, amelyeket azonban keresztelágazódások nem kötnek össze.

A keresztelágazódások rendszere a legszebben a kétszikűek leveleiben van kifejlődve. Itt a főérből másod-, harmad- stb. rendű oldalerek ágaznak el, amelyeket egymás között szintén vékony oldalerek kötnek össze (l. 205. és 206. kép).

Az egyszikűek leveleiben számos főeret látunk közelítőleg egymással párhuzamosan haladni. Figyelmesebb vizsgálat után azt mutatja, hogy ezeket is egymás között vékony oldalerek kötik össze.

A levélerek egy, de néha több edény-



203. kép.

A levéllemez erősen nagyított keresztmetszetének vázlatos képe. *S* felső, a levél színének, *I* alsó, a levél fonákának a felülete, *C* kutikula, *E* epidermis, *P* szőrszál, *A* palisszádsejtek, *B* szivacsos szövet, *O* levegőnyílás rése, *L L* a levegőnyílás záró sejtjei, *R* a lélekző-udvar, *V* az edénynyaláb fa-, *F* a háncsrésze. Emery után.



204. kép.

Tűalakú levelek. *A* a *Taxus baccata* tűje, *a* u. a. keresztmetszete; *B* az *Abies excelsa* tűje, *b* u. a. keresztmetszete; *C* az *Abies alba* tűje, *c* u. a. keresztmetszete. Fekete-Mágócsy után.

nyalábból állanak, gyakran még a másod- és harmadrendű elágazódású levélerek is 2–3 külön futó edénynyalábból állanak (pl. *Vitis*). Az edénynyalábok leginkább a szivacsos parenchymában helyezkednek el. A fásrészüket a levél felső-, a háncsrészüket pedig a levél morfológiai alsó része felé fordítják.

A levélerek nem csak tisztán az edénynyalábokat tartalmazzák, hanem gyakran magukat a nyalábokat még parenchymatikus sejtek veszik körül, amelyekhez sok esetben szilárdító szövetek is járulnak. A levelek szilárdító szöveteinek a levél erősítésében kiváló szerep jut; ezek alkotják a levél ú. n. szil-



lárd vázát, róluk a növények mechanikai szerkezetének tárgyalásakor még bővebben lesz szó.

A Gymnospermák és az Angiospermák leveleinek vastagabb ereiben egyes esetekben még a kambiumnak és evvel a kezdetleges másodlagos növekedés nyomait is meg lehet állapítani, azonban ez rendszerint helyi jelentőségű marad.



205. kép.

Az *Acer platanoides* levelének erezete. Fekete után.

Az edénynyaláb végződésekről már szólottunk, itt összefoglalóan csak annyit kívánunk megemlíteni, hogy az edénynyaláb végződéseken leg hamarabb a leptom elemei maradnak el. A rostacsövek mind vékonyabbak lesznek, míg a kísérősejtek eredeti átmérőjüket megtartják és legvégül elmaradnak. Legtovább még a farsz tart ki, amely végül is néhány finom tracheidában végződik.

Az edénynyalábok végződéseit ezen felül, miután itt a mechanikai elemek fokozatosan elmaradnak, még rendszerint egy parenchymatikus védőhüvely is övezi (l. 207. kép). A levelek ezen tipikus szöveti formái, a szimmetrikus elhelyezkedés szempontjából, három főformát mutatnak: a dorziventrális, az izolateralis (l. 201. kép) és a koncentrikus levélformát. A dorziventrális típus kétségtelenül úgy az egyszikű, mint pedig a kétszikű növénye-



ken a leggyakoribb. A mi erdei lombos fáink levelei úgyszólván kivétel nélkül ezt az anatómiai szerkezetet mutatják (l. 155. kép). A dorziventrális levélnek a két oldali epidermise között, a levél felső oldala közelében, vannak a palisszád sejtek, az alsó oldala

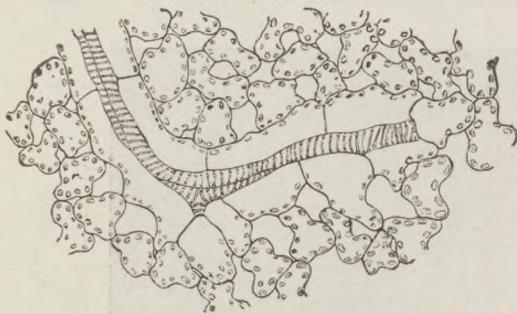


206. kép.

A szelid gesztenye (*Castanea sativa*) levelének erezete. Tuzson után.



közelében pedig a szivacsos parenchyma sejtek. A palisszád sejtek legtöbbször 1—3 sorban vannak kifejlődve, azonban ezt a körülményt, illetőleg a palisszád sejtek és a szivacsos paren-



207. kép.

Az *Impatiens parviflora* levelének edénynyaláb végződése. Az edénynyaláb egyes tracheidákban végződik, amelyeket egy hézagmentes, chlorophyll nélküli sejtek alkotta hüvely zár körül. Strasburger után.

chyma kölcsönös viszonyait — amint mondtuk — a világítási viszonyok lényegesen befolyásolják.

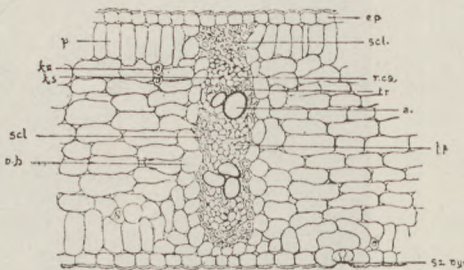
Az izolaterális levélalak — amint már említettük — szintén a termőhely, illetőleg a fénysugarak hatásával van összefüggésben, még-

pedig olyan módon, hogy mindkét oldali egyenlő megvilágítás szükségképpen a palisszád szövetnek kétoldali egyenletes kifejlődését vonja maga után (l. 201. kép).

Itt azonban hangsúlyoznunk kell, hogy az izolaterális levélalak kifejezetten phylogenetikai úton létrejött jelenség, ezt ontogenetikailag kísérleti úton, vagy a termőhelyi viszonyok hirtelen megváltoztatásával előidézni nem lehet.

Az izolaterális levélalak szöveti elrendezése rendszerint a következő:

az epidermis a levelek két oldalán teljesen analóg felépítésű, a levegőnyílások megközelítőleg egyenlő számban fordulnak elő rajta; a két epidermisen belül, de annak közelében palisszád parenchyma van elhelyezve és végül legbelül egy — a szivacsos parenchymának megfelelő, chlorophyllt tartalmazó parenchyma-



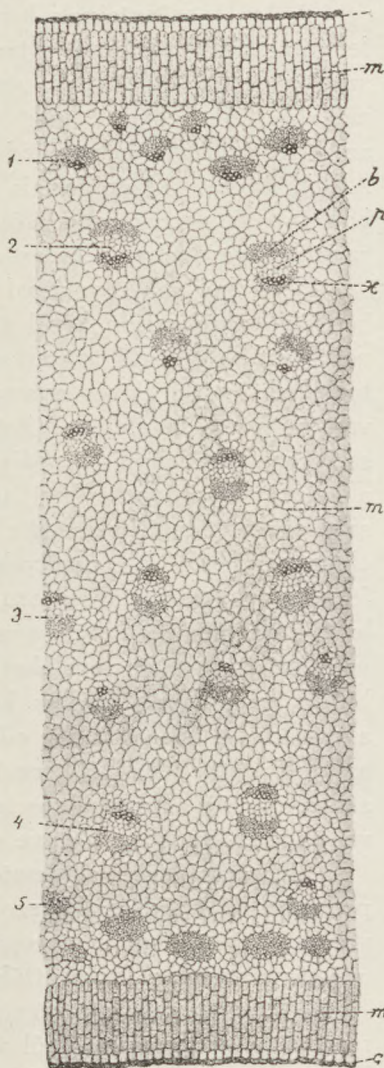
208. kép.

A sánszirm (*Iris pseudacorus*) levéllemeze részletének keresztmetszete, *ep* epidermis, *p* palisszád-sejtek, *scl* sklerenchyma, *tr* tracheidák, *e* faedények, *ks* kísérősejtek, *rcs* rostacsövek, *ph* parenchyma hüvely, *sp* faparenchyma, *kt* oxálsavas-mészkrystal, *szny* levegőnyílás. 150-szeresen nagyítva. Papp után.



tikus szövetet találunk. Gyakran a palisszád parenchyma és a szívacsos parenchyma egymás mellett vannak elhelyezve (pl. *Asphodelus luteus*), amikor is a palisszád parenchyma a levélbordáiban, a szívacsos parenchyma és a levegőnyílások pedig a bordák mellett helyeződnek el, a levél belsejét pedig egy parenchymatikus szövet tölti ki (l. 208. kép). Az edénnyalábok elhelyeződése kétféle lehet. Ha a levél középső síkjában fekszenek, akkor a fás részüket a levél morfológiai felső, hancs részüket pedig a levél morfológiai alsó oldala felé fordítják; ha ellenben a levél kerekded alakú és az edénnyalábok a középső sík alatt és felett, a periferiák felé vannak elhelyezve, akkor mindig phloëm részüket az epidermis, xylem részüket pedig befelé fordítják. A levelek koncentrikus szöveti elrendeződésénél az edénnyalábok elhelyezkedése teljesen hasonló. Izolaterális leveleket találunk pl. az *Iris*, a *Lactuca*, a *Centaurea*, a *Viscum*, a *Scabiosa ucranica*, a *Moricandia arvensis*, stb. fajokon.

Az izolaterális leveleket a dorziventrálisakkal számos átmenet köti össze. Az izolaterális levélalak egyik formáját akkor is megtaláljuk, amikor a levél szöveteiben a palisszád és a szívacsos parenchyma helyét egy teljesen egyenlő, kerekded, chlorophyllt



209. kép.

Az *Agave americana* levelének keresztmetszete, *o o* epidermis, *m m* asszimiláló rétegek, *m* (középen) a többi mesophyll, *1-4* kollaterális edénnyalábok, *5* egyszerű hancsrostok, *b* az edénnyaláb hancsrésze, *p* phloëm, *x* xylem. Wiesner után.



tartalmazó sejtekből álló szövet foglalja el (pl. *Juncus*, *Agave* stb., l. 209. kép).

A levél szöveteinek koncentrikus elrendeződéséről már a fenyőtűk anatómiájának a tárgyalásakor szólottunk. Ez a forma szintén akkor keletkezik, amikor a levelek mindegyik oldalát megközelítően egyenlő megvilágítás éri. Ez az alak rendszerint az Angiospermák hengerded formájú levelein jelentkezik (pl. *Allium cepa*). Az epidermis alatt itt is asszimiláló, chlorophyllban gazdag parenchyma szövetet találunk, amelynek belsejében szintelen parenchyma és az edénynyalábok foglalnak helyet.

Ezen három, egymással átmeneti alakokkal összeköttetésben álló alaptípuson kívül gyakran eltérő alakok is jelentkeznek, amelyek közül a fontosabbakat röviden a következőkben foglaljuk össze. Egyes száraz termőhelyen növő szukkulens növények húsos leveleiben (*Agave*, *Juncus* stb.) a palisszád és a szívacsos parenchyma szabályszerű kifejlődése elmarad, e helyett a kétoldali epidermis közt aránylag gyengén kifejlődött palisszád szövetet találunk, míg a mesophyll legnagyobb része parenchyma sejtekből áll, amelyek chlorophyllt nem tartalmaznak és főképen a víz raktározására szolgálnak. Az edénynyalábok a levél szövetébe egyenként vannak beágyazva és azért ezeken a leveleken a normális leveleket annyira jellemző erezetet sem találjuk meg. Ilyen levelek keresztmetszete gyakran a száréhoz a csalódásig hasonlít. Az edénynyalábok fás és hancs részének az elhelyezése itt is teljesen hasonló az izolaterális levelek típusához, miután a szukkulens levelek legnagyobb része szerkezetével ehhez a típushoz (*Agave* stb.) közeledik.

A tipikus levélalak anatómiai elváltozásához tartozik a hypoderma fejlődése is. Ez szolgálhat mechanikai célokat, de mint vízraktározó szövet is szerepelhet. Ezt bővebben már az epidermis tárgyalásakor ismertettük.

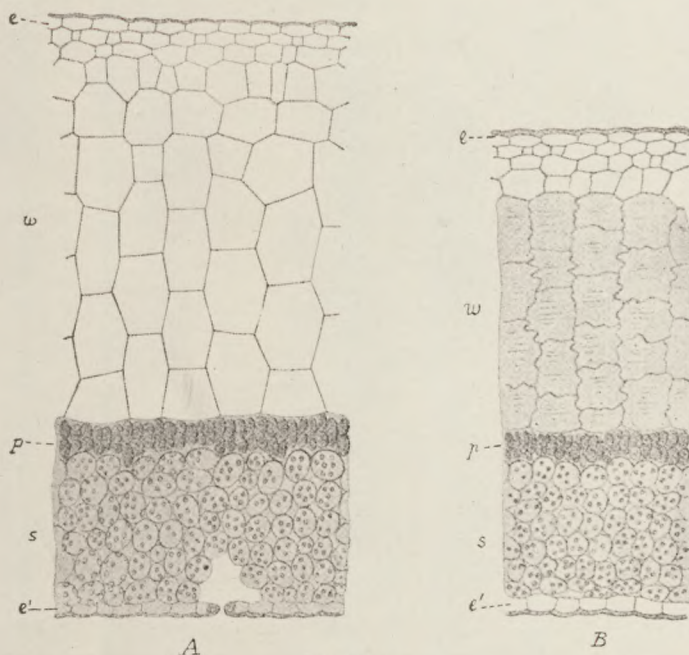
A hypoderma nem tartozik a szorosan vett bőrszövethez, mert nem a dermatogénből veszi eredetét, azonban mégis fiziológiai szempontból a bőrszövet élettani tevékenységének a támogatására szolgál.

Egyik leggyakoribb formája a hypodermának az epidermis alatt kialakuló sklerenchymatikus, szilárdító szövetek (pl. a fenyőtűk), amelyek gyakran bordák alakjában is jelentkeznek



(Gramineák, Bromeliaceák, stb.). A szilárdításon kívül ezek a transzpiráció csökkentésére is szolgálhatnak.

A vízraktározó hypoderma egyik leggyakoribb formája a közvetlenül az epidermis alatt fekvő, periferikus vízfelvevő parenchymatikus szövetek, a másik alakja pedig a szukkulens növények húsos levelei belsejében lévő, ú. n. központi vízraktározó szövetek, — amint ezt épen az előbbieken ismertettük (Agave stb., l. 210. kép).



210. kép.

A *Peporomia incana* levélkeresztmetszete a vízraktározó szövettel (w). A telített-, B hervadt állapotban, amikor is a vízraktározó szövet összezsugorodott, sejtjeinek fala pedig hullámossá válik. Molisch után.

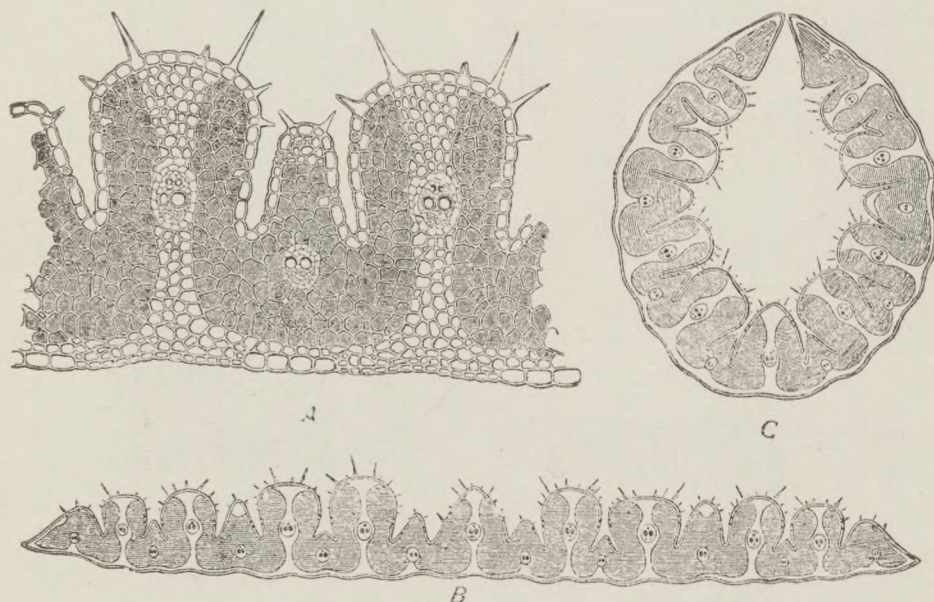
Sok esetben maga a dermatogénből származó tipikus epidermis is több sejtsor rétegű lehet és ilyenkor szintén a víz raktározására szolgálhat (*Begonia*, *Ficus*, *Tradescantia*, stb.).

Egy másik, a rendestől eltérő, de nagyon gyakran előforduló jelenség, önálló kollenchyma és sklerenchyma nyalábok fejlődése a levél szöveteiben, amelyek kifejezetten mechanikai feladatot végeznek.



Ilyen sklerenchyma nyalábok, illetőleg bordák, rendszerint a levélerekkel kapcsolatosan — az edénnyalábok körül fordulnak elő. Azonban egyes növények leveleiben mint teljesen önálló nyalábok is jelentkezhetnek (pl. az *Agave* leveleiben). Ezekről a növények mechanikai szerkezetének a tárgyalásakor még bővebben lesz szó.

Igen érdekes jelenség még az ú. n. összehajló, vagy kunko-



211. kép.

A kunkorgó hajka (*Stipa capillata*) nyitott levele — A — keresztmetszetének részlete 240-szeresen nagyítva. B az egész nyitott levél keresztmetszete, C a záródott levél keresztmetszete. B és C 30-szorosan nagyítva. Kerner után.

rodó levelek anatómiai kialakulása. Egyes fajokon ezek a levelek csak meleg, verőfényes időben, tehát akkor, amikor a túlságos párolgás elleni védelem ezt megkívánja, kunkorodnak be (pl. *Stipa*, *Festuca*, *Sesleria*, l. 211. kép), míg másokon többé-kevésbé állandóan bekunkorodott állapotban vannak (pl. *Ericaceae*).

A levelek összehajlásának a célja kétségtávol abban áll, hogy ez által részben a párolgó felületet kisebbsítsék, részben pedig a behajlás folytán egy zárt üreg jön létre, amelynek a le-



vegője csakhamar vízpárával telítődik és így ide jóval kevesebb víz párologhat, mint a szabad levegőbe.

Az összehajlás mindig a felső felület felé történik, miután itt vannak a levegőnyílások a legnagyobb számban elhelyezve. A záródás kezdetén máris elzáródnak a levegőnyílások és a záródás még szorosabbá válik, amikor a levelek két fele teljesen egymásra fekszik.

A Stipa és a Festuca leveleinek felületén egymással váltakozó barázdák és bordák állanak; a barázdákban vannak a levegőnyílások, a bordákon pedig még szőrszálak fejlődnek. A bordákban egyébként még jól kivethető sklerenchyma nyalábokat is találunk. Ez a begöngyölődés még számos haraszt és moh (Polytrichum), de más növények levelein is jelentkezik.

Hasonló, de úgyiszlóván állandóan kunkorodott leveleket találunk pl. az Ericaceákhoz tartozó *Cassiope tetragona* szárán. Ezek ugyan asszimiláló levelek, de pikkelyformát mutatnak (l. 212. és 213. kép). A levegőnyílások itt is a zárt üregben jelentkeznek, ellenben a paliszszád parenchyma, a levelek különleges helyzete folytán, ezeknek a világosság felé fordított részén, tehát morfológiai alsó és nem felső oldalukon van kifejlődve.

Ezek a komplikált szerkezetű leveleken kívül az Anthophyták nem egy faján felette egyszerű levélszerkezeteket találunk. Így a chlorophyllmentes paraziták és saprophyták leveleiben, továbbá a víz alatt élő virágos növények zöld leveleiben. Itt az epidermis is asszimilál és chlorophyllt tartalmaz, a levegőnyílásokat pedig teljesen nélkülözi. Néha a levél maga nem áll egyébből — az epidermistől eltekintve — mint 2—3 réteg chlorophyllt tartalmazó parenchyma sejtrétegből és egy közép bordából, amelyben az erősen redukált edénynyaláb fekszik.

Az eddigiekben csak a levéllemez anatómiai szerkezetét tárgyaltuk, lássuk most már a levél másik szerves kiegészítő részének, a levélnyélnek az anatómiáját.

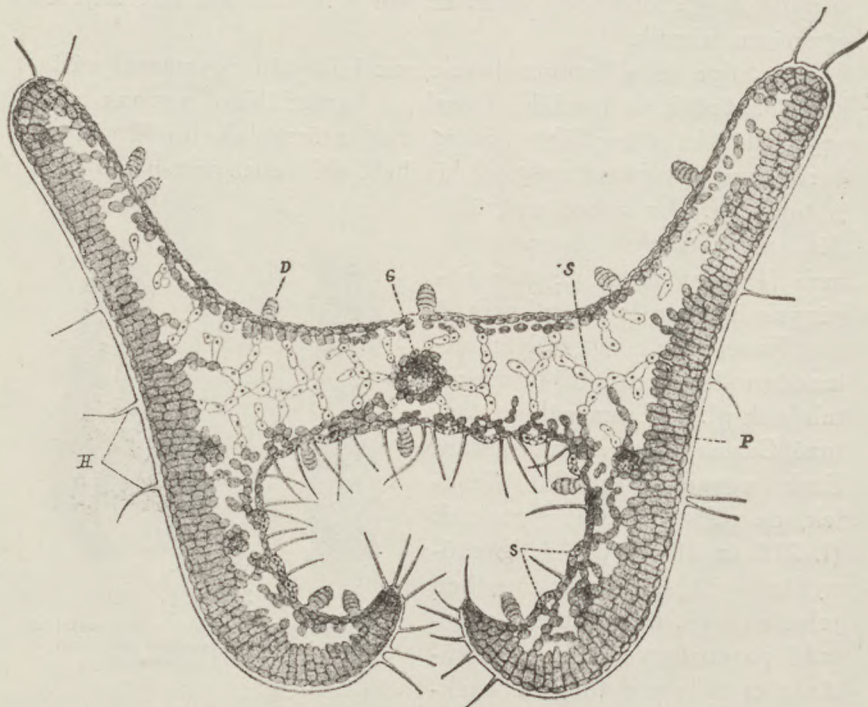


212. kép.

A *Cassiope tetragona* (Ericaceae) hártyszerű, kunkorodó levelének fejlődése. Kis nagyítással. Linsbauer után.



Az Anthophyták testében futó edénynyalábok legnagyobb részben levélnyomok (közös nyalábok), vagyis a szárban és a levélben futó edénynyalábok. Ez az egyszikűeken általános szabály, a kétszikűeken azonban gyakran olyan edénynyalábokat is találunk, amelyek csak a szárban futnak (a szár saját nyalábjai).



213. kép.

A *Cassiope tetragona* kunkorodó levele keresztmetszetének az alsó oldala. P a levél morfológiai alsó részén levő szárnyak palisszád szöve, S szivacsos-parenchyma, G edénynyaláb, H egyszerű szőrszálak, D mirigyes szőrszálak, s a levél oldalán szórványosan előforduló, kiemelkedő levegőnyílások. Linsbauer után.

A Pteridophyták szárának csak saját edénynyalábja van, amelybe a levelekben futó saját edénynyalábok torkollanak.

A Bryophytákon a levél rendszerint nyeletlen. A Pteridophytákon és az Anthophytákon a levél lemeze (lamina) egy határozottan kivehető nyélen (petiolus) helyezkedik el.

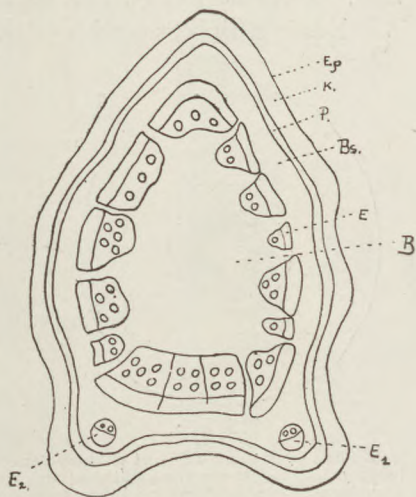
A levélnyél feladata kettős, egyrészt a levél hordozására — sőt gyakran a csuklópárnák segítségével ennek a mozgására is



szolgál — tehát kifejezetten mechanikai feladatokat végez, másrészt a levélben képezett és a levélerek edénynyalábjaiba szállított asszimiláták továbbszállítására is szolgál. Bár chlorophyllt gyakran tartalmaz, mégis mint asszimiláló szerv csak másodszorban jön tekintetbe. Főképen mechanikai szöveteket és a szárból a levélbe lépő edénynyalábokat tartalmaz.

A levélbe rendszerint nem egy, hanem több edénynyaláb lép be a levél nyelén keresztül. Ezek az edénynyalábok a levélnyélben nem mindig alkotnak zárt gyűrűt, hanem félhold alakban helyezkednek el. A Leguminosák nyelében a zárt gyűrű a gyakoribb jelenség. A levélnyélben a szöveti elrendezés nagyon változatos lehet, mégis legtöbbször a következő elemeket találjuk. Az epidermist itt is boltozatos sejtek alkotják, amelyek között levegőnyílások csak gyérén jelentkeznek, ez alatt kollenchyma, majd chlorophyllt tartalmazó parenchymatikus sejteket találunk, amelyeken belül egy sklerenchyma gyűrű következik, amely az alapszövet színtelen parenchyma sejtjeit és az edénynyalábokat zárja körül (l. 107. és 214. kép). A levélnyél keresztmetszeti képe az egyes növénycsaládokra gyakran felette jellemző jelenség, amelyeket a systematikai anatómiában előnnyel lehet felhasználni az egyes családok és fajok anatómiai meghatározására. Amint látjuk, a levélnyél keresztmetszeti képe ott, ahol az edénynyalábok egy zárt gyűrűt alkotnak, szinte csatlódásig hasonlít a fiatal, földfeletti hajtások keresztmetszetéhez.

A levélnyél egyes fajokon (Mimosa, Robinia, stb.) a hajtásba egy párnával (csukló) illeszkedik bele, amelynek anatómiai szerkezete legtöbbször a levélnyéltől feltűnően elüt.



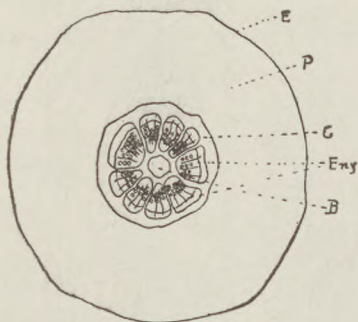
214. kép.

A Robinia Pseudoacacia levélnyele keresztmetszetének vázlatos rajza. *Ep* epidermis, *K* kollenchyma, *P* parenchyma, *Bs* sklerenchyma, *E* edénynyalábok, *B* bél, *E*<sub>1</sub>, *E*<sub>2</sub> másodlagos tövisseket tápláló edénynyalábok. Dr. Fehér után.



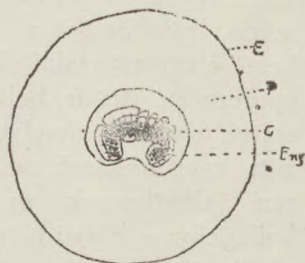
Ezek a párnák ugyanis a levelek niktinasztikus, tehát nem a növekedés, hanem a turgor változás által okozott mozgásának végzésére szolgálnak. Ilyenek pl. a *Mimosa* leveleinek érintésre való lekonyulása, a leveleknek éjjeli összecukódása, stb. Ezekben a párnákban az erősítő sklerenchymatikus elemek rendszerint hiányoznak és maguk az edénynyalábok egy kollenchyma gyűrűbe vannak foglalva, amely ismét egy parenchymatikus alapszövetben fekszik. Az ákác összetett levelein a kis leveleket tartó, ú. n. másodrendű párnákban az edénynyaláb gyűrű nem zárt, hanem nyitott (l. 215. és 216. kép).

Eddig a tipikus lomblevelekről szövegeztünk, most röviden még a lomblevelek átalakulása folytán keletkezett rügpikkelyek,



215. kép.

A *Robinia Pseudoacacia* elsődleges levélpárnája keresztmetszetének vázlatos rajza. *E* epidermis, *P* parenchyma, *G* kollenchyma, *Eny* edénynyalábok, *B* bél. Dr. Fehér után.



216. kép.

A *Robinia Pseudoacacia* másodrendű levélnyel (párna) keresztmetszetének vázlatos rajza. Jelmağyarázata mint a 215. képen. Dr. Fehér után.

melléklevelek, viráglevelek, sziklevek és levélszárak belső morfológiai viszonyairól kívánunk röviden megemlékezni.

A rügpikkelyek a rügyekben elhelyezett fiatal, embryonális állapotban lévő hajtások és levelek védelmére szolgálnak. Morfológiai szempontból megkülönböztetjük a külső és a belső rügpikkelyeket. A belső rügpikkelyek a lomblevelekkel, amelyekből keletkeznek, sok tekintetben hasonló szerkezetet mutatnak, azonban természetesen a mesophyll a szívacsos- és paliszszád parenchymára való éles tagozottságot már itt nem mutat.

A külső rügpikkelyek azonban már teljesen eltérő kialakulást mutatnak. Külső epidermisük (morfológiai alsó oldal) fala erősen megvastagodik, a levegőnyílások teljesen hiá-



nyoznak (l. 217. kép). A külső epidermist néha önálló, a hossz-  
tengellyel párhuzamosan futó sklerenchyma nyalábok, vagy kol-  
lenchyma, illetőleg sklerenchymatikus hypoderma támogatja.

A külső rügpikkelyek epidermise gyakran sajátos változáson megy át, amelyet A. Meyer után metaderma képződésnek nevezünk. Ez röviden abban áll, hogy a sejttal megbarnul és alapanyaga egy sajátos kémiai változáson megy át, amelyet közelebbről még nem ismerünk. Az ilyen sejttal különböző kémiai reagensekkel szemben (pl. konc.  $H_2SO_4$ ) nagy ellenállóképességet mutat. Különben a rügpikkelyek külső sejtjeinek fala gyakran helyi elparásodást és fásodást is mutat.

Egyes fák (Aesculus) helyenkint való peridermát is meg lehet figyelni. A mesophyll chlorophyllban szegény parenchymatikus sejtekből áll, itt vonulnak végig az edénnyalábok. A felső (itt befelé eső) epidermis sejtjei vékonyabb falúak, ezeken sok esetben mirigyes váladékok kiválasztó szőrszálakat (kolleteréket, pl. Aesculus) találunk (l. 219. kép), gyakran pedig maguk az epidermis

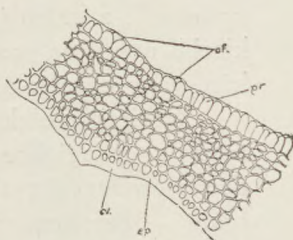
sejtek alakulnak át mirigysejteké, miközben faluk megvékonyodik, maguk a sejtek megnyúlnak és az ú. n. mirigyfelületeket alkotják (Populus nigra, P. italica, P. balsamifera, stb.). A pálhák (stipulae) alkotása sokszor a lomb-levelekéhez erősen hasonlít, azonban néha ezek is mirigyes szervekké alakulnak át. Így egyes Prunus fajokon a pálhák fogain lévő epidermis sejtek alakulnak át mirigyekké, majd a pálha egész belső felületén alakítanak az elváltozott



218. kép.

A Populus italica mirigyes pálhalevelének keresztmetszete vázlatosan. g edénnyalábok, p mirigyfelület, mh mirigyfelület hullámok. Dr. Fehér után.

epidermis sejtek mirigyfelületeket, miközben sokszor a levél belső felülete is hullámossá válik (l. 218. kép), hogy ilyen módon a váladékkiválasztó felületet megnagyobbítsa (pl. Populus nigra,



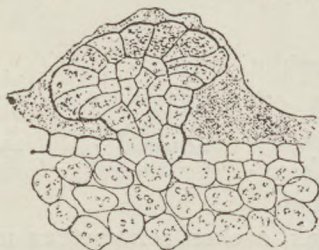
217. kép.

A Populus italica rügpikkelyének keresztmetszete. pr mirigyfelület, cf felszakított kutikula, cp vastag kutikula, ep alsó kisüregű epidermis. Dr. Fehér után.



*P. italica*, stb.). A pálhák anatómiai szerkezete legtöbbször szintén nélkülözi a mesophyll szokásos tagozódottságát. Ez rendszerint legtöbbször chlorophyllt tartalmazó, egyenletes parenchyma szövetből áll. Az edénynyalábok normális fejlődést mutatnak, a külső (morphológiai alsó oldal) epidermis valamivel kisebb üregű és vastagabb falú sejtekből áll, levegőnyílások ritkán, vagy egyáltalában nem találhatók.

A viráglevelek közül\*) a zöld csészelevelek (sepala) még aránylag a legjobban hasonlítanak a lomblevelekhez; az alsó epidermisen levegőnyílások jelentkeznek és a mesophyll bizonyos fokig — bár kezdetlegesen — tagozódik, amennyiben benne fe-



219. kép.

Az *Aesculus Hippocastanum* rügypikkelyének mirigy-szörzsála váladékkal körülvéve. 240/3-szorosan nagyítva. Strasburger után.

lül tömöttebben álló és megnyúlt, tehát a palisszád sejtekre emlékeztető, chlorophyllt tartalmazó szövetet, alul pedig lazább, szivacsos szerkezetű sejteket találunk. Az edénynyalábok normális képet mutatnak, azonban rendszeren szilárdító elemek nélkül.

A szíromlevelek (petala) laza parenchymatikus sejtekből állanak, amelyekből rendszerint hiányzik a chlorophyll. Az epidermis mind-

két oldalon erősen boltozatos, vékonyfalú sejtekből áll. Az edénynyalábok itt legtöbbször szintén szilárdító sejtek nélkül vannak, túlnyomóan csavaros vastagodású edényekből állanak. A szíromleveleket annyira jellemző élénk színű festőanyagokat vagy az összes sejtekben, vagy csak az epidermis és a parenchyma sejtekben találjuk meg. Gyakoriak a szíromlevelekben a keményítő és az oxálsavas mész, továbbá az illanó olajok, amelyek olajtartókban, vagy magukban az epidermis, illetőleg a parenchyma sejtek belsejében mint suspendált cseppek találhatók.

A szíklevelek (kotyledonok) feladatuknak megfelelően a lomblevelektől jóval eltérő szerkezettel bírnak. Azokban a magvakban, ahol a magfehérje és evvel együtt az endo- és a perispermium viszonylag erősebb kifejlődése hiányzik, a szíklevelek

\*) A viráglevelek nem tartoznak ugyan a szorosan vett „vegetatív” szervek közé, az egység kedvéért azonban itt tárgyaljuk őket.

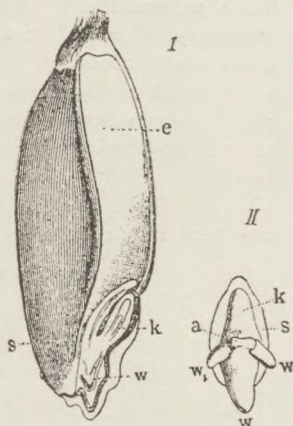


nagymennyiségű táplálóanyagot (szénhidrátok, zsírok, fehérjék, aleuron, stb.) tartalmaznak. Ennek megfelelően a kétoldali — rendszerint gyenge epidermisen belül, amelyen levegőnyílásokat vagy csak elvétve, vagy egyáltalában nem találunk, egy egyenletesen alakult, vékonyfalú parenchyma sejtekből álló mesophyllt találunk, amely a már említett táplálóanyagokat tartalmazza.

Azokban a magvakban, ahol a mag peri-, illetőleg endospermiumja\*) fehérjéket tartalmaz (Gramineák, kávébab, stb.), a sziklevek csak kisméretűek és tartalék táplálóanyagokat egyáltalában nem tartalmaznak, ahol pedig — mint pl. az egyszikűeken, különösen a füveken — már csak mint az endospermium táplálóanyagait felvevő szívó szervek szerepelnek, ott még különleges, a tevékenységükhöz mért anatómiai szerkezettel is bírnak, amennyiben az epidermis külső sejtjei szívó sejtekké alakulnak át és az ú. n. pajzsocska (scutellum) réteget képezik (l. 220. kép).

A levéltövisék a levelek, vagy rügyek módosulása folytán keletkeznek és — amint már egyízben kifejtettük — elsősorban a növény védelmére szolgálnak. Alakjuk és kifejlődésük nagyon változatos, azonban anatómiai szerkezetüket főképen az a körülmény jellemzi, hogy bennük a mechanikai elemek uralkodva, a táplálkozási tevékenység teljesen háttérbe szorul. Rendszerint gazdagok szilárdító elemekben. Legkívül a vastag falú epidermis sejteket találjuk, ezek alatt sokszor egy-egy kollenchyma és sklerenchyma gyűrű következik, amelyen belül egy vékony falú, nagy üregű parenchyma sejtekből álló alapszövet fekszik, amely az edénynyalábokat foglalja magába, amelyek körül még zárt, vagy elszórt sklerenchyma nyalábok is jelentkeznek (l. 221. és 222. kép).

Az edénynyalábokat közvetlenül övező parenchymában a



220. kép.

a *Triticum* termésének átmetszete, II embriója; e endospermium, k az embrió sziklevele, a a sziklevel melléklevélszerű függelése, s a sziklevel pajzsalakú része, w főgyökér, w<sub>1</sub> az első mellékgyökér. Frank-Leunis után.

\*) A perispermium a nucellusnak az embriózsákot övező szöveteiből keletkezik, az endospermium pedig magából az embriózsákból veszi eredetét.

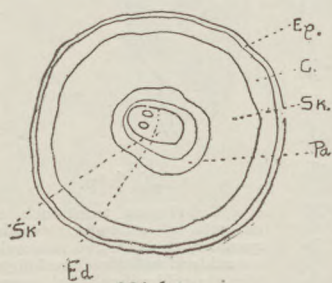


tővisék fiatal korában még chlorophyllt is lehet kimutatni, amely azonban később eltűnik és mihelyt a tővis szövetei teljes ki-fejlődöttségüket elérték, az élősejtek elhalnak, a tővis szövetei pedig megfásodnak. Néha az epidermis alatti kollenchyma szövetben helyenkint periderma képződést is meg lehet figyelni.

Az anatómiai jellegek tárgyalása után még röviden egy áttekintést kívánunk nyújtani azokról a fontosabb organikus tartalmi részekről, amelyek a különböző levélszövetekben fordulnak elő.

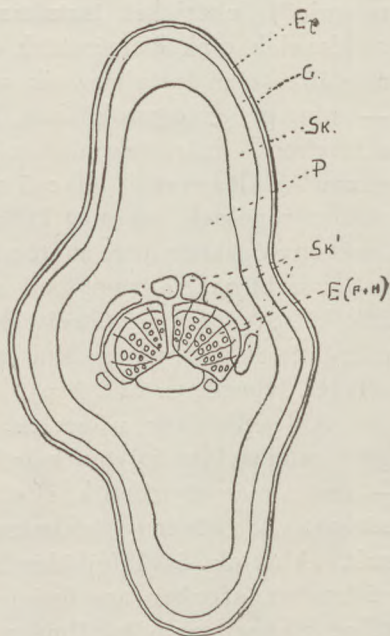
a) Chlorophyll. Előfordul a palisszád és a szivacsos parenchymában, a pálhák mesophylljában, a víz alatti növények epidermisében, a levélnyel kollenchyma és parenchyma szöveteiben és elszórtan az átalakult levélformák parenchyma szöveteiben.

b) Keményítő. Előfordul majdnem mindenütt ott, ahol a chlo-



221 kép.

A Robinia Pseudoacacia másodlagos tővis keresztmetszetének vázlatos rajza. *Ep* epidermis, *G* kollenchyma, *Sk* sklerenchyma, *Pa* parenchyma, *Sk'* edénynyaláb sklerenchyma, *Ed* edénynyaláb. Dr. Fehér után.



222. kép.

A Robinia Pseudoacacia elsődleges tővis keresztmetszetének vázlatos rajza. *Ep* epidermis, *G* kollenchyma, *Sk* sklerenchyma, *P* parenchymatikus alapszövet, *Sk'* sklerenchyma csoportok, *E(F+H)* edénynyalábok (fa- és háncsrész). Dr. Fehér után.

rophyllal találkozunk. Legtömegesebben mégis a szivacsos parenchymában és az edénynyalábok háncsrészeiben.

c) Fehérjék. Legtömegesebben a szíklevelekben találjuk őket.

d) Csersavas anyagok. Ezek a levelekben gyakran jelentkeznek. Előfordulásuk nagyon változatos, leggyakrabban az epidermis alatti szövetekben fordulnak elő. Így az asszimiláló lomblevelekben, a palisszád és szivacsos parenchymában egész sejteket töltenek ki, a levélnyelben és a tővisekben, a kollenchyma és parenchyma sejtekben mint csersav vakuolá-



kat (inklúziók) találjuk meg őket (Mimosa, Robinia, stb.); előfordulnak az edénynyalábok háncsrészeiben is, ahol hosszúra megnyúlt sejteket, az ú. n. csersavtömlőket töltik ki. Jellemző, hogy az epidermis sejtekben rendszerint hiányoznak. Élettani szerepük még nem egészen világos és nincsen teljesen tisztázva.

e) Anthocyan. Előfordul a fiatal lomblevelek epidermisében, a rügpikkelyek epidermisében és mesophylljában, a tövisek kollenchymájában, a pálhák epidermisében.

f) Illó olajok és gyanták. A fenyőtűk mindegyikében — a Taxus kivételével — gazdagon jelentkezik, még pedig valódi schizogén járatokban. A lomblevelekben szintén előfordulnak — rendszerint egy-, vagy többsejtű mirigyek váladékként (Cinnamomum, Citrus, stb. fajok).

g) Oxálsavas mészkristályok. A tárgyalat levélformák úgy szólván minden szöveti elemében előfordulnak, anélkül, hogy előfordulásukra egy határozott szabályt lehetne felállítani.

h) Zsírok és zsíros olajok. Tömegesebben a sziklevekben fordulnak elő.

### A gyökér anatómiája.

A gyökerek fejlődéséről, a szervek kialakulásával kapcsolatosan, már bővebben szólottunk. A gyökerek a növény életében kétféle feladatot látnak el. Elsősorban a talajból felveszik a vizet és az ebben oldott ásványi sókat, másodsorban pedig a növénynek a talajban való rögzítésére, szilárdítására szolgálnak. Különös morfológiai ismertetőjele a gyökereknek az a sajátosságuk, hogy oldalhajtásaik a később tárgyalandó perikambiumból „endogén” keletkeznek és leveleket sohasem hordanak. A valódi gyökereket — a szó anatómiai értelmében — először a Pteridophyták sorában találjuk meg. Az alacsonyabb rendű növényeken, így a Bryophytákon és a különböző moszatokon — bár sokszor hasonló élettani feladatot végző, azonban morfológiai szempontból a valódi gyökerektől mégis lényegesen eltérő szerveket, az ú. n. rizoidokat találjuk. Ezek egy-, vagy több sejtű képződmények, amelyek néha csak a növénynek a talajban való rögzítésére szolgálnak (pl. Fucaceae, Laminariaceae, Caulerpa, Botrydium, stb.), azonban a mohokon már a táplálék felvételére is szolgálnak (l. 223. kép).

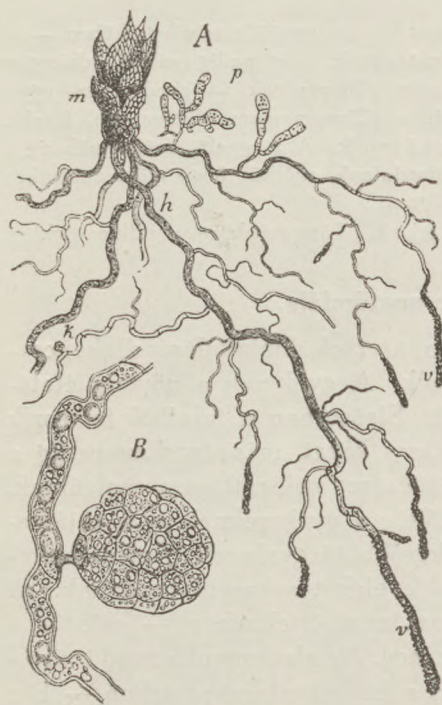
A tulajdonképeni különbség a valódi gyökerek és a rizoidok között elsősorban a belső morfológiai szerkezetben nyilvánul meg, néha azonban külsőleg a valódi gyökerekhez nagy mértékben hasonlítanak, sőt az egyes mohok a gyökérszörszá-



lakhoz hasonló finom nyúlványokkal is bírnak. A legtöbb rizoid különösen a gyökérszörszálakhoz hasonlít, ezektől azonban leginkább abban különbözik, hogy míg a gyökérszörszálak geotropizmust nem mutatnak, addig a rizoidok határozottan geotropikusak.

A májmohok (Hepaticae) rizoidjai egysejtűek, a lombos

mohok (Musci) rizoidjai már többsejtűek. A valódi gyökereket legtöbbször a Pteridophytákon találjuk meg, másodlagos vastagodásra azonban csak a Gymnospermák és a kétszikűek gyökerei képesek, míg az egyszikű növények gyökerein — néhány kivételtől eltekintve — másodlagos vastagodás nincsen. A valódi gyökér egyik legsajátosabb része a gyökérsüveg, vagy kalyptra, amely a gyökér tulajdonképeni tenyészőkúpját fedi (l. 198., 199. és 200. kép). A kalyptra jobbra parenchymatikus sejtekből áll, amelyek a süveg közepe táján sok keményítőt tartalmaznak (Columella). A kalyptra növekedése folyamán a külső sejtjeit fokozatosan elveszíti, ami ezen sejtek falainak elnyálkásodása folytán megy végbe. A léggyökereken a kalyptra teljes szövetdarabokat választ le (pl. Pandanus).



223. kép.

A *Barbula* fiatal növénykéje *m* a rizoidokkal *h*, amelyeknek növekedő vége *v* a talaj szemecskéivel van fedve; *p*-nél a földfeletti levő protonema ágrészlet chlorophyll tartalmú ágakat, illetve protonemát hajt; *h*-nél a föld alatt lévő gyökérszálon gumószerű rügy; B a gumószerű rügy. A 20-szorosan, B 300-szorosan nagyítva. Sachs után.

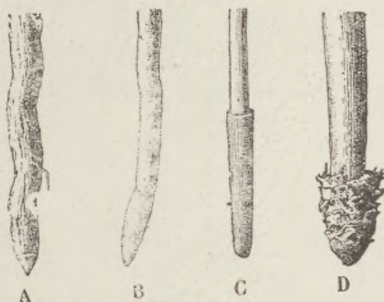
A kalyptra fejlődése meglehetősen változatos, amiről a szervek kialakulásának tárgyalásakor már részletesebben szólottunk. Itt összefoglalóan csak annyit hangsúlyozunk, hogy a Pterido-



phyták legtöbbjén a gyökérsüveg szintén az osztódó iniciális sejtől veszi eredetét; a kétszikűeken a dermatogénből, vagy a tenyészőkúp egyéb merisztematikus szöveteiből, néha pedig külön erre a célra szolgáló merisztémából — a kalyptrógénből keletkezik, a Gymnospermákon pedig a peribléma hozza létre (l. 224. és 225. kép).

A kalyptra meglehetősen fontos élettani feladatot tölt be. A gyökér merisztematikus szövetei a gyökér tenyészőkúpján szabadon, minden védelem nélkül állanak, miután a földfeletti hajtásokon kifejlődő rügyek a gyökereken hiányzanak, amelyekhez hasonló védelmi feladat végzését a kalyptra veszi át. Ezenkívül azonban a leváló sejtek elnyálkásodása a gyökérnek a talajban való előnyomulását is lényegesen elősegíti.

A tipikus gyökér anatómiai szerkezetében három főrészt különböztetünk meg: a bőrszövetet, a kéregparenchymát és a központi hengert. Az elsődleges bőrszövetet az epidermis és a rajta kifejlődött egysejtű gyökérszőrszálak alkotják, ez az ú. n. epibléma (l. 123. old.). A gyökérszőrszálakkal már az epidermis tárgyalásakor is foglalkoztunk, itt röviden a következőket kívánjuk megjegyezni (l. 102. kép). A gyökérszőrszálak egysejtű, szintelen szörképletek, amelyeknek hosszúsága 1'5—8 mm. között ingadozik. Növekedésük folyamán a gyökér felületére merőlegesen igyekeznek elhelyezkedni (l. 226. kép). Faluk nagyon vékony — 6  $\mu$ —10  $\mu$  között váltakozik — és ezért felette alkalmas a különböző érdes felületekhez való hozzásimulásra. A gyökérszőrszálak a gyökér felületét lényegesen — 15—20 $\times$ osára is — megnagyobbitják és ez által természetesen a gyökér a táplálóanyagokat is fokozottabb mértékben veheti fel. Schwarz szerint a *Pisum sativum* (borsó) nedves térben nőtt gyökerének egy mm<sup>2</sup> területén 232 szőrszál fejlődik ki.

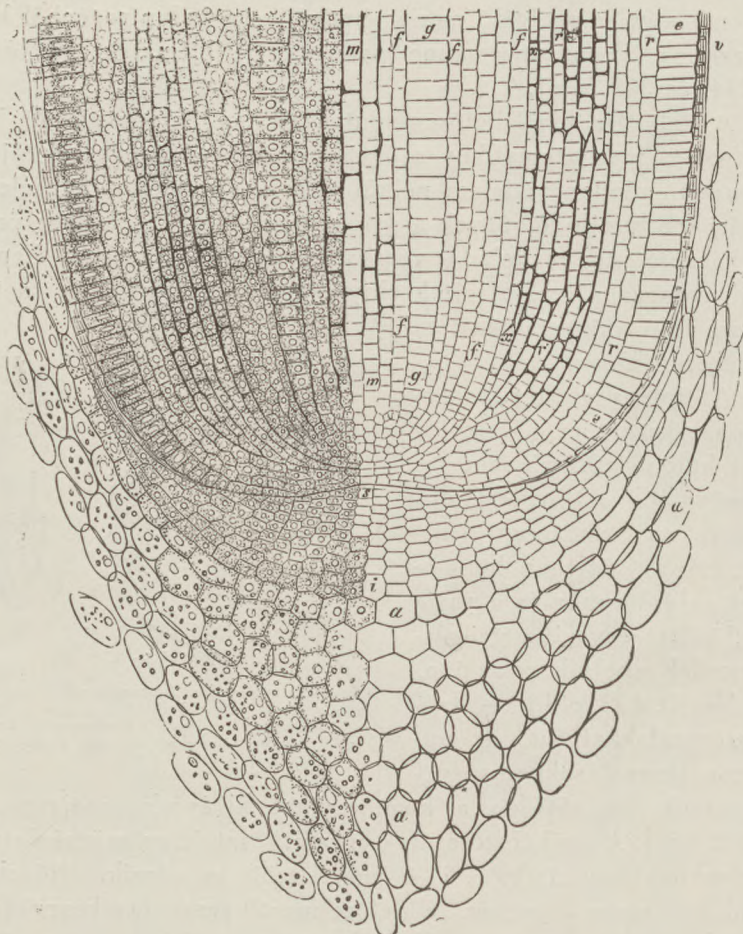


224. kép.

A a spárga nyúlárnyék (*Asparagus officinalis*), B a *Cattleya* nevű epifita Orchidea, C az apró békalencse (*Lemna minor*) és D a *Pandanus* gyökérvége a gyökérsüveggel, 10-szeresen nagyítva. Bonnier után.



A gyökérszőrszálak a talajba nyomulnak, a legfinomabb talajrészecskéket valósággal körülövik és ezekre szorosan ráta-  
padnak (l. 227. és 228. kép).



225. kép.

A csöves tengeri (*Zea Mays*) gyökere hegyének hosszanti metszete. *i* belső fiatalabb süveg-réteg, amely *s*-nél a süvegeképző (kalyptrógén) rétegből keletkezik; *m*, *g*, *f* pleroma, amelynek *m* rétegéből alakul a bél, *g*-, *f*-ből a fanyaláb; *u*, *r* az elsődleges kéreg levegővel telt sejtjáratokkal, amely a csúcson a periblémából keletkezik; *e*, *e* epidermis, amely a csúcson a dermatogénből keletkezik, *v* az epidermis külső rétege, *u*—*a* a kalyptra. A kép jobb felén csak a sejtfalak vannak megjelölve. Sachs után.

A gyökérszőrszálak nincsenek a gyökér minden részén egyenlően kifejlődve, csak a fiatal gyökérrészekben találjuk meg őket, még pedig a tenyészőkúptól csak egy bizonyos távolság-

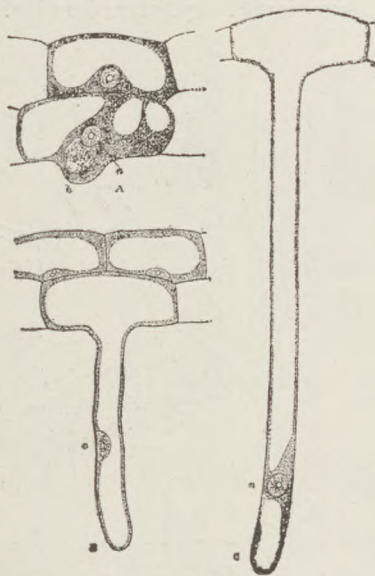


ban. Életük meglehetősen rövid tartamú, csakhamar elhalnak, míg a növekedő és a talajba benyomuló új gyökérrészleteken újra fejlődnek. A gyökér csúcsa nem növekedik, hanem a mögötte lévő 2., illetőleg 3. öv az, amelyben a növekedés a legerőteljesebb; ettől a gyökér alapja felé mindinkább csökken a növekedés és végre egyáltalában nem növekedik.

Az erdei fáink egy részén a gyökérszörzsálak teljesen hiányznak, itt ezeknek a szerepét az ú. n. mikoríza (mykorrhiza) veszi át. A mikoríza tulajdonképpen nem egyéb, mint a növény gyökerének gombafonalakkal való szimbiotikus egyesülése. A legtöbb fenyőn megtaláljuk: *Pinus silvestris* (l. 229. k.), *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Larix europaea*; továbbá megtaláljuk a kupacstermőkön: *Fagus*, *Quercus*, *Corylus*, *Carpinus*, azután megtaláljuk a *Salix*, a *Betula*, a *Populus* és a *Tilia* egyedein, ellenben hiányzik az *Ulmus*on, a *Pirus*on, a *Morus*on, a *Juglans*on, a *Robinián*, az *Acer*en, a *Syringán* és a *Crataegus*on.

Frank, aki ezt a jelenséget legelőször felfedezte, még nem ismerte magukat a mikorizát alkotó gombákat. A svéd Melin legújabb kutatásai alapján ezeknek egy jó részét már ismerjük.

Az 1925-ben nyilvánosságra hozott vizsgálatai szerint tájékozásul közöljük néhány fontosabb fafaj mikoríza gombáit: *Pinus silvestris*: *Boletus badius*, *B. luteus*, *B. variegatus*, *Amanita muscarius*, *Russula fragilis*, stb.; *Pinus montana*: *Boletus granulatus*, *B. luteus*, *Lactarius deliciosus*, *Russula fragilis*, stb.; *Picea excelsa*: *Boletus luteus*, *Amanita muscarius*, *Cortinarius balleatus*, stb.; *Abies alba*: *Boletus badius*, *B. luteus*, *Amanita muscarius*, *Lactarius deliciosus*, stb.; *Larix decidua* (*europaea*): *Boletus elegans*, *B. variegatus*, *Amanita muscarius*, *Cortinarius*



226. kép.

A gyökérszörzsál keletkezése és növekedése. A a fiatal gyökér epidermis sejtje, amint kifelé dudorodva a h gyökérszálat kezd fejleszteni. B és C a gyökérszörzsál növekedésének későbbi két szakasza. A gyökérszörzsál sejtje megnyúlt és a vakuola megnagyobbodott úgy, hogy a sejtfal mentében csak protoplazma réteg maradt, amely a szörzsál csúcsa közelében megvastagodik és a sejtmagot n fogja körül. Frank után.



camphoratus, stb.; *Betula pubescens*: *Boletus edulis*, *B. rufus*, *B. scaber*, *Amanita muscarius*, stb.; *Populus tremula*: *Boletus rufus*, *B. scaber*, stb.

A mikoríza kialakulása úgyszólván mindig a húmuszban gazdag talajokhoz van kötve. Sok növény, mint pl. a *Pinus silvestris* és a *Fagus*, ha húmuszban szegényebb talajra kerül, akkor ismét gyökérszörzsálakat fejleszt (l. 230. kép). Egyesek



227. kép.

Különböző gyökérszörzsálak a hozzájuk tapadt földrészecskék által eltorzulva. 800-szoros nagyítás. Johnson után.

azonban, így a legtöbb saprophyta orchidea (*Neottia*, *Coralliorrhiza*, stb.) a gombafonalak nélkül élni nem tud és így sterilizált talajban hamar elhal. A mikoríza egyéb élettani sajátosságairól majd az élettani részben még bővebben fogunk szólni.

A mikorízás gyökér csekélyebb hosszanti növekedésű és erősebben ágazik el, mint a rendes gyökér, sőt sokszor elágazása annyira eltér a rendestől, hogy többé-kevésbé korallszerű, vagy nyalábos külsejű.

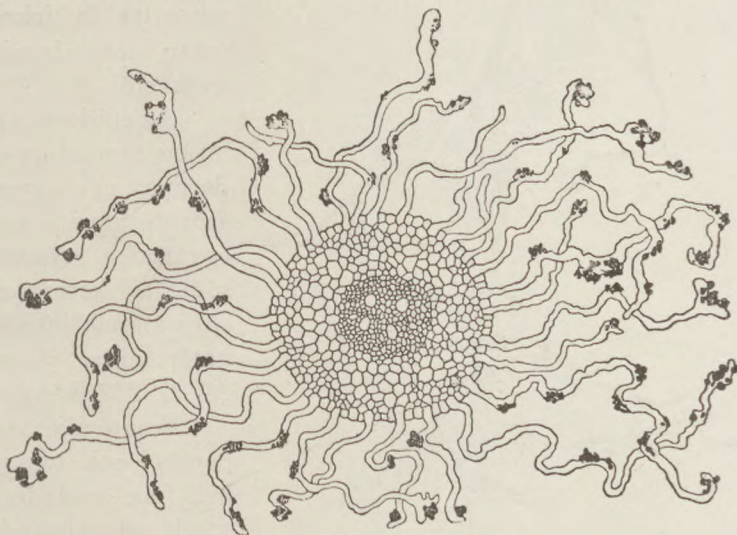
A gyökérnek a myceliummal való kapcsolata kétféle lehet. Egyik

esetben a mycelium csak a gyökér felületét borítja és akkor ectotrophnak mondjuk. A mycelium a gyökeret egy-, vagy több sejtrétegű álparenchymával borítja be, amely sehol sem hagy hátra hézagot és még a növekvő csúcsot is ellepi, amelyen ez esetben igen tökéletesen gyökérsüveg fejlődik. Az álparenchyma sejtjei a gyökérnek ez esetben meglehetősen nagyranövő sejtjei-



vel szorosan összenőnek, sőt azok közé be is hatolnak és egyes sejteket körülszőnek. A myceliumköpenyből azután számos fonál megy szerte szét, amelyek a húmuszrészecskéket körülölelik, mások viszont vastagabb nyalábokká egyesülnek (l. 230. kép).

A már említett mikorizás erdei fáink gyökerein az ectotroph mikorizát találjuk, hasonlóképen a Liliaceák, a Ranunculaceák, a Labiatak, a Compositák, stb. egyes húmuszlakó fajain. Más alakja a mikorizának az endotroph forma, midőn a mycelium a gyökér sejtjeinek belsejébe hatol (l. 231. kép). Ilyeneket talál-



228. kép.

A termőtalajban nőtt gyökér keresztmetszete a gyökérszőrszálakkal, amelyeken a rájuk tapadt talajrészecskék láthatók. Kevésé nagyítva. Frank után.

lunk legnagyobbbrészt a chlorophylltalan *Neottia nidus avis*, a *Coralliorrhiza trifida*, az *Epipogium aphyllum*, továbbá a zöld levelű Orchideák, az Ericaceák, stb. mikorizás alakjain. A fenyők közül a *Taxus* gyökerein szintén endotroph mikorizát találunk. — Ide tartozik a *Monotropa hypopithys* húmuszlakó szaprofita növény is; legújabbán pedig Nemeč a *Calypogeia trichomanes* nevű mohnövényen (*Jungermanniales*) is megállapította. Az endotroph mikoriza myceliuma rendszerint a gyökér kéreg-parenchymájába hatol be, ahol vastag hypha csomókat alkot. A belső, táplálóanyagban gazdag hyphákat a növény állandóan fel-



emésztí és a gomba ezt mindig újabb és újabb anyaggal pótolja. A külső, periferikus fekvésű sejtekben azonban a hyphák életben maradnak és ismét nyúlványokat bocsátanak a talajba.

A gyökérszörszálak azonban nemcsak a mikorizával bíró növényekről hiányzanak. A legtöbb vizinövény gyökere szintén nélküli őket, hasonlóképen hiányzanak a lélekzőgyökerekről.

Amint már említettük, a gyökérszörszálak nem maradnak sokáig életben és ugyanúgy az epidermis-sejtek is fokozatosan lehámlanak a gyökérről.



229. kép.

Az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) gyökere az *Elaphomyces granulatus* Fries egészen fiatal termőtestével. A gomba az erdei fenyő mikorizáját alkotja. Rees után.

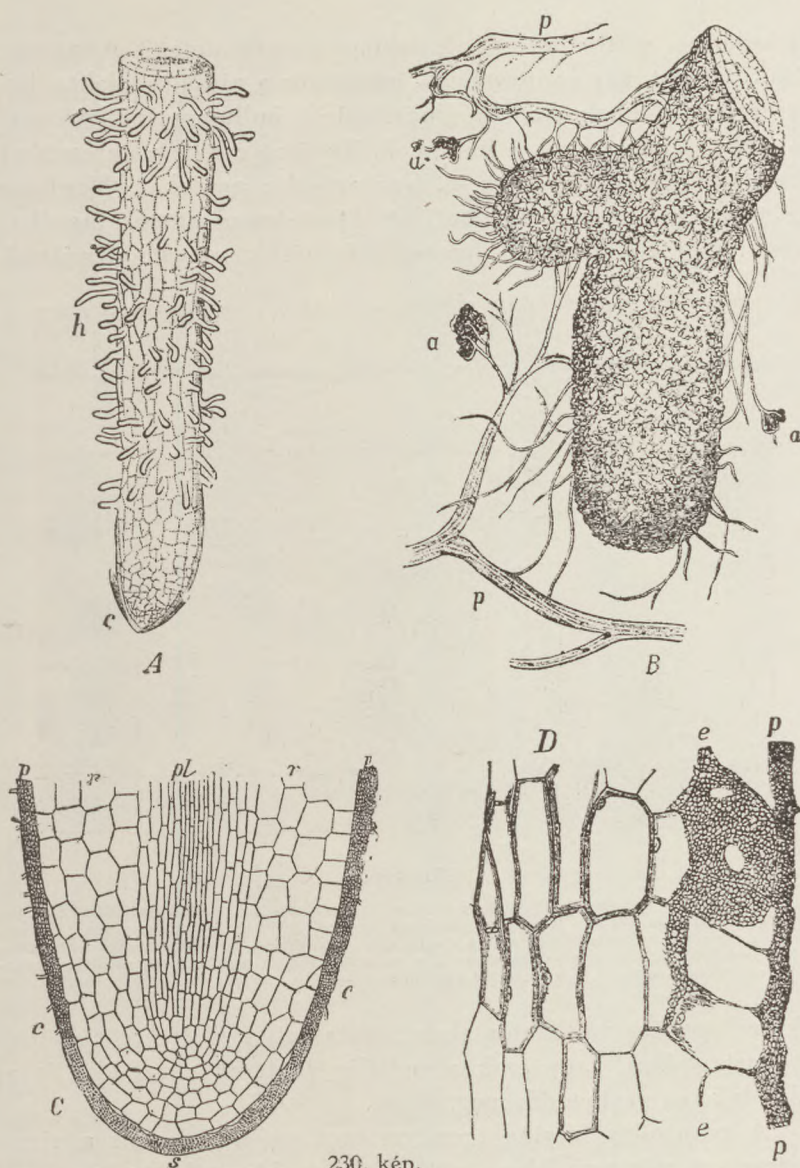
Az epidermis pótlására szolgál az exodermis, egy egysejtű szöveti zóna, amely egyúttal a gyökér elsődleges kéregparenchymájának külső elhatárolására is szolgál (l. 232. kép).

Anatómiai szempontból sok tekintetben az endodermis szerkezetével egyezik, sugár irányú falai ennek is gyakran elparásodnak és a Caspary-féle pontokat mutatják. Maga a

gyökér kéregparenchymája kerek, vékonyfalú parenchymasejtekből áll, amelyek keményítőt, zsírokat stb. tartalmaznak. A kéregparenchymát a központi hengertől az endodermis választja el. Az endodermis anatómiai szerkezetével a védőhüvelyek tárgyalásakor már részletesebben foglalkoztunk, itt összefoglalóan a következőket jegyezzük meg:

Az endodermist mindig egyetlen egy sejtsor alkotja, amelynek sejtjei hosszúra nyúlt, néha prizmatikus alakot mutatnak. Az



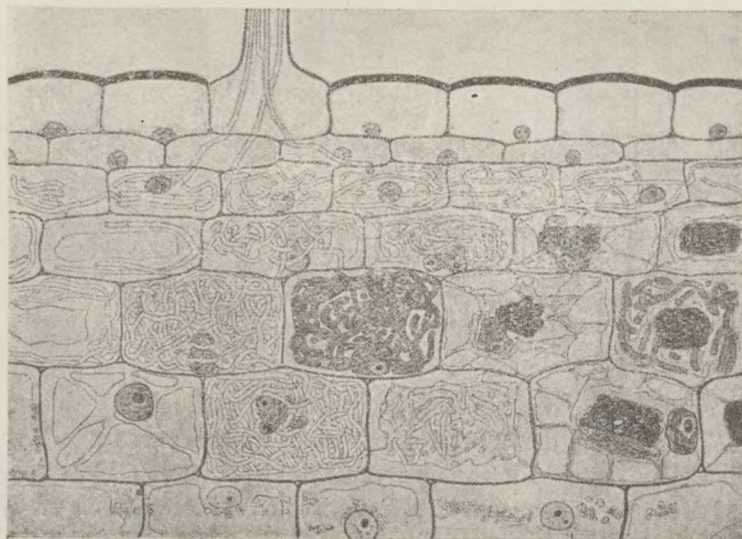


230. kép.

Mikoriza. A a sterilizált erdei televénytálajban nőtt gombamentes bükkgyökér, a gyökérszőrszálakkal *h*; *c* a gyökér hegye a gyökérsüveggel. Többszörösen nagyítva. B u. a. de nem sterilizált televénytálajban nőtt és a mikoriza, vagyis gombaszövedék által körülvelt bükkgyökér, amelyből számos gombafonál és gombafonálnyaláb *p* a televényben elterjed, *a*-nál pedig vele egybenő. Többszörösen nagyítva. C a mikoriza hegyének hosszmetSZete erősebben nagyítva; *p* a gyökérét körülvevő gombareteg, amelynek legfiatalabb sejtjei a gyökér hegyén *s* vannak; *r* a gyökérkéreg, *pl* pleroma; *c*-nél kezdődik a gyökérsüveget képező sejtek rétege. D az előbbi metszet részlete erősebben nagyítva; *p* a gombaszövedék, *e* epidermis sejt, amely számtalan, apró sejt képezte gombaszövetek által minden oldalról körül van véve. Frank és Tschirch után.



endodermis sejtjei idősebb korukban elparásodnak. A parásodás — amint már említettük — legelőször a radiális falakon lesz észrevehető, amelyeken az elparásodott, hullámos felületű sejttel jól kivehető. Ezek a hullámok, illetőleg csíkok a keresztmetszen adják azután az ú. n. Caspary-féle pontokat. Később az egész sejttel elparásodhat, sőt kivételesen meg is fásodhat. Amint már egyízben részletesen kifejtettük, az endodermissej-



231. kép.

Endotroph mikoríza. A *Platanthera chlorantha* gyökérkérgének a hosszmetsete, bizonyos mértékig mintaszerűen rajzolva. A gyökérszörszálakon keresztül a gyökérbe jutó gomba a külső sejtekben laza hyphaszövedéket képez; ezek a gomba ú. n. vendégsejtjei. A sötét szövedék fehérjékben gazdag hyphákból alakult és a gombának az ú. n. emésztősejtjeit, a sejtekben képződött szövedékcsomok kialakulásáig, a felemésztést különböző állapotában mutatja be. Burgeif után.

tek vastagodása változatos alakot mutathat; a sejttel köröskörül megvastagodhat, vagy csak a radiális, illetőleg a radiális és a belső falakon vastagodik meg.

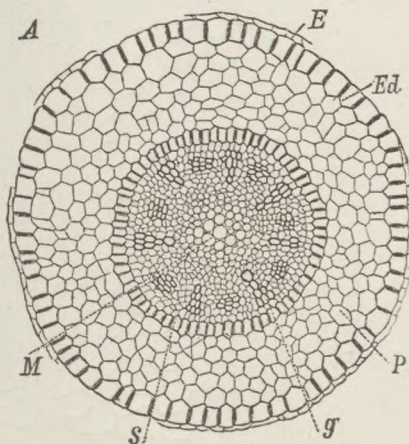
A parásodás folytán természetesen az endodermis a vizet áteresztetni már nem képes, sőt még a gázkicserélődés folyamatát is megnehezíti, viszont az ú. n. áteresztő sejtek beiktatása folytán a nedváramlást egy határozott irányba tereli. Az áteresztő sejtek fala nincsen parásodva; ezek rendszerint a gyökér edénynyalábjainak farésze előtt fekszenek és így a vízszállítás



feladatának annál könnyebben megfelelhethetnek. Az endodermisen belül fekszik a gyökér központi hengere, amelybe az edénynyalábok vannak befoglalva. Az edénynyalábok külső periferiája és az endodermis között fekvő szöveti övet másképp még periciklus, vagy perikambium névvel jelölik. Ez a szöveti réteg vékonyfalú, osztódásra képes parenchyma sejtekből áll és ebből veszik eredetüket a gyökér oldalhajtásai, amelyek tehát ezeknek alapján, ellentétben a földfeletti hajtások exogén oldalelágazódásaival, mindig *e n d o g é n* eredetűek (l. 233. kép). A Pteridophytákon az endodermis, illetőleg a kéregparenchyma egy sejtjéből veszik eredetüket, a virágos növényeken pedig a perikambium sejtek egy adott csoportjából, amely legtöbbször egy-egy xylem köteg előtt van elhelyezve, vagy pedig a diarch gyökereken a xylem és a phloem rész közötti szöveti öv szomszédságában fekszik.

Az edénynyalábok a virágos növényeken mindig radiális (l. 127. kép) szerkezetűek, míg a Pteridophytákon koncentrikus (l. 126. kép) elrendeződést mutatnak. A radiális edénynyalábok xylem sugarainak a száma szerint a gyökereket diarch-, triarch-, stb.-nek nevezzük. Az egyszikűek gyökereiben ezeknek a sugaraknak a száma sokszor határozatlan és azért ezeket polyarch gyökereknek mondjuk. A gyökereken radiálisan, egymással felváltva elhelyezett prokambium nyalábokból lesz az elsődleges xylem és az elsődleges phloem.

Az első edények, amelyek kisebb üregűek és vastagabb falúak, a prokambiumnyaláb külső részében képződnek és ezektől a tengely közepe felé keletkeznek a fiatalabb, tágabb edények, tehát épen fordítva, mint a földfeletti szárban. A földfeletti



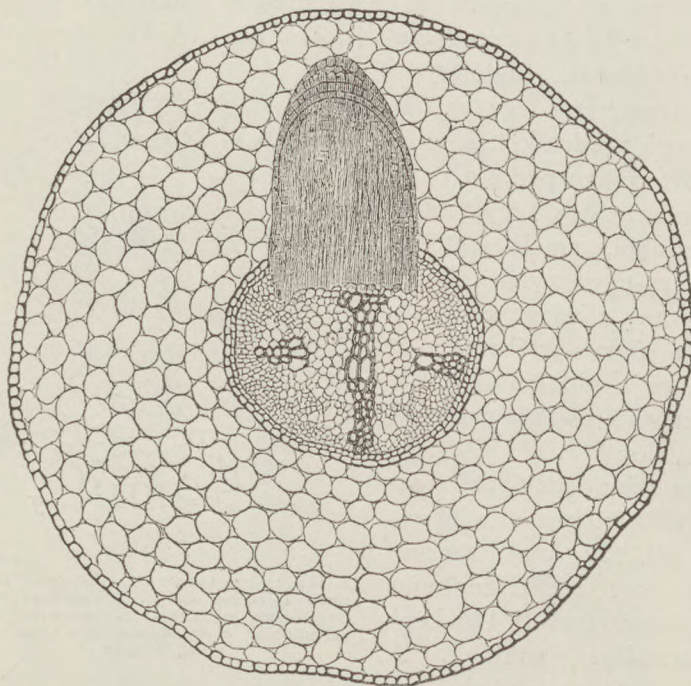
232. kép.

A *Hartwegia comosa* (Liliaceae) léggyökereinek a keresztmetszete. 100-szorosan nagyítva. *E* epidermis maradvány, *Ed* exodermis, *P* kéregparenchyma, *S* endodermis, *g* a xylem edényei, *M* bél. Wiesner után.



szár kollaterális edénynyalábjaiban a háncsrész fejlődési sorrendje centripetális, a farészé pedig centrifugális. A gyökérben a háncs ismét centripetális marad, a farész osztódási iránya azonban centripetális lesz.

Vékonyabb gyökerekben az így képződött xylem részletek a tengely közepén egyesülnek, úgy hogy az ilyen gyökerekben rendszerint csak kisebb bél képződik. Az egyszikű lélekzőgyöke-



233. kép.

A *Helianthus annuus* fiatal főgyökerének keresztmetszete egy gyökérág kezdetével, amely a belső részen keletkezve még nem törte át a gyökér kergét. Erősen nagyítva. Reinke után.

rekben meglehetősen nagy belet találunk. A középen, tehát a bél helyén, nem egy esetben sklerenchyma nyalábokat találunk. Ez a jelenség összefügg a gyökérnek húzásra való igénybevételével, amiről későbbben még behatóbban fogunk szólni. A gyökér radiális edénynyalábjai még a fiatal csiranövényben, ennek az ú. n. hypokotyl részében, mennek át a szár kollaterális edénynyalábjaiba. Az elsődleges edénynyalábok egy kb. 180°-os el-

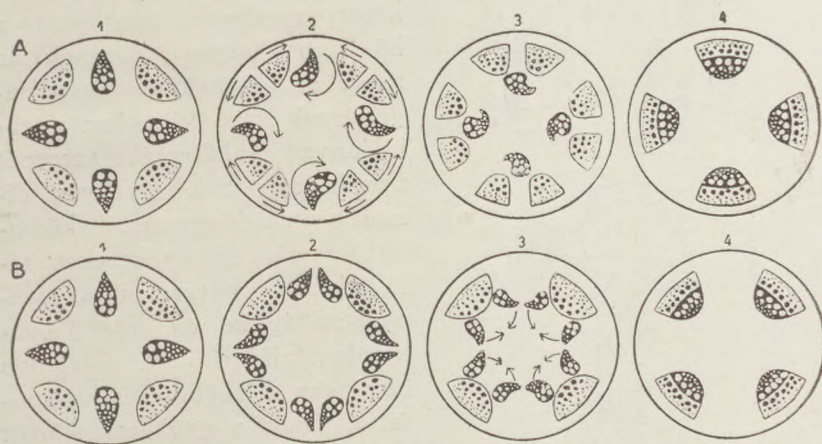


fordulást végeznek és a phloëm nyalábokhoz csatlakoznak, miközben a legidősebb xylem primánok eltűnnek.

Van Tieghem (Strasburger id.) szerint két főtypust különböztethetünk meg (l. 234. kép).

Az I. típusnál a xylemnyalábok egyenes vonalban haladnak át a szárba, miközben a phloëmnyalábok két részre szakadnak és egy-egy félnyaláb a szomszédos félnyalábbal egyesülve, kollaterálisan a xylemnyaláb elé kerül (l. 234. A. kép).

A II. típusnál viszont a xylem nyalábok válnak ketté, miközben primánjaik körül  $180^\circ$ -al elfordulnak és mint az I. típus megfeleztett háncsrészei, két-két szomszédos nyalábrész egyesül egymással és az osztatlanul maradt háncsrészek mögé kerülve, megint csak egy-egy kollaterális edénnyalábot



234. kép.

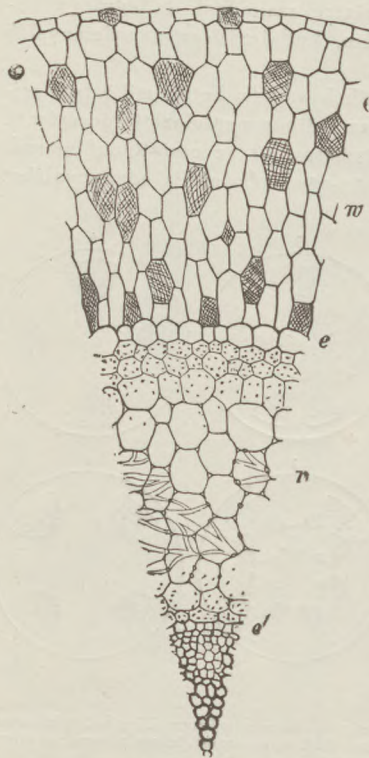
A gyökér radiális edénnyalábainak átmenete a szár kollaterális edénnyalábjaiba, vázlatosan, Fehér: a kéreg és a bél; feketével pontozott: a phloëm; fehérrel pontozott (fekete alapon): a xylem. Van Tieghem után.

alkotnak (l. 234. B. kép). Egyik változata ennek az, midőn úgy a háncs-, mint pedig a farész osztódnak és így a szárban épen kétszerannyi nyalábköteget fogunk találni, mint a gyökérben.

A gyökérnek most vázolt tipikus fejlődésén kívül sok eltérést is találunk. Ilyen a gyökérburok, vagy velamen (velamen radicum), amelyet egyes Orchideák és Araceák levegőgyökerein találunk (l. 235. kép). A velamen legtöbbször több sejtsor vastag parenchyma szövetből áll. Ezeknek a sejteknek a fala sokszor át van lyuggatva (perforáció) és rendszerint léces vastagodást mutat, amely tulajdonság képessé teszi őket arra, hogy a harmat



és az eső vizét magukba szívják és ezt azután a növénynek átadják. A velament a gyökér többi szöveteitől az elparásodott és áteresztő sejtekkel rendelkező exodermis választja el. A gyökerek, de főképen a levegőgyökerek egy része néha chlorophyllt is tartalmaz és így önálló asszimiláló szervvé változik (pl. *Taeniophyllum*).



235. kép.

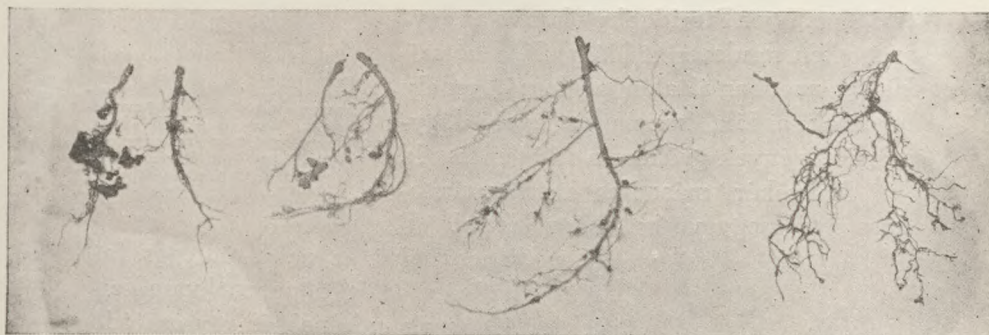
A *Stanhopea oculata* Lindl. levegőgyökere keresztmetszetének részlete. *w* a gyökérburok (velamen), *e* exodermis, *r* kéreg, *e'* endodermis. 150-szeresen nagyítva. Haberlandt után.

A gyökér módosulása néha az ú. n. répagyökerek (cukorrépa, sárgarépa) kialakulását teszi lehetővé. Ezeknél úgy a kéregparenchyma, mint pedig a központi henger parenchyma szövetei jelentékeny vastagságot érnek el és elsősorban a táplálóanyag raktározás szerepét veszik át. Sok növényen dimorph, tehát egymástól különböző szerkezetű gyökereket találunk. Így egyes epifita növényeken tápláló és erősítő gyökereket találunk, sőt a legtöbb növényen a megfigyelés azt mutatja, hogy a gyökerek között munkamegosztás tapasztalható, amennyiben ezeknek egy része főképen a növény szilárdítására szolgál — tehát mechanikai feladatokat végez — míg a másik része elsősorban a táplálkozás, illetőleg a táplálékfelvétel szolgálatában áll. Az első csoportba tartozó gyökerekben a központi henger ú. n. szállító elemei csak kis mértékben fejlődnek ki, míg a táplálkozás céljaira szolgáló gyökerekben inkább a háncs- és a farészek fejlődnek ki erőteljesebben.

A gyökerek tárgyalásával kapcsolatosan kívánunk még röviden a Leguminosék gyökerein képződött, u. n. gyökérdudorok,



illetőleg gumók anatómiájáról is szólni (l. 236. kép). Ezek, a levegő szabad nitrogénjét megkötő gumók a *Bacterium radicola* és a *Bacillus mycoides* működésére képződnek és a mi erdei fáink között főleg a *Robinia Pseudoacacia* gyökerein találjuk meg őket. A gyökérgumócskákkal mindig csak a fiatal, 1—2 éves gyökereken, vagy gyökérágakon találkozunk. Alakjuk gömbölyű, hosszúkas, néha kifejezetten körteformájú is lehet. Nagyságuk néhány mm. és 1—2 cm. között változik. Anatómiai szerkezetük meglehetősen szabályszerű (l. 237., 238., 239. és 240. kép). Kívül szabályszerű phellogénből eredő paraszövet zárja el őket, amelyen helyenként lenticellákhoz hasonló nyílásokat találunk



1

2

3

4

236. kép.

1. a *Robinia Pseudoacacia*, 2. a *Laburnum vulgare*, 3. az *Amorpha fruticosa*, 4. a *Gleditsia triacanthos* gyökérgumói. Dr. Fehér és Bokor eredeti fényképezése.

(l. 241. kép). Az edénynyalábok közvetlenül a parakéreg alatt futnak, még pedig oly módon, hogy a gumó belsejébe belépő edénynyaláb többszörösen elágazik úgy, hogy a keresztmetszeti képen több edénynyalábot fogunk találni — köralakban elhelyezkedve. Ezek az edénynyalábok, az anyaggyökér edénynyalábjaihoz hasonlóan, szintén radiális szerkezetűek és rendszerint egy-egy nyílás alatt nyerne elhelyezést. Maguk a kéregnyílások, hasonlóan a lenticellákhoz, télen — a nyugalmi időszak alatt bezáródnak.

A baktériumok a parenchymatikus alapszövet legbelső sejteiben fordulnak elő és itt az ú. n. bakterioid szövetet alkotják, amely az egyes edénynyalábok közé csillagszerűen nyúlik

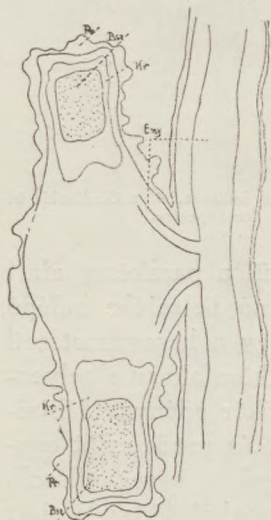


ki. A bakterioid szövetben és annak közelében gazdag keményítő tartalmú sejteket figyelhetünk meg. A baktérium infekciót a 242., annak hatását a növekedésre pedig a 243. kép mutatja.

### A gyökér másodlagos vastagodása.

Az eddigiekben a gyökér elsődleges szöveteit tárgyaltuk. A gyökér másodlagos vastagodása egy másodlagos merisztéma szövet — a kambium útján a növényvilágban nincsen általánosan elterjedve. Így a Pteridophytákon és az egy-  
szikűeken rendszerint hiányzik, a kétszíkűeken azonban általános jelenség, amely nemcsak a fák, hanem az élő lágyszárú növények gyökerein is jelentkezik.

A gyökér másodlagos megvastagodása úgy megy végbe, hogy az elsőd-



238. kép.

A Robinia Pseudoacacia kétpólusú gyökérgumójának vázlatos hosszmetéke. Jelmagyarázat mint a 237. képnél. 75-szörösen nagyítva. Dr. Fehér után.



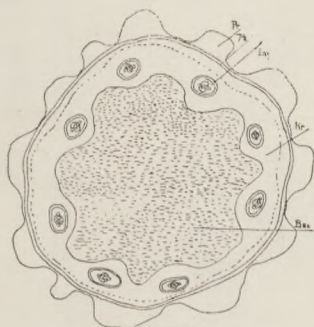
237. kép.

A Robinia Pseudoacacia gyökérgumójának vázlatos hosszmetéke. Ph phellogen, Pr periderma- és elsődleges kéreg-maradványok, Bsz bakterioid szövet, Kr keményítő réteg, Pse parenchimatikus alapszövet, H háncs, Eny edénynyaláb. 75-szörösen nagyítva. Dr. Fehér után.

leges háncs belső és az elsődleges farszék külső oldalán a parenchyma sejtek osztódásnak indulnak és egy osztódó szövetet (másodlagos merisztéma = kambium) hoznak létre, amely a gyökérben összefüggő — még pedig a diarch gyökerekben eliptikus, a polyarch gyökerekben hullámos — réteget alkot (l. 244. kép). Ez a kambium azután épen úgy működik, mint a földfeletti részben, amennyiben kifelé háncsot, befelé pedig fát hoz létre és ezért az egyoldalú háncsrészek belső részén másodlagos fát képezve, kollaterális edénynyalábokat hoz létre. Minthogy pedig a fás rész képződése gyorsabban megy előre, azért a kambium csakhamar kiegyenlíti a radiális edénynyaláb egyenetlenségeit.

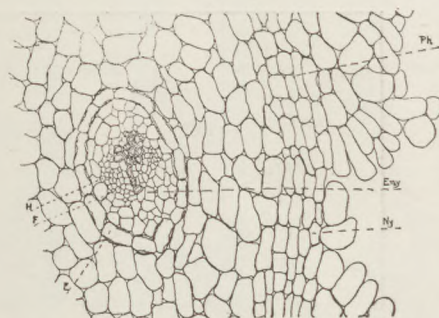


Ezért az idősebb gyökerek keresztmetszetét a törzsétől megkülönböztetni csak akkor lehet, ha a gyökér belső részében a radiálisan elhelyezett xylem nyalábokat konstatáltuk. A gyökér vastagodása legtöbbször télen át nem lesz megszakítva, azonban a levélhullás, illetőleg az évszakok változása a gyökér másodlagos vastagodásában is kifejezésre jut az évgűrűk képződésében. Ha a hideg a talajt megfagyasztja, akkor legtöbbször a gyökér növekedése is megáll. A vastagodási folyamat csak akkor szünetel, midőn tavasszal a rügyek fakadnak és a földfeletti részekben a kambium működése ismét kezdetét veszi; az új tenyészet kezdete után azonban ismét megkezdődik a vastagodás.



239. kép.

A Robinia Pseudoacacia gyökérgumójának keresztmetszete. Jelmagyarázat mint a 237. sz. képnél. 150-szeresen nagyítva. Dr. Fehér után.



240. kép.

A Robinia Pseudoacacia gyökérgumójának keresztmetszete erősen nagyítva. Ph phellogen és periderma, E ny edénnyaláb, benne H a háncs-, F a farész, e endodermis; Ny nyílás a peridermában. 500-szorosan nagyítva. Dr. Fehér után.

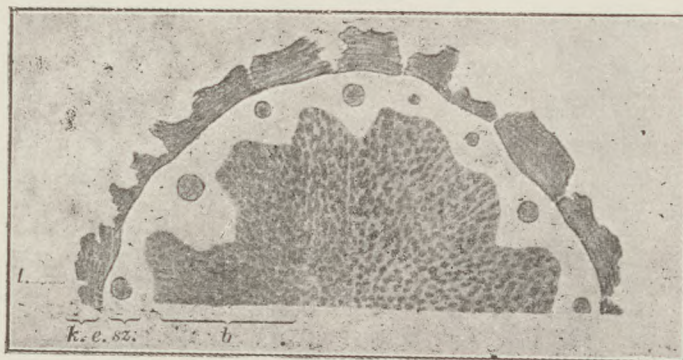
Az évgűrűk, bár nem határolódnak el olyan élesen, mint a szárban, azért mégis legtöbbször határozottan kivehetők.

A szár és a gyökér fateste között a legtöbb kétszikű növényen még a következő különbségre is akadunk. A fák és cserjék gyökerében a fatest elemi részei — a sejtek — sokkal hosszabbak és tágasabbak. Így pl. a lúcfenyő gyökerében a tracheidák  $\frac{1}{5}$ -el hosszabbak és  $\frac{1}{4}$ -el szélesebbek, mint a szárban; azután a gyökér sejteinek fala is vékonyabb, minek következtében a gyökér fateste sokkal puhább. A lombfákon ezt a puhaságot és likacsos-ságot még fokozza az edények nagyobb száma és nagyobb térfogata.

A fenyők tracheidáinak udvaros gödörkéi nagyobbak és két-



sorosak. Egyes lombfákon különösen feltűnő a libriform sejtek hiánya; az edények nagy üregei néha annyira szembetűnők, hogy az ilyen gyökerek keresztmetszete szitához hasonlít. A libriform sejtek hiánya folytán a gyökérfa fajsúlya jóval kisebb, mint a törzsé; szilárdsága is megfelelően kisebbedik, viszont szívóssága nagyobb, mint a földfeletti részeké. A libriform sejtek fala különösen az Aesculus és az Alnusok gyökereiben vékonyabb, a Populusokon a különbség kisebb. A Faguson és a Betulán a gyökér edényei szintén jelentékenyen szélesebbek, mint a törzsben. Hasonlóan jelentékenyen megnövekedhetik a parenchyma sejtek átmérője is, pl. a Fraxinuson, a Quercuson, stb.



241. kép.

Az ákác kifejtett, egészséges gyökérgumója keresztmetszetének részlete. *k* kéreg, *e* endodermis, *sz* keményítőt tartalmazó parenchyma szövet egyes edénnyalábokkal, *b* bakterioid szövet, *l* nyílások a gumó parakérgében. Bernátsky után.

Mindezen okoknál fogva a gyökér sokkal hajlékonyabb, mint a szár. A geszt terjedelme rendszerint szintén kisebb, mint a törzsben, pl. Robinia, Quercus, stb.

A gyökérágak felső oldalán az évgyűrűk jóval keskenyebbek, mint az alsón. A kéreg rendszerint sokkal laposabb és nyomottabb, mint a törzsben. A gyökér fájának a törzstől eltérő fejlődését minden valószínűség szerint a talajban lévő nagyobb nyomás, nedvesség és a fokozott vízszállításra való igénybevétel szabályozza. Ez utóbbi körülmény magyarázza meg az edények számának és tágasságának gyarapodását és a geszt kisebb voltát.

Nagyobb eltérést találni a húsos gyökerek, pl. a retek, a



répa, stb. vastagodásában. A vastagodást itt épen úgy, mint a szárban, a kambium gyűrű végzi, csak hogy ezekben igen kevés tracheidát és rostsejtet (sklerenchyma rost), ellenben több parenchyma sejtet képez, a kambium gyűrűn belül eső sejtek fala pedig nem vastagodik és rendszerint nem is fásodik meg.

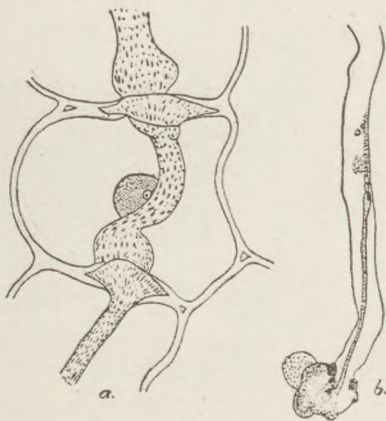
Ha a fásodás mégis bekövetkezik, akkor a nevezett növényrészek szívósakká és élvezhetetlenné lesznek, pl. a fás retek, amely megkülönböztetendő a parenchymasejtek bomlása által keletkezett pudvás retekől.

Amint már mondtuk, az egyszíkűeken a fa- és a hancsrészek egymástól elkülönítve maradnak, miután a kambium nem szokott tovább fejlődni.

Az edényes virág-talanok gyökerein is megtaláljuk a gyökérsüveget, amely a két-, vagy három metszésű csúcssejtben alakult periklin fal által leszelt sejt osztódásából jön létre. Az edénynyalábok itt is csak úgy, mint a szárban, zártak és központi nyalábbá egyesülnek, amelyet az edénynyalábhüvely vesz körül.

Az ágak a legtöbbször közalaposan helyezkednek el és akropetális sorrendben, az elsődleges kéreg legbelsőbb sejtjeiből erednek.

A Selaginellák egy részén különben a gyökérágak a gyökércsúcs villás elágazásából keletkeznek, viszont másokon — pl. *Selaginella Martensii*, *S. laevigata* — a gyökerek a szárból exogén úton eredő gyökértartók csúcsából alakulnak, amelyeknek tenyésző csúcsán nincs süveg. A képletek csúcsa megdagad és itt képződnek az endogén eredésű gyökerek, amelyek csak akkor törnek elő, ha a gyökértartó megnyúlása után a földre ér és itt csúcsának sejtjei széthullanak — dezorganizálódnak.



242. kép.

A *Bacterium radicolának* a gyökérbe való bejutása. *a* a borsó gyökérkérgének egy sejtje sejttaggal és az ú. n. fertőző tömlővel, amely a sejt falon átnyomul. Praznovszky után. *b* a borsó-gyökér szőrszálának a hegye, amelyen kis talaj-részecske van megtapadva és amelyen a baktériumok csoportosultak. A szőrszálban a baktérium tömlő látszik. Frank után.



### A szár anatómiája.

A szár magába foglalja a magasabb rendű növények földfeletti részét, a levelek kivételével.\*) A szárral, illetőleg hajtással bíró növényeket — a Cormophytákat magasabb rendű növényeknek tekintjük. A szár egyszerűbb fejlődését a mohokon (Bryophyta) találjuk. Azonban itt az egyes szöveti elemek, nevezetesen: a bőrszövet, az alapszövet és a szállító szövetek még nem különülnek el élesen egymástól. A külső periferikus részekben egy vastagfalú, szilárdító sejtekből alakult szöveti öv



243. kép.

A paszuly tenyésztése: 1. baktériummal nem oltott talajban, 2. a paszuly gyökérgumóiból vett baktériummal beoltott talajban. 3. a borsó gyökérgumóiból vett baktériummal oltva, 4. olyan talajon, amelyet a borsó gyökérgumóiból vett és oltás által a paszulyon keletkezett gyökérgumók baktériumaival oltottak be. Nobbe és Hiltner után.

szokott kialakulni. A szárnak ezen belül fekvő része egyforma parenchyma sejtekből áll és csak egyes fajokon (pl. *Mnium*) mutat legbelül még további tagozódottságot. Ilyenkor a legbelső rész, bár az edényeket teljesen nélkülözi, az edénynyalábok leg-egyszerűbb fejlődését mutatja (ös stele, l. 245. kép). Egyes mohokon, pl. a magas fejlettségű *Polytrichaceákon*, ez a központi hengert jelentő edénynyalábkezdet már további osztódottságot mutat, amennyiben benne szélesebb üregű vastagfalú és kis üregű vékonyfalú sejteket találunk. Az elsőket vízszállító elemeknek tekintik és „hydroidok” névvel jelölik, a többieket

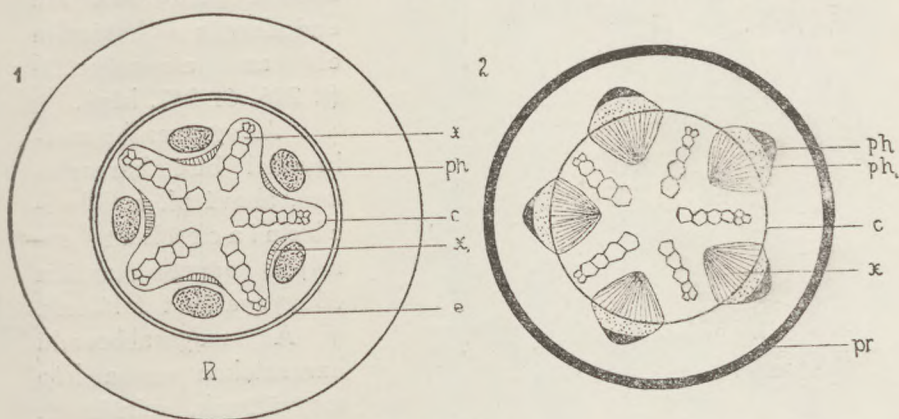
\*) A szár és levelek együttesen a hajtás.



pedig leptoidoknak mondják, amelyek valószínűleg az organikus, tehát a feldolgozott táplálóanyagok szállítására szolgálnak. Ez utóbbi jelenség kísérletileg még bebizonyítva nincsen, egyelőre csak hypothetikus értékkel bír.

A harasztok (Pteridophyták) szöveti szerkezete már sokkal fejlettebb, azonban a harasztok különböző, egymástól gyakran élesen elütő fejlődési viszonyai folytán felette változatos.

Itt találkozunk legelőször az edénynyaláb fejlettebb formájával. Amint már az általános tárgyaláskor említettük, ezekben az edénynyalábokban már szállító elemeket: tracheidákat és



244. kép.

A kétszikű gyökér másodlagos megvastagodásának vázlatos ábrázolása: 1. rövidesen a kambiumgyűrű kialakulása után, 2. a másodlagos edénynyalábkeleteknek a képzése után. *R* elsődleges kéreg, *e* endodermis, *c* kambium, *x* elsődleges xylem sugarak, *ph* elsődleges phloém, *x'* a másodlagos edénynyaláb fás-, *ph'* pedig annak háncsrésze, *pr* periderma. Wiesner-Linsbauer után.

edényeket (Pteridium aquilinum, stb.), továbbá rostacsöveket is találunk. Az utóbbiaknak a kereszt válaszfala azonban nincsen teljesen áttörve és ezért az edényrészek csak plazmodezmák útján érintkeznek egymással. A legtöbb haraszt törzsének keresztmetszetén, a periferikus, legkülső epidermisen belül, egy parenchymatikus elemekből álló elsődleges kérget és egy szintén parenchyma sejtekből álló belet különböztethetünk meg, amelyeket az edénynyaláb választ el egymástól.

A mechanikai elemek legtöbbször közvetlenül az epidermis alatt helyezkednek el és itt lemezeket, vagy egy összefüggő gyűrűt alkotnak. A bőrszövet hiányzik, ezt néha egy-egy erősítő hypoderma helyettesíti.

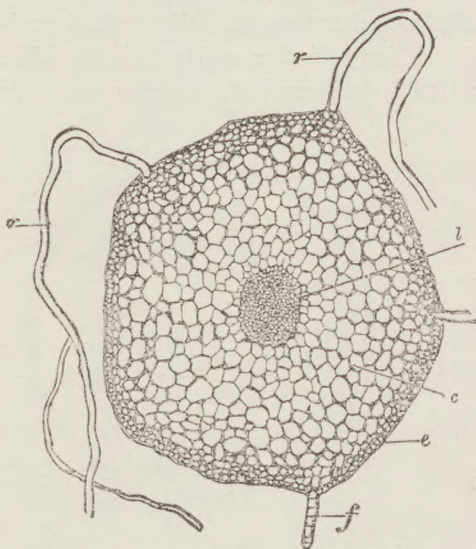


A harasztokon egy vagy több edénynyalábot találunk. A legtöbb haraszt edénynyalábja koncentrikus elrendeződést mutat. Legbelül fekszik a farész (xylem), amelynek edényei, illetőleg tracheidái centripetális sorrendben keletkeznek és így a protoxylem kifelé van fordítva. Nagyon gyakori a lépcsős és csavaros vastagodás. A fás részt a háncsrész elemei, a rostacsőformájú leptodok veszik körül, amelyeket viszont a parenchymatikus per-

ciklus, illetőleg perikambium határol. Az egész edénynyalábot azután a parásodott falú endodermis határolja el az alapszövettől (l. 246. és 247. kép).

Az egyszerűbb szerkezettel bíró harasztokon, ahová pl. a *Gleicheniaceák*at soroljuk, egyetlen axiális edénynyalábot találunk.

A magasabbrendű harasztokon ez a kép megváltozik, miután itt a fás rész közepe táján egy parenchyma sejtek által alkotott bél van. Az edénynyaláb azon helyein, ahol e levelek-



245. kép.

A *Mnium undulatum* szárának keresztmetszete, *l* edénynyaláb, *c* kéreg, *e* a kéreg legkülsőbb sejttréje, *f* levélkezdemény, *r* rizoid. 90-szeresen nagyítva. Strasburger után.

ből befutó levélnyomok evvel egyesülnek, parenchymatikus szövetekből álló hézagok keletkeznek. A harasztokban ugyanis nincsen közös edénynyaláb, hanem a szárnak egy vagy több végigfutó saját nyalábjja van, amely hálózatos elrendezésű. Ebbe tornakolnak azután bele a levelek saját edénynyalábjai (l. 122. és 126. kép).

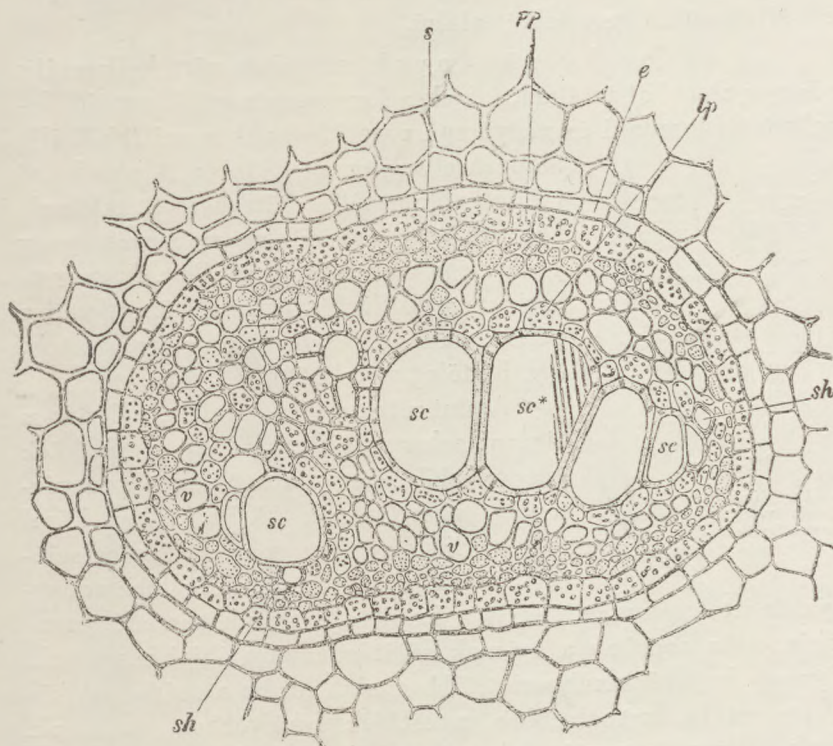
A zsurlók (*Equisetales*) szára már sokkal szabályosabb szerkezetű.

\*) Több edénynyalábot találunk pl. egyes *Pteris*, *Marattia* stb. fajokon. A *Cyatheaceak*on pedig kéreg- és bélnyalábokat is találunk.



A bőrszövet itt is csak elsődleges marad. Vastagfalú epidermis-sejtek alkotják, amelyeknek fala rendkívül gazdag kovasavas lerakódásokban.

Ez alatt néha rostsejtekből álló hypoderma vonul végig. Az alapszövetben tágas sejtközi üregek vannak gyűrűalakban el-



246. kép.

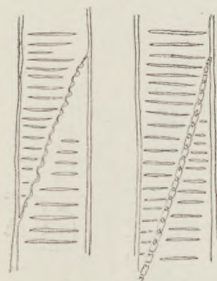
*Apteridium aquilinum* levélnyelének edénynyalábja keresztmetszetben. *sc\** lépcsőzetesen vastagodott, *sh* csavaros edények, *p* az edénynyaláb parenchymája, *v* rostaedények, *s* a hancsrész parenchymája, *pp* periciklus- az edénynyaláb hüvelye, *e* endodermis- a hüvely külső sklerenchymatikus sejtrétege. 240-szeresen nagyítva. Strasburger után.

helyezve, amelyek mögött köralakban kollaterális edénynyalábok foglalnak helyet. Néha minden egyes nyalábot nyalábhüvely (endodermis) vesz körül, sok esetben azonban csak egyetlenegy nagy hüvely veszi körül a nyalábok összeségét. Ezenfelül gyakran még a szár közepe táján egy nagy központi és az egyes edénynyalábokban egy-egy kisebb sejtközi üreget találunk.



A mohokon és a harasztok ma élő fajain másodlagos növekedést nem találunk.\*) A fossilis *Pteridophyták* on azonban a másodlagos vastagodás nagyon gyakori jelenség. A ma élő *Equisetalesek* fajain a másodlagos vastagodás szintén hiányzik. A kezdetei csak az *Equisetum maximum*nál jelentkeznek. A fossilis rend képviselőin, így pl. a *Calamariaceák* on azonban ezt kifejezetten meg lehet találni.

Az egyszikű növények szárában zárt kollaterális edénynyalábokat találunk. Ezek a keresztmetszeti képen jól kivethető, vékonyfalú és nagyüregű parenchymatikus sejtekből álló



247. kép.

A *Pteridium aquilinum* lépcsős vastagodású edényei hosszsmetszetben, harántfalakkal. Dr. Fehér eredeti rajza.

alapszövetbe vannak foglalva. A szár külső felületén normális bőrszövetet találunk, amelyet vagy egyedül az epidermis, vagy pedig néha a periderma is alkot. Igen gyakori az egyszikűek szárában közvetlenül a periderma alatt fekvő sklerenchyma rostokból, illetőleg sejtekből álló gyűrű.

Amint már az edénynyalábok általános tárgyalásakor említettük, az egyszikűek edénynyalábjai az alapszövetben szétszórtnan helyezkednek el. A kerülethez közel rendszerint sűrűbben, mint a szár belsejében (l. 121. és 123. kép). A legtöbb edénynyaláb itt levélnyom, vagyis a levél és a szár közös edénynyalábja, néha azonban a szárnak saját edénynyalábjai is vannak. Egy-egy levélből rendszerint több nyaláb fut be a szárba. A középer fut be legmélyebbre, a többiek sekélyebbek maradnak. Ezek a nyomok azután fokozatosan közelednek a szár periferiájá felé, ezt azonban sohasem érik el. A törzs alsó felében az összefutó nyomok azután helyenként egyesülnek. A nyomok behajlása legtöbbször a szár radiális síkjában megy végbe, azonban gyakori a csavaros lefutás is.

Ettől a normális képtől egyes fajok jelentékenyen eltérnek. Így a *Commelinaceák* on nagyon gyakoriak a szár saját edénynyalábjai, amelyek a szár kerülete közelében egy zárt gyűrűt alkotnak. Hasonló képet találunk a *Dioscorea* és *Ta-*

\*) Kezdetleges másodlagos növekedés van egyes *Isoetes* fajokon.



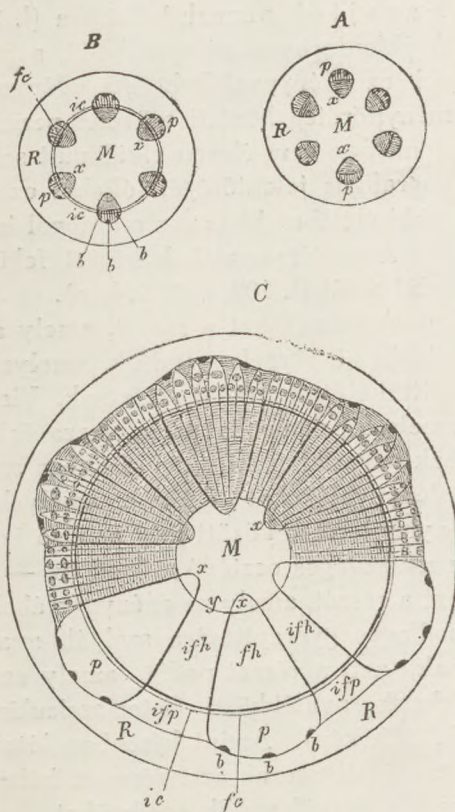
mus keresztmetszetein is. Az egyszikűek másodlagos vastagodásáról külön fejezetben szólunk.

A kétszikűek (Dykotyledones) és a nyitvatermők (Gymnospermae) szárának anatómiai szerkezete az eddig tárgyaltakétól sok tekintetben eltér (l. 248. kép). A szár legkülső szövete a bőrszövet, amelynek elsődleges alakja az epidermis. Ha a szár évelő, akkor ezt még az első tenyésztési idő alatt a másodlagos periderma váltja fel. Ez az eset áll fenn a mi erdei fáinkon is.

Az epidermisen belül fekszik az elsődleges kéreg, amely már közvetlenül a körben elhelyezett, legtöbbször kollaterális edénynyalábokat határolja.

Az edénynyalábokon belül fekszik a bél. A belt az elsődleges kéreggel az ú. n. bélsugarak kötik össze, amelyek az edénynyalábok között sugárirányban futnak.

Az erdei fákon az elsődleges kéreg kollenchyma és parenchyma szöveti övekből áll (l. 110. és 107. kép). A parenchymaréteg legbelső sejtsora különösen gazdag keményítőben. Ez az ú. n. keményítőhüvely, amely az elsődleges kéreg belső határa, azonban tulajdonképpen az edénynyaláb hüvelyéhez tartozik (endodermis). A szárnak az elsődleges kérgeen belül fekvő, tehát az edénynyalábokat magába



248. kép.

Kétszikű tenyészkúp alatti szár és idősebb szár vázlatos keresztmetszete. A a procambialis nyalábok, B a kambium, C a másodlagos fa képződése. M a bél, R a kéreg, x a fa, p a hánca, ic nyalábközi (interfascicularis) kambium, fc nyaláb (fascicularis) kambium, b, b, b hánca csoport, fh másodlagos fa, ifh nyalábközi fa, ifp nyalábközi hánca Sachs után.



foglaló részét, még központi hengernek is mondják (Strasburger után). Ennek a központi hengernek legkülső, a keményítő réteggel érintkező szöveti része a legtöbb erdei fában sklerenchyma rostokból áll, amelyek közé helyenként sklerenchyma sejtek vannak beiktatva (l. 110. kép S. és 249. kép g, g'). A sklerenchyma rétegen belül, a parenchyma szövetben fekszenek az edénnyalábok. Az edénnyalábok háncsrésze és a keményítőréteg közötti szövetet periciklusnak\*) ismerik. Ez tulajdonképpen nem élesen elkülönült szövet; a megjelölés tisztán topografikus jelentőségű, jóllehet ez a szövetrész még a szár további életében bizonyos szereppel is bír.

Az edénnyalábok között fekszenek a bélsugarak és legbelül a bél (l. 107. és 249. kép).

A bélnek azt a részét, amely a xylemprimánokkal érintkezik, bélhüvelynek mondjuk, amelynek sejtjei néha a többi bélsejttől elütő fejlődést mutatnak. Viszont a farésznek azon részét, amely a primánokat tartalmazza és a bélbe benyúlik, bélsugaraknak nevezik. A mi erdei fáinkban rendszerint nyitott kollaterális edénnyalábokat találunk, amelyeknek háncs (phloëm) és fa (xylem) része között még az első tenyészeti időszakban kialakul a másodlagos osztódó szöveti öv — a kambium. A kambiumnak azt a részét, amely az edénnyalábokban fekszik és ezeknek másodlagos gyarapítására szolgál, nyaláb (fascicularis) kambiumnak, azt a részét pedig, amely az elsődleges nyalábok között fekszik, nyalábközi (interfasciculáris) kambiumnak mondjuk (l. 248. kép). Amint később látni fogjuk, a béltől a háncsig vezető bélsugarak az elsőrendű bélsugarak, míg azokat, amelyek nem a bélből veszik eredetüket, hanem a kambium működése folytán keletkeznek, másod-, harmad-, stb. rendűnek nevezik.

Ezek a most vázolt szöveti részek a nyitvatermők és a kétszíkűek számos faján természetesen sokszor jelentékeny változásoknak vannak alávetve.

Így az elsődleges kéreg sokszor nélkülözi a kollenchymatikus elemeket. Ez a szövet tulajdonképpen az asszimiláció céljaira szolgál. Legtöbbször már a periderma fejlődése után ezt a jelentőségét elveszíti. Gyakran a kollenchyma sejtek még ké-

\*) A periciklus fogalmát Fitting (1921) után értelmezzük; a 107. képen a P és S rétegek együtt alkotják.



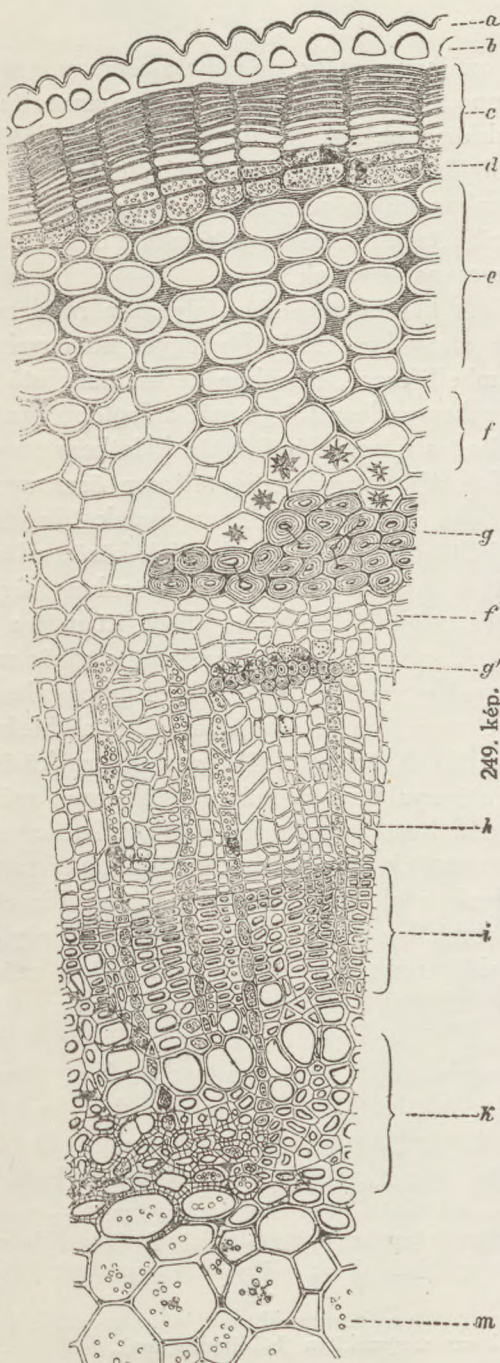
sőbbben is tartalmaznak chlorophyllt, ami ezeknek az asszimilatorikus tevékenységére mutat. Néha az elsődleges kéreg teljesen a levelek szerepét veszi át, ami anatómiai változásokra is vezethet; pl. a kaktuszok törzse (phyllocladium).

Igen érdekes pl. a Casuarina - törzs anatómiája, amelyen az elsődleges kéreg szintén asszimilatorikus tevékenységet fejt ki, sőt sejtjeinek egy része még paliszszád sejtekké is átváltozik.

Egy másik nevezetessége a Casuarina-törzsnek az, hogy elsődleges kérgében ú. n. kéregedénnyalábok fejlődnek.

Hasonlóan asszimilációs szövetté alakulnak át az elsődleges kéreg sejtjei a Sarothamnus scoparius-on is.

Az elsődleges kéreg sejtjeiben gyakori a chlorophyll, a keményítő és gyakran



249. kép.

A Rhamnus cathartica éves hajtásának keresztmetszete; a kutikula, b epidermis, c pararéteg, d phellogen, e collenchyma, f és f' kéregparenchyma, egyes sejtben kristályokkal, g g' sklerenchyma rostok és sejtek, h másodlagos kéreg, i fatest, a két utóbbi közti a kambium, k béliüvely, m bel és az ebből kinduló béliüvegek. 335-szörösén nagyítva. Nobbe után.



az oxálsavas mész, de néha a csersav is megjelenik (l. 110. kép) benne, amely gyakran a parenchymasejtek egész belsejét kitölti (inklúzumok). A bél leginkább a táplálóanyagok raktározására szolgál; fiatal szárakban néha chlorophyll is van benne, ennek azonban különösebb szerepet nem kell tulajdonítanunk. Leggyakoribb tartalmi része a keményítő, az oxálsavas mész, sőt néha csersavas anyagok is.

A későbbi fejlődés folyamán rendszerint beható változásokon megy keresztül. Így egyes növényeken teljesen felszívódik (Umbelliferae), másokon keresztben futó lemezekre szakad szét és rekeszes lesz (Juglans), a legtöbb fás növényen pedig a másodlagos növekedés folytán keletkezett nyomás vagy lényegesen deformálja, vagy pedig teljesen összenyomja.\*)

Az edénynyalábok az esetek túlnyomó részében levélnyomok, tehát a szár és a levelek közös edénynyalábjai. Lefutásukat az edénynyalábok tárgyalásakor már ismertettük. Az egységes tárgyalás kedvéért álljon itt még a következő:

A nyalábok a szárban vagy egymás mellett, vagy pedig egymással egyesülve haladnak. Egy-egy levélből rendszerint több levélnyom jut be a szárba. A nyaláblefutás a kétszíkűeken az egyszíkűek típusától főképen abban különbözik, hogy a szárba befutó nyalábok a szár egy bizonyos mélységéig behatolnak és azután innét sugaras helyüket, illetőleg mélységüket már nem változtatják, hanem a szár felületével nagyjában egyközűen haladnak lefelé és legfeljebb tangenciális eltolódást mutatnak. A levelekből a szárba bejutó nyalábok egyideig egyedül haladnak lefelé, azonban későbbben más, alább eső levélnyomnyalábokkal egyesülnek. Az egyesülést néha a nyalábok elágazódása előzi meg (l. 120. kép). Az elágazódás rendszere a csomókban a legbonyolultabb. Miután a nyalábok a törzs egyenlő mélységében haladnak lefelé, azért ezeket a henger kiterített palástján lehet elméletileg ábrázolni és lefutásukat vázolni. Különben a levélállás és a nyalábok lefutása között határozott összefüggés van.

A kétszíkűekben ettől az alaptípustól — amint már említettük — számos esetben jelentékeny eltérést találunk. Igen érdekes az ú. n. bélbeli és kéregbeli nyaláboknak az előfordulása, amelyek egyes növényekben a rendes

\*) Egyes növényekben a bél a csomókban fejlődött szilárdító szövet által van megszakítva (béliaphragma).



nyalábon kívül fordulnak elő. Így a Cactaceae, Casuarinaceae, stb. egyes fajain az elsődleges kéregben még külön nyalábokat találunk, viszont pl. a *Chenopodium*, *Amarantus*, stb. genusokon a bélben találunk — a rendesen kívül — körben, vagy szabálytalanul elhelyezett nyalábokat.

Egy másik rendellenesség a különfutó rostacsőnyalábok, amelyeket pl. a *Campanula* és a *Begonia* fajok belében figyeltek meg.

Egy másik rendellenességet a vízi és mocsári növények hosszúra nyúló, vékony szárában figyelhetünk meg. Ezek nyalábjai már nem körben helyezkednek el, hanem egy központosan elhelyezett koncentrikus nyalábot alkotnak; pl. *Hippuris*, *Elodea*, *Hottonia*, *Myriophyllum*, stb. (l. 128. kép).

### A szár másodlagos vastagodása.

A kérdés tárgyalásakor el kell választanunk a szár magassági, vagy hossznövekedését a vastagsági növekedéstől. A magassági növekedést a tenyészőkúpok őismerisztéma szövetei végzik, amelyekhez helyenként interkaláris, tehát a szár csomópontjaiban, vagy szártagjaiban elmaradt őismerisztéma szövetek működése is járul. A vastagsági növekedést viszont a legtöbb kétszikű növényen egy másodlagos merisztéma, a kambium végzi, az egyszikűeken pedig főleg a tenyészőkúp őismerisztéma sejtjeinek osztódása folytán jön létre.\*)

A másodlagos vastagodás a ma élő növények között a nyitvatermők (*Gymnospermae*) és a kétszikűek között van általában elterjedve. Az egyszikűeken csak szórványosan jelentkezik, de lefolyása ilyenkor is eltér a kétszikűek típusától.

A kétszikű évelő növények kambiuma — amint már említettük — palástalakban alakul meg. Maga a kambium egy osztódó (merisztéma) szövet, amely sejtjeinek radiális irányban való osztódása által leánysejteket hoz létre, amelyek egyrészt a fatest, másrészt a háncs szöveti elemeivé alakulnak (l. 250. kép).

Világos, hogy az új xylemelemek a szárban való helyzetüket tekintve a xylem külső, az új phloëmelemek pedig a phloëm belső oldalán foglalnak helyet.

A kambiumsejtek többnyire négyélűek és hosszúak, végükkel jórészt prosenchymatikusan illeszkednek egymáshoz olyan formán, hogy a ferde véglap többnyire csak a tangens irányú hosszmetseten látható világosan. A sejtek szorosan vannak egymás mellett elhelyezve úgy, hogy sejtközi menetek közöttük nin-

\*) Egyes fajokon (pl. *Dracaena*) kambium is szokott fellépni.



csenek; sugárirányú falaik gyakran igen vastagok (pl. igen vén fatörzsekben). Plazmában gazdagok, de tartalmi részek (pl. keményítő) rendszerint nincsenek bennük.

Sanio szerint a kambium a *Pinus silvestris*-en csak egy sejt sorból áll, amelynek sejtjei érintő (tangens) irányú falak által ismételtén két leánysejtre osztódnak (l. 251. kép). E két leánysejt közül a belső a xylem állandó szöveti elemévé alakul, a külső pedig megmarad kambiumnak és újra osztódik. Az új osztódás után a külső leánysejt alakul át phloëmsejtté, a belső pedig megmarad kambiumnak és újra osztódik. Ezen folyamat felváltva ismétlődik úgy, hogy a két leánysejt közül majd a külső, majd a belső marad osztódó állapotban.

A másik leánysejt azonban nem alakul át minden esetben közvetlenül állandó szöveti elemmé, hanem igen gyakran oszlik a leánysejt előbb még egyszer két sejtre, amelyek azután átalakulnak úgy, hogy a xylem és hasonlóan a phloëm is egyszerre két ikersejt által szaporíttatik. A hánccs gyarapítására szolgáló leánysejt azonkívül még többször is osztódhatik, mielőtt az állandó szövet határozott elemévé változnék.

A mi fáinkon, amelyekben a kambium számos éven keresztül, amíg csak a törzs él, működik, a kambiumsejtek tangens irányú szélessége a törzs vastagságának növekedésével folyton gyarapodik; így pl. Sanio a *Pinus silvestris* két éves hajtásában a kambiumsejteket 0'012 mm. széleseknek, 100 éves törzsben pedig 0'026 mm. széleseknek találta. De a kambiumsejtek a törzs vastagodásával csak egy bizonyos határig szélesednek, amelyet elérve, sugárirányú falak által is osztódnak, miáltal a kambiumgyűrű sejtjeinek a száma is gyarapodik.

A kambium a mi fáinkon minden évben egy új palástot hoz létre, mely állandó sejtekből áll, de ezenkívül a kambiumsejtek hossza, valamint a belőlük eredő edények és fasejtek (libriform) hossza is növekedik a későbbi évgyűrűkben, míg végre a törzsrész bizonyos korán túl az egyes új évgyűrűkben képződött fasejtek átlagos hosszúsága egyenlő lesz. Azokon a fákon, amelyeknek kambiumsejtjei meglehetősen hosszúak, úgy hogy a xylem-, vagy phloëmmé átalakuló leánysejtek utólag tetemesen már nem hosszabbodnak, a xylem sejtjei sugárirányú sorokban vannak elhelyezve (pl. Coniférák).



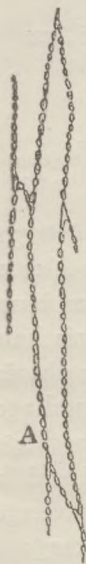
Ebben az esetben a keresztmetszeten a radiális sejtsorok csakis gyantajáratok, vagy pedig a kétszikűekben edények által vannak megszakítva. Ha pedig a kambiumsejtek aránylag rövidnek maradnak úgy, hogy átalakulásukkor tetemesen meghosszszabodnak és üregük szélessége is különbözően növekedik, akkor a fás rész elemei szabálytalanul vannak elrendezve; pl. *Cytisus*, *Rhamnus* stb.

A kambium alakulására és működésére vonatkozólag az elmúlt években Kostyschew a szentpétervári egyetem növény-tani intézetében beható vizsgálatokat végzett, amelyek az idevonatkozó feltevéseket gyökeresen megváltoztatták. Minthogy ezeket a vizsgálatokat a kritika helyesnek találta és eredményeit elfogadta, úgy mi is a következőkben ezeknek az alapján fogjuk ezt a problémát tárgyalni.

Az idáig érvényben volt régebbi felfogás Sachs (1873) és de Bary (1887) kutatásaira vezethető vissza és lényege röviden abban állt, hogy a központi henger és az edénynyalábok szövetei először teljesen kialakulnak és csak azután, ezekben a végleges formát öltött sejtekben alakul a kambium, amelynek az edénynyalábokon keresztül hatoló részét fascikuláris, az edénynyalábok közé eső részét pedig interfascikuláris kambium névvel jelölték. De Bary és Sachs felfogása szerint a kambiumgyűrű akkor, amikor működni kezdett, most már nem csak a szorosan vett edénynyalábokban hozott új és másodlagos phloém, xylem és mechanikai elemeket létre, hanem az interfascikuláris kambium az elsődleges bélsugarakban szintén ilyen elemeket produkált úgy, hogy az eredetileg egymástól elkülönülten álló edénynyalábok végül is a keskeny bélsugár sávok kivételével, teljesen egybeolvadnak.

Kostyschew vizsgálatai (1924) ezzel szemben kimutatták a következőket:

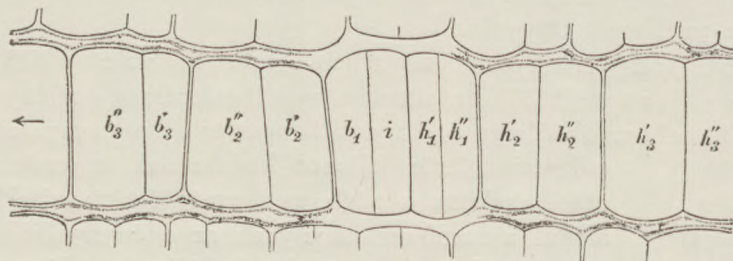
Tudvalevő dolog, hogy a szár tenyészőkúpjából keletkező sejtelemegek egy ideig embryonális állapotban maradnak meg és ezek közül egyes sejtcsoportok, amelyekből azután később az



250. kép.  
A kambium sejtek  
tangentialis hossz-  
metszetben.  
Prantl után.



edénynyalábok keletkeznek, megnyúlt sejtformát vesznek fel. Ezeket a még ki nem alakult embryonális, de hosszanti irányban megnyúlt sejtekből álló szövetrészeket nevezik *desmogén*-nek vagy *prokambium*-nak, illetőleg miután belőlük a későbbi edénynyalábok differenciálódnak, *prokambiális* nyaláboknak. A kambium most már úgy keletkezik, hogy akkor, mikor a prokambium sejtjei osztódásukat befejezik és végleges formájukat veszik fel, a kambiumnak megfelelő szöveti rész eredeti, osztódásra képes embryonális állapotában megmarad. A kambium tehát nem a már végleges formájukat felvett sejtek átalakulása útján keletkezik, hanem *a priori* adva van. Az edénynyalábok a kétszikű növények legnagyobb részén, de különösen



251. kép.

A *Pinus silvestris* törzs kambium övének radiális sora. A törzs periferiáját a nyíl iránya mutatja. *i* a kambium feltételezett iniciális sejtje;  $h_1-h_3$ ,  $b_1-b_3$  a sor szerint tagozódott fa- és háncs-anyasejtek, amelyek — a legfiatalabb ( $b'_1$ ) kivételével — már két leánysejtre oszlódtak ( $h'_1$ ,  $h''_1$  stb.). Sanio-Rothert után. 650-szeresen nagyítva.

a fás növények legtöbbjén már a prokambiumban egy zárt gyűrűt alkotnak, amelyben a háncs- és farész határán, az elemek állandósulása után, osztódó állapotában megmarad a kambium. Csak nagyon kevés növényen fejlődik ki az interfascikuláris kambium. Azonban ott, ahol ez létrejön, másodlagos xylem és phloém elemeket nem produkál, hanem működése kizárólag másodlagos parenchyma sejtek létesítésére szorítkozik, míg a másodlagos edénynyaláb elemeket csak a fascikuláris kambium képezi ki.

Kostyschew a kambium alakulását illetőleg eddigi vizsgálatai alapján, a következő főbb típusokat különbözteti meg:

A) Zárt prokambium gyűrűvel bíró növények.

1. csoport: A prokambiumgyűrűből egy összefüggő fa- és háncsgyűrű fejlődik ki. Ide tartozik a legtöbb fás növényünk, cserjénk és egy sereg évelő lágyszárú növény (l. 252. A. kép).



2. csoport: A prokambiumgyűrű egymás mellett elhelyezett edénynyalábokká és parenchyma sejtcsoportokká (széles bélsugarakká) differenciálódik.

Ide nagyon kevés növény tartozik, közöttük a Clematis, Vitis, Aristolochia, Helianthus, Ampelopsis stb. fajok (l. 252. B. kép).

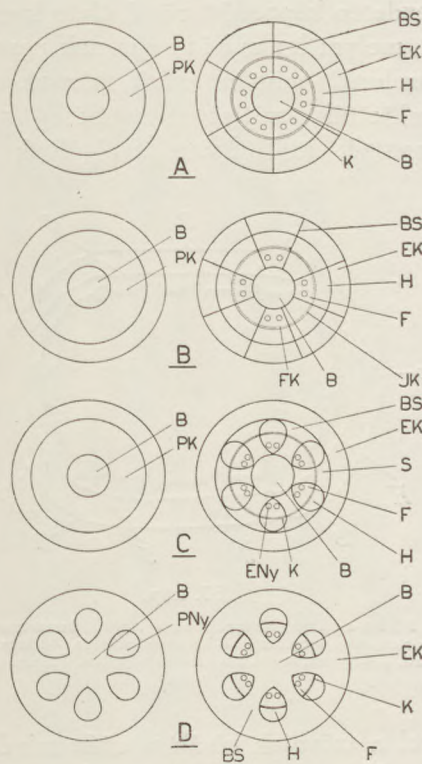
3. csoport: Ide olyan növények tartoznak, amelyekben a prokambiumgyűrűből egy összefüggő sklerenchyma öv lesz, amelyben azután az edénynyalábok foglalnak helyet.

Ide tartoznak a Coniferák és az Umbelliferákhoz tartozó és másodlagos növekedéssel bíró lágyszárú növények: Sonchus, Artemisia, Solidago, Erodium, Lysimachia stb. fajok (l. 252. C. kép).

B) Növények, amelyekben nem fejlődik ki egy zárt prokambium gyűrű.

Az idetartozó növények (Rannuculus, Parnassia, Nuphar stb.) testében — ennek megfelelően — nem is fejlődik egy összefüggő kambium, hanem ez, ha egyáltalában kialakul, csak az edénynyalábokban jelentkezik (l. 252. D. kép).

Végül megemlítjük még, hogy néha (pl. Phaseolus, Salvia stb.) a kambium bélsugár nélküli fatestet is hozhat létre. Ilyen esetekben t. i. az interfasciculáris kambiumot létrehozó desmogengyűrű befelé sklerenchymatikus elemeket hoz létre, míg kifelé a kambium gyűrűt képezi (l. 253. kép).



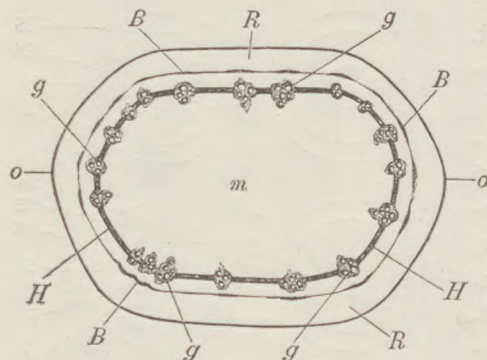
252. kép.

A, B, C, D rajzon: PK prokambium gyűrű, BS bélsugár, K kambiumgyűrű, IK interfascicularis kambium, FK fascicularis kambium. H hancs, F fa, ENy edénynyalábok, B bél, S sklerenchyma gyűrű, EK elsődleges kéreg, PNy prokambium nyalábok. Kostyschew alapján szerkesztette dr. Fehér.



A kambium normális működésére jellemző jelenség abban áll, hogy centripetális sorrendben a másodlagos fa, centrifugális sorrendben pedig a másodlagos hancs elemeit hozza létre.

Az egyszikűek edénnyalábjaiban a nyaláb fejlődése kezdetén képződött rövid életű kambium állandó szövetté alakul át, melyet kambiform-nak nevezünk és a hancs elemei közé sorolunk, miután amint már az edénnyalábok tárgyalásakor említettük, sejtjei valószínűleg szintén az organikus táplálóanyagok szállítására szolgálnak (l. 148. kép).



253. kép.

A *Phaseolus coccineus* szára, keresztmetszetének vázlatos rajza. *o* epidemis, *R* kéregparenchyma, *B* hancs, *H* a zárt fatest, *g* edények, *m* bél, 10-szeresen nagyítva. Wiesner-Linsbauer után.

Az elsődleges nyaláb első elemei, az ú. n. prokambium nyaláb elemei, a hancs és a farész állandó elemeivé lesznek, az edénnyalábokban kambium nem alakul, miért is ezeket zárt edénnyaláboknak nevezzük. Innét van az, hogy a legtöbb egyszikű növény szára egész életén át azt a vastagságot tartja meg, mely-

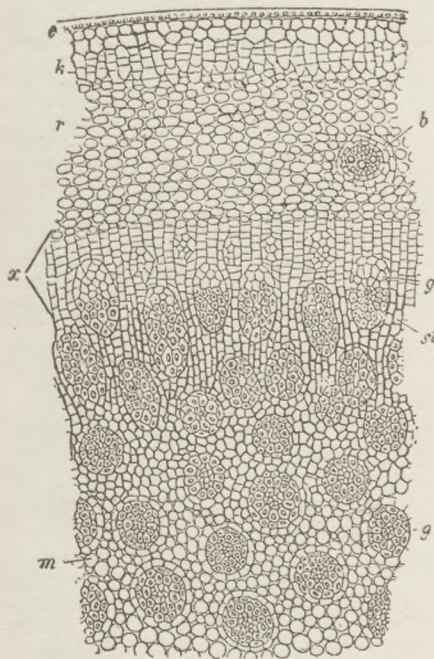
lyel a szövetek kiválása után mindjárt a tenyészőkúp alatt bírt.

Hogy az öreg pálmának a törzse mégis vastagabb, mint a fiatalé, ennek az az oka, hogy a nagyobbodó korral a tenyészőkúp szövete is a sejtek osztódása következtében bizonyos mértékig növekedik, úgyhogy az ilyen törzsnél a tenyészőkúp széles tányéralakú szokott lenni. A tenyészőkúp azonban csak egy bizonyos átmérőig szokott szélesbedni, innen tovább megtartja az elért szélességét, minek folytán a törzsnek ezen ponttól kezdve hengeralakja van, legalsó része pedig csúcsán álló kúphoz mutat hasonlatosságot. A pálmák törzsének vastagsági növekedéséhez a fenti jelenségén kívül, még a fiatal kéregparenchyma



sejtek utólagos térbeli növekedése is járul. Tehát ez tipikus elsődleges vastagodás.

A faalakú liliomfélék (Liliaceae: *Dracaena*, *Jucca*, Aloë stb.) azonban másodlagosan is vastagodnak. Ez olyformán történik, hogy az alapszövet azon rétegében (a kéregben), mely az eredeti (elsődleges) edénynyaláboktól kifelé esik, a sejtek tangenciális osztódása folytán egy új osztódó másodlagos meristemátikus szövet keletkezik, melynek egyes pontjain prokambium nyalábok válnak ki, amelyek azután edénynyalábokat fejlesztenek, a köztük levő szövet pedig vastagfalú alapszövetté alakul át. Így keletkezik azután a szár vastagodási palástja, melynek kerületi sejtjei megtartják osztódó képességüket, a befelé eső sejtek pedig átalakulnak edénynyalábokká és alapszövetté.



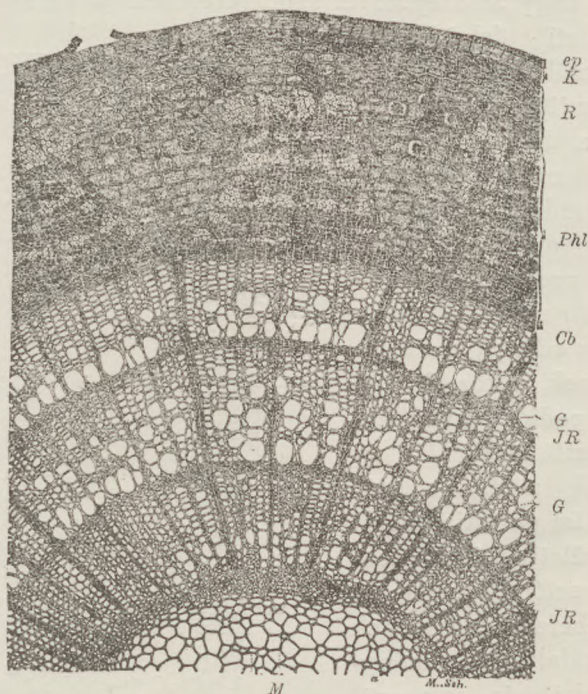
254. kép.

A *Dracaena* 13 mm vastag és 1 m magas törzséből vett keresztmetszet részlete a csucs alatt 20 cm-nyire. *e* epidermis, *k* pararéteg. *r* az alapszövet kéreg-része, *b* a levélbe hajló edénynyaláb keresztmetszete, *m* elsődleges alapszövet, *g* elsődleges nyalábok, *x* meristéma sejtek gyűrűje, amelyben nagyon fiatal edénynyalábok keresztmetszete látható; a szár belseje felé már fejlettebbek vannak, *st* sugárirányban rendezkedett alapszövetsejtek. Sachs után.

Az egyszíkűek másodlagos vastagodási gyűrűje tehát, ellentétben a két-síkűek kambiumával, nem a már meglévő nyalábokat gyarapítja, hanem folyton újabb és újabb edénynyalábokat hoz létre (l. 254. kép). Egyik leghatalmasabb képviselője volt ennek a vastagodási módnak a Humboldt által Teneriffa szigetén megfigyelt *Dracaena Draco*; 22 m. magas, 14 m. átmérővel. 1869-ben vihar pusztította el. Korát 6000 évre becsülik. Az egyszíkűek közül csak a *Dracaena* gyökerei vastagodnak másodlagosan, a többieké nem.



Természetesen úgy az egyszikűekben, mint pedig a Pteridophytákon megtaláljuk a másodlagos bőrszövetet, a peridermát, amely azonban szorosan véve nem a törzs másodlagos vastagítására, hanem inkább védelmi célokat szolgál.



255. kép.

A *Tilia platyphyllos* 3 éves ágának keresztmetszete. *ep* epidermissel takart több rétegű, *K* pararéteg, *R* elsődleges kéreg, *Phl* kifelé erősen szélesedő bélsugarakkal, tagozott hancssejtekből álló réteg (sötét színezés), amelybe hancsrostok (világos színezés) vannak beágyazva. *Cb* kambiumgyűrű. Ez utóbbi és a bél (*M*) között fekszik a 3 évgyűrűre tagozott fatest és az 1 és 2 sejt sor széles bélsugarak. *JR* évgyűrű határ, *G* bőüregű edének. Kny után.

### A kétszikű és nyitvatermő fás\*) növények törzsének anatómiája.

Ebben a fejezetben az erdei fáink törzsének különleges anatómiai viszonyaival fogunk foglalkozni, érintve mindenütt a lehetőség szerint a gyakorlati vonatkozásokat is. Az erdei fák

\*) Ide soroljuk mindazon több évig élő kétszikű és nyitvatermő cserjéket és fákat, amelyeknek általános sajátossága az, hogy sejtjeiknek a fala megfásodik.



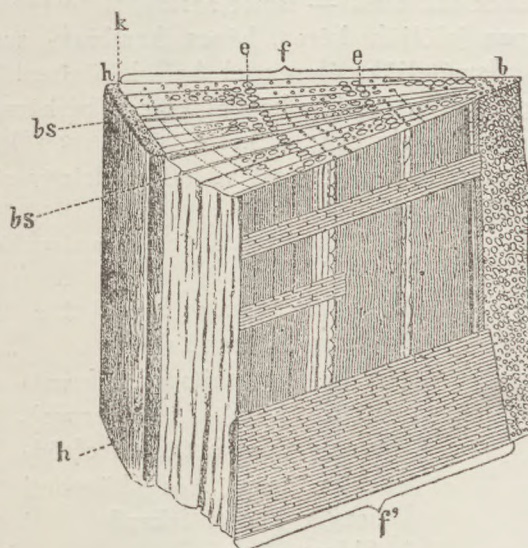
törzsének anatómiai fejlődése, a kambium alakulása szerint, egy elsődleges és egy másodlagos szakaszra tagozódik. Az elsődleges szövetek eloszlását már a szár szövettanának ismertetésekor vázoltuk, most csak röviden ismételjük, hogy az epidermisen kívül az elsődleges kéregből (hypoderma, kollenchyma, parenchyma) és a központi hengerből (periciklus, edénnyalábok, kambium, bélsugarak) áll. Az elsődleges kéregben azután a phellogén és vele együtt a periderma alakul meg és így a másodlagos kéreg jön létre, a központi hengerben pedig jelentkezik a kambiumgyűrű, amely azután a nyalábok és a bélsugarak másodlagos elemeit illeszti be a központi hengerbe (l. 255. kép).

Ezért a mind mélyebbre hatoló phellogén idővel az eredeti elsődleges kéreg szöveteit fokozatosan elhálásra kényszeríti,

sőt néha, amint már említettük, az elsődleges háncsba is behatol. Viszont a kambium létrehozza a másodlagos fás szöveteket, a másodlagos háncsot és a másodlagos bélsugarakat.

Az idősebb törzseken ennél fogva kívülről befelé haladva a következő szöveteket találjuk:

Legkívül van a kéreg, ezután következik az aránylag laza szerkezetű vékony háncs, melyen belül foglal helyet sorban a kambium, a tulajdonképeni fatest és a bél.



256. kép.

A törzs szerkezetének vázlatos feltüntetése. A 3 éves tölgyfának hasábjá néhányszor nagyítva; *b* bél, *bs* az ezzel összeköttetésben lévő bélsugarak és azok keresztmetszete. *f* a bélsugár radiális hosszmetzete, *k* kambium, *h* háncs és a kéreg, illetve parakéreg. A bél és a kambium közti farészen *f* 3 évgyűrű látható, melyeknek edényeit *e* a keresztmetszetben körök, a hosszmetzsetben vonalak jelzik. Fekete után.



A háncsot és a kérget a kambiumnál, laza szöveti szerkezeténél fogva könnyű szerrel el lehet választani a fatesttől.

A fatest belső elemei idővel elhalnak, különféle anyagokkal rakódnak tele, egyszóval egy később tárgyalandó kémiai élet-tani folyamaton mennek keresztül, amit mi gyakorlati nyelven gesztesedésnek mondunk. A fatest életben maradó részét azután szíjács néven jelöljük.\*) Ilyen módon tehát az idősebb fák törzsének szöveteit — ismét az előbbi sorrendben — a következőképen jelöljük: kéreg, háncs, kambium, szíjács, geszt, bél.

Ismételjük, élesen el kell különíteni az elsődleges kéreg fogalmát, a tulajdonképeni kéreg (héjkéreg, másodlagos kéreg, Borke) fogalmától; a kettő lényegesen különbözik egymástól. Az alantiakban, a most vázoltaknak egy rövid átnézetét adjuk (l. 256. kép).

Fiatal hajtás elsődleges elemekkel:

- |  |   |                  |            |                |
|--|---|------------------|------------|----------------|
| 1. Epidermis   |   |                  |            |                |
| 2. Kollenchyma v. hypoderma  | } | Elsődleges kéreg |            |                |
| 3. Parenchyma réteg;   |   |                  |            |                |
| a legbelső sejtsora a keményítő réteg (endodermis), amely mint határ az elsődleges kéreg és központi henger között fekszik |   |                  |            |                |
| 4. Sklerenchyma  | } | Központi henger  |            |                |
| 5. Parenchyma  |   |                  | Periciklus |                |
| 6. Háncs   |   |                  |            | Edény-nyalábok |
| 7. Farész  |   |                  |            |                |
| 8. Bél és bélsugarak.  |   |                  |            |                |

Idősebb törzs elsődleges és másodlagos elemekkel:

- |  |   |          |           |
|--|---|----------|-----------|
| 1. Az epidermis és az elsődleges kéreg elhalt elemei | } | Kéreg**) |           |
| 2. Pararéteg   |   |          |           |
| 3. Phellogén   |   |          | Periderma |
| 4. Phelloderma                                       |   |          |           |

\*) A német műszó a geszt (Kern) és a szíjács (Splint) elnevezéseken kívül — Nödlinger után — az érettfá (Reifholz) elnevezést is használja a színtelen geszt megjelölésére; pl. Abies, Picea stb.

\*\*) Későbbben a periderma által leválasztott elhalt háncsrészek is ide tartoznak.



5. Periciklus	marad-	8. Élő fatest: szíjács	} Fatest
ványai		9. Elhalt fatest: geszt	
6. Elsődleges és má-	} Háncs	10. Bél. Elsődleges és	
sodlagos háncs		másodlagos bélsuga-	
7. Kambium		rak	

Az elsődleges szöveteket már a szár anatómiájának ismeretésekor tárgyaltuk, a következőken csak a másodlagos szöveteket tárgyaljuk. A kérget a bőrszövetek tárgyalásakor már kimerítően ismertettük.

### A másodlagos háncs.

A másodlagos háncsot a kambium hozza létre. Általában háncsparenchymából, háncsrostokból és sklerenchyma sejtekből, bélsugár sejtekből,<sup>1)</sup> rostacsövekből és kísérő sejtekből áll (l. 64. kép). A háncsparenchyma sejtek a másodlagos háncsban elszórtan, vagy nagyobb csoportokban foglalnak helyet. Szerepük a táplálóanyagok raktározásában, továbbá részben az aszsimiláták szállításában áll.

A háncsparenchyma rendszerint keményítőt, néha zsírokat és oxálsavas mész kristályokat tartalmaz. Különösen sok oxálsavas mész kristályt találunk a háncsrostok közelében fekvő parenchyma sejtekben. A háncsparenchyma sejtek rendszerint hosszúra megnyúlt, vékonyfalú sejtek, gyakori a faparenchyma sejtekhez hasonló orsóforma, középválasztófalakkal bíró alak.

A gödörkés vastagodásokat rendszerint csak a radiális és a keresztválasztófalakon találjuk. Az anyagvándorlás irányát természetesen ez az elhelyeződés lényegesen befolyásolja (l. 146. kép).

A mechanikai elemek (háncsrost és sklerenchyma sejt) úgyszólván minden fa háncsában megvannak. Mind a két elem hiányzik a Pinus, Laurus, Lycium, Ampelopsis, Cornus, Ribes, Buxus stb. másodlagos háncsában. Gyakori azonban az az eset, hogy a háncsrostok és a sklerenchyma sejtek külön-külön jelentkeznek. Így pl. csak háncsrostok vannak a Taxaceák, Ulmaceák, Lonicerák, Rhamnaceák fájában.

\*) Tulajdonképpen a háncsparenchymához lehet sorolni őket.



Viszont csak sklerenchyma sejteket találunk a következő genusokban illetőleg családokban: *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Fagus*, *Betulaceae*, *Platanus*, *Ligustrum* stb.

Mind a két elemet megtaláljuk a *Sequoia*, *Quercus*, *Castanea*, *Robinia*, *Morus*, *Salix*, *Fraxinus* stb. genusokban.

Amint már említettük az elsődleges szár sklerenchyma gyűrűje néha kizárólag csak sklerenchyma rostokból áll, amely a fejlődés, illetőleg a szár másodlagos vastagodása folytán kialakult nyomás következtében helyenkint felszakad és ezeket az üregeket töltik azután ki a sklerenchyma sejtek, amelyek ilyenkor valószínűleg collenchyma sejtek átalakulása folytán keletkeznek (pl. *Quercus*, *Castanea*, *Robinia*, *Juglans*, *Fraxinus*, *Betula*, *Carpinus* stb. l. 180. kép).

A mechanikai elemek elszárlása néha feltűnő szabályosságot mutat. Így egyes fáink másodlagos háncsában a rostsejtek szabályos rétegekké egyesülnek, amelyek azután parenchymatikus sejtek közé beágyazott rostacső és kísérősejt rétegekkel váltakoznak (*Robinia*, *Taxaceae*, *Juglans*, *Cupressaceae*, *Betulaceae*, *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Castanea*, *Juglans*, *Vitis* stb.\*) l. 146. kép).

A tavasz elején létrejött parenchymatikus öv legtöbbször szélesebb, mint a későbbiek és ezért az évszakok szerinti változást is meg lehet figyelni (l. 146. kép).

Ezeknek a rostrétegeknek a tangenciális sejtsorai néha rendkívül gazdagok kalciumoxalát kristályokban, amelyek keresztfalakkal tagolt és periferikusan elhelyezett rostsejtekben jelennek meg (l. 146. kép).

Az erdei fáink egy másik nagy csoportján a mechanikai elemek elszórta fordulnak elő, de néha kisebb vagy nagyobb, azonban legtöbbször szabálytalanul elhelyezkedő nyalábokká is egyesülnek (*Picea*, *Larix*, *Abies*, *Ligustrum*, *Evonymus*, *Rhamnus* stb.).

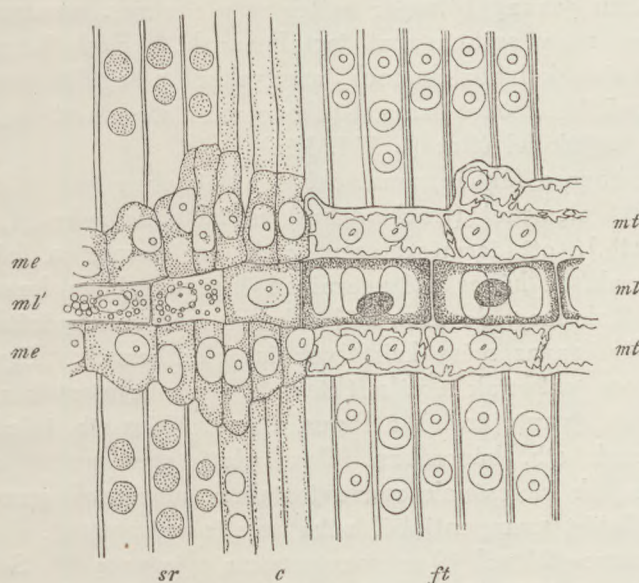
A legtöbb fa háncsában a rostacsövek és kísérősejtjeik a legtöbb esetben csak egy évig vagy még rövidebb ideig maradnak életben és azután rostalapjukat kallusz lemezek fedik be.

\*) Ennek a két szabályos rétegnek a megjelölésére a lágyháncs és keményháncs neveket is használják.



A rostacsövek alakja változó. Egyszerűen áttört lapokat találunk a *Fagus*, *Robinia*, *Acer*, *Ulmus* stb. genusokban. Több rostalappal, vagyis összetett gödörkével bíró keresztfalakat észlelték az *Abies*, *Taxus*, *Corylus*, *Cornus*, *Tilia*, *Juglans*, *Pirus*, *Prunus* stb. genusokban.

A Coniférákban a kísérősejtek mindig hiányoznak és a rostalapok nincsenek teljesen áttörve, hanem a szomszédos edényrészek plazmodézisekkel közlekednek egymással. A fenyők-



257. kép.

A *Pinus montana* ágának másodlagos bélsugara (julius elején). *me* a hancsbélsugarak fehérjében gazdag sejtjei, a fábélsugár tracheidái, *ml'*—*ml* a bélsugár parenchymatikus sejtsora, *sr* rostacsövek, *c* kambium, *ft* rosttracheidák. Haberlandt után.

ben a mechanikai elemeket a rostacsövek veszik körül és csak ezekhez csatlakoznak a parenchyma sejtek, míg a lombfákon — amint láttuk — a mechanikai elemeket minden oldalról parenchyma sejtek övezik.

A rostacsövek kivételes esetekben egyes nyalábokban hiányozhatnak is (*Calycanthus*, *Strychnos* stb.).

A hancsban futó bélsugarak a fában található bélsugarak folytatását képezik. Ezek itt gyakran tölcseírszerűen kiszélesednek, amely jelenség valószínűleg a hancsban beálló oldalnyomás



csökkenésére vezethető vissza pl. Tiliaceae, Pappilionaceae Corylus stb.).

A másodlagos háncsban futó bélsugarak a Coniférákban néha sajátos alakú és kifejlődésű sejtekkel bírnak; így az Abietaceák, Taxaceák és a Cupressaceák egyes generaiban. A háncsbélsugarakban itt a rendes tehát hosszirányban megnyúlt bélsugár sejteken kívül, amelyek rendes körülmények között csak keményítőt tartalmaznak, vertikális irányban megnyúlt, plazmában gazdag bélsugár sejtek is alakulnak, amelyek néha feltűnően nagy sejtmagokat tartalmaznak.\*) Ezek közvetlenül a rostacsövekkel közlekednek, amelyekkel a legtöbb esetben a rostalapok kötik őket össze. Újabban mint a rostacsövek kísérő-sejtjeit fogják fel őket (l. 257. kép).

Azokban a fákban, amelyekben a fiatalban futó bélsugarak vízszállító elemeket (tracheidákat) is tartalmaznak (pl. Pinus, Picea stb.), ott természetesen ezek az elemek a háncsban hiányoznak. A háncs bélsugaraiban leggyakrabban keményítőt figyelhetünk meg, de ezenfelül sokszor más szénhidrátok, zsírok és oxálsavas mészkristályok is jelentkeznek. Egyes fák háncsában gyakoriak a váladéktartók, így mézgatartók a Tiliák háncsában, gyantajáratok a Pinus, Picea, Abies stb. tejedények, a Morusok stb. háncsában. Gyakorlati szempontból nagyon fontos a fák háncsának csersavtartalma, amelynek szerepe az erdőgazdaság szempontjából néha felette számottevő.

A nemes tölgyek\*\*) csersavtartalma a legnagyobb. Schwartz után\*\*\*) az alábbiakban néhány fontosabb erdei fánk háncsának csersavtartalmát közöljük.

*Quercus robur* (kéreg nélkül) legjobb 16—20%; u. a. jó 12—15%; u. a. kevésbé jó 7—9%; u. a. idős korban 8—10%; *Alnus glutinosa* (kéreg nélkül) 8—10%; *Salix*ok (fiatal) 8—12%; *Picea excelsa* (30—60 éves) 8—10%; u. a. (60—100 éves) 6—7%; *Larix decidua* 6—8%; *Abies alba* 4—8%; *Betula alba* 3—5%; *Ulmus*ok 4—5%; *Fagus* 3—4%; *Aesculus* 2—3%.

A háncs általános szerkezetére vonatkozólag még meg kell jegyeznünk, hogy ezt a rostnyalábok hálózák be, amely jelen-

\*) Strasburger figyelte meg őket legelőször.

\*\*) Ezen elnevezés alá foglaljuk a tölgyeket, a csertölgy (*Quercus cerris*) kivételével, miután ennek a fája, a többi tölgyhöz viszonyítva, alárendelt minőségű.

\*\*\*) Forstl. Bot. 107. old.



ségről különösen a tangenciális metszeteken jól meg lehet győződni. Egyébként a háncs elemei nem vagy kevésbé fásodnak. A fásodás nagyobb mértékben csak a rostokra és általában a mechanikai elemekre szokott kiterjedni. A parenchyma sejtek aránylag hosszabb ideig maradnak életben, míg a rostacsövek és kísérősejtjeik rendszerint már az első évben elhalnak.

### A fatest anatómiája.

Amint már említettük, a fatest topográfiai megjelölése alatt a kambiumon belül fekvő egész törzsrészt értjük, a béllel együtt.

Az első éves hajtás elsődleges szöveteiben a fatest az edénynyalábok fás részéből és az elsődleges bélsugarakból — beleértve a belet — áll. A kambium működése folytán — amint láttuk — nemcsak az eredeti nyalábok és a bélsugarak terjedelme növekedik, hanem a kambium ezen felül még másodlagos bélsugarakat is hoz létre. A legtöbb fás növényünkben ilyen módon a kambium igen korán, már az első év folyamán egy homogén fatestet képez, amelyben az eredeti edénynyalábok határvonalai már erősen elmosódnak és csak az egyes bélsugarak tűnnek fel.

Az erdei fák testét alkotó sejteket néhány elemi alaphoz formára vezethetjük vissza, amelyek a következők (l. 138. és 142. kép):

a) Vízszállító elemek: edények és tracheidák; feladatuk a víz és az anorganikus táplálóanyagok szállítása.

b) Parenchymatikus elemek: faparenchyma sejtek, bélsugársejtek, belsejtek; feladatuk a szénhidrátok szállítása és raktározása.

c) Mechanikai elemek: (prosenchymatikus) farostok (libri-form sejtek); feladatuk a fatest szilárdítása.

d) Átmeneti alakok: b) és c) között: pótló rostok, fiókos rostok, tracheidák és az edények között edényalakú tracheidák; a) és c) között rosttracheidák.

A fatest vizsgálati módszereinél a tér három irányában vett metszetekkel dolgozunk; a hossz tengelyre merőleges a keresztmetszet, a sugár irányában vett hosszmetszet a radiális metszet és végül a sugár irányára merőleges hosszmetszet a tangenciális metszet. Ezen metszetekkel az elemek alakját és térben való elhelyezkedését tökéletesen ábrázolhatjuk (l. 140., 141., 142. és 256. kép).





258. kép.

A *Fagus silvatica* idős fájának szövetelemei. *a* és *b* edények (tracheák), *c* és *d* tracheidák, *e*—*h* libriform sejtek, *i* faparenchyma, *k* bélsugársejtek. Schwarz után.



A fatest elemi alkotó részeit még élettani szerepük szerint is jellemezhetjük. Az első összeállításban ezt a szempontot is figyelembe vettük. Ez azonban gyakran nem kizárólagos. Nevezetesen a tulajdonképeni főfeladathoz még sok esetben mellékfeladat is járul, amely azután különösen az átmeneti alakok fejlődésénél jut kifejezésre. Ha ezen szempontok szerint csoportosítjuk a fatest elemeit, akkor az első pillanatban látni fogjuk, hogy a legtöbb elemnél az élettani feladat nem kizárólagos, hanem néha két különböző is lehet. Ennélfogva ezeknél tulajdonképen fő- és mellékfeladatról is beszélünk. Néha a határok annyira elmosódnak, hogy a fő- és mellékfeladatot egymástól nem is lehet élesen elválasztani.

A következő összeállításban Haberlandt után az egyes elemek élettani feladatát közöljük.

Ez a táblázat egyúttal a fás elemek részletes anatómiai jellegek alapján történő felsorolását is közli (l. 138., 140., 141. és 258. kép).

#### Élettani

Az alak megnevezése: főfeladat: mellékfeladat:

1. Vastagfalú tracheidák és edények	vízszállítás	szilárdítás
2. Vékonyfalú tracheidák és edények	vízszállítás	—
3. Libriform sejtek (sklerenchyma rostok) hasadékszerű, egyszerű gödörkéekkel	szilárdítás	—
4. Libriform sejtek kis udvaros gödörkés vastagodással	szilárdítás	vízszállítás
5. Vékonyfalú faparenchyma sejtek	szénhidrátok szállítása és raktározása	—
6. Vastagfalú faparenchyma sejtek	„ „	szilárdítás
7. Bélsugár sejtek	„ „	—

#### Átmeneti alakok (l. 259. kép).

8. Edénytracheidák	vízszállítás	—
9. Rosttracheidák vastag fallal, nagy udv. gödörkéekkel, spirális vastagodás nélkül. Rosttracheidák spirális vastagodással	Ezek az elemek úgy a vízszállításban, mint pedig a szilárdításban egyaránt szerepelnek	
10. Pótlórostok egyszerű gödörkéekkel	szénhidrátok szállítása és raktározása	szilárdítás
11. Fiókos rostok	szilárdítás	szénhidrátok szállítása és raktározása

A vízszállító elemek lényegileg — amint már említettük — két alaptípusra, a tracheidákra és az edé-



n y e k r e vezethetők vissza. A tracheidák és az edények közötti alapvető különbség a sejtfaláttörésben (perforáció) van.

A t r a c h e i d á k falának vastagsága aszerint, amint ezek az elemek tisztán csak vízszállításra vagy szilárdításra szolgálnak, felette változó. Az előbbi célt szolgálóknál faluk vékony, az utóbbiaknál pedig aránylag vastag. Vastagodásuk meg lehetőszen változatos; a fenyőkben a leggyakoribb az udvaros-gödörkés vastagodás, amelyhez azután néha a spirális vastagodás járul, mely esetenként kizárólagos is lehet. Így kizárólag spirális vastagodású tracheidákat találunk a Coniférák elsődleges fájában.\*)

A Coniférák másodlagos fájában szintén találunk spirális vastagodású tracheidákat; így pl. a *Pseudotsuga*, *Taxus* stb. fájában.

A Coniférák tracheidáinak különleges vastagodási módjához tartozik még az ú. n. keresztléces falvastagodás, amely radiális irányban futó cellulóz lécekből áll (trabecula, pl. *Pinus*). Egyes esetekben thyllák fejlődését is megfigyelték.\*\*)

A lombfák fájában a tracheidák csak másodlagos szerepet játszanak, sőt vannak egyes lombfák, pl. *Robinia*, *Salix*, *Populus*, *Aesculus*\*\*\*) stb., ahol ezek teljesen hiányoznak. Viszont egyes lombfák, pl. *Drimys Winteri*, az edényeket teljesen nélkülözik és vízszállító elemeik csak tracheidákból állanak.

A lombfák tracheidái szintén spirális vagy udvaros-gödörkés vastagodással bírnak. Néha hosszanti sorokban helyezkednek el (pl. *Ulmaceae*), de legtöbbször kihegyezett végű, prosenchymatikus formájúak és mint a farostok, illeszkednek egymáshoz (*Quercus*ok, Coniférák stb.).

Nagyságuk az egyes fákban nagyon változó, a lombfákban rendszerint 1 m/m. alatt marad, a fenyőkben azonban 1—2 m/m.-t is elérhet.

Élettani szerepük a lombfákban leginkább a vízszállítás, a fenyőkben azonban a fatest szilárdítását is kizárólag ők végzik.

A z e d é n y e k (tracheák) sejtegybeolvadásból keletkeztek, elterjedésük jóval korlátoltabb, mint a tracheidáké, mert

\*) Ezeket régebben edényeknek, illetőleg edénytagoknak tekintették; újabban a legutolsó vizsgálatok alapján bebizonyosodott, hogy ezeknek a fala perforálva nincsen, tehát tracheidák.

\*\*) Raatz: Ber. d. d. ot. Ges. Bd. 10 p. 183. 1892.

\*\*\*) Strasburger: Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen. 176., 200., 208., 214. o.



míg az utóbbiak a nyitva- és zárwatermőkben egyaránt előfordulnak, addig a tracheák elterjedése a zárwatermőkre szorítkozik.

A fatest kifejllett edényei — az egybeolvadás után — az ú. n. edénytagokból állanak. Ha a vizsgálatnál metszeteinket  $\text{KClO}_3 + \text{conc. HNO}_3$ -al kezeljük (maceráljuk), mely alkalmával a középlemez pektin anyagát és az inkrusztáló anyagokat elroncsoljuk, az edények ezekre az edénytagokra esnek szét. A fatest edénytagjainak vastagodása rendkívül változatos. Az elsődleges fában leggyakoribb a gyűrűs, spirális, sőt néha a hálós vastagodás is, a másodlagos fában viszont a gödörkés vagy vermes vastagodás a gyakoribb, mely vastagodási mód nagyon gyakran, különösen az őszi szövet szűk edényein, még a spirális vastagodással is kombinálva van (Robinia, Tília, Ulmus stb. l. 138. kép).

Az udvaros gödörkék kölcsönös elhelyeződése, alakja és nagysága rendkívül változó.

Az edénytagok egybeolvadása, illetőleg az érintkező sejt-falak áttörése, perforálása, az egyes lombfákban szintén felette változó.

Az áttörés legtöbbször egyszerű, amikor a keresztválasztófal egy-egy teljesen áttört, széles pórust mutat, lehet azonban létrafog formájú is, amikor az edénytagok eredeti választófalja nem egyszerűen szakad át, hanem a sejt-fal helyenkint létrafogak módjára megmarad (pl. Staphylea, Liriodendron stb.). Ez utóbbi áttörés rendszerint akkor valósul meg, mikor az edénytagok eredeti választófalja ferde elhelyezésű volt. Viszont nem egy esetben ferde választófalon is keletkezhetik egyszerű perforáció (pl. Quercus). Egyes fákban az edénytagok mind a két áttörési alakot mutathatják (Fagus), míg a legtöbbnél csak az egyik, vagy csak a másik alak fordul elő.

A fatest edényeinek hossza felette változó. Néhány adatot Strasburger és Ewart nyomán alább közlünk.

Az edények hosszának mérésére Strasburger higanyt nyomott a különböző hosszúságú, vékony törzsdarabokon keresztül, miután az edények hosszúságát mikroszkópi metszeteken közvetlenül lemérni nem lehet.

Egyes liánokban egy-egy edény hosszúsága több szártaggal sőt magával a törzs hosszúságával egyezik meg.



## Az edények hossza cm.-ben.

Név	Ewart	Adler szerint	Strasburger
<i>Quercus robur</i>	—	57·0	400
<i>Robinia pseudacacia</i>	—	69·5	150
<i>Alnus glutinosa</i>	24·0	5·7	—
<i>Betula pendula</i>	—	12·0	—
<i>Ulmus glabra</i>	48·0	32·5	—
<i>Acer campestre</i>	—	16	—
<i>Aristolochia macrophylla</i>	—	210	500
<i>Rubus idaeus</i>	15·0	—	—
<i>Corylus avellana</i>	—	11·0	—

Hasonlóképen tág határok között változik az edények átmérője is, amely — amint az évgyűrű tárgyalásánál látni fogjuk — ugyanazon fán, egy tenyészeti időszakon belül, továbbá a fa kora szerint is, lényeges hullámzásoknak van alávetve. Általános szabály azonban az, hogy minél szélesebbek az edények, annál kisebb az edénytagok aránylagos hosszúsága, viszont a szűk edények abszolút hosszúsága a legkisebb.

A mi erdei fáinkban a legbővebb edényeket a *Quercus*okban találjuk: 0·2—0·3 mm. átmérővel, a kúszó liánokban azonban ez az átmérő 0·3—0·7 m/m. is lehet. Az edények átmérője a gyűrűs likacsú fákban (*Quercus*, *Robinia*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Ailanthus*, *Sophora* stb.) rendszerint nagyobb, mint a szórtlikacsúakban (*Pinus*, *Prunus*, *Acer*, *Fagus*, *Carpinus* stb.).\*)

Általában, ha az edények átmérője 0·10 m/m. alá száll, akkor ezek már szabad szemmel nem vehetők ki.

Az edények és a tracheidák udvaros gödörkéi ott, ahol ezek vízszállító elemekkel (tracheák, tracheidák) érintkeznek, mind a két oldalon egyenlő kifejlődést mutatnak. Ahol azonban az érintkező elemek udvaros gödörkéikkel nem bírnak, ott az edények vastagodása is megváltozik. Nevezetesen, ahol ezek egyszerű gödörkéikkel bíró faparenchyma sejtekkel érintkeznek, ott csak az edényüreg felőli oldalon fejlődik ki az udvaros gödörke, a másik oldalon csak egyszerű gödörkét találunk. Ez az ú. n. egyoldali udvaros gödörkés vastagodás, amely a tracheidákon is megtalálható. Ahol azután az edények egyszerű

\*) A gyűrűs és szórt likacsú fák fogalmát „Az évgyűrűk” című fejezetben fogjuk részletesen tárgyalni.



gödörkésen vastagodott libriform rostokkal érintkeznek, ott két eset lehetséges és pedig az egyik esetben az edények érintkező falfelületén is egyszerű gödörkéket találunk (*Sambucus*, *Populus*), a másik esetben pedig az érintkező falfelületen sok apró udvaros gödörke fejlődik ki (*Syringa*, *Hedera*). A bélsugár sejtekkel szomszédos elemeknél is hasonló esetekkel találkozunk.

A *faparenchyma* sejtek. Ezeket a sejteket alakjukon kívül főleg az jellemzi, hogy hosszú ideig plazmatikus tartalommal bírnak és falukon csakis egyszerű gödörkés vastagodásokat találunk. Az anyagszállítás és raktározás szolgálatában állanak, tartalmuk a plazmán kívül N-mentes organikus vegyületekből, főleg szénhidrátokból áll. Ezen szénhidrátok közül egyes fáinkban túlnyomó a keményítő (így a legtöbb az ú. n. keményfákban: *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, stb.), míg a többi puhafákban inkább zsírokat találunk (*Tilia*, *Betula*, *Pinus*, stb.).

Egyes esetekben, különösen fiatal hajtásokban, még néha szórványosan chlorophyll szemecskék is jelentkeznek.

Maguk a *faparenchyma* sejtek egy-egy orsóalakú, kambíális anyasejt keresztfalak által való tagozódása folytán keletkeznek és ezért hosszú, orsóformájú sejtcsoportokat alkotnak, amelyeknek a felső és az alsó határoló sejtje egyoldalon orsóalakot mutat, míg a közbülső sejtek kerekded, legtöbbször letompított négyszögletes, szóval tipikus parenchymatikus formát mutatnak (l. 142. és 258. kép).')

A libriform sejtek vagy farostok — amint már ezeket korábban jellemeztük — a sklerenchyma rostok csoportjába tartoznak és tulajdonképen anatómiai értelemben a háncrestokkal teljesen azonosak. A libriform szó csak topografiai jelentőséggel bír. Ezek az elemek a maguk jellemző sajátosságukkal kizárólag a fatest szilárdítására szolgálnak. Vastagfalú, kis üregű, végükön erősen kihegyezett sejtek, amelyek egymással vékony, néha csak ferde hasadék formájú, egyszerű gödörkéekkel közlekednek, de néha udvaros gödörkéekkel is. Spirális vastagodás rendszerint nincsen rajtuk. Egyes fáinkban a sejt fal belső rétege sajátos nyúlós gelatinszerű szerkezetet vesz fel, amelyet a chlórzinkjód kékre fest (*Ulmus*,

\*) Ezek együttesét régebben fiókos rostoknak is nevezték.



Morus stb.). Sokszor ezeket a libriform sejteket kereszt választófalak rekeszekre osztják (*Tectona grandis*, *Swietenia Mahagoni* stb.). Sejtfaluk hamar vastagodik. A vastagodás a plazma munkája, mihelyt azonban a fal egy bizonyos vastagságot elért, a plazma elhal, a sejtfal pedig erősen fásodik. Legtöbbször a sejtüreg rendkívül kicsi, tartalma rendszerint levegő, amelyhez néha plazma maradványok, sőt kivételesen keményítő is járul. Mindenesetre a keményítő raktározás csak mint mellékfeladat jöhet tekintetbe.

A libriform sejtek a Coniférák fájában általában hiányoznak, lombfáinkban, illetőleg ezek fatestében kivétel nélkül megvannak. Hasonlóképpen megtaláljuk őket az egyszíkiék szárában is, az edénynyalábok kíséretében. A libriform sejtek a kambialis anyasejteknek hosszanti tangenciális falak útján való osztódása folytán keletkeznek. Azonban közvetlenül keletkezésük után nemcsak a faluk vastagodik meg és nagyobbodika sejtüregük, hanem hosszanti irányban is erős növekedést mutatnak. Rendszerint az őszi pászta libriform sejtjei jóval hosszabbak (2—3-szorosan) a tavaszi pászta hasonló elemeinél. A libriform sejtek mennyisége, nagysága, illetőleg hosszúsága, faluk vastagsága, eloszlása, a fa gyakorlati felhasználhatósága szempontjából rendkívül fontos sajátság, mely a fa keménységét, hasíthatóságát, megmunkálhatóságát döntően befolyásolja. Ezeken a most tárgyalt alaptípusokon kívül még az ú. n. átmeneti alakokat is megtaláljuk a fa testében.

Az átmeneti alakok határozott jellemzése nehezebb feladat, mi megelégszünk a legfontosabb formák leírásával. A tracheidák és az edények közötti átmenetet képviseli az ú. n. edénytracheida. Ez az alak tulajdonképpen nem egyéb, mint egy vékonyfalú szűk üregű tracheida, amely felette hasonlít a szűk edények hosszúedénytagjaihoz.

Víszont a tracheidák és a libriform sejtek között is van átmeneti alak és ez az ú. n. rosttracheida. Ezek vastagfalú, kihegyezett, orsóforma, szűk üregű tracheidák, amelyeknek udvaros gödörkéi kicsinyek, maga az udvar ferde rés alakúvá változott, úgy hogy maga az udvaros gödörke nagyon hasonlít a farostok ferde, hasítókszerű, egyszerű gödörkéihez. Ide soroljuk a spirális vastagodású, vastagfalú rosttracheidákat is (l. 259. kép).



Ezek a rosttracheidák különösen a Coniférák fájában fordulnak elő tömegesen, amit az a körülmény magyaráz, hogy a Coniférák fatestében a libriform sejtek teljesen hiányoznak.

Haberlandt szerint az átmenet a fenti elemek között a következő:

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Libriform sejt, hasítókszerű, egyszerű gödörkéekkel | Szilárdítás  |
| 2. Libriform sejt, kicsiny udv. gödörkéekkel           |              |
| 3. Rosttracheida, udvaros gödörkéekkel                 |              |
| 4. Rosttracheida, spirális vastagodással               |              |
| 5. Vastagfalú tracheidák és edények                    |              |
| 6. Vékonyfalú tracheidák és edények                    | Vízszállítás |

Másrészt azonban a libriform sejtek és a parenchyma sejtek között is vannak átmeneti alakok. Ezek az ún. pótlórostok, amelyek a táplálóanyag szállításán és raktározásán kívül még a fatest erősítését is szolgálják. Maguk a pótlórostok a rendes parenchyma sejteknél vastagabb falú sejtek, amelyek végeiken ki vannak hegyezve. Az erősen kihegyezett végű, orsóformájú pótlórostokat egyesek (Wilhelm) parenchyma rostoknak is mondják.

Ezeknek az elemeknek falában szintén csak egyszerű gödörkéket találunk, amelyek itt is ferde hasítókszerű alakot vesznek fel.

A tipikus pótlórostok mindig plazmikus tartalommal és szénhidrát tartalommal bírnak, üregük pedig rendszerint aránylag nagyobb a libriform sejteknél.

Haberlandt a libriform — faparenchyma átmeneti jellemzésére — a következő sorozatot állította össze:

1. Libriform sejt, elhalt plazmatesttel
2. Libriform sejt, élő plazmatesttel
3. Félig libriform és félig pótlórostok\*)
4. Vastagfalú faparenchyma sejtek
5. Pótló rostok
6. Vékonyfalú faparenchyma sejtek.

\*) Ezeket legelőször Haberlandt a *Cytisus Laburnum* fájában találta meg (l. 260. kép). Egyik felük pótlórost alak, míg a másik felük kifejezetten sklerenchyma rost. Csak a teljesség kedvéért soroljuk fel. Nagyobb eltéréseknek ez az alak nem örvend; a mi erdei fáinkban még eddig nem figyelték meg.



A fiókos rost (l. a 89. oldalt).

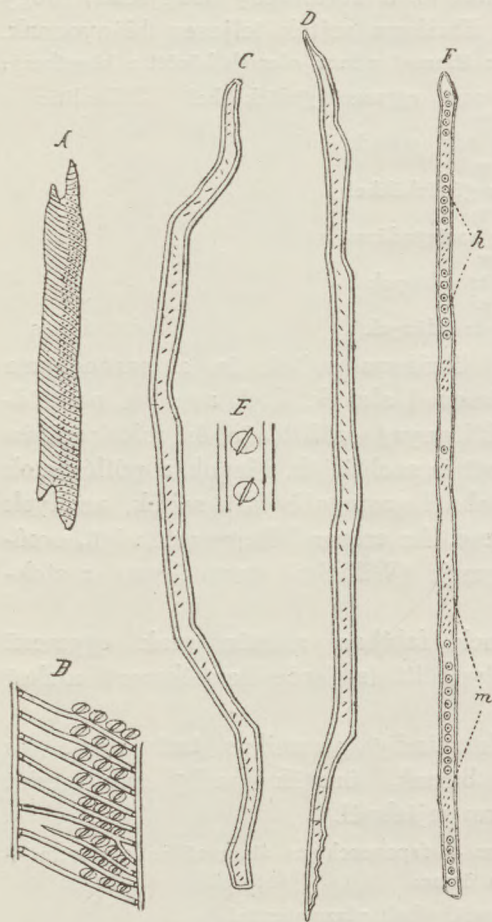
A bélsugár sejtek szintén a parenchyma sejtek csoportjába tartoz-

nak, feladatuk a szénhydrátok

szállításán kívül még főképen ezen táplálóanyagoknak raktározásából

áll. A Coniférák egy részében (Pinus, Picea, Larix, Tsuga, Abies alba, Abies balsamea, Cedrus, Pseudotsuga stb.) ezek mellett a parenchymatikus bélsugár sejtek mellett a bélsugarak még vízszállító elemeket, tracheidákat is tartalmaznak (l. 169. kép).

A normális bélsugarak téglalakú parenchyma sejtek, amelyek hosszabbik oldalukkal a sugár irányában fekszenek és ezért ezeket fekvő bélsugársejteknek nevez-  
zük (l. 261. kép).



259. kép.

A a *Tilia* edénytracheidája csavaros falvastagodással és kicsiny udvaros gödörkével (120/1-szeres nagyítás), B u. a. részlete 600/1-szeres nagyításban, C—G-ig rostracheidák és pedig: C, D a *Quercus sessiliflora* fájából 120/1 szeres nagyítás, E u. a. részlete 300/1-szeres nagyításban; F a *Picea excelsa* fájából 30/1-szeres nagyítás; G a *Guajacum officinale* fájából (175/1-szeres nagyítás). A C, D, G alatti elemekben csupán a keresztreses pórusok, míg E alatt az erősen megnagyított udvaros gödörkék láthatók. Wilhelm után.

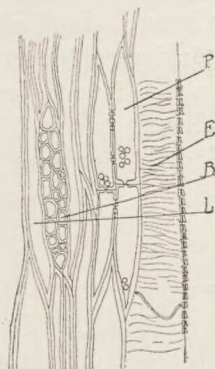
A legtöbb lombfában még a bélsugarak alsó és felső peremén úgynevezett álló bélsugársejteket is találunk, amelyeknek magassága jóval nagyobb, mint hosszúságuk vagy legalábbbb is a kettő



egymással egyenlő (l. 262. kép). A bélsugársejtek élő tartalmukat soká megtartják, a gesztessedés beálltával azonban úgy ezek, mint a parenchymasejtek elhalnak, faluk megfásodik és gesztelő anyagokkal (csersav, gumi, gyanták stb.) tömődnek el.

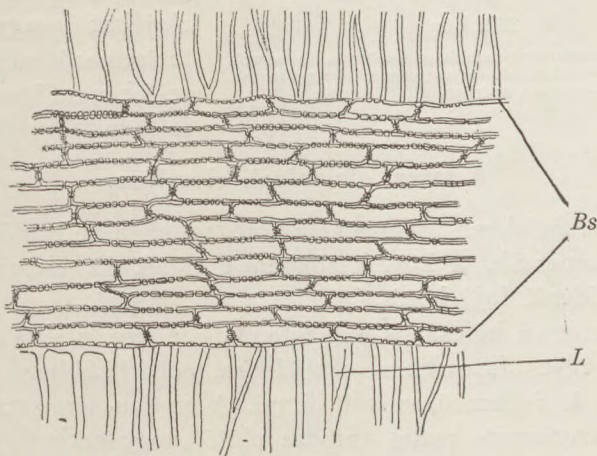
A belsejtek — amint már az elsődleges szövetek tárgyalásakor említettük — szintén parenchyma sejtek, amelyek azonban hamar elhalnak és a fatörzs későbbi növekedése folyamán erősen összenyomódnak. Gyakran tartalmaznak keményítőt, sőt csersavat is (csersavtömlők a bélben).

A parenchymatikus bélsugár sejtek kizárólag egyszerű gödörkével közlekednek egymással. Ott, ahol ezek vízszállító elemekkel érintkeznek — amint már említettük — egyoldali udvaros gödörkék fejlődnek ki, amelyeknek a bélsugár sejtekbe torkoló egyszerű gödörkéje rendszerint aránylag nagy szokott lenni, ami a vízkicserélés megkönnyítésére szolgál.



260. kép.

A *Cytisus Laburnum* fájának tangenciális hosszmet-szete. *P* pótlórost, *E* edény, spirális vastagodással, *B* bélsugár, *L* libriformsejt. Dr. Fehér eredeti rajza.



261. kép.

Az akác bélsugarának radiális hosszmet-szete. *Bs* bélsugársejtek, *L* farostok. 500/2-szeres nagyítás. Dr. Fehér után.

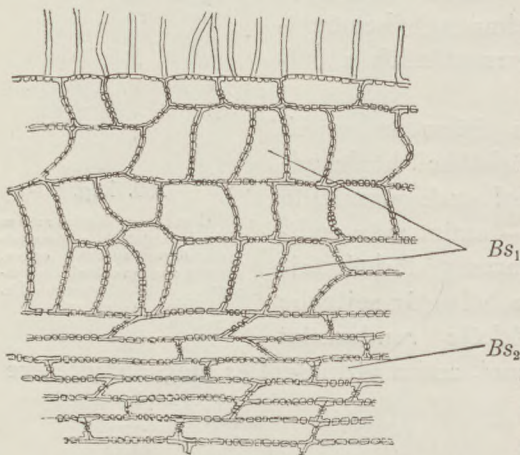


A bélsugársejteket és a faparenchyma sejteket kiterjedt és egymással szoros összefüggésben álló sejtközi járatok kísérik, amelyekkel a parenchyma sejtek gödörkéik útján közlekednek. Ilyen módon egy levegőt vezető csatornahálózat jön létre, amely viszont a lenticellákkal állván szoros összefüggésben, a fatest gázkicserélődését teszi lehetővé.

A fatest elemeinek közös sajátága a fásodás, amely ezen elemek falára kivétel nélkül ki szokott terjedni. A fásodás a legtöbb fánkban már a tenyésztési időszak elején kezdődik, úgy

hogy az időszak végén már a legfiatalabb elemek fala is elfásodott. Legelőször az edények és a libri-form sejtek kerülnek sorra, legutoljára maradnak a parenchyma sejtek.

A fás szövetekben a Coniférák schizogén gyantajáratainak és lyzigen gyantát tartalmazó üregein kívül más illanóolajokat vagy gumit tartalmazó váladéktartó sejtek nem igen szoktak fejlődni.



262. kép.

Az a k á c bélsugarának radiális hosszmetéte. *Bs*<sub>1</sub> normális, v. fekvő bélsugársejtek, *Bs*<sub>2</sub> magas, v. álló bélsugársejtek. 500/2-szeresen nagyítva. Dr. Fehér után.

### A fatest elemeinek eloszlása.

Az eddigiekben a fatestet alkotó sejtek alapformáit egyenként jellemeztük, a következőkben ezeknek az elemeknek az elrendeződését fogjuk vázolni.

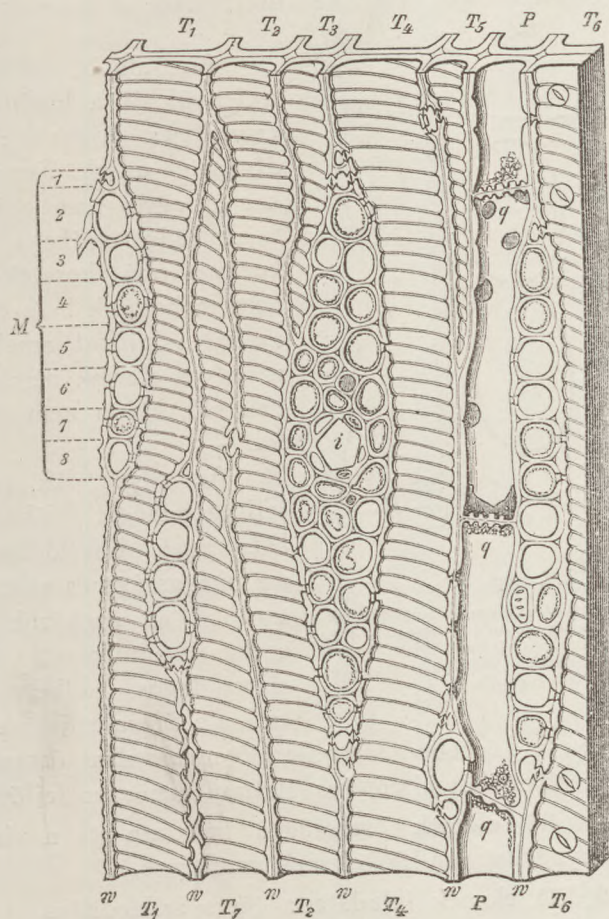
Az elemek kölcsönös helyzete, kifejlődése, alakja és nagysága az egyes fajokra, családokra, sőt ritkábban az egyes fajokra is jellemző szokott lenni. A nyitva- és zárvatermők fájának szerkezete pedig annyira elütő, hogy ezeket egymástól anatómiai jellegek alapján könnyűszerrel el lehet különíteni (l. 268. és 269. kép).



Mielőtt az elemi eloszlás részletes tárgyalását megkezd-  
denénk, a nyitva- és zárvatermők fás szöveteinek rövid jellem-  
zését közöljük.

A nyitvatermők fájának alkotórészei úgy az elsődleges,  
mint pedig a másodlagos fában a következők:

1. Tracheidák, 2. faparenchyma sejtek, 3. bélsugár paren-



263. kép.

A *Pseudotsuga Douglasii* fájának tangenciális hosszmetsete. A kép bal felén egy sejtsor széles bélsugarak, a közepén több sejtsor széles bélsugár — központi gyantajáráttal *t*;  $T_1-T_7$  átmetszett tracheidák, amelyek belső fala csavarosan megvasdagodott; *w* a tracheidák radiális fala; *PP* rostparenchyma az egyes sejtek keresztválaszfalaival  $\times 300/1$ -szeres nagyítás. Hempel és Wilhelm után.

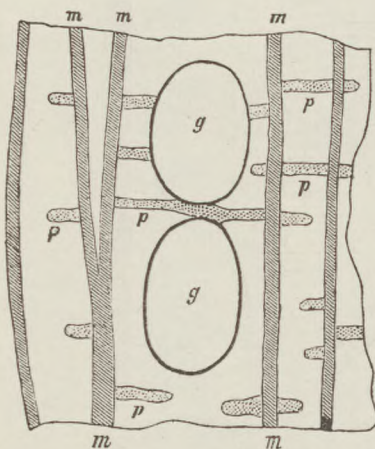


chyma sejtek, 4. bélsugáriracheidák,\*) 5. epithel sejtek (a gyantajáratokban),\*\*) 6. belsejtek.

Viszont a lombfákban ezzel szemben a következő elemek vannak:

1. Tracheidák, 2. edények,\*\*\*) 3. faparenchyma sejtek, 4. libriform sejtek, 5. fekvő és álló bélsugársejtek, 6. belsejtek.

Amint említettük az egyedüli *Drimys Winteri* lombfa fájában hiányoznak a valódi edények. Ebből az összeállításból az átmeneti alakokat kihagytuk.



264. kép.

A *Casuarina* fája szövetelemei összefüggésének vázlatos képe. *g g* edények, *m m* bélsugarak, *p p* faparenchyma lemezek. A közbeeső összes üregek mechanikai szövetelemekkel (libriform) töltődnek ki. Wiesner után.

Az alábbi táblázatban a fenyők és a lombfák hancsának és fájának részletes átnézetét adjuk. Természetesen az egyes nemek, illetőleg fajok jellemzésébe a rendelkezésre álló keretek között nem mehettünk bele és azért azokat a fajokat, amelyekben az egyes elemek nem fordulnak elő, külön nem soroltuk fel. —

Az egyes fák testének jellegzetességét főképen a bélsugarak kifejlődése, száma, magassága és vastagsága, továbbá az évgyűrűk és az ezekben elhelyezett elemek viszonylagos elhelyeződése és kialakulása adja meg.

Eltételezve a későbbben tárgyalandó mechanikai összefüggésektől, a fatestben két ellentétes élettani rendszer fejlődik ki:

A szilárdító elemek összefüggő hálózata és a vizet és organikus anyagokat szállító elemek rendszere.

A szilárdító elemek feladata a törzs szilárdítása, a szállító elemek hálózata viszont a víz és az organikus tápláló-

\*) Egyes nemekben, mint pl. *Abies*, *Juniperus* stb., hiányoznak.

\*\*) Egyes fákban (*Abies*, *Taxus* stb.) hiányoznak.

\*\*\*) A nyitvatermők közül csak a *Gnetalesek*ben vannak.



Név	H á n c s						F a t e s t									
	Háncs epithel sejtek	Háncs parenchyma	Rostacsó	Kisérősejt	Háncs sklerenchyma -sejtek <sup>1)</sup>	Háncs rostok <sup>2)</sup>	Edények	Edény-tracheidák	Tracheidák	Rost-tracheidák	Libriform sejtek	Pétlórost	Faparenchyma sejt	Bélsgár parenchyma	Bélsgár tracheida	Fa epithel + sejtek
Coniferák	+	+	+	—	Abies, Picea, Larix +	Cupressaceae, Taxaceae +	—	—	+	+	—	—	Taxus kivételével +	+	Pinus, Picea, Larix, Cedrus + Tsuga, Abies bal-samea, Pseudotsuga	Pinus, Picea, Larix +
	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—
Lombfák	—	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—
	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—
Corylus, Quercus, Castanea, Morus, Salicaceae, Fraxinus, Syringa																
Csak a Drimys + Winteriben hiányzik																
+ Betula-ceae, Fagus, Platanus, Ligustrum, Olea stb. <sup>3)</sup>																
+ Ulmaceae, Lonicerarhamnaceae stb. <sup>4)</sup>																

Cornus, az Ampelopsis stb. fajokban.

1), 2) Pinusokban mind a két elem teljesen hiányzik.  
3) 1) Mind a két elem hiányzik a Lycium a Laurus a  
2) Mind a két elem hiányzik a Cornus, az Ampelopsis stb. fajokban.

<sup>1)</sup>, <sup>2)</sup> Pinusokban mind a két elem teljesen hiányzik.  
<sup>3)</sup>, <sup>4)</sup> Mind a két elem hiányzik a Lycium, a Laurus, a Cornus, az Ampelopsis stb. fajokban.



anyagok gazdaságos elosztásáról gondoskodik és a növény kialakulásában egyik fontos elv az, hogy a szállítórendszer sehol megszakítást ne szenvedjen.

Általában szabály az, hogy minden fa csak bizonyos elemeket képes kambiumával létrehozni, melyek az illető egyedek jellemző sajátságait megadják. Hasonlóképpen jellemző az egyes fajokra az elemek nagysága és sejtvastagsága is, amely bizonyos határok között állandó szokott lenni. A fenyőkben a fatest alapanyagát a tracheidák adják meg, amelyek közt azután a többi elemek helyezkednek el.

#### A bélsugarak és a faparenchyma.

A bélsugarak leírásakor meg kell jegyeznünk, hogy ezeknek három jellemző vonása szokott lenni, nevezetesen: hosszúságuk, szélességük és magasságuk. A hosszúságukról már a fejlődés során szólottunk. A szélességeket ki szoktuk fejezni részben relative sejtsorokkal, részben pedig abszolút számokban, a magasságot hasonlóképpen. A bélsugarak a faparenchymával egy összefüggő rendszert alkotnak, amely kétségtől a N-mentes táplálóanyagok raktározásán kívül, ezeknek a szállítására is szolgál.

Ezen a helyen a faparenchymának a táplálóanyagok szállítása körüli szerepe felett megkezdett és még sok tekintetben kiegészítésre szoruló vizsgálatokat, amelyeket jórészt Hartig Th. és Fischer A. végeztek, részletesen nem ismertethetjük. A vizsgálatok folyamán bebizonyosodott, hogy a szénhidrátok lefelé szállítása\*) elsősorban a háncs parenchyma szöveteiben megy végbe, míg tavasszal a tartalék szénhidrátok (keményítő) oldható cukrokká (glukóz, maltóz) változnak át, amelyek az edényekben felfelé haladó vízárammal továbbíthatnak, azonban egészen bizonyos, hogy a faparenchymának a raktározáson kívül kétséget kizárólag ebben a szállításban is megvan a maga szerepe.

A bélsugarak és a fatest parenchyma szövetei egy összefüggő hálózatot alkotnak, amely az edényekkel, illetőleg a tra-

\*) A rostacsövek és kísérősejtjeik a fehérjék szállítására szolgálnak.



cheidákkal is szoros összefüggésben áll, ami azután a víznek és az organikus táplálóanyagoknak forgalmát kielégítően biztosítja (l. 263. kép).

A bélsugarak valódi vastagságát és magasságát a tangenciális metszeteken lehet meghatározni. Magasságuk mindig több sejtsorból áll, egyes fafajainkban — amint már a radiális metszeteken a bélsugár-tükrök\*) is mutatják — magasságuk 5—20 m/m., sőt több c/m. is lehet (*Quercus*, *Fraxinus*, *Fagus*, *Acer*, *Alnus* stb.).

Ilyen magas bélsugarak sejtsorainak száma természetesen rendkívül nagy lehet, amely a sejtek nagysága szerint a 100-at is meghaladhatja. A vastagság szintén tág határok között változik. Így egyes fákban, mint *Abies*, *Juniperus*, *Alnus*, *Taxus*, *Salix*, a legtöbb bélsugár csak egyetlenegy sejtsor vastagságú, viszont vannak fák, ahol egy és több sejtsor vastagságú bélsugarak változnak egymással; pl. *Fagus*, *Quercus*, *Picea* stb.

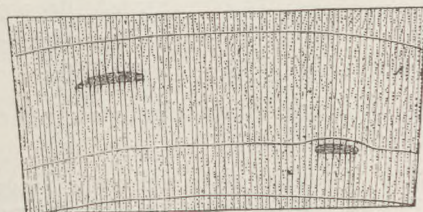
A szélesség sokszor a bélsugár magassága szerint változik; legszélesebb a bélsugár középső részében, míg felső és alsó szélén kisebb.

Viszont egyes fákban csak több sejtsor vastagságú bélsugarakat találunk; pl. *Acer*, *Fraxinus*.

A következőkben Nördlinger, illetőleg Büsgen után — a bélsugarakra vonatkozólag — néhány jellemző adatot közlünk:

F a n e m	M a g a s s á g m/m. max.	V a s t a g s á g m/m. max.
<i>Alnus</i>	160	0'6
<i>Quercus</i>	50	1
<i>Fagus</i>	5	—
<i>Acer</i>	1	0'05
<i>Prunus</i>	2	—
<i>Fraxinus</i>	0'5	—
<i>Buxus</i>	0.2	15
<i>Aesculus</i> , <i>Abies</i> ,	—	0'015
<i>Larix</i> , <i>Taxus</i>	—	0'025

\*) A vastag bélsugarak radiális metszete erősen fénylik. Ezt nevezik bélsugár-tükröknek.



265. kép.

A *Betula pendula* fájának keresztmetszete a befoltokkal. Hartig után.



A fenyők bélsugarai rendszerint vékonyak, szabad szemmel alig láthatók; legjobban kivehetők még a Sequoiában.

Egyes fákban, így a Fagusban, Carpinusban, Alnusban stb. nagyon gyakori eset, hogy több bélsugár szorosan egymás mellett fut, úgy hogy szabad szemmel ezeket külön-külön ki sem lehet venni és egy összefüggő egésznek látszanak. Ezek az ún. *vastag bélsugarak*.

Hasonlóképen gyakori eset egyes lombfáinkban (Alnus, Fraxinus, Fagus, Acer stb.), hogy az alvó rügyek táplálása céljából keresztben futó edénynyalábok vannak a fa testében. Ezek szintén bélsugaraknak látszanak szabad szemmel. Nevük *rügybélsugár* (ál-bélsugár).

A Coniférák bélsugarai sok tekintetben eltérnek a lombfák bélsugaraitól; így amint a közölt táblázatból kivehető, egyes fajok bélsugaraiban vízszállító elemek, tracheidák vannak, míg más fenyőfák bélsugaraiban keresztbe futó gyantajáratokat is találunk; pl. Picea, Larix, Pinus.

A lombfákban elszórtan néha váladéktömlők is fejlődnek. A bélsugártracheidák mindig a bélsugarak alsó és felső sejt-sorait foglalják el és a fenyők diagnosztikájában igen jól felhasználhatók. Egyes fajokban (pl. Pinus silvestris) faluk feltűnő zeg-zúgos vastagodással bír.

Schroeder a belső parenchyma bélsugársejtek sorainak számából (P) és a külső tracheidális sorok számából (T) egy együtthatót alkotott  $E = \frac{P}{T}$ , melyet a különböző fajok meghatározásánál használt fel.

A bélsugársejtek és a faparenchyma sejtek, továbbá az edények és a faparenchyma szövetek egymással szoros összefüggésben állanak (l. 264. kép). A faparenchyma sejtek az edényekkel, illetőleg a tracheidákkal nagy, rendszerint egyoldali gödörkével közlekednek. Egyes fajokban, pl. Pinus silvestris, ezek a gödörkék meglehetősen nagyok és azért, hogy az ozmotikus nyomás az idővel elhaló tracheidákat össze ne nyomja, bennük a már említett cellulózból álló keresztlécek fejlődnek ki.

A faparenchyma a fenyőkben rendszerint erősen redukálva van. A Pinusokban csak a gyantajáratok közelében van meg, míg a többi fenyőben hosszanti irányban futó egyes



sejtsorokat, illetőleg egy sejtsor vastag tangenciális lapokat alkot. A lombfákban legtöbbször, illetőleg legtömegesebben az edények körül találjuk őket. Gyakran kiterjedt tangenciális lapokat alkotnak, amelyek bélsugártól bélsugárig terjednek, néha csak köralakban az edények körül helyezkednek el (l. 140. és 141. kép). Sanio az előbbi alakot metatracheális-, az utóbbit pedig paratracheális faparenchymának nevezi. Az első típushoz tartoznak pl. a Magnolia, Robinia, Castanea, Juglans, Quercus és a legtöbb erdei lombfánk, a második típushoz pedig pl. a Caesalpinia, Sophora, stb. fajok. Úgy a bélsugár sejtek között, mint pedig a faparenchyma sejtek között sejtközi üregek hálózata van beiktatva, amely, — amint már az előzőekben említettük — fiatal hajtásokban a levegőnyílásokkal, idősebbekben pedig a lenticellákkal áll összefüggésben és a fatest gázcsere-jét segíti elő.

A bélsugarakkal kapcsolatosan meg kell még emlékeznünk az ú. n. bélfoltokról is (l. 265. kép). Ezek, mint Kienitz vizsgálatai mutatták, valószínűleg a rovarlárvák rágásai nyomán keletkeznek, amely rendszerint a még fiatal kambialis sejtekben folyik le. Ezeket a rágási üregeket azután pathológikus eredetű parenchymasejtek töltik ki, amelyek meglehetősen sokszögletű és szabályos voltuknál fogva a környező sejtektől élesen elütnek. Legtöbbször keményítőt, de gyakran csersavas anyagokat is tartalmaznak. Szabad szemmel rendszerint jól láthatók. Keresztmetszetben az évgyűrű határral párhuzamosan haladnak, azonban néha oldalágakkal több évgyűrűn is áthaladhatnak. Egyes fákban szabályszerűen jelentkeznek és már a fatest eredeti színétől szineződésük folytán is elütnek.

Öregabb fákban ezek a bélfoltok csak az alsóbb törzsrészekben jelentkeznek, néha azonban 10 m. rel a föld színe felett is megjelennek. Ilyen bélfoltokat mutatnak a következő erdei fánemek: Alnus, Sorbus, Betula, Salix, Populus, Prunus, Acer campestre. Elszórtan a fenyőkben is jelentkeznek és ilyenkor bennük gyantajáratokat találunk. A bélfoltok előidézője Nielsen\*) vizsgálatai szerint az általa tiszta kultúrában is kitenyésztett Agromyza carbonaria Zett. nevű rovar.

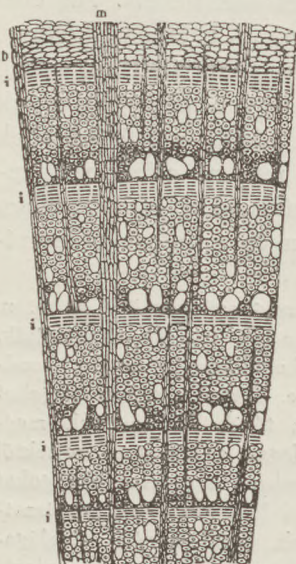
A bélsugarak száma a területegységre vonatkoztatva Nördlinger szerint felette változó. Mérései szerint átlagosan  $5 \text{ m/m}^2$  felületen a bélsugarak a következő számban fordulnak elő: Robinia Pseudacacia 20, Acer pseudo-platanus 33, Quercus pedunculata 64, Alnus glutinosa 78, Abies alba 37, Picea excelsa 44, Acer platanoides 47, Cytisus Laburnum 19 stb.

\*) Jahrbücher f. Zoologie. 23. Jahrgang. p. 273 (1906).



Egyébként — amint látni fogjuk — a fa keménységére, továbbá műszaki használhatóságára a bélsugarak száma, szerkezete és eloszlása erős befolyással bír.

A bél szerkezetéről bővebben nem fogunk szólni. Amint már több ízben említettük, a másodlagos növekedés folytán létrejövő elemek jelentékeny sugárirányú nyomást hoznak létre,



266. kép.

A bükkfa (*Fagus silvatica*) törzse keresztmetszetének részlete. *m* bélsugár, *i* az évyűrük határa, *b* háncs. Frank után.

amely a belső elemeket erősen összeszorítja. Ennek azután az a következménye, hogy maga a bél is összenyomódik és alaktalanná válik úgy, hogy idősebb fákban néhány kivételtől (pl. *Juglans*) eltekintve, nem igen kell figyelembe venni. Egyes cserjéken, pl. *Sambucus*, diagnosztikai jelentősége van. A bélnek egyes sejtjei aránylag sokáig életben maradnak (Gris szerint a *Betula*, *Quercus*, *Fraxinus* fajokban a 20. életévig is). Más sejtek cseresavat, keményítőt tartalmaznak. A 15–20 éves akácfaik belében is lehet cseresavtömlőket találni.

Nagyon gyakoriak még a bél sejtjeiben az oxálsavas mészkristályok is. Egyes fajokban, pl. *Sambucus nigra*, a bélsejtek kivételesen teljesen üresek, levegővel teltek.

#### A libriform, az edények és a tracheidák elhelyeződése.

Ezeknek az elemeknek részletes leírásával már az előzőekben behatóan foglalkoztunk, most röviden ezeknek kölcsönös helyzetével fogunk foglalkozni.

A fenyők fájában a tracheidák sugárirányú sorokban helyezkednek el. Ez az elhelyezkedés a kambiumos sejtek osztódásának felel meg. A fenyőkben a tracheidák érintő irányú méretei rendszerint változatlanok maradnak, sőt mielőtt ezek végleges fejlődésüket elérnék, növekedési mozgásaikat is csak radiális irányban végzik. A lombfák libriform sejtjei csak ritkán

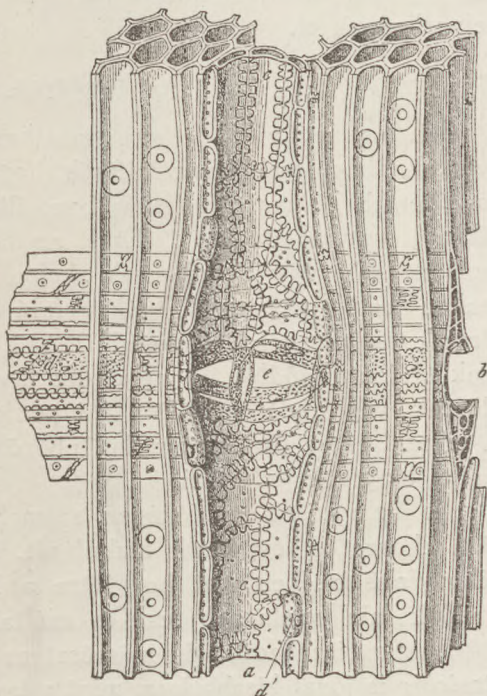


tartják meg sugár irányú elhelyeződésüket, pl. *Nerium*, *Laurus*, *Aesculus* stb.

Legtöbbször a libriformsejtek radiális elhelyezését zavaró körülmények akadályozzák meg. Így elsősorban a lombfákban néha jelentékeny méreteket elérő edények azok, amelyek növekedésük alkalmával az őket környező sejtekre nyomást gyakorolnak és ezáltal ezeket eredeti helyzetüktől eltérítik. Hasonlóképpen zavarólag hatnak a libriformsejtek növekedési jelenségei is. Ezek ugyanis még egy jó ideig hosszanti irányban növekednek és közben a szomszédos elemek közé benyomulva, ezeket épen úgy, mint az edények, növekedési irányuktól eltérítik. A legtöbb erdei fánk ehhez a típushoz tartozik (l. 142. és 266. kép).

A fenyők törzsének szöveteit egyes fajokban (*Picea*, *Pinus*, *Larix*, *Pseudotsuga*) a már leírt, valódi gyantajáratok szakítják meg (l. 267. kép).

Ezek schizogén eredetűek. Ezek mellett még gyantacsomókat, lyzigén eredetű gyantával eltömött üregeket is találunk. Az edények eloszlása, aránylagos nagysága, üregük keresztmetszeti képe nagyon változatos. Ezeknek az elhelyezkedése azonban már szoros összefüggésben van az évgűrük kialakulásával, amely jelenség a mi



267. kép.

A *Picea excelsa* fájának sugár irányú hosszmetsete, amely a valódi gyantajárat *a* és a belsugárgyantajárat *b* keresztződését tünteti fel. *c* epithelsejtek, amelyeknek egyszerű gödörkével ellátott fala tulnyomó részben vastag, a keresztződésnél *c* azonban faluk mindkét gyantajáratban igen megvékonyodik, miáltal úgy ürtartalmuk, mint pedig sejtközi üregeik megnagyobbodnak, amely utóbbiak mindkét gyantajárat gyantával telt üregeit összekötik. *a'* vékonyfalú epithelsejt. 250/1-szeres nagyítás. Hartig után.



erdei fáinkon rendkívül jellegzetes tünet és amint az alantiaiban látni fogjuk, valószínűleg a tenyészeti illetőleg a klimatikus viszonyok változásával van összefüggésben.

Általában a fenyők fájának alapanyagát a tracheidák képezik, míg a lombfák törzsét túlnyomólag libriformsejtek alkotják, amelyek között azután a parenchyma sejtek és az edények helyezkednek el.

### Az évgyűrűk.

Ha egy ledöntött fatörzs síma keresztmetszetét szemügyre vesszük, akkor csakhamar feltűnik, hogy a fatest elemei világos és sötétebb koncentrikus sávokban, illetőleg gyűrűkben (pásztákban) helyezkednek el. Ezek az évgyűrűk anatómiai értelemben véve úgy keletkeznek, hogy egy-egy tenyészeti időszakon belül nagyüregű, vékonyfalú és kisüregű, vastagfalú elemek váltakoznak egymással (l. 267. kép). A tenyészeti időszak elején fejlődött fát nevezzük tavaszi fának, a tenyészeti időszak vége felé fejlődött fát pedig őszi fának mondjuk.\*) A tavaszi és az őszi pászta különböző voltát a következő anatómiai tényezők jellemzik:

A fenyőkben főképen a tracheidák méreteinek változása okozza az évgyűrűk alakulását. Tavasszal nagyüregű és vékonyfalú tracheidákat hoz létre a kambium, ősszel a tracheidák fala vastagabb lesz és ezáltal természetesen üregük erősen megkisebbedik, de másrészt az őszi tracheidák radiális átmérője is jóval kisebb lesz, mint a tavaszi fában (l. 270., 271., 272. kép).

Az átmenetet a tavaszi és az őszi fapászta között a tracheidák közvetítik, amelyeknek radiális mérete ugyan a tavaszi elemekével egyezik, falvastagsága azokénál azonban nagyobb.

A bélsugarak sejtjei az őszi pásztában, de különösen az évgyűrűhatár közelében szintén jelentékenyen megrövidülnek.

A lombfák évgyűrűinek jellegét, eltekintve a többi elemek változásától, az edények adják meg. Az edények át-

\*) Igaza van Schwarznak (Forstliche Botanik, P. 94), mikor azt mondja, hogy ősszel képződött fát csak a gyökerekben lehet találni, a fatest ú. n. őszi fája tulajdonképpen nyáron jön létre, miután a vegetáció rendszerint október elején megszűnik.



mérője a tavaszi pásztában rendszerint jelentékenyen nagyobb, mint az őszi pásztában. A különbség néha jelentékeny, a tavaszi átmérő 8–10-szerese is lehet az ősziének. Pl. az ákácban a következő:

Átlagos legnagyobb átmérő mm-ben.

	1. é v g y ű r ű	1 2. é v g y ű r ű	3 0. é v g y ű r ű
Tavaszi pászta	0'120	0'370	0'470
Őszi pászta	0'020	0'050	0'060

A tölgyek, kőrisek pásztáiban közel hasonló a két méret közötti különbség. Ezeket a nagy edényeket a tavaszi fában már szabad szemmel is látni lehet, míg az őszi fa edényeit szabad szemmel rendszerint nem lehet kivenni.

Ha a tavaszi és az őszi pászta edényei között az átmenet fokozatos, akkor szórtlikacsú fákról szólunk (l. 273, 274., 275., 276. és 277. kép). Pl. *Alnus*, *Acer*, *Fagus*, *Carpinus*, *Prunus*, *Sorbus*, *Populus*, *Salix* stb. Ha ellenben az átmenet hirtelen, akkor a tavaszi pászta nagy elemei erősen feltűnnek és ilyenkor gyűrűlikacsú fákról beszélünk (l. 278., 279. és 280. kép). Pl. *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Robinia*, stb. (l. 140. és 141. kép). A különbség, amint már említettük a tavaszi és őszi edények között nagyon jelentékeny. Így pl.

	Tavaszi pászta	Őszi pászta
	edényeinek átl. átmérője mm-ekben	
<i>Quercus</i>	0'20—0'30	0'02—0'03
<i>Ulmus</i>	0'16	0'036
<i>Fraxinus</i>	0'14	0'064 (Wilhelm után).

A fenyőkben a radiális átmérő 3'6-szerese az ősziének, az őszi falvastagság pedig 1'6-szerese a tavaszinak (Mohl szerint).

Amint az ákácban láttuk, ez a különbség még a fa kora szerint is változásoknak van alávetve. Néha nemcsak az edények nagyságbeli különbözősége, hanem ezeknek az évgűrűkben való elhelyeződése is jellemző az egyes fajokra. Így pl. az *Ulmusok* fájára jellemző a tavaszi edényeknek hullámvonalban való elhelyeződése, más fajokban ezek csoportosan, vagy radiális sorokban foglalnak egymás mellett helyet, ami szintén jelentékeny jellemző sajátosság.



Az edények mellett azonban még a többi elem mérete is változást szenved. Így a parenchyma sejtek, a farostok és a tracheidák fala az őszi pásztában szintén vastagabb lesz, sőt még radiális átmérőjük is rendszerint megkisebbedik.

Ezekhez a jelenségekhez azután még az a körülmény is járul, hogy a tavaszi és az őszi pásztában kifejlődött elemek relatív száma és viszonylagos előfordulása is megszokott változni. Így a tavaszi pásztában általában viszonylag jóval több edényt hoz létre a kambium, míg az ősziben inkább libriformsejteket találunk (l. 140. kép). Egyes fajokban: *Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Betula pubescens* az őszi fában az edényeket kizárólag tracheidák helyettesítik. Azonban nem minden esetben áll az őszi pászta kizárólag szűküregű és vastagfalú erősítő elemekből. Egyes fákban, mint pl. *Morus*, *Robinia*, *Fraxinus*, *Gleditschia* stb. az őszi pászta határán parenchyma sejtekből álló szöveti övek képződnek (l. 140. és 141. kép).

A fák egyébként gondoskodnak arról is, amint ezt Strasburger és Gneutsch vizsgálatai megállapították, hogy a faparenchyma és az edények összeköttetése az évgűrű határon keresztül, radiális irányban is meglegyen. Ezt a tavaszi és az őszi pászta edényei között sugárirányú edény-, illetőleg tracheidasorok közvetítik, viszont az őszi pászta faparenchymája radiális sorokkal közlekedik a tavaszi pászta parenchymatikus szöveteivel. A fenyőkben viszont a tangenciális tracheida falakon alakulnak az udvaros gödörkék, amelyek teljesen hasonló célt szolgálnak, mint az előbb említett parenchyma sejtek. A Pinusokban ezt a feladatot a bélsugár-tracheidák végzik.

Az évgűrűk keletkezésére vonatkozólag még a vizsgálatok egyelőre pozitív eredménnyel nem jártak.

Sachs és Vries a tangenciális kéregnyomásnak akarták ezt a periodikus jelenséget tulajdonítani. Szerintük ugyanis a tavasszal erősen jelentkező vastagsági növekedés a kéregre nyomást gyakorol, illetőleg ezt tangenciális irányban tágitani igyekezik és ez végeredményben bizonyos határon túl ellenáll, ami egy belső nyomást, a kéregnyomást hozza létre. Ilyen módon a kambium által létrehozott új elemek állandó nyomás alatt állanak, amely nyomás Sachs és Vries szerint nyáron, amikor a kéreg száradni kezd és összehúzódik, jóval nagyobb, mint tavasszal, amikor a zöld kéreg elasztikusan enged. Krabbe azonban kísérletileg kimutatta, hogy ez a feltevés nem állja meg a helyét, miután a kéregnyomás, illetőleg



az ezáltal létrehozott radiális nyomás ősszel és tavasszal majdnem teljesen egyenlőek.

$$\text{Krabbe szerint: Radiális nyomás} = \frac{\text{Tangenciális kéregfeszültség}}{\text{Rádus}}$$

Hartig, Wieler és Lutz szerint a kambium táplálkozási viszonyai és víztartalmának változása szabályozza az őszi és tavaszi fa kialakulását.

Hartig szerint az őszi fa több táplálóanyagot igényel, míg Wieler ennek épen az ellenkezőjét állította. Lutz inkább Wieler elméletéhez hajlik, egyúttal azonban azt is feltételezte, hogy a tavaszi fa kialakulásához ennek a vízben való viszonylagos gazdagsága is hozzájárul.

Jost szerint viszont a fák életében megnyilvánuló korszaki jelenségek, mint a lombfakadás, lombhullatás, a növényi szervek periódikus kifejlődése azok a tényezők, amelyek az évgyűrűk képződését — amely Jost szerint egy hasonló periodikus jelenség — létre hozzák. Mindezek a több-kevesebb kísérleti adattal támogatott elméletek a kívánt helyes magyarázatot nem adják meg. Sokkal természetesebb eredményhez jutunk, ha Haberlandt után az évgyűrűk kialakulásánál a fa életében megnyilvánuló közvetlen szükségleteket vesszük alapul.

Ezek között kétségtelenül döntő szerepet játszik a fa koronájának víz párologtató szerepe és evvel együtt a korona vízszükséglete. Haberlandt szerint a korona évről-évre nagyobbodik és így természetesen tavasszal, mikor a lombfakadás alkalmával a fának egy nagyobb korona elpárologtató felületét kell ellátnia vízzel, a fa legelőször is a vízszállító elemek mennyiségét és ezeknek teljesítőképességét fokozza. Ennél a körülménynél fogva mindenekelőtt nagyszámú és bőüregű edényt, illetőleg tracheidát fog a kambium létrehozni és ez tart mindaddig, míg a korona fejlődésének maximumát — július végén, augusztus közepe táján — elérte. Ezen időponttól kezdve azután, mivel a korona vízszükségletének zavartalan szállítása már biztosítva van, a fa inkább szilárdító, vastagfalú, kis üregű elemeket fog alkotni.

Megerősíti Haberlandt és Strasburger feltevését még az a körülmény is, hogy olyan években, amikor a fák külső körülmények befolyására — így hernyórágás, gombapusztítás, túlságos szárazság stb. — lombkoronájukat időszakilag elveszítik és azután elegendő tartalék táplálóanyag esetén ezt ismét felújítják, bennük egy-egy második új évgyűrű keletkezik. Érdekes, hogy a kísérletek (Wilhelm), amelyek odairányultak, hogy a lombzatuktól mesterségesen megfosztott fákat új évgyűrűk képzésére ösztönözzék, nem jártak sikerrel, annak ellenére, hogy a kísérleti egyedek lombkoronájukat újra kifejlesztették.

Strasburger elmélete nagyjában a most vázolt feltevással egyezik, ő azonban ezt kibővíti még azzal, hogy minden valószínűség szerint a vízbőség, illetőleg ennek változása mint inger hat a kambium működésére, amely aztán hasonlóan a fény, a nehézségi erő stb. hatásához, egy növekedési jelenségben, az évgyűrűk képződésében nyilvánul meg.



Hartig későbbben szintén e két utóbbi felfogáshoz csatlakozott. Bár ez a vitás kérdés pozitív formában még mindmáig megoldva nincsen, mégis valószínűleg a megoldást ebben az irányban kell keresnünk, amelyet mi a magunk részéről, bár egyelőre csak mint hypothetikus értékkel bíró feltevést, mint legvalószínűbbet és legtermészetesebbet, legelfogadhatóbbnak tartunk.

Meg kell jegyeznünk, hogy az elemek méretei nemcsak az egyes évgyűrűk határain belül változnak, hanem a fa különböző magasságában vett ugyanazon évgyűrű, továbbá a fa kora szerint vett különböző évgyűrűk elemeinek méretei is jelentékeny változásoknak vannak alávetve.

Idevonatkozólag röviden a következőket közöljük.

A szilárdító elemek átlagos hosszúsága a fa kora szerint növekedik, azonban csak egy bizonyos határig; ezen túl kisebb-nagyobb változásoktól eltekintve, nagyjában állandó marad. A fenyőkben főleg a tracheidák és a rosttracheidák hosszúsága változik erősen, a lombfákban pedig a libriform sejteké.

Ezekkel a mérésekkel Sanio, Hartig és mások foglalkoztak behatóbban. Néhány adatot alant közlünk:

*Pinus silvestris* 110 éves törzse Sanio szerint 11'3 m. a föld felett mérve:

Évgyűrű (belülről)	átl. szélessége (átmérője)	átl. hossza	Évgyűrű	átl. szélessége	átl. hosszúsága
	a tracheidáknak mm			a tracheidáknak mm	
1	0'017	0'95	39	—	4'00
17	—	2'74	40	—	4'04
19	—	3'13	43	—	4'09
31	—	3'69	45	—	4'21
37	—	3'87	46	—	4'21
38	—	3'91	71	0'032	4'21



Hartig Róbertnek a bükkön (*Fagus silvatica*) végzett mérései a következő eredményekkel jártak:

150 éves törzs, 1'3 m. a talajszín felett mérve:

Évgyűrű	Az edények hossza mm	A tracheidák hossza mm	A libriformsejtek hossza mm
30	0'512	0'723	1'058
60	0'616	0'940	1'188
90	0'616	0'943	1'123
120	0'653	0'950	1'264
140	0'633	0'882	1'177
150	0'488	—	1'134

Ezek az eredmények a törzs egy és ugyanazon magasságában vannak mérve.

Az elemek hoszúsága azonban a fa vastagsága szerint is változik. Nevezetesen alulról felfelé egy bizonyos határértékig növekedik és azután a fa csúcsa felé fokozatosan kisebbedik. A maximális határérték a legtöbbször relative alacsonyan fekszik.

Így az említett bükkben a 140. évgyűrűben Hartig szerint a maximum 1'3 m. magasságban van, míg a többi méret alulról felfelé ugyanazon évgyűrűben a következőképen változik.

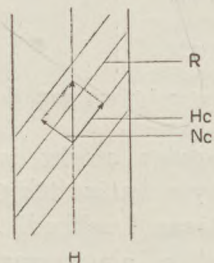
M a g a s s á g m/m. - e k b e n.

Famagasság	Edények	Tracheidák	Libriformsejtek
1'3 m.	0'63	0'88	1'18
5'5 „	0'53	0'77	1'01
10'7 „	0'55	0'77	0'01
15'9 „	0'56	0'82	1'00
21'1 „	0'45	0'64	0'84
24'1 „	0'44	0'63	0'78



Meg kell még említenünk, hogy a szilárdító elemek a fa későbbi korában nem a fa hossz tengelyével párhuzamos lefutást mutatnak, hanem az érintő síkjában evvel egy szöget zárnak be, amely Braun szerint rendszerint átlag  $4-5^\circ$  szokott lenni, egyes fákban pedig még ezt is meghaladja. Így az Aesculus:  $10-20^\circ$ , Syringa:  $30^\circ$ , Sorbus:  $40^\circ$  stb.

Ez a ferde lefutás kétségkívül a fa szilárdságát fokozza, miután hajlítás alkalmával, amely pedig a fa életében a szélnyomás hatására a leggyakoribb igénybevétel, a ható erőnek csak egyik, még pedig az elhajlás szöge szerint változó komponense veszi szakításra igénybe, míg amásik, amely a rostlefutásra merőleges, nyírás igénybevételt ad, vagyis az erőhatás ilyen módon megoszlik és csak egy része veszi ezeket az elemeket húzásra igénybe (Schwendener; l. 281. kép).



281. kép.

R rostlefutás, Hc húzó (szakító) komponens, Nc nyíró komponens, H a törzs hossz tengelye. Eredeti rajz.

Azonban nemcsak az elemek hosszúsága, hanem azoknak szélessége, illetőleg átmérője is változásoknak van alávetve. Különösen a tracheidák és az edények azok, amelyeknek átmérője a fa kora szerint eltér egymástól.

Ez a változás szintén azon általános törvényszerűség szerint megy végbe, hogy a vízszállító elemek bősége épen úgy, mint a szilárdító elemek hosszúsága, a fa egy bizonyos koráig növekedik és azután kisebb ingadozásoktól eltekintve, ennek átlagos értéke közel állandó marad.

Így a bükkben — Hartig szerint — az első években az edények átmérőjének átlaga  $0.05$  mm. volt, amely a 30. év végén  $0.064$  mm.-re növekedett, amely méret azután később is megmaradt.

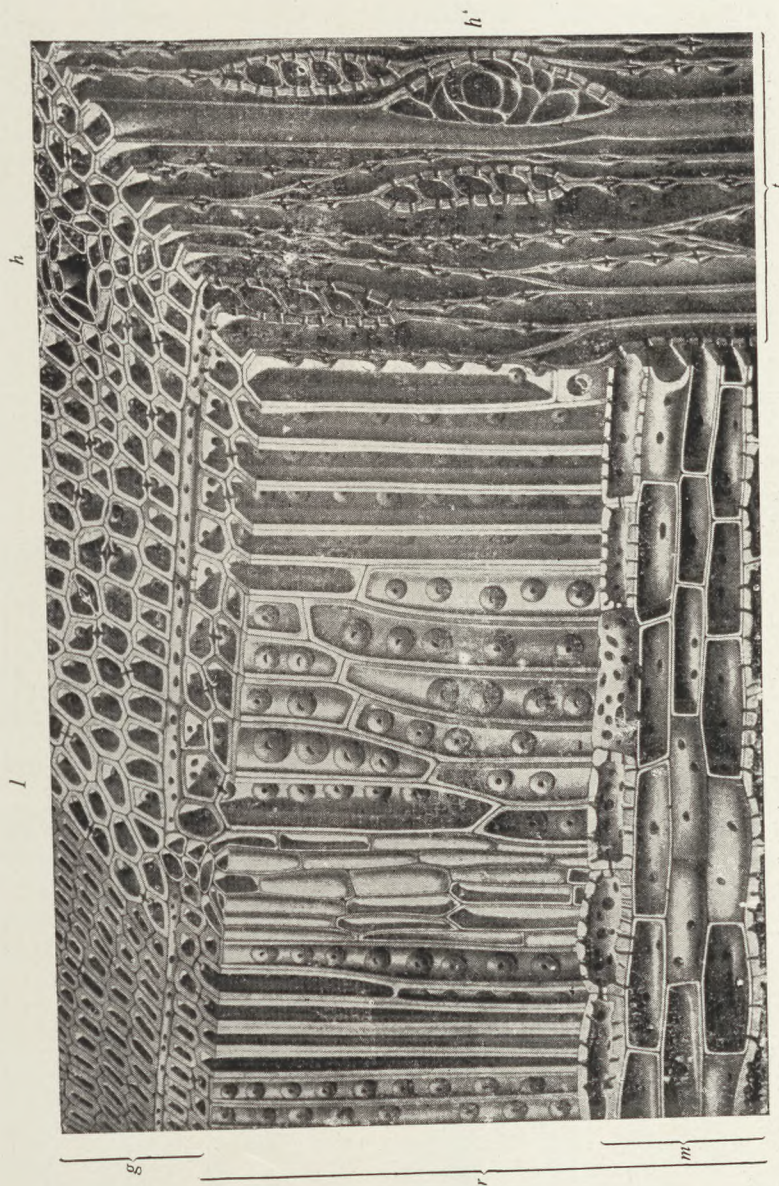
Az ákácban az elemek bősége kb. a 10—12. évnél éri el a maximumot és azután állandó marad. Így pl. egy adott esetben a következő változások fordultak elő.

A nagy edények átlagos átmérője a tavaszi fában: 1. évben  $0.110$  mm.; 12. évben  $0.280$  mm.; 30. évben  $0.300$  mm.

A fenyők tracheidáinak átmérői szintén hasonló törvényszerűség szerint változnak.

Ha már most az elemek átmérőinek változását ugyanazon évgyűrűn belül, de a törzs különböző magasságában figyeljük

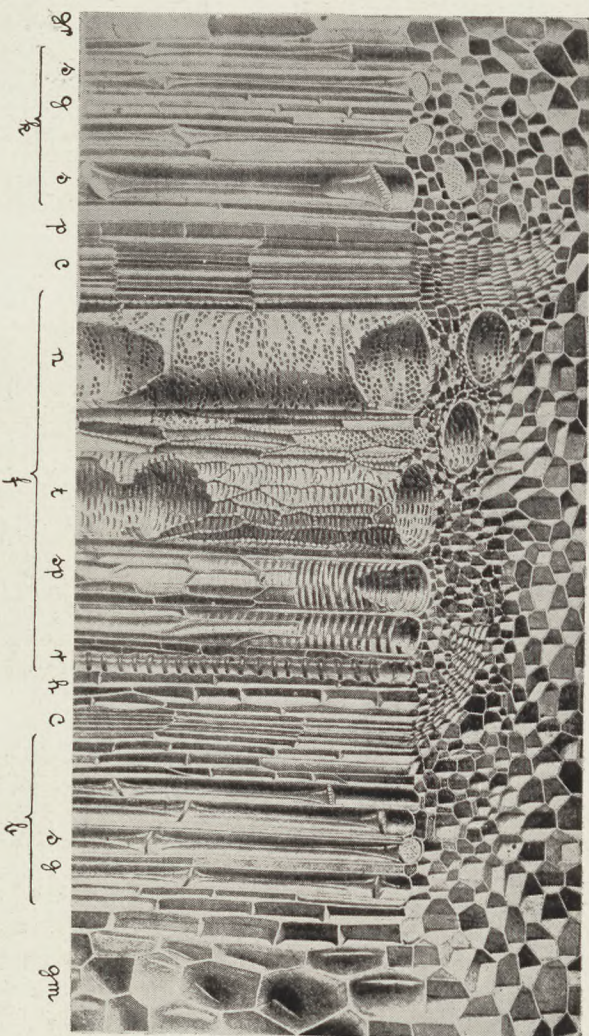




268. kép.

Egy nyitvatermő, a fekete fenyő (*Pinus nigra*) fájának kombinált keresztmetszeti (s), sugárirányú (r) és érintőleges (t) hosszsmetszeti képe, illetőleg térbeli ábrázolása. A fatest udvarosgödörkével ellátott tracheidákból gyantaárakból és parenchyma sejtekből álló bésugarakból, amelyek a két szélén fekvő bstracheidák határolnak, áll. m bésugar, h gyantaárak, h' bésugárgyantaárak, l egyvüthár. Hegi után.

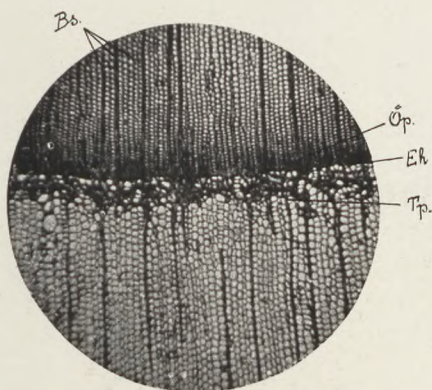




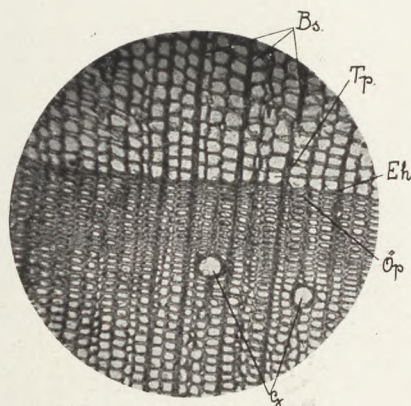
269. kép.

Egy zárvatermő, kétszikű növény, a tők (Cucurbita pepo) bikollaterális edényvalójainak kombinált kereszt- és hosszmeteze. *gn* a külső kéreg alapszöve, *s* rostacsövek, *g* kísérő sejtek, *p* hancsarenchyma sejtek, *c* kambium, *t* hálósvaslagódású edény, *n* gödörítés vastagodású edény, *sp* spirális vastagodású edény, *r* gyűrűs vastagodású edény, *h* iparenchyma, *gm* a bél alapszöve; *k* a külső hancsérz (phloem), *f* a íntész (xylem), *b* a belső hancsérz. Hegyi után.

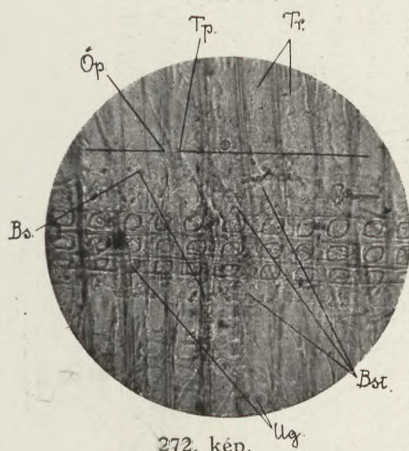




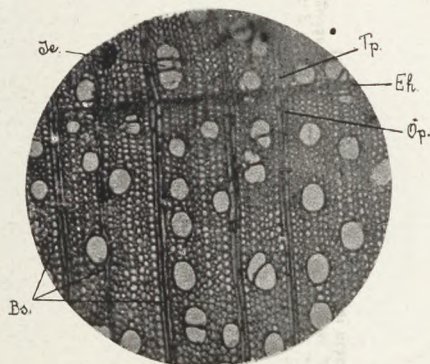
270. kép.



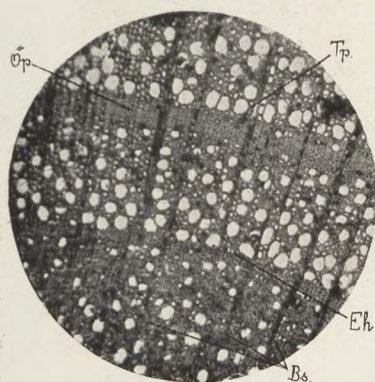
271. kép



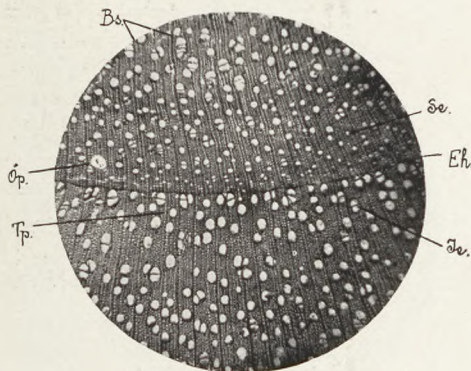
272. kép.



273. kép.



274. kép.

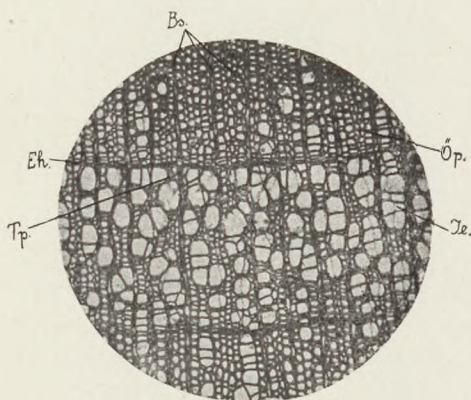


275. kép.

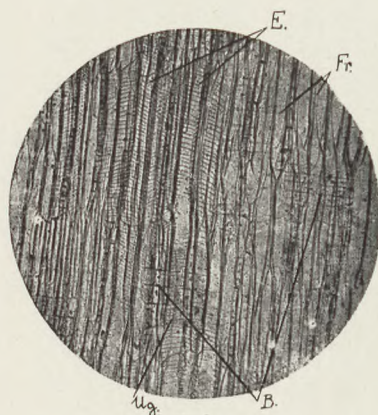
Képmagyarázat. Őp őszi fa, Eh évgűrű határ, Tp tavaszi fa, Bs belső sugarak, Ő gyantajáratok, Tp tracheidák, Bst belső sugaratracheidák, Ug udvaros gödörkék, Se bőüregű ikeredények. Se őszi szűk-üregű edények, E csavaros vastagodású edények, Fr farostok, Be bőüregű edények.  
Fehér eredeti fényképezése.



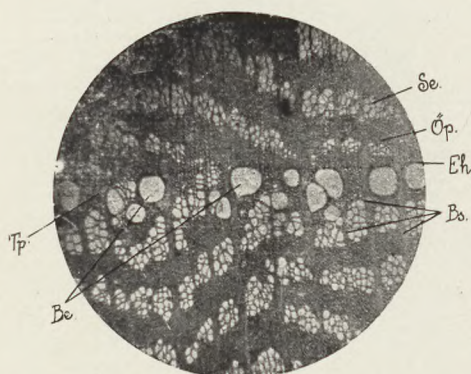
IV



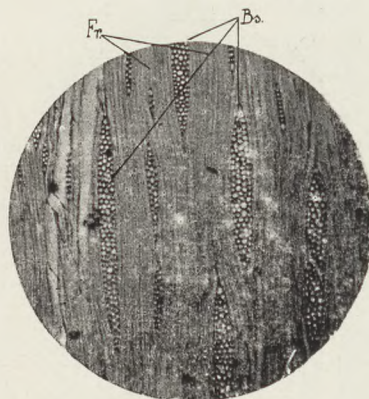
276. kép.



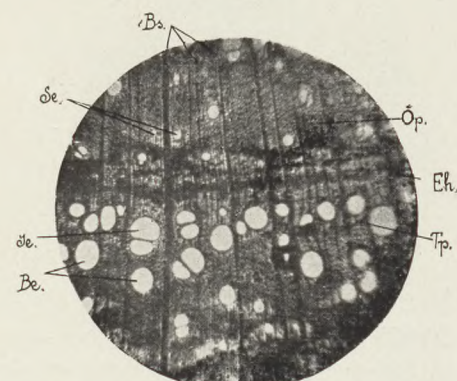
277. kép.



278. kép.



279. kép.



280. kép.

**Fenyőtípusok 270–272.**

270. a jegegyfenyő (*Abies alba*) 271. az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) fájának keresztmetszeti képe; 272. az erdei fenyő (*P. silvestris*) fájának sugárirányú hosszmetzeti képe.

**Szőrtlikaesű keményfatípusok 273–274.**

273. a mezei juhar (*Acer campestre*), 274. a körte (*Pirus communis*) fájának keresztmetszeti képe.

**Szőrtlikaesű lágyfatípusok 275–277.**

275. a kecskefűz (*Salix caprea*) 276 a mézgás éger (*Alnus glutinosa*) fájának keresztmetszeti képe; 277. a nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) fájának érintőirányú hosszmetzeti képe.

**Gyűrűslikaesű keményfatípusok 278–280.**

278. a vénic szil (*Ulmus effusa*) fájának keresztmetszeti, 279 u. a. érintő irányú hosszmetzeti képe, 280. a háromtővisű gledicsia (*Gleditschia triacanthos*) fájának keresztmetszeti képe.



meg, akkor az eredmények azt fogják mutatni, hogy az átlagos átmérő alulról felfelé egy bizonyos határig növekedik, azontúl azonban csökken. A maximális határ aránylag magasan fekszik. Az átmérők méreteinek legerősebb apadása a koronán belül van.

Így Bertog mérései szerint egy *Abies* törzs 105. évgyűrűjében a tracheidák átlagos bőségei  $0'00001 \text{ m/m}^2$ -ekben kifejezve, a földtől számított különböző magasságokban a következőképpen változtak:

Tracheida bőség	1'3 m.	=	95	} $0'00001 \text{ m/m}^2$
"	"	7'7 "	=	100
"	"	14'1 "	=	109
"	"	20'5 "	=	99
"	"	27'0 "	=	48 (koronában)

A lombfákban teljesen hasonló konkrét esetekben a törzs  $0'003 \text{ m/m}^2$ -t kitevő átlagos edénybősége a koronában hirtelen  $0'001 \text{ m/m}^2$ -re sülyedt. Ennek a jelenségnek az a magyarázata, hogy a koronában felfelé haladva a párolgó felület rohamosan csökken, ami azután a vízszállító elemek keresztmetszetének szükségszerű apadását is maga után vonja.

Hasonlóképpen jelentékenyen változik a fa kora és magassága szerint az egységnyi felületre eső edény, illetőleg tracheidaszám is, amely azután ismét a fa fajsúlyára gyakorol érezhető befolyást. Általában a fiatal fában aránylag több vastagfalú szilárdító elem fejlődik, mint az idősebb évgyűrűkben, ami egyúttal azt is jelenti, hogy a fiatalab korban képződött fa tömörebb és nehezebb, mint az idősebb.

Így Hartig szerint egy 120 éves bükkfában 1'3 m. magasságban az edények száma a következőképpen változott:

1—30. évben	85 edény	esett	1 $\text{m/m}^2$ felületre
30 - 60 "	110 "	"	1 "
60—90 "	140 "	"	1 "
90—120 "	135 "	"	1 "

A bélsugarak viszonylagos száma szintén jelentékeny változásoknak van alávetve.

Így Essner szerint egyidős *Pinus silvestris* törzsében a bélsugarak évgyűrűk szerinti relatív eloszlása a következő volt:



1. évgűrűben 1 m/m.-re esett 76 bélsugár					
10.	"	1	"	"	54 "
40.	"	1	"	"	30 "
60.	"	1	"	"	27 "
80.	"	1	"	"	30 "
125.	"	1	"	"	34 "
160.	"	1	"	"	37 "

Viszont az elemek eloszlása a fák magassága szerint is változik. Általában — felülről lefelé haladva — a vastagfalú elemek száma lassan emelkedik és azért a legsúlyosabb fát mindig a gyökfő körül találjuk. A koronán belül az edények száma hirtelen csökken, azonban — alulról felfelé számítva — az edényeknek az évgűrűk egységnyi felületére vonatkoztatott száma emelkedik. Ez az emelkedés kétségtől a korona vízpárologtatásával van összefüggésben. Felfelé haladva, az évgűrű felület a törzs kúpos alakja következtében folytonosan csökken és hogy a fa az időegységben ugyanazt a vízmennyiséget tudja szállítani, amelyet az alsó évgűrűk relatíve nagyobb felülete szállított, az edények számát kell szaporítania.

Viszont az edények bőségének változása, illetőleg növekedése, ugyanazon magasságban a fa kora szerint szintén a korona párologtató felületének nagyobbodásával van összefüggésben. Míhelyt ez nagyjában fejlődésének felső határát elérte, az edények bősége is lassabban növekedik. Viszont ha a korona párologtató felület fokozatos kisebbedése folytán erősen csökken, Ugyanazon bükk törzsében 21'1 m. magasságban már csak 57.750 edényt talált.

Hartig szerint a bükk fájában az edények abszolút száma nagyjában ugyanaz marad. Egy adott esetben ugyanazon évgűrűben a mellmagasságban 200.100 edény, 10'7 m. magasságban pedig 197.750 edény volt. Viszont a koronában az edények száma minden bizonnyal a párologtató felület fokozatos kisebbedése folytán erősen csökken. Ugyanazon bükk törzsében 21'1 m. magasságban már csak 57.750 edényt talált.

Miután az edények számának csökkenésével ezek bőségének kisebbedése is velejár (néha 50—80%!), természetes, hogy a fa keménysége illetőleg fajsúlya a koronán belül jelentékenyen növekedik.

Jaccard szerint egy 20 m. magas *Betula* törzs koronáján belül az abszolút edény felület 5'75 cm<sup>2</sup>, maximumtól 0'33 cm<sup>2</sup>, minimumig változott



ugyanazon évgűrűn belül, míg pl. a koronán aluli törzs vízszállító tracheidáinak felülete egy vizsgált *Picea* törzsben állandó volt:

10 cm.	4'5 m.	9'5 m.	12'2 m. a föld felett
7'8 cm <sup>2</sup> .	2'2 cm <sup>2</sup> .	2'8 cm <sup>2</sup> .	3'1 cm <sup>2</sup> .

Amint Jaccard adatai mutatják, a gyökfő szállító felülete aránytalanul nagyobb. Ez a jelenség már külsőleg is kifejezést nyer, miután úgy a fenyő, mint pedig a lombfákban a fáknek közvetlenül a talajból kiemelkedő törzsrésze feltűnően meg szokott vastagodni. Ezen jelenséget Jaccard úgy magyarázta, hogy a nagyobb vízszállító felület kialakulása a víz lassúbb áramlásával van összefüggésben, amelyet viszont a gyökérből kilépő vízáram hirtelen irányváltozása okoz. Ezt az irányváltozást pedig az edénynyalábok szállító részeinek a törzshöz viszonyított elfordulása okozza.

A gyökfőben tehát ugyanazon időegységben és egységnyi felületen kevesebb víztömeg hatol át, mint a törzsben és mint-hogy a törzs minden keresztaszelvényén az időegységben közel egyenlő vízmennyiségnek kell áthaladnia, azért az áramlás lassúságát a fa a felület nagycbbításával pótolja.

Hartig szerint viszont, miután a gyökérben a kambium működése későbbi időpontban veszi kezdetét, a koronából lefelé haladó organikus táplálóanyagok a gyökfőbe torlódnak és ez okozza ott a kambium fokozott működését. A kérdés ma még nincsen eldöntve, de valószínű, hogy a két feltevés mellett még egyéb ható okok, mint a fa mechanikai igénybevétele, a szél hatása stb. szintén szerepet játszanak.

Az évgűrűk szélessége nemcsak az egyes fafajok szerint, hanem ugyanazon fajon belül, sőt egyazon egyeden belül is változik. Az eddig felderített, idevonatkozó törvényszerűségek röviden a következők.

Az évgűrűk szélességét belső és külső tényezők befolyásolják; fiatalabb korban az évgűrűk szélessége rendszerint fokozatosan nagyobbodik, azután egyideig állandó marad, míg idősebb korban fokozatosan kisebbedik.

A fa magassága szerint szintén változik az évgűrűk szélessége. Hartig szerint a koronán belül — felülről lefelé haladva — fokozatosan növekedik. Szabad állásban nőtt fákban ez a szabály az egész törzsre alkalmazható, miután ezekben a



korona a törzs legnagyobb részét elfoglalja. Az évgűrűk szélesbedésével együtt jár természetesen az évgűrűk felületének növekedése is.

A fa keresztmetszeti területének növekedése azonban nem jelenti egyúttal az évgűrűk szélességének növekedését is, miután ugyanaz a területi növekedés a fa alsó, tehát nagyobb átmérőjű részében nagy *k e r ü l e t i* kiterjedéssel bíró évgűrűkben jóval kisebb szélességnek felel meg, mint a magasabb, kisebb átmérőjű törzsrészekben. Hartig vizsgálatai szerint azonban a nagy koronával bíró törzsekben — felülről lefelé haladva — a területi növekedés olyan erős, hogy ez az évgűrűk szélességének nagyobbodásában is kifejezésre jut.

Az elnyomott állásban, illetőleg erdei zárlatban növekedett, tehát törzse tisztult (ága vesztett) fákban a helyzet megváltozik, miután ezeken a felületi növekedés — felülről lefelé haladva — csak kivételesen marad állandó, legtöbbször csökken és ezért ezekben a fákban az évgűrűk szélessége lefelé haladva szintén fokozatosan kisebbedik.

Hartig szerint ez a jelenség az asszimiláták vándorlásával függ össze; nagy lombkoronával bíró törzseken minden újabb oldalág új és új táplálóanyagot ad a fának, ami a növekedést mindjobban elősegíti, míg a törzse tisztult fákban, a koronán aluli törzsrészekbe már új táplálék nem jut.

Az elnyomott állásban nőtt fákra vonatkozólag igen érdekes adatokat közöl Benkovits „Elnyomott lucfenyő (*Picea excelsa*) analízise” című munkájában.\*)

Az analízis anyagát képező elnyomott lucfenyő alakja a gyökfőben kissé hajlott alakot mutat; ágatlan törzsrészének hossza 24 cm., koronájának hossza pedig 14 cm., úgyhogy a fácska teljes hosszúsága — 31 éves kora dacára — 61 cm.-t tesz ki. Fejletlen ágai a satnya növési csúcs síkjában terülnek szét és a tipikusan ellaposodott korona képét mutatják. Törzsének torzítva rekonstruált képe (l. 282. kép) neiloid, illetve paraboloid alakú, amely legközelebb áll a Guttenberg által konstruált 120 éves, tömött zárlatban nőtt, hengeres törzsű lucfenyő törzsalakjához.

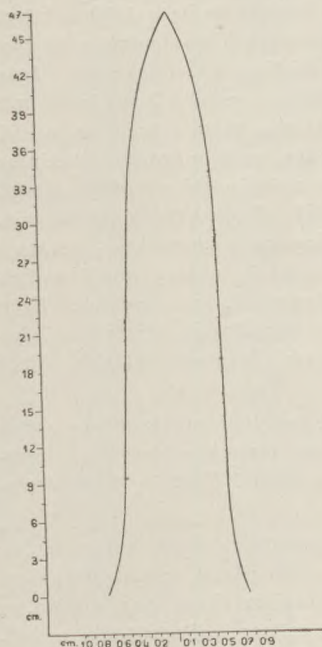
Xylométerrel\*\*) mért köbtartalma: az ágatlan törzsé  $27'4 \text{ cm}^3$ , a gyökéré  $17 \text{ cm}^3$ , összesen  $44'4 \text{ cm}^3$ , amely mint fatömeg számításba egyáltalán nem jöhet.

A fácska növekedésének a menete az évgűrűk szélessége alapján lett rekonstruálva (l. 283. kép), amelynek méretei a következők:

\*) Erdészeti Kísérletek. XXIX. évf. 1927. 1—2. sz.

\*\*) Ágfa, galy stb. köbtartalmának meghatározására szolgáló készülék, amelynél az alámerített fa által kiszorított vízmennyiséget mériük.





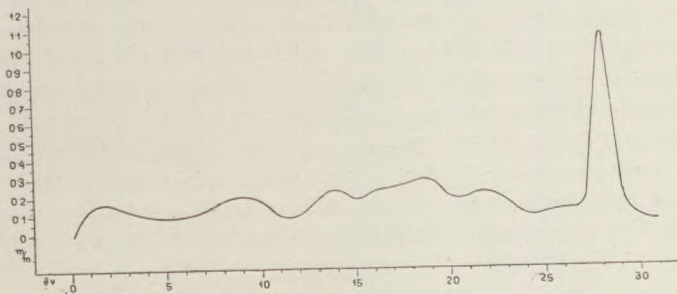
282. kép.

Az elnyomott állásban nőtt lucfenyő  
(*Picea excelsa*) rekonstruált törzsalakja.  
Benkovits után.

Év	Évgyűrű szélessége mm	Év	Évgyűrű szélessége mm
1	0.16	17	0.23
2	0.17	18	0.07
3	0.12	19	0.30
4	0.09	20	0.16
5	0.09	21	0.19
6	0.09	22	0.23
7	0.10	23	0.17
8	0.19	24	0.07
9	0.15	25	0.09
10	0.21	26	0.12
11	0.05	27	0.10
12	0.09	28	0.14
13	0.17	29	0.17
14	0.26	30	0.05
15	0.16	31	0.05
16	0.23		

Az évgyűrűk, amelyek szabadszemmel nem láthatók, összes szélessége 5.51 mm., a kéreg vastagsága 1.29 mm., a kettő együtt 6.81 mm. = a legnagyobb középméretű félértékével.

Fejlődése az adatok alapján szabályosan indult meg, de már a 4–5. évben a mellékállomány felülkerekedése észrevehető, ennek következtében azután a lucfenyő növekedése a fafaj természetével



283. kép.

Az elnyomott állásban nőtt lucfenyőnek (*Picea excelsa*) az évgyűrűk szélessége alapján megszerkesztett növekedési görbéje Benkovits után.



ellentétben gyengül, ahelyett, hogy erősödne. Az itt-ott feltűnő erőteljesebb növekedés a momentán megjelenő kedvező viszonyok hatását mutatja, amelyekre nagy visszaesés következik, ami a meggyengült növeképeség, illetőleg a mellékállomány szintén erőteljesebb kifejlődésének és az ezáltal bekövetkező nyomásának a következménye. Regenerálásának a maximuma a 28. életévében következik be, amikor a tisztító-, illetőleg a felszabadító vágást végezték. A hirtelen bekövetkező nagy növekedés a reakövetkező évben már módfelett megcsappan, aminek az oka a fáska életerejének teljes kimerülése, amit a későbbi minimális növekedés csak megerősít, tekintve, hogy a felszabadított állomány az előbbinél is erőteljesebb záródása semmiképp sem következhetik be ilyen rövid idő alatt. A növekedési görbe világosan mutatja (l. 283. kép), hogy az ilyen elnyomott egyedek — dacára a felszabadításnak — már többé nem fejlődnek ki és a még meglévő életenergiájuk hirtelen felhasználásával a végpusztulás vár rájuk. Ezért annyira fontos a nemes fajokkal alátelített állományok idején való felszabadítása, mivel azok késedelmes beállítása helyrehozhatatlan hibák kútforrását képezi.

A fáska abnormis növekedését tanulságosan tükröztetik vissza annak szövetei, illetőleg szövetelemei. A növekedési fázisok eltéréseinek megfigyelhetése szempontjából a próbametszetek a gyökfő fölött, a törzs középrészéből és a csúcs alatti részből vették.

A gyökfő fölötti rész metszetében az évgyűrűk struktúrája egyenletes, az őszi pászta a tavaszival csaknem egyenlő, a két pászta sejtfalvastagságai arányosak, az őszi pászta szórványosan gyantajáratokkal van ellátva, a gyantajáratos bélsugarak azonban csak két sejtsor vastagságúak, a bélsugarak magassága és a szöveti elemek méretei a normális növési elemek méreteinek a felét-harmadát teszik ki.

A törzs közepéből vett metszeten az elemek méretei még kisebbek; az őszi fa alig éri el az évgyűrű egyharmadát és erősen különül el a tavasztól, sejtfalvastagsága pedig a tavaszi sejtfalvastagság háromszorosára emelkedik, ami megmagyarázza fajsúlyának feltűnő nagyságát; a szövetek gyantajáratokban igen szegények, a sejtek erősen lapítottak, az őszi fában a haránt tracheidák sűrűn vannak ellátva csavaros vastagodású lécekkel, a tracheidák udvaros gödörkéekkel, mely utóbbiak a normális méretarányokhoz viszonyítva feltűnően nagyok.

A csúcs alatti metszetben gyantajarat nincsen, a többi szöveti elemek az előbbi méretekhez viszonylanak.

A fáska szövetei, illetőleg szöveti elemei méreteinek átlagadatait, az egyéb mérési adatokkal együtt, az alábbi táblázat mutatja, összehasonlítás végett feltüntetve a normális növekedésű elemek méreteit is.



Szövetek és azok elemei	A gyökfő fölött	A törzs közepén	A csúcs alatt	A normális növekedési elemek méretei és egyéb méretek
Bél átmérője . . . . .	52 $\mu$ .	—	—	1-5 mm**
Bélsugarak átlagos vastagsága	1 sejtsor	u. a.	u. a.	1 sejtsor
Gyantajáratos bélsugár átlagos vastagsága . . . . .	2 „	„	„	2-4 „ **
Bélsugarak magassága . . . .	1-8 „	„	„	1-26 „
Tracheidák átlagos rad. átmérője tavaszi fában . . . . .	15 $\mu$ .	12-15 $\mu$ .	9-12 $\mu$ .	36 $\mu$ .
Tracheidák átlagos radiális átmérője őszi fában . . . . .	6 $\mu$ .	3-4 $\mu$ .	3-4 $\mu$ .	—
Parenchymasejtek rad. átmérője	mint a tracheidáknál			
Sejtfal vastagság átlagosan (őszi-tavaszi fában)	6-9 $\mu$ .	3-9 $\mu$ .	3-6 $\mu$ .	3-6 $\mu$ .
Udvaros gödörkék rad. átmérője átlagosan . . . . .	15 $\mu$ .	9-12 $\mu$ .	6-9 $\mu$ .	15 $\mu$ .
Udvaros gödörkék hasítékainak hossza . . . . .	3-6 $\mu$ .	2-4 $\mu$ .	2-3 $\mu$ .	6 $\mu$ . ***
Bélsugár tracheidák rad. átmérője átl. . . . .	12 $\mu$ .	u. a.	u. a.	30 $\mu$ .
Bélsugár parenchymák rad. átmérője átl. . . . .	„	„	„	„
Gyantajarat rad. átmérője átl.	24-30 $\mu$ .	15-30 $\mu$ .	12-18 $\mu$ .	30-50 $\mu$ .
Bélsugár gyantajarat . . . .	„	„	„	„
Egyéb mérési adatok				
Törzs fajsúlya (légenszáradt áll.)	0.76	} törzs, gyökér együtt: 0.82		0.35-0.72*
Gyökér „ „ „	0.88			
Törzs köbtartalma cm <sup>3</sup> -ben . .	27.44	} összesen: 44.4 cm <sup>3</sup> .		
Gyökér „ „ . .	17.—			

\*) Nördlinger: Anatomische Merkmale der wichtigsten deutschen Wald- und Gartenholzarten. Stuttgart, 1876.

\*\*) Hollendonner: A fenyőfák fájának összehasonlító szövettana. Budapest, 1913.

\*\*\*) A többi adat a szerző eredeti mérése.



Schwarz szerint egy 30 m. magas erdei fenyő évgűrűinek utolsó 10 évben vett átlagos szélességei a következőképen változtak:

Famagasság	0'3 m.	1'4 m.	5'5 m.	19'9 m.	24'1 m.
Évgűrű szélesség	1'14 mm.	0'96 mm.	0'83 mm.	0'92 mm.	1'10 mm.
	26'2 m.	28'4 m.			
	1'44 mm.	1'35 mm.			

Ezek az adatok nagyjában az előbb mondottakat erősítik meg. Elnyomott, árnyékban nőtt fákban a korona kisebb asszimiláló képessége folytán, a koronából lefelé jutó organikus tápanyagok mennyisége még kisebb, természetesen felülről lefelé haladva már az évi átlagos vastagsági növekedés is kisebbedni fog, ami az évgűrűk szélességének fokozatos csökkenését fogja maga után vonni. A gyökfő abnormis vastagodásától, melynek az előzőekben már igyekeztünk okát adni, ezen általános szabályok alkalmazásától el kell tekintenünk.

A most említett legtöbb tényező tulajdonképen a fa belső egyedi sajátágaival függ össze, bár nem egynél, mint pl. épen a legutoljára ismertetett jelenségnél, már a külső befolyások is érezhetőkké válnak.

A szorosan vett külső tényezők, a talaj táplálóanyagokban való gazdagsága, a fény, a nedvesség, a szél iránya, a károsítások, a klíma változása stb. szintén jelentékeny befolyást gyakorolnak az évgűrűk kifejlődésére.

Általában a talaj gazdagsága, a talaj nedvessége és a fény hatása azok a tényezők, amelyek elsősorban tekintetbe jönnek.

A talaj táplálóanyagokban való gazdagsága elősegíti az asszimiláták gyarapodását és ezek viszont a fa vastagsági növekedését, természetesen csak akkor, ha megfelelő fény áll a lombkorona rendelkezésére az asszimiláció folyamatának elvégzésére. A fény viszont csak akkor tud hatni, ha a fának elegendő asszimiláló koronafelület áll rendelkezésére. Világos tehát, hogy a szabadonálló fák ugyanazon a termőhelyen szélesebb évgűrűkkel fognak bírni, mint a zárt állásban lévők.

Ez a körülmény okozza az áterdölés után fennmaradó fák nagyobb vastagsági növekedését is. Hiszen természetes, hogy a megmaradó egyedek most ugyanazon a talajon több táplálékot találnak, a fény jobban éri őket és így koronájukat is szabadon fejleszthetik, ami viszont az asszimiláció fokozásával jár. Az asszimiláció fokozását elősegíti még az a körülmény is, hogy az



áterdőlés után a megmaradó fákra aránylag nagyobb mennyiség jut a levegő  $\text{CO}_2$  tartalmából.

Jelentékeny mértékben befolyásolja az évgyűrűk szélességét a talaj víztartalma. Nedves talajban a fa sok vízszállító elemet fejleszt ugyan, de egyúttal a koronába jutó nagyobb vízmennyiség az asszimiláták mennyiségét is fokozza és ezért a kambium a többi elemeket is fokozottabb mértékben hozza létre. Nagy szárazságban ennek éppen a megfordítottja áll be és ezért a száraz éveket a fa rendszerint vékonyabb évgyűrűkkel jelzi. A klíma általános jellege szintén észrevehetően befolyásolja az évgyűrűk szélességét. Magasabb régiókban a fa életéhez szükséges átlagos hőmérséklet időtartama jóval rövidebb, mint az alacsonyabb termőhelyeken. Hasonlóan a magasabb szélességi fokok alatt a klíma zord volta miatt a tenyészeti idő jóval rövidebb.

Kraus szerint egy  $73\frac{1}{4}$  szélességi fok alatt nőtt *Betula nana* 0'1 mm. széles évgyűrűkkel bírt és egy 40 éves példány még 1 cm. vastagságot sem ért el. Ugyanez a faj Közép-Európában 1'6 mm. széles évgyűrűket hoz létre.

A károsítók hatásáról már szólottunk. Végző esetekben a lombzat teljes elvesztése kettős évgyűrűk alakulását lehetővé teszi, de mindenesetre a korona sérüléseit a fa táplálkozási viszonyai érzik meg és az évgyűrűk ilyenkor jelentékenyen megkeskenyednek (l. 285. és 286. kép).

Az eddigiekben az évgyűrűk egyenletes, a kerület minden pontjára kiterjedő egyenletes mértékű szélességi változásával foglalkoztunk. A következőkben azokat az eseteket vesszük tárgyalás alá, mikor az évgyűrűk a törzs kerületének különböző részein változó vastagságban fejlődnek ki. Ezt a jelenséget az évgyűrűk excentricitásának mondjuk. Ennek a jelenségnek oka legtöbbször külső tényezőkben, elsősorban a fény és a szél hatásában rejlik, azonban számos olyan esettel is van dolgunk, amikor külső tényezők ennek az igazi okát kielégítően nem tudják megmagyarázni.

Az uralkodó szél iránya, amint ezt különböző vizsgálatok tanúsítják,\*) ugyancsak érezteti hatását. Különösen szabadon álló törzseken észlelhetjük ennek következményeit, amelyek abban állanak, hogy az uralkodó szél irányával párhuzamosan a fa keresztmetszeti képe megnyúlik (l. 284. kép).



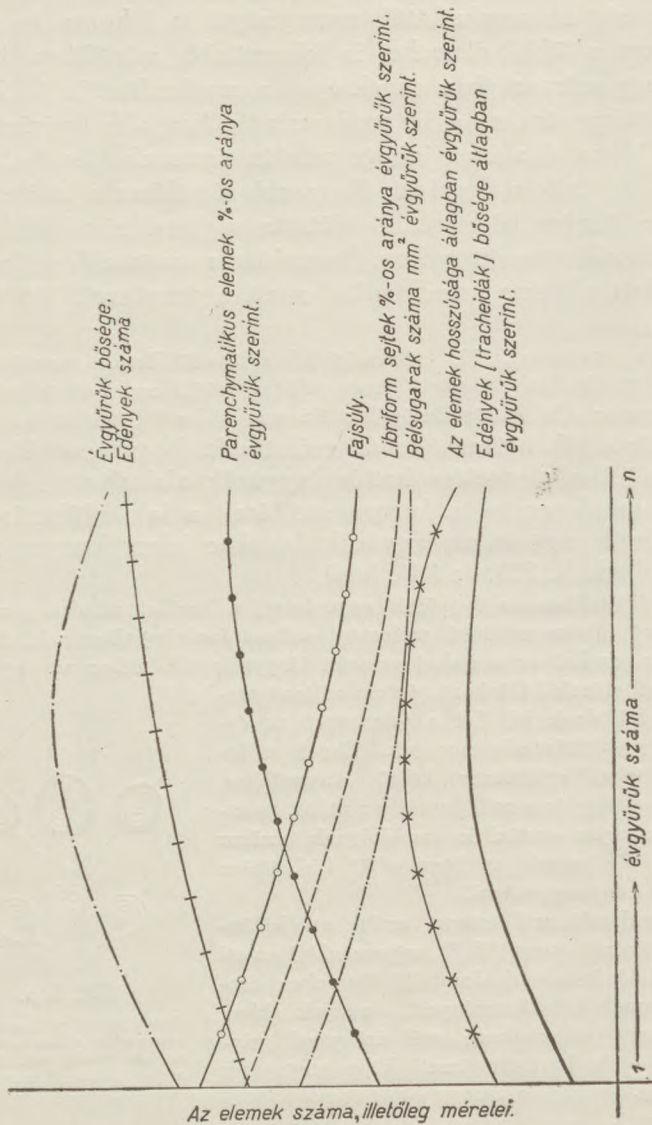
284. kép.

Felső képen a *Taxus*, alsó képen pedig a *Tilia* hajtásának és két oldalágának keresztmetszeti képe. Wiesner után.

\*) Hazánkban Rónai foglalkozott ezzel a kérdéssel. L. a likavai erdőlési kísérletek eredményei című munkát.



Ez a megnyúlás olyan módon jön létre, hogy a szél által nyomott oldalon keskenyebb, az ellenkező oldalon pedig jóval szélesebb évgyűrűk keletkeznek. Ilyen módon a fa keresztmetszeti képe egy olyan tartó kereszt-szelvényét közelíti meg, amely a szél irányában a lehető legnagyobb ellen-

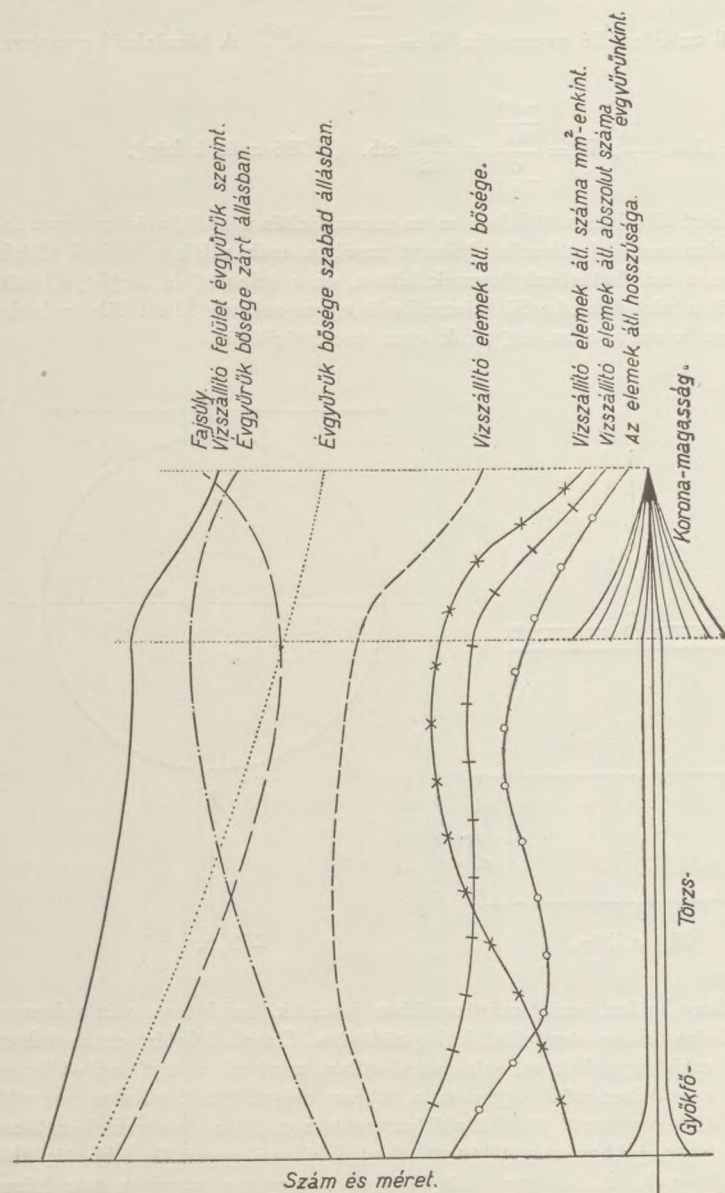


285. kép.

Tájékoztató vázlatos görbe a fajsúly és az elemek méreteinek, illetőleg számának a fa kora szerinti változásának feltüntetésére. Dr. Fehér után.



álló nyomatékot tudja kifejtetni, miután a tartók ellenállása épen az erő irányával párhuzamos méret nagyobbodásával növekedik. \*)



286. kép.

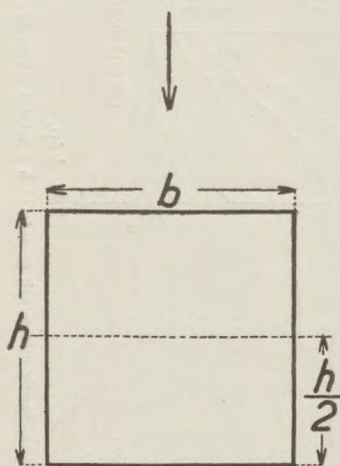
Tájékoztató vázlatos görbe a fajstűly, az elemek méreteinek és számának a fatörzs magassága szerinti változásának feltüntetésére, Dr. Fehér után.

\*) A szél ezen hatása valószínűleg nem közvetlenül hat, hanem a fény és a nehézségi erő hatásához hasonlóan, mint inger szerepel.

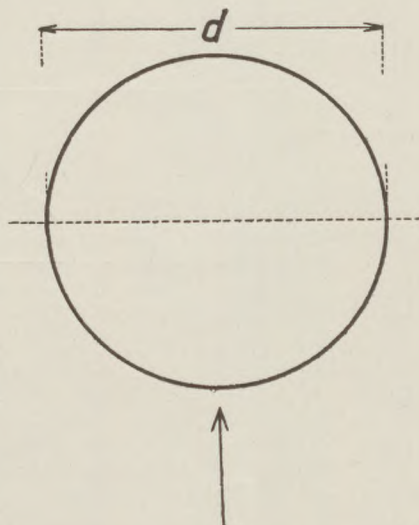


Pl. a négyszögű keresztzelvénynél a tehetetlenségi nyomaték:  $J = \frac{bh^3}{12}$   
 amelyből az ellenálló nyomaték:  $W = \frac{\frac{bh^3}{12}}{\frac{h}{2}} = \frac{bh^2}{6}$ . A kör alakú keresztzel-  
 vénynél:  $J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$ ;  $W = \frac{\frac{\pi \cdot d^4}{64}}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$  stb. (l. 286 a és b kép).

A zárt állásban nőtt fákon ez az excentricitás a szél hatására ilyen fel-  
 tűnő módon nem jelentkezik. Mihelyt azonban ezek a fák is szabad állásba  
 jutnak és a szél hatásának lesznek kitéve, ez a jelenség is megfigyelhetővé  
 válik, sőt a zárt állományból kiemelkedő egyes szélnek kitett fák szabadon  
 álló része is mutatja az évgyűrűk ezen excentricitását.



286. a. kép.



286. b. kép.

A fény hatása, amint már korábban jeleztük, befolyással van a korona  
 kialakulására és az asszimiláták képződésére. Ennek folytán olyan fákon,  
 amelyek csak egyoldalt vannak megvilágítva, mint pl. a zárt erdő-állomá-  
 nyokban a széleken növő egyedek, a jobban megvilágított oldalon nagyobb  
 koronát és ez viszont több táplálóanyagot hoz létre, aminek követke-  
 zményeképpen a jobban megvilágított oldal felé eső évgyűrűk több tápláló-  
 anyagot kapnak. A túlságos erős, közvetlen napfény azonban már káros  
 befolyású és ennek hatására az évgyűrűk határozott keskenyedése áll-  
 hat be.



Már kevésbé lehet kimutatni valamely külső tényező közvetlen befolyását az excentrikus vastagodással bíró, a függélyestől eltérő helyzetű oldalágakon és a ferdén álló, szintén excentrikus vastagodást mutató fatörzseken. Különösképen a fenyők itt épen fordított viselkedést mutatnak, mint a lombfák. A lombfákon ugyanis rendszerint az oldalágak felső oldala, illetőleg ferdén növe törzseken a törzs ú. n. háti része vastagodik erősebben, míg a fenyőkön épen fordítva történik.

A felfelé vastagabb ágakat epixyl, az alsó oldalon nőtt erőteljesebb ágakat pedig hypoxyl ágaknak is mondják (epitrophie, hypotrophie, Wiesner szerint). Epinastikus oldalágai vannak az Acer, Alnus, Carpinus, Corylus, Cytisus, Tilia, Fagus, Populus, Robinia stb. genusoknak, viszont hyponastikus hajtásokkal bírnak a Coniferák, a Viscum, a Buxus stb. genusok.

Megjegyzendő különben, hogy ezt a jelenséget mesterségesen, a függélyesen növe hajtások oldalra fordításával is elő lehet idézni (Cieslar). Az ilyen ágakon, illetőleg törzseken a felső oldal természetsszerűleg húzásra, az alsó oldal pedig nyomásra van igénybevéve. Enek megfelelően alakul azután ki a fatest anatómiai szerkezete is. A lombfákon Jaccard vizsgálatai szerint a húzott oldalon több a libriform és ezeknek hosszúsága is nagyobb, mint a nyomott oldalakon, faluk pedig kevésbé fásodik. Az edények és a bélsugarak száma a húzott oldalon szintén jóval kevesebb, mint a nyomott ágrészen. A lombfákon tehát a növekedés a húzott oldalon lesz nagyobb mérvű.

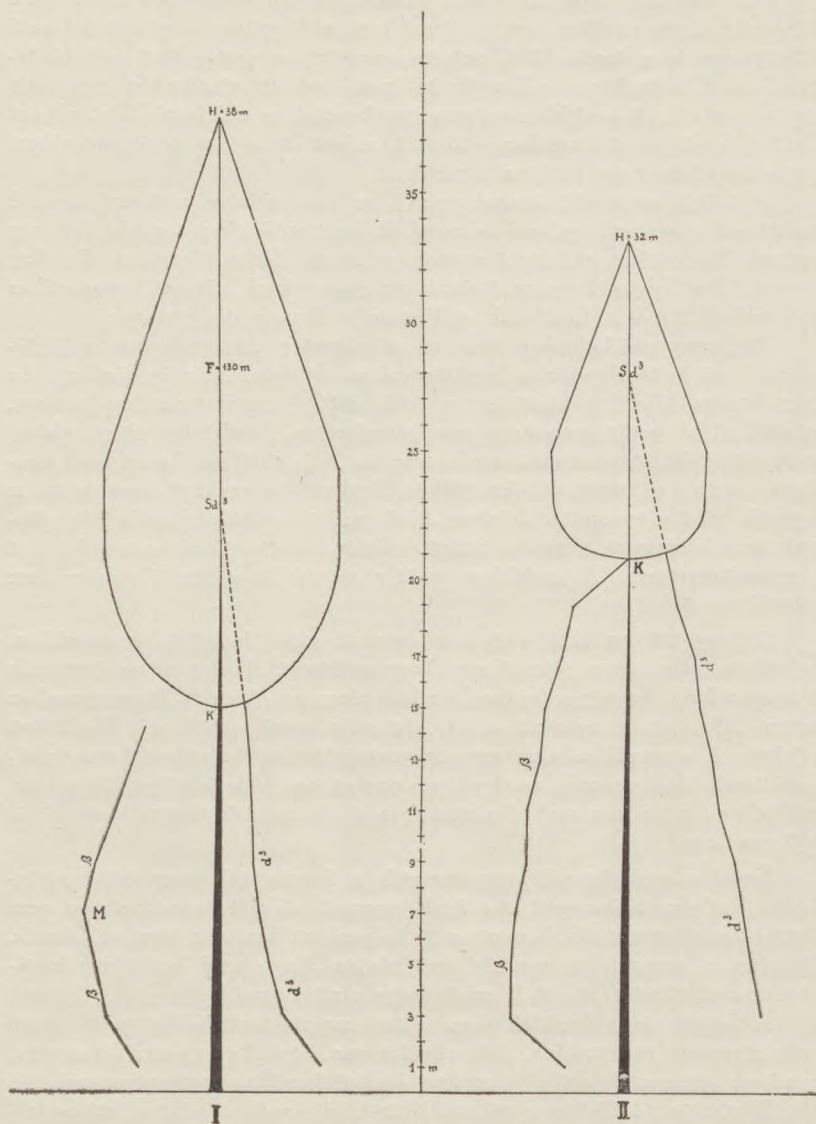
A fenyőkön az alsó, vagyis a nyomott oldal fejlődik ki erősebben. Az eltérés néha olyan jelentékeny, hogy a húzott oldalon egyes évvűrűk ki is maradnak. Az egyes fajokon, de különösen az Abies és Picea genushoz tartozó fákön ez a nyomott oldal felette jellemző anatómiai kifejlődésű is lehet. A nyomott oldalon ugyanis vastagabb falú, eliptikus keresztmetszetű tracheidák vannak, amelyek viszonylag nagyobb fajsúlyú fát adnak, amelyeknek színe már szabad szemmel is kivehetően sötétbarna, vagy vörös és barna lesz.

Ennél a sajátosságánál fogva nevezik a fenyő ágak ezen fáját vörösfának (Rotholz, boisrouge). Az ágak nyomott oldalát természetesen nem alkotja kizárólag vörösfá, hanem ez itt helyenként normális fával váltakozik. Különben a nyomott fa nyomási szilárdsága Jaccard legújabb vizsgálatai szerint átlag a húzott fa szilárdsága alatt marad.

A fenyők és a lombfák ezen eltérő magatartását eddig megfelelően megmagyarázni nem tudjuk. Sok elmélet van, így Metzger, Jaccard és mások igyekeztek ezt a jelenséget kielégítő módon megmagyarázni.

Metzger 1893-ban elméletet állított fel, amely szerint a fatörzs fejlődését, a még nagyjából ismeretlen belső élettani tényezőkön kívül, elsősorban az uralkodó szélnek a koronára, illetőleg magára a törzsre gyakorolt nyomása befolyásolja. A törzsnek hordania kell a korona néha rendkívül súlyos terhét, ami már szélcsendes időben is jelentékeny visszaható szilárdsági igénybevételt jelent, amelyet szeles időben még csak fokoz az a körülmény, hogy ilyenkor a szél ereje a korona súlypontjában, mint a



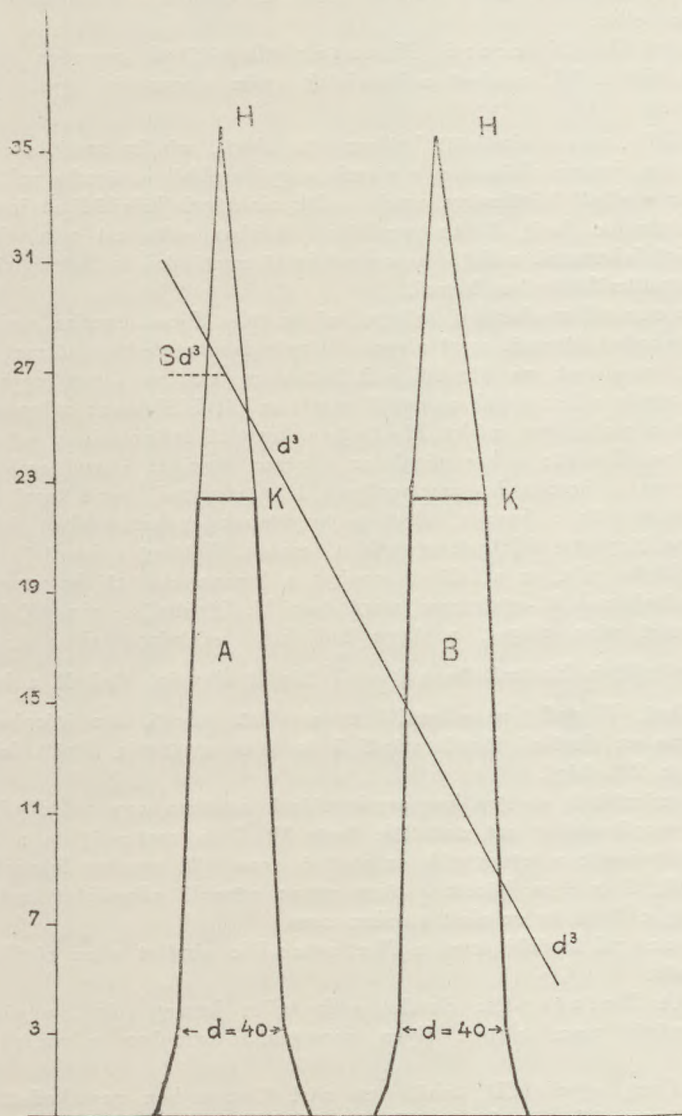


287. kép.

I. Egy Picea törzs d'Oppiglen környékéről (szabadon álló). II. Egy Picea törzs Winterthur vidékéről (zárt állásban nőtt).  $H$  a törzs teljes magassága,  $F$  a korona teljes felülete. I-nél  $F = 130 \text{ m}^2$ , a szél által igénybe vett felület  $F_1$  (kb.)  $= 70 \text{ m}^2$ , II-nél  $F = 45 \text{ m}^2$ ,  $F_1$  (kb.)  $= 25 \text{ m}^2$ . A szél nyomása I-nél  $100 \text{ kgr./m}^2$ , II-nél  $60 \text{ kgr./m}^2$ ; ennek az értéke I-nél kb. 7 tonna, II-nél kb. 1,5 tonna.  $K$  a korona kezdete,  $d^3$  az átmérők harmadik hatványait összekötő grafikon;  $Sd^3$  az a pont, ahol  $d^3$  a törzset metszi;  $\beta$  a különböző szelvényekre kiszámított  $\left(\frac{M}{W} = \beta\right)$  igénybevétel grafikonja;  $M$  a legnagyobb igénybevétel helye. Jaccard után.



szél erejének támadó pontjában hatva, a törzset meghajlítja és ily módon ezt hajlításra, a gyökeret pedig húzásra veszi igénybe. Metzger tehát azt az elméletet állította fel, hogy a természet a fatörzset, mint egy bár-



288. kép.

*B* egy valódi *Picea* törzs alakrajza, *A* pedig egy Metzger elmélete alapján mint egyenlő ellenállású *Picea* törzs rajza. Jelmagyarázat u. a., mint 287. képen. Jaccard után.



milyen irányból jövő szélirány ellen is egyenlő ellenállást kifejtteni tudó tartót, a lehető legkevesebb építőanyag felhasználásával képezi ki. Ennek az elméletnek a legjobban megfelelő faalak a III. fokú rotációs paraboloidnak felelne meg, amely természetesen az empirikus faalakoktól meg lehetőszen eltér.

Legújabb Jaccard Metzger teóriájával szemben új elméletet állított fel, amelyet a kísérletek egész sorozatával igyekezik bebizonyítani.

Ő Metzger elméletét határozottan elveti, miután szerinte nem a szél hatása, hanem elsősorban a víznek a gyökerekből a törzsbe való szállítás az a döntő körülmény, amely a fák alakjának kifejlődését irányítja és befolyásolja. Amíg Metzger külső okokban vélte ezt a növekedési regulátort felismerni, addig Jaccard belső anatómiai és fiziológiai faktorok együttműködésében keresi.

Jaccard mechanikai fejtegetései során a *Picea excelsa* szabályosan növekedett törzseit veszi alapul. Először is oly elméleti törzset szerkesztett, amelynek az átmérője a 3. hatványra emelve olyan egyenesbe futnak, amely a koronának a széltől megtámadott felületének súlypontjába fut át és a mely ilyen módon Metzger elméleti feltevéseinek legjobban megfelelne. Szerinte a koronának az a része, amelyet a szél csakugyan igénybevesz, a korona hosszszelvényének fél-egyharmad részét teszi ki és ennek súlypontja a korona teljes magasságának egyharmadában fekszik. A korona tényleges felületét ugyanis a levelek, illetőleg a fenyőtűk tényleges felülete adja, ez a felület azonban a korona elméleti hosszszelvényi szelvényének csak fél-egyharmad részét teszi ki. Egyúttal azonban  $50 \text{ kg./m}^2$  szélnyomást véve alapul, a törzs különböző szelvényeinek a hajlítási igénybevételét is kiszámította a  $\beta = \frac{M}{W}$  képlet alapján, ahol  $M$  a hajlító nyomatékot,  $W$  pedig az ellenálló nyomatékot jelenti. Az igénybevétel maximuma az elméleti törzsformánál 5 és 9 m. magasság között fekszik (l. 287. és 288. kép).

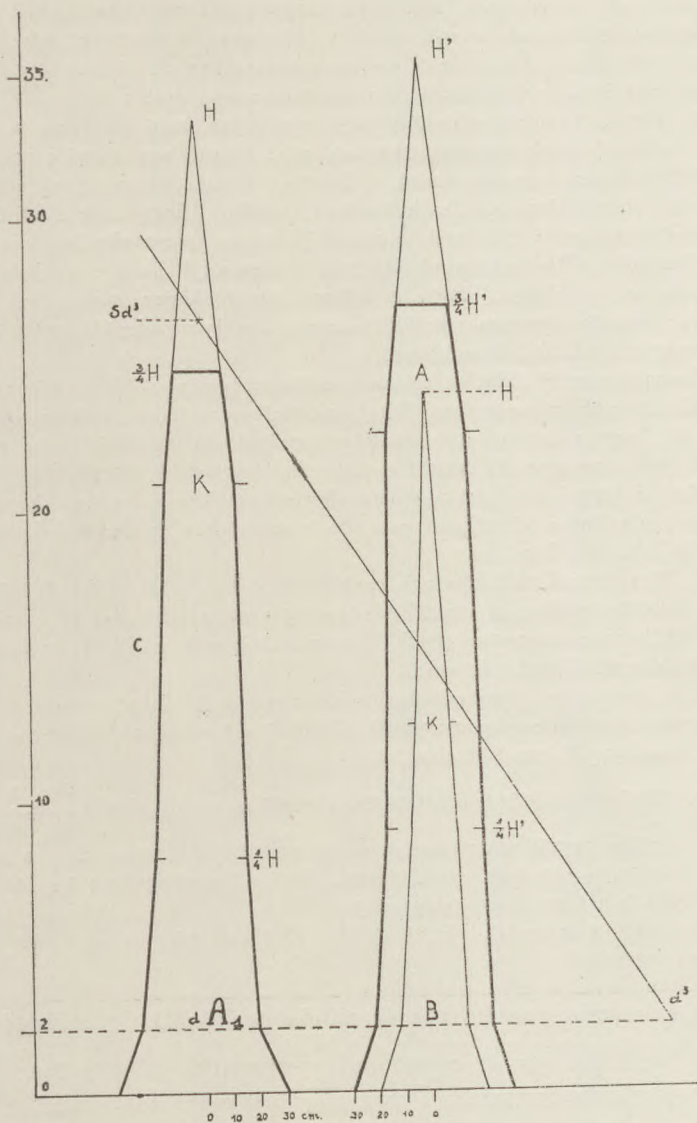
A számítások és grafikus szerkesztések azonban egy valódi *Picea*-törzsre vonatkozólag azt mutatták, hogy kb. 7 m. magasságban a törzs ellenállóképessége a legnagyobb, ez alatt és ezen felül azonban fokozatosan kisebbedik, 5 és 9 m. között a törzs ugyan egyenlő ellenállású tartónak felel meg, e fölött és ez alatt azonban nem.

Jaccard további érvei a Metzger-féle elmélet ellen röviden a következők:

a) A Metzger-féle elmélet a fa teljes homogenitását, egyöntetű rugalmasságát veszi alapul. Ilyen homogenitás azonban a valóságban nincsen.

b) Öreg, egyedülálló, tehát nem zárt állományban nevelkedett fák ellenálló nyomatéka jóval nagyobb, semmint azt a legkevesebb anyagfelhasználás elvével megmagyarázni lehetne. A gyökfő vastagodása szintén nem áll arányban a szél által való igénybevétellel.





289. kép.

$A$  egy a vízvezető elmélet alapján szerkesztett elméleti forma  $n = \frac{d_3/4}{d_1/4} h = 0.52$ .  $B$  egy 50 éves valódi *Picea* törzs,  $n = 0.57$ .  $A_1$  egy 74 éves valódi *Picea* törzs (Winterthur),  $n = 0.57$ ,  $A$  többi jelzés u. a., mint a 287. képen. Jaccard után.



c) Ha a *Picea* törzs hosszmetszete csakugyan a III. fokú rotációs paraboloidnak felelne meg, akkor az átmérők harmadik hatványait összekötő ferde egyenesnek a szél effektív támadási felületének súlypontján kellene áthaladnia. Jaccard szerint a valóságban az nincsen így, hanem a törzs felső része a kelleténél jóval erősebben van építve.

d) Nagyon kevésbé valószínű, hogy egy olyan, még lokálisan is jelentékeny változásoknak alávetett tényező, mint a szél, egy annyira szabályos alak kifejlődésére vezetne, mint a fatörzs. A szél hatása gyakran helyi tényezők befolyására felette különböző, anélkül, hogy erre a különböző termőhelyeken növő fatörzsek alaki kifejlődése észrevehetően reagálna.

Ellentétben Metzger elméletével, Jaccard most már beigazolni igyekszik azt a feltevést, hogy a fatörzs tulajdonképpen nem egyéb, mint a növény egy természetes vízszállító szerve, amely mindenütt egyenlő vízmennyiséget képes felfelé szállítani.

Jaccard szerint tehát az élettani tevékenység lép előtérbe, míg az erősítő feladat csak másodszorban jöhet tekintetbe; a törzs feladata főképpen abban áll, hogy a korona vízvesztesége (asszimiláció, párolgás) és a gyökér által felvett vízmennyiség között a szükséges harmóniát létrehozza.

Meg is kísérli mindjárt elmélete alapján egy *Picea*-törzs szerkesztését, amelynek alapjául a következő, szerinte a valóságban is meglévő feltételek szolgálnak (l. 289. kép).

1. Mint vízszállító felületnek csak a legutolsó, tehát élő évgyűrűk felületét veszi tekintetbe. A vízszállítóképeség ezzel a felülettel áll arányban.

2. A korona vízveszteségének (transpiráció) és a szállított víz mennyiségének arányát állandónak veszi.

3. A korona évi növekedését 1%-kal veszi számításba, viszont a törzs tisztulására (tout en se dégarnissant), illetőleg a korona magasságának apadására évenként 20 cm.-t tételez fel.

Az általa kiszámított elméleti törzsformát a valódival a  $\frac{d_{3/4} \cdot h}{d_{1/4} \cdot h} = n$  képlet alapján kapott viszonyzámmal hasonlíthatja össze; ( $d_{3/4}$  a teljes törzsmagasság  $3/4$  részében vett átmérő,  $d_{1/4}$  a törzsmagasság  $1/4$  részében vett átmérő,  $h$  a törzs teljes magassága).

Az elméleti törzsalak adatai a valóságból vett törzsek adataival meglehetősen egyeznek.

### A fa anatómiai szerkezete és minősége közötti összefüggés.

A fák minősége és anatómiai szerkezetük közötti összefüggés gyakorlati szempontból nagy fontossággal bír, miután — amint az előző fejezetekben láttuk — a gyakorlati erdőgazdaságnak az újabb erdőművelési technika segítségével többször nyílik alkalma arra, hogy a fa strukturájának kialakulását szabályozza és ezáltal a fa minőségére is befolyást gyakoroljon. A fa minősége általában a gyakorlati életben a fának a techní-



kai célokra való felhasználhatóságát fejezi ki és épen ezért, már csak a különböző felhasználási módra való tekintettel is, a fa-minőség kifejezésére egy egységes fogalmat felállítani nem lehet. Általában azonban a gyakorlati életben is a fának a szilárdsága, a különböző erőművi behatásokkal\*) szemben tanúsított ellenállóképessége, továbbá tűzereje adja meg azt a mértéket, amelylyel a fa minőségét mérjük.

A fának szilárdsága azonban rendszerint arányos ennek száraz fajsúlyával, úgy, hogy a fenyők és a lombfák csoportjain belül a fajsúly rendszerint a fa minőségét megközelítően fejezi ki, miután — amint látni fogjuk — a fajsúly változása a szilárdító, vastagfalú elemek mennyiségétől függ, amelyek a fa szilárdításában döntő szerepet játszanak.

A fa szilárdságát és tűzerejét általában a szilárdító elemek aránylagos mennyisége, ezeknek eloszlása, az egyes elemek falvastagsága, a sejtfa minősége, az elemek abszolút hosszúsága és ezeknek egymáshoz való illeszkedése szabályozza.

Ezeknek az elemeknek mennyiségét és minőségét az *ú. n.* száraz, tehát abszolút száraz és a vízmentes fára vonatkoztatott fajsúly adja meg leginkább megközelítően.

Frank után a száraz fajsúly *fsz* kifejezhető az abszolút száraz súly *Asz* és a száraz fa térfogatának viszonyával:

$$fsz = \frac{Asz}{Tsz}, \text{ ahol } Tsz = \frac{G}{1.56}$$

$G = 100$  térfogat friss fa súlya,  $1.56 =$  a sejtfa szárazanyagának a fajsúlyával.

Legtöbbször nem abszolút száraz fajsúllyal, hanem a légen száradt\*\*) fa fajsúlyával dolgozunk. Természetesen az  $1.56$  tényezőt is csak bizonyos korlátokon belül lehet állandónak venni, miután ez a sejtfa elváltozása alkalmával, így a fásító anyagok berakódása (gyanta, gumi, stb.) következtében, bizonyára változásoknak van alávetve.

Ami már most különböző fák légenszáradt állapotban való fajsúlyát illeti, úgy erre nézve Nördlinger, Hartig, Exner és mások megfelelő méréseket végeztek, amelyeknek ismertetését itt részletesebben nem közölhetjük. A fenyők fajsúlya általában  $0.60-0.40$  között változik, a lombfák fajsúlya pedig — az *ú. n.*

\*) Hajlítás, húzás, nyomás, nyírás és visszaható szilárdsági igénybevétel.

\*\*) A magas hőmérsékletű levegőben szárított fa még mindig tartalmaz  $6-10\%$  vizet.



keményfáké (*Quercus*, *Acer*, *Fagus*, *Carpinus*, stb.) 0'65—0'88, a puhafáké pedig 0'45—0'65 között váltakozik.

Általában nagyon megközelítjük a valót, ha a gyakorlatban a fa szilárdságának és tűzerejének kifejezésül a száraz fajsúlyt választjuk.

Már az előzőekben láttuk, hogy a fajsúly ugyanazon a fán belül is bizonyos általános törvényszerűség szerint változik. Nevezetesen a gyökfőben a legnagyobb, innét a korona kezdetéig fokozatosan csökken az edények relatív nagy számánál fogva és azután a koronában, ahol az edények aránylag ismét fogyóban vannak, a fajsúly ismét növekedni kezd. A fenyőkön teljesen hasonló jelenséget találunk, miután ezekben viszont a korona felé a tracheidák átlagos bősége nagyobbodik, míg a koronában ez a méret ismét megfelelően csökken.

A fajsúly azonban a fa kora szerint is változik; amint már említettük, a fiatal évgyűrűk fája rendszerint nagyobb fajsúllyal bír, mint az idősebbeké. A fajsúly változása itt is az edények, illetőleg a bő tracheidák aránylagos számával van összefüggésben. Természetesen ez az általános szabály. A fajsúly az egyes fafajok, sőt egyes egyedek között is változhatik.

Általában szabályul állíthatjuk fel azt az elvet, hogy minden fa a legkedvezőbb fajsúlyát, a legszilárdabb és legegészségesebb fáját a neki legjobban megfelelő, ú. n. optimális termőhelyen fogja létrehozni.

Főképen a talaj víztartalma az a tényező, amely a különben ásványi anyagokban gazdag, tehát jó táplálóerejű talajokon nőtt fáknál a fa minőségét döntően befolyásolja. Túlságos vízbőség mellett ugyanis a fa sok és bő üregű vízszállító elemet fog létrehozni, amelyek természetesen a libriformsejtek fejlődési lehetőségét és így a fa szilárdságát és fajsúlyát is károsan fogják befolyásolni. Ha azonban a talaj víztartalma, a talaj táplálóereje és a termőhely többi tényezői: fény, hőmérséklet, stb. a fa életigényeinek megfelelően a legkedvezőbb mértékben vannak képviselve, akkor a fa minősége is a lehető legjobb lesz. A talaj, illetőleg a termőhely jóságával együtt jár természetesen a fa évi növekedésének emelkedése is úgy, hogy a legkedvezőbb évi növekedéssel egyúttal a legjobb faminőség is együtt szokott járni. Itt a lombfák és a fenyők között bizonyos eltérés figyelhető meg.



A lombfáknak szélesebb évgyűrűje általában egyúttal a talaj jóságát is jelzi, amivel együtt jár a fa minőségének, illetőleg szilárdságának és fajsúlyának emelkedése.

Általában a lombfáknak ugyanazon vastagságú egyedei között a fiatalabb, tehát szélesebb évgyűrűkkel bíró egyedek fájának fajsúlya és minősége jóval jobb, mint az idősebb, tehát aránylag keskenyebb évgyűrűkkel rendelkezőké. Ha szabadon álló lombfák évgyűrűiben a talaj túlságos nedvessége folytán nem nagybodlik meg túlerősen az edények száma, akkor ezeknek faminősége is jobb lesz, mint a zárt állásban fejlődöttéké. A zárt állásnak azonban természetesen megvan az az előnye, hogy itt a fák törzse egyenletesebb lesz és vizesebb talajokon a víz több egyed között oszlik meg.

Természetesen a termőhely jóságának a fokozása végeredményében szintén a faminőség rovására megy, amire kitűnő példát szolgáltatnak a buja síkvidéki talajokra telepített vörös fenyők, amelyeknek fája itt feltűnően laza lesz, miután a bőüregű tracheidák száma bennük erősen növekedik.

A fenyőkben az évgyűrűk szélesedése a legtöbb esetben nem jár együtt a faminőség javulásával. A fenyők közül a szélesebb évgyűrűjűek rendszerint silányabb fát, míg a keskenyebb évgyűrűjűek szilárdabb és jobb minőségű, nagyobb fajsúlyú fát szolgáltatnak. Szabad termőhelyen nőtt fák fajsúlya és minősége rendszerint silányabb, mint a zárt állományokban nőtt fáké.

Mayr szerint a faminőség és a klíma között összefüggés van. Ha egy fafaj tenyésztésekor a termőhelyet úgy választjuk meg, hogy ez az illető faj meleg optimumát lehetőleg megközelítse, akkor a fa minősége egészen addig, míg az optimumot át nem léptük, javulni fog, mihelyt az optimumot meghaladtuk, a fa minősége is csökken. A síkvidéken tenyésztett vörösfenyő, miután a melegebb vidék a tenyésztési optimumát meghaladja, fájának minősége csökken. Lombfáink nagy része égvünk alatt tenyésztési optimumát még nem érte el, azonban a szubtrópusi klíma alatt ezeknek faminősége is csökkenni fog.

Természetesen az eddig felsorolt tényezőket nem szabad kizárólag és egymástól teljesen függetlenül számításba venni.

A gyakorlati erdőgazdaság szempontjából nagyon fontos annak a kérdésnek eldöntése, hogy az erdőművelési technika gyakorlati módszerei milyen mértékben lesznek képesek a fa szerkezetének és minőségének kialakulását szabályozni.



Sajnos, az idevonatkozó ismereteink még nagyon hiányosak, nagy vonásokban azonban az eddig elért gyakorlati szabályokat a következőkben foglalhatjuk össze:

A legfontosabb az, hogy minden fát — amint már eredetileg is hangsúlyoztuk — a maga megfelelő optimális termőhelyére telepítsünk. A termőhelyen belül azután módunkban áll — különösen belterjes gazdálkodás esetén — a fa szöveti kialakulásának folyamatába legalább közvetve befolyani. Így elsősorban az áterdölés az a gyakorlati módszer, amellyel a fa minőségét emelhetjük, ha ezt az egyes fafajok egyéni sajátosságaihoz és igényeihez mérten vesszük végbe. Az áterdölés alkalmával a megmaradt fák több tápanyaghoz, világosságához és  $\text{CO}_2$ -hoz jutnak, koronájukat jobban kifejleszthetik és ugyanarra a termőterületre viszonylag az eddiginél kevesebb példány jutván, több táplálóanyag is jut a megmaradó fáknak.

Ennek azután természetesen jobb táplálkozási viszonyok és jobb faminőség lesz az eredménye. Amint az előzőkben már hangsúlyoztuk, mindig tekintettel kell lenni a talaj víztartalmára is. Különösen nedves talajon a túlerős gyérités folytán a megmaradó fák több vizet kénytelenek párologtatni és ennek folytán faminőségük is csökkenni fog. A fenyők ebben a tekintetben nagyon érzékenyek. Lombfákban, hacsak a felveendő víz mennyisége nem túlságosan nagy, az edények bősége erősebben növekedik, mint ezeknek száma. Azonban evvel a növekedéssel együtt jár az évgűrűk szélesedése is és ezeken a szélesebb évgűrűkön belül egy bizonyos határig — különösen megfelelő talajjóság esetén — a képződött libriform-sejtek mennyisége pótolja, sőt felül is múlhatja az edények számának és átmérőjének növekedése folytán beálló fajsúly-, illetőleg minőségcsökkenést.

A fenyőkön — amint tudjuk — az évgűrűk szélesbbedésével együtt jár rendszerint a fa minőségének csökkenése is, azonban, ha a gyéritéssel elővigyázatosan bánunk és olyan mértékben tesszük szabaddá a fákat, hogy evvel az egyedek táplálkozási viszonyait elősegítve, a párologtatót jelentékenyen nem emeljük, akkor, bár a tracheidák üregeinek bősége a fokozottabb vízfelvétel következtében emelkedni fog, a jobb táplálkozási viszonyok folytán egyúttal ezeknek falvastagsága is nagyobbodik, ami végeredményében mégis csak a fajsúly emelkedését idézi elő.

Ezen a téren még felette sok a megoldatlan probléma, úgy, hogy itt az erdészeti kísérletügyre még sok munka és feladat vár. Az bizonyos, hogy az erdőgazdasági többtermelés problémáját ezeknek a kérdéseknek a helyes, gyakorlati megoldása jelentékeny lépéssel fogja előre vinni.

### A fatörzs alakjának kifejlődését irányító tényezők.

A fatörzs alakjának mértani kifejezésével az erdőbecsléstan foglalkozik. Természetesen a fák növekedési viszonyai a termőhelyi tényezők változása folytán még ugyanazon termőhelyi osztály törzsein belül is annyira elütnek egymástól, hogy a faalak számára egy egységes mértani egyenletet felállítani nem lehet és mindmáig az erdőbecsléstanban a fák alakjára és



kőbtartalmára vonatkozó számtani és mértani képletek csak megközelítő értékkel bírnak. Még a valóságnak legmegfelelőbbben járunk el, ha a törzset alúlról felfelé haladva részekre bontjuk és ezen részeket külön-külön igyekszünk meghatározni.

A törzsek alakja általában a kúp és henger között váltakozik, de a legtöbb esetben a kúphoz áll közelebb. Ha az erősen kiszélesedő gyökfőtől eltekintünk, akkor nagyjában a törzset két részre bonthatjuk. Nagyságra nézve viszonylag a leghosszabb rész után, amely különösen zárt állásban nőtt fáknál a hengerhez nagyon közel áll, következik egy rövid, kúp alakú zárórészlet, amely rendszerint a koronán belüli törzsrészletet képviseli. A törzs egyes részei általában mint egy forgási test részei foghatók fel. Elméletileg a fa törzse a kúp és az Apollónius-féle parabola\*) által alkotott forgási test (paraboloid) méretei között mozog és csak ritkán közelíti meg a harmadfokú parabolát.

Már az eddigi fejezetekben láttuk, hogy a zárt, vagy szabad állás a törzsek fejlődésére milyen jelentékeny befolyással bír és tudjuk, hogy a fák területi, illetőleg vastagsági növekedése felülről lefelé haladva fokozatosan nagyobbodik. A törzs derékrésze átmérőjének és kerületének alafelé való folytonos nagyobbodása nem jelenti egyúttal az évgűrűk vastagságának növekedését is, sőt zárt állásban nőtt fákon az évgűrűk vastagsága — a kisebb vastagsági növedékre való tekintettel — kisebbedhetik is.

Ez a törvényszerűség természetesen, amint a kép mutatja, a fák alakjának változásában is kifejezést nyert. Zárt állásban nőtt fának a korona alatti része, tehát a dereka ezért erősen megközelíti a henger alakját.

Arra vonatkozólag, hogy milyen okok hozzák létre a fák alakjának ezt a sajátos fejlődését, Metzger 1899-ben egy eredeti elméletet állított fel. Szerinte a fa törzse, amelynek a saját súlyán felül még a rendszerint ugyan-csak nagy súlyú koronát is kell hordania, szélcsendes időben visszaható szilárdságra van igénybe véve, azonban már a legkisebb szél hatására a korona súlya folytán hajlítási szilárdsága is igénybe lesz véve. Elméletileg tehát az egyoldalón befogott tartónak felel meg, amelyet a támadó erő a csúcán, illetőleg ehhez közel vesz igénybe. Az ilyen tartók méretezésénél természetes, hogy ott, ahol az erő hat, kisebb keresztmetszettel fognak bírni, mint a rögzítés helyén, ahol a támadó erő már viszonylag nagy emelőkarral és nagy forgató nyomatékkal hat rájuk.

Különösen a lúcfenyőtörzsek mutatják Metzger szerint ezt a szabályos felépítést. Általában szerinte minél szabadabb állásban növekedik egy fa, annál inkább van kitéve a szél erőművi hatásának és ezért szilárdságáról, illetőleg ellenállóképességéről fokozottabb mértékben kell gondoskodnia.

Ez az oka azután annak, hogy a szabad állásban nőtt fák átmérőjének növekedése sokkal rohamosabb, mint a zárt állományokban nőtt fáké. Hasonlóképpen magyarázza Metzger a magassági növekedésnek az áterdülés után beálló hirtelen csökkenését. A szabad állásba jutó fának, szilárdságuk

\*) Másodfokú parabola.



növelése céljából, vastagságukat kell növelni és ezért a rendelkezésre álló organikus építő anyagot nem a magassági, hanem a vastagsági növekedésre fordítják.

A szél irányának hatását a fák keresztmetszeti képének kialakulására vonatkozólag már vázoltuk. Kétségtől Metzger szerint is legalkalmasabb a körszelvény, miután ez minden irányból jövő szél hatására szintén egyenlő ellenállást tud kifejteni. Természetesen, ha túlnyomólag egy irányú szél uralkodik, akkor ez a szelvénynek a szél irányával párhuzamos méretének egyoldalú erősebb kifejlődését fogja előidézni.

Az ágak keresztzelvényének hasonló eliptikus formáját a saját súlyból eredő megterhelésre kell vonatkoztatnunk, amely természetesen a vertikális irányban hat legerősebben és azért ebben az irányban egyúttal a legnagyobb az ágak átmérője is.

Metzger elméletét újabban különösen Jaccard beható vizsgálatakor során határozottan kétségbe vonta.

Jaccard ugyanis Metzgerrel szemben azt állítja, hogy nem mechanikai behatások, hanem tisztán belső élettani okok azok, amelyek a faalak fejlődését szabályozzák. Szerinte ugyanis a fák belső életfolyamataira, ezeknek egyenletes lefolyására alapvető fontossággal bír az a körülmény, hogy ezeknek mindegyik keresztmetszete a vízszállítás szempontjából egyenlő szállítófelülettel rendelkezzen. Szállítófelület alatt Jaccard az életben lévő vízszállító elemek (tracheidák, edények) keresztmetszetei után számított effektív felületet érti, amelynek mérésére és számítására különböző eljárásokat dolgozott ki. Ennek a körülménynek tulajdonítható szerinte az a — már Hartig által is megállapított jelenség, hogy az edények száma és átlagos felülete a fa különböző magasságaiban számított évgyűrűkben közel egyenlő marad és csak a koronában kisebbedik jelentékenyen. A gyökfő vastagodását viszont úgy magyarázza, hogy itt a vízáram a gyökértől való átmenet alkalmával irányváltozást szenved és ezért meglassabbodik, miért is ugyanannak a vízmennyiségnek az időegységben való szállítására jóval nagyobb szállító felületre és így szélesebb gyűrűkre is szükség van, mint a törzs nagyobb magasságában.

Tájékozásul bemutatjuk itt egy általa megvizsgált *Picea*-törzs elemzését. Szállító felületnek ő az utolsó négy, még életben lévő évgyűrűben talált tracheidák keresztmetszeti képe alapján számított tényleges felületet veszi.

Magasság a föld felszíne felett: m.	Az utolsó négy évgyűrű tényleges vízszállító felülete: cm <sup>2</sup>
0'1	78 cm <sup>2</sup> Gyökfő.
2'0	3'0 "
4'5	2'2 "
7'5	2'5 "
9'5	2'8 "
12'2	3'1 „Korona kezdete.



Az adatok — amint már ez az összeállítás is mutatja — korántsem mutatnak állandó értékeket. Egyébként Jaccard feltevéseiben figyelmen kívül hagyta azt a körülményt is, hogy a fa a felület kisebbedését a víz-áram gyorsításával is kiegyenlítheti.

Mindent összevetve megállapíthatjuk, hogy sem Metzger, sem pedig Jaccard elméletei nem követelhetik maguknak a teljesen helyes magyarázat jogát. Addig is, amíg újabb vizsgálatok az itt lefolyó élettani összefüggéseket ki nem derítik, valószínűnek tarthatjuk azt, hogy a faalakulását úgy a mechanikai igénybe vétel, mint pedig a vízszállítás szükségessége egyaránt befolyásolják.

Azonban majdnem bizonyosra vehetjük, hogy ezen két tényezőn kívül még egy sereg olyan ökológiai és élettani tényező van a természetben, amelyek itt fontos szerepet játszanak. E tekintetben azonban egyelőre még a kezdet kezdetén állunk.

### A gesztisedés.

Amint már a fatest általános leírásakor láttuk, a kambiumon belül fekvő, ú. n. fás rész elemei egy bizonyos koron túl fokozatosan elhalnak, falukba különböző, ú. n. gesztisítő anyagok rakódnak be, sőt sokszor ezek az anyagok az elhalt sejtek belső üregeit is eltömők. Ezt a folyamatot gesztisedésnek nevezzük és a fa törzsének ilyen módon elváltozott belső részét „gesztnek”, az életben maradó külső részeket pedig „szíjácsnak” mondjuk. A gesztet már legtöbbször a színéről is meg lehet különböztetni a szíjácstól, azonban egyes fákban a geszt és a szíjács között színbeli különbséget nem lehet találni. Ha a geszt szintelen, akkor érett fának is nevezik. Igen gyakori eset az, amikor a gesztnek csak a belső részei színesednek meg; ilyenkor ugyanazon törzsön belül a szíjács mellett az érett fát és a gesztet is megtaláljuk. Az érett fa azonban annak dacára, hogy feltűnően eltérő színeződéssel nem bír, mégis részben szárazsága, részben pedig eltérő színárnyalata folytán a szíjács mellett még szabad szemmel is felismerhető.

Nördlinger megkülönbözteti a színes geszttel bíró, ú. n. gesztis fákat, azután az érett fával és geszttel bíró fákat és végül az ú. n. szíjács fákat, amelyeken szabad szemmel a szíjácsot az érett fától, illetőleg a gesztől határozottan elválasztani nem lehet.

Nördlinger a fákat következőképen csoportosította:



Sz í j á c s f á k: *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*, *Aesculus rubicunda*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pubescens*, *Carpinus betulus*, *Populus tremula*, *Corylus avellana*, stb.

S z í n e s g e s z t ű f á k: *Acer tataricum*, *Acer dasycarpum*, a *Quercus*ok, *Taxus baccata*, *Juniperus communis*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus montana*, *Pinus strobus*, *Castanea vesca*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Berberis vulgaris*, *Juglans regia*, a *Populus* genus a *P. tremula* kivételével, a *Prunus* genus, *Robinia pseudacacia*, stb.

S z í n t e l e n g e s z t ű f á k (színtelen geszt = érett fa): *Acer campestre*, *Tilia parvifolia*, *Fagus silvatica*, *Sorbus torminalis*, *Crataegus oxyacantha*, *Picea excelsa*, *Abies alba*, stb.

S z í n e s g e s z t t e l é s é r e t t f á v a l b í r ó f á k: *Fraxinus excelsior*, *Salix caprea*, *Rhamnus frangula*, *Ulmus campestris*, *Evonymus europaeus*, stb.

A geszt és a szíjács terjedelme nemcsak az egyes fákban, hanem még ugyanazon egyeden belül is nagyon változó.

A szíjács aránylagos szélessége alulról felfelé haladva kisebbedni szokott, azonban a korona alatti törzs közepétől kezdve ismét nagyobbodik.

A legnagyobb kiterjedésű a szíjács aránylag a gyökerekben, az ágakban pedig ismét kisebb méretű lesz.

Általában a korona szükségelte víz és táplálóanyagok szállítására szolgál és ennek következtében közelfekvő az a gondolat, hogy nagysága általában a korona terjedelmével van összefüggésben.

A szíjács anatómiai jellegéhez tartoznak az élő elemek. Tehát Strasburger szerint tisztán elméleti értelemben a geszt ott kezdődik, ahol már élő elemeket nem találunk. Általában legtovább maradnak életben a bélsugársejtek, a legrövidebb élettartamuk van a libriformsejteknek; rendszerint nyolc hétnél tovább nem igen élnek.

A gyakorlati értelemben vett gesztosedés azonban már jóval korábban veszi kezdetét, amit a fás elemek színváltozásáról már szabad szemmel is meg lehet ítélni. Az ákác gesztjének barnulása már legtöbbször a 6. évgűrűnél kezdetét veszi, míg a bélsugársejtek néha még a 8., sőt a 9. évgűrűben is életben



vannak, amit keményítő tartalmuk meglehetősen jól jelez. Az elhalt bélsugársejtekben soha sincsen keményítő.

Egyébként a szíjács és a geszt terjedelme — amint már említettük — meglehetősen tág határok között változik.

Nagyon gyakran még ugyanazon keresztmetszeten belül is változik a szíjács terjedelme, viszont sokszor rendkívül szabályosan követi az évgyűrűk határait.

Az elgesztesedett elemek falában elváltozást külsőleg észrevenni nem igen lehet. Ennek dacára azonban, amint a kémiai vizsgálatok mutatják, a sejtfalba különböző anyagok rakódnak be. Ilyen anyag pl. a csersav, a gyanták, azután a különféle festőanyagok.

Ilyen festőanyagok nagyon gyakoriak a trópusi fák gesztjében. Így pl.:

Haematoxylin a *Haematoxylon campechianum*

Brasilin a *Caesalpinia sappan*

Santalín a *Pterocarpus santalinus*

Morín a *Maclura aurantiaca*, stb. fájában.

Ezek a festőanyagok legtöbbször nemcsak a sejtfalakat itatják át, hanem az elemek üregeit is kitöltik.

Fáink elgesztesedett elemeinek sejtüregeiben legtöbbször gyantát, fagumit,\*) de ezeken kívül anorganikus anyagokat is találunk. Így pl. az *Ulmus* és *Fagus*, a *Sorbus* és *Celtis* edényüregeiben Molisch nagymennyiségű  $\text{Ca CO}_3$ -t talált, a *Tectona grandis* edényeiben pedig Krüger  $\text{Si O}_2$  lerakódásokat figyelt meg.

Erdei fáink gesztjének alakulásában a csersav meglehetősen fontos szerepet játszik, színes gesztű fáink barnás színét legtöbbször a csersav oxydációja okozza. A színes gesztű fenyők (*Pinus*, *Larix*, stb.) feltűnő színének keletkezésében, ha nem is a csersav elváltozása, de mindenesetre egy még kellően nem tanulmányozott oxydációs folyamat játszik döntő szerepet. Hasonló, még eddig kellően nem ismert, de szintén oxydációs jelenség az *Alnusok* fájának színváltozása. Ezeknek friss vágásfelülete a szabad levegőn, még sötétben tartva is csakhamar élénk vörös színeződést vesz fel.

\*) Mikrokémiai sajátossága eltér a rendes guminemű anyagoktól, vízben nem dagad és a Wiesner-féle reakciót adja. Nagyon hasonlít a sebgumihoz.



Hasonlóan fontos szerepet játszanak egyes erdei fáink gesztjének alakulásában a thyllák. Ezek — amint már említettük — az edényeket környező parenchymasejtekből veszik eredetüket oly módon, hogy a parenchymasejtek fala az udvaros gödörkéken keresztül hólyagszerűen benő az edények belsejébe. Egyes fáinkban (pl. *Robinia pseudacacia*, *Morusok*, stb.) a thyllák már az első évben megjelennek és a legtöbb edényt eltömik. Az említett fákon kívül megtalálták már őket a fenyőkben is (*Pinus silvestris* Raatz). A tölgyekben szintén gyakran fordulnak elő.

Egyes fáinkban (*Robinia*, *Quercus*) a thyllák már a szíjácspan a legfiatalabb évgűrűkben is megjelennek. Nagyon gyakran az idősebb edényekben, az egymással érintkező thyllák falán egyszerű gödörkés vastagodásokat is találunk. Egyes fákban keményítőt is tartalmaznak (pl. *Robinia*).

A thyllák megjelenését illetőleg jól el kell választanunk ezeknek az előfordulását az egészséges és a beteg fában. Megjelenésük az egészséges fában egy faji és állandó sajátága az illető fafajnak, míg egy egész sereg fánkban az egészséges fában hiányzanak és a beteges farészekben megtalálhatjuk őket. Így pl. a bükk egészséges gesztjében hiányoznak, a pathológikus eredetű, ú. n. álgesztben pedig szinte meglepő szabályossággal jelentkeznek.\*)

A gesztosedés folyamata alatt berakódott anyagok a gesztet rendszerint súlyosabbá teszik a szíjácsnál. Már maga a barnulás is súlygyarapodást jelent, miután ez tudvalevőleg oly módon jön létre, hogy a csersav, vagy más, a sejtfalet átítatott festőanyag oxydálódik és így jelentékeny mennyiségű O-t vesz fel.

A fenyőkben a falba berakódó gyanta evvel ellenkezőleg a sejtfalet száraz fajsúlyát csökkenti.

Egyébként a geszt nagyobb súlyának magyarázatánál nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a körülményt sem, hogy a gesztbe eső fiatalabb évgűrűk már eleve súlyosabb szöveti összetétellel bírnak.

A gesztosító anyagok forrását a fatest élő sejtjeiben kell keresnünk, legtöbbször a bélsugarak parenchymasejtjei szállítják ezeket a belső szöveti részekbe, azonban valószínűleg ezen felül

\*) A fenyők fájában sérülések következtében szintén talált Raatz thyllákat a tracheidákban.



még a fatest egyéb élő parenchyma sejtjeinek organikus tartalma a gesztesedés alkalmával szintén olyan elváltozásokon megy keresztül, amelyek a gesztesítő anyagok termelésére szolgálnak.

A most vázolt folyamat az ú. n. rendes geszt alakulását idézi elő, amelyet minden fás növényben megtalálunk, ha ez már egy bizonyos kort ért el.

A fának ugyanis életének későbbi éveiben már nincsen szüksége arra a viszonylag nagy élő fatestre, amely rendelkezésére áll, mivel a korona táplálására kisebb kiterjedésű fapalást is teljesen elegendő.

Azokat az elemeket, illetőleg szöveti részeket, amelyek a víz szállítására, továbbá az organikus táplálóanyagok raktározására már nem szükségesek, működésen kívül helyezi és ezek elhalnak.

Ugyanekkor azonban gondoskodik arról is, hogy az ilyen módon elhalt elemeket a korhadástól megóvjá, mert hiszen ez közvetlenül további fennmaradását veszélyeztetné. Ezt a célt szolgálja a gesztesítő anyagoknak, mint konzerváló szereknek, az elhalt sejtek üregébe és falába való berakódása. Gyakorlati szempontból tehát a gesztesedés kiható fontossággal bír, mivel a fának technikai felhasználását, konzerváló sajátosságánál fogva, hosszabb időtartamra lehetővé teszi. A gyakorlati életben az épületi fa készítésekor a szíjácsot tartalmazó részeket gondosan eltávolítják, miután az itt lévő élő szövetek organikus anyaga könnyebben esik a korhadásnak áldozatul, mint a geszt impregnáló anyagokkal átítatott élettelen szövetei. Hasonlóan károsan befolyásolja a fa tüzerejét a szíjács élő sejtjeinek magasabb víztartalma úgy, hogy a gesztesedés a fák ezen tulajdonságát is kedvezően befolyásolja.

A normális geszt képződésétől élesen el kell választanunk a patológikus hatásokra kiváló, ú. n. álgeszt keletkezését.

Az álgeszt keletkezése rendszerint patológikus ható okokra vezethető vissza, amelyek között a főszerepet a különböző gombák által okozott infekciók játszik. Ez az infekció sokszor a levágott ágak helyén keletkezett nyílt sebeken keresztül megy végbe, nem ritkán korhadó ágak beteg szövetei okozzák a közvetlen fertőzést. A fertőzés közvetlen folyamánnyaképen a my-



celiumok az egészséges sejtek falát szétbontják, a sejtek üregeit pedig gumyszerű anyagok töltik ki, amelyeknek barnás színe okozza az álgeszt eltérő színváltozatát. Ez utóbbi anyagokat az egészséges sejtek a fertőzés továbbterjedésének meggátlása céljából termelik.

Egyes fákban, így pl. a bükkben nemcsak a közvetlenül megtámadott szövetek közelében képződik ilyen álgeszt, hanem ezektől jóval távolabb is berakódik a már említett védőgumi a sejtek üregébe. Ezek a sejtek ez által sok tekintetben ellenállóbbak lesznek. A bükk álgesztjében még mindezekon felül thyllák\*) is fejlődnek, amelyek szintén a fa ellenállóképességét fokozzák. A bükk álgesztje tehát sok tekintetben ellenállóbb, mint normális fája. Természetesen itt éles különbséget kell tennünk a már teljesen szétroncsolt és korhadt gesztű fák és a tiszta álgeszttel bíró fák között.

Azonban eltekintve a bükkötől, a többi fáinkban észlelhető álgesztes képződmények már rendszerint a fa jóságának rovására mennek, sőt a legtöbb esetben az egészséges fa szétmálolásának biztos jeléül szolgálnak.

### A növényi test mechanikai szerkezete.

A növény testének az alatt az idő alatt, amíg életben van, rendkívül sok erőművi behatással kell megbirkóznia. Elegendő itt, ha a teljes érésben lévő búzaszálla utalunk, amelynek az érett kalász viszonylagos nagy súlyát kell hordania és amelyet egy-egy erősebb szélroham a földre leejt, hogy azután bámulatos rugékonysággal ismét felemelkedjék.

Viszont a fák törzsének nemcsak a nyugalmi állapotban lévő, sokszor több mázsányi korona súlyát kell hordaniuk, hanem még avval a jelentékeny erőhatással is meg kell birkózniuk, amely akkor áll elő, amikor a szél ereje a korona nagy támadási felületét igénybe veszi.

Általában, ha egy fát veszünk szemügyre, akkor ennek nyugalmi állapotában a következő erőműtani igénybevételeket állapíthatjuk meg:

\*) A thyllák a fatest telítésénél a konzerváló anyagok behatolását gátolják és így az álgesztes törzsek konzerválásra kevésbé alkalmasak.



a) A törzs a korona súlya alatt ú. n. visszaható és nyomási szilárdságra van igénybe véve, amely a törzset kihajlítani igyekszik és így tulajdonképen a hajlításra való igénybevétel egy nemét jelenti (l. 290. kép).

b) A levéllevelek és az ágak viszont tisztán hajlításra vannak igénybe véve.

Megváltozik azonban a helyzet, ha a szél ereje a fa koronáját megtámadja. Ilyenkor ugyanis a törzs már tisztán az elhajlás veszélyének van kitéve, a gyökerek pedig húzásra és részben nyomásra vannak igénybe véve.

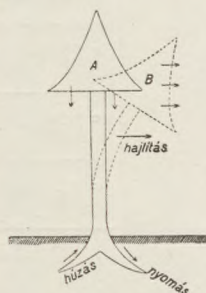
Egészen különleges helyzettel állunk szemben a leveleknél. Ezeknek ugyanis az erek közötti része gyengébb ellenállóképességgel bír és azért itt a szél hatására az igénybevételnek az a neme áll elő, amelyet mi nyírási igénybevételnek nevezünk és amely legerősebben a levélfogakon jelentkezik.

Általában a hajlítási igénybevétel az, amely a különböző növényi részekben a leggyakrabban és a leghatékonyabban jelentkezik.

A következőkben a különböző igénybevételeket és az ezeknek megfelelő különlegesen kialakult szöveti szerkezeteket röviden külön-külön fogjuk ismertetni.

A mechanikai igénybevétel tulajdonképeni hordozói az ú. n. mechanikai, vagy szilárdító elemek. A szilárdító elemek legtipikusabb képviselője a hosszúra megnyúlt, kihegyezett végű és vastagfalú sklerenchymarost. Ezeknek a szilárdságára vonatkozólag Schwendener, Wenzert, Friedrich, Haberlandt és mások végeztek alapvető vizsgálatokat. A vizsgálatokat egy Schwendener által konstruált szakító géppel (l. 174. kép) hajtották végre, amelybe 2—5 mm. szélességben és 100—300 mm. hosszúságban kivágott rostnyalábokat fogtak be és terheltek meg súlyokkal. A hatékony keresztmetszetet mikroszkópon állapították meg, amelynek segítségével a sejttöregek összegét  $S_{\bar{u}}$  levonva az egész keresztmetszet  $K$  felületéből, megkapták a tömör sejtfalra eső keresztmetszelvényt  $K_t$

$$K_t = K - S_{\bar{u}}$$



290. kép.



amelyre azután a megterhelésnél a kísérletileg megállapított adatokat vonatkoztatták.

Az ilyen módon megállapított adatok táblázata a 190., 191. és 192. oldalon található. Pótlásul még néhány fontos adatot az alábbi táblázat foglal magában:

A növény neve	Rugalmassági határ kg/mm <sup>2</sup>
*Akácfa (elfásodott cellulóz)	3·2
*Edei fenyő	1·6
*Jegenye fenyő	2·2
*Tölgy és bükk	2·3
*Juhar	2·7
*Nyárfa	1·5
*) Müller-Pouillet adatai után.	

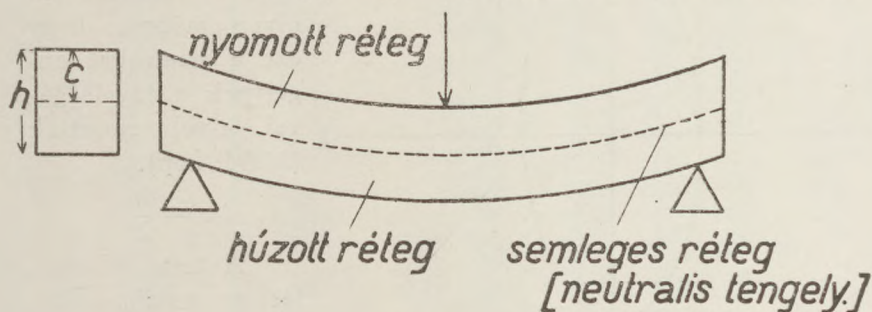
A növény felépítésében tehát elsősorban a rugalmasságra van fektetve a főszűly, miután ennek átlépése után úgyis olyan elváltozáson megy át az élő sejtek szervezete, amely a növény pusztulására vezet és ezért nem volt célja a természetnek a szakítási szilárdság nagyobbitása. Az elfásodott cellulóz rugalmasságát nagy mértékben elveszíti, azonban ellenállóképessége élet-tani szempontból erősen növekedik.

A rugalmassági határ alatt azon mm<sup>2</sup>-re vonatkoztatott maximális megterhelést értjük, amely mellett az igénybevett tartó még megnyúlik ugyan, azonban a terhelés után eredeti hosszúságát újból visszanyeri. Viszont a szakítási határ azon legnagyobb megterhelést jelenti, amely mellett a szakadás beáll. A mechanikában azután ezekből az adatokból számítják ki a gyakorlatban az egyes anyagokra vonatkozó megengedett legnagyobb igénybevételt olyan módon, hogy a kísérletileg kapott ér-



tékeket egy viszonzyszámmal, az ú. n. biztonsági koefficienssel elosztják; pl. az öntött vasnál ez 5—8, az acélnál 4—5, a faszervezeteknél 10—20 stb. Természetesen ez az igénybevétel más és más aszerint, amint a kérdéses tartót hajlításra, húzásra, nyomásra, vagy visszaható szilárdságra vesszük igénybe.

A növények életében a legnagyobb jelentőséggel bíró mechanikai igénybevétel: a szél hatása. Ez — amint már említettük — leggyakrabban mint hajlító erő jelentkezik és ennek megfelelően a növényeknek azok a szervei, amelyek ezen igénybevételnek legjobban vannak kitéve, a mechanikai szövetek elrendeződését illetőleg szintén különleges elhelyezkedést mutatnak. Minthogy a szél rendszerint nem állandó irányban hat, hanem állandóan változik, úgy nagyon természetes, hogy a kérdéses



291. kép.

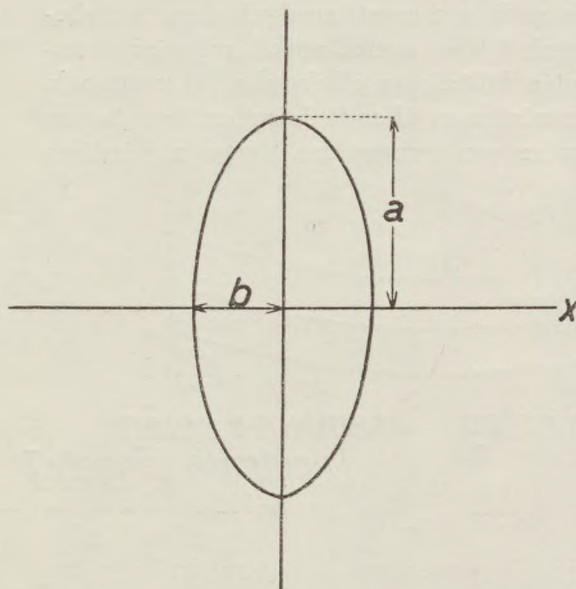
növényi szerveknek olyan berendezéssel kell bírniuk, hogy ennek, az irányát állandóan változtató ható erőnek, minden helyzetükben ellent tudjanak állani.

A kérdés megértéséhez szükségesnek tartjuk a szilárdságtan néhány elemi tételének megismertetését. A technikai életben a hajlítási igénybevétel hordozói a tartók. Ha elképzelünk magunknak egy, a két végén alátámasztott elméleti tartót, amelynek közepén egy súly hat és azt meghajlítani igyekszik, akkor a ható erő felé eső része a tartónak összenyomásra, az ellenkező oldala pedig húzásra lesz igénybe véve (l. 291. kép). Az igénybevétel a legnagyobb a perifériákon, amely a tartó közepe felé fokozatosan csökken úgy, hogy a tartónak ezen a részen lesz egy réteg, az ú. n. semleges öv, amely sem húzásra, sem pedig nyomásra nem lesz igénybe véve.



Ennek az elvnek megfelelően pl. az **I** alakú vastartókat úgy képezik ki, hogy az alsó és felső részeket erősítik meg a legjobban, míg a közbenső összekötő darabok aránylag gyenge kiképzést nyernek.

Az igénybevételt a mechanikai szabályok szerint kiszámított nyomatékka  $M$ -el fejezzük ki, amellyel szemben a tartó



291. a. kép.

keresztmetszelve szerinti kiszámított ellenállást helyezzük. Ez utóbbit a tartó tehetetlenségi, vagy inercia nyomatékából  $J$ -ből számítjuk ki olyan módon, hogy ezt a neutrális tengelynek a távolságával  $e$ -vel elosztjuk (l. 291. kép).

$$c = \frac{h}{2}$$

A tartó ellenállási nyomatéka tehát:

$$W = \frac{J}{c} \cdot S$$

ahol  $S$  a megengedett legnagyobb igénybevételt jelenti  $\text{kg/mm}^2$  adatokban.

Ilyen módon tehát

$$M = W \cdot S$$

amely egyenletből adott esetben a tartó méreteit a

$$W = \frac{M}{S} \text{ egyenlettel számítjuk ki.}$$

Néhány közönséges tartó ellenálló nyomatéka a következő:

a) Négyyszög (l. 286. a. kép):

$$J = \frac{bh^3}{12} \text{ és } W = \frac{bh^2}{6}$$



b) Kör (l. 286. b. kép):

$$d = 2r$$

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \text{ és } W = \frac{J}{r} = \frac{\pi \cdot d^3}{64}$$

c) Ellipsis (l. 291. a. kép):

$$J = \frac{\pi \cdot a^3 \cdot b}{4} \text{ és } W = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{4}$$

Ebből az egyenletből világosan megérthetjük, hogy miért alakítják ki a fák keresztaszelvényüket a szél főirányában olyan elliptikus formára, amelynek fél nagy tengelye:  $a$  a szél irányába esik (l. 291. a. kép).

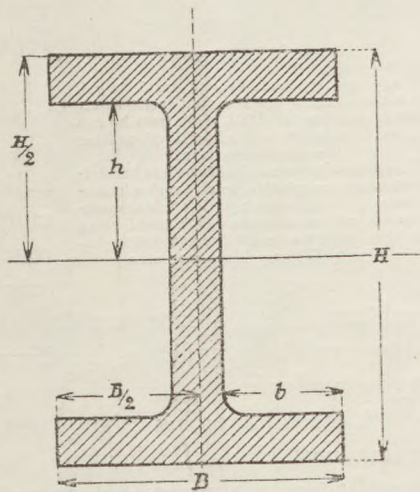
d) Kettős I tartó (l. 291. b. kép):

$$J = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12} \text{ és } W = \frac{J}{H/2} = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6H}$$

A lényeg itt tehát — amint már említettük — az alsó és felső tartórészek megfelelő erőteljes kiképzésén van, amely követelménynek a növény az edénynyalábok felépítésében eleget is tesz.

Ezek a tartók általában egy olyan irányban ható erőnek tudnak csak legjobban ellentállni, amely erőnek iránya párhuzamos a keresztaszelvény legnagyobb méretével. Ha ellenben egy olyan igénybevételről van szó, amelynél a ható erő bármilyen irányból jöhet, akkor nagyon természetes, hogy egy olyan tartórendszert kell építenünk, amely ennek a célnak legjobban megfelel.

Már pedig a legtöbb hajlításra igénybevett növényi szerv ez az eset áll elő (l. 292. és 293. kép). Ilyenkor köralakú keresztaszelvényénél legcélszerűbb a tartókat periférikusan, sűrűn



291. b. kép.

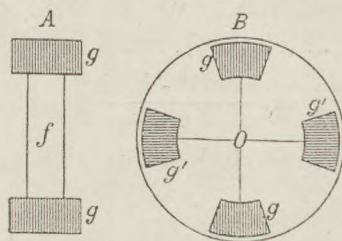


egymás mellé helyezni, amikor is ezeknek felső és alsó részei egymással organikusan összenőve, a hengerformát adják.

Ennek az elvnek megfelelően a legtöbb egyszikű növényen a kerülethez közel sklerenchyma gyűrűket, vagy bordákat találunk, amelyeket ezen felül még az egyes edénynyalábok körül — a kettős **I** formának megfelelően — sklerenchymarost nyalábok is öveznek (l. 294. kép).

Nagyon gyakori még az egyszikű növényeken közvetlenül az epidermis alatt a kollenchyma nyaláboknak fejlődése is.

Erdei fáink fiatal hajtásaiban két összefüggő szilárdító gyűrű van és pedig a kollenchyma és a sklerenchyma gyűrű, amely utóbbin belül helyezkednek el azután az edénynyalábok. Az edénynyalábokat azonban még szintén egyenként egy-egy sklerenchyma gyűrű veszi körül, úgy, hogy ilyen módon a sklerenchyma gyűrűn belül még egy **I** tartórendszer fejlődik ki (l. 295. kép).



292. kép.

A egy egyszerű tartó,  $g, g$  a tartó talpai,  $f$  a tartó öve. B egy összetett tartó, amely két egyszerű tartóból áll,  $g, g'$  a másik tartó talpai,  $O$  a hajlító szilárdsági tartórendszer neutrális tengelye.

(Ez a négy edénynyalábbal bíró törzs keresztmetszetének a mintája, amelyeknek a háncrestjai  $g, g, g', g'$  mint a tartók talpai szerepelnek, míg az edénynyalábok többi része a béllel együtt a tartók öve gyanánt fogható fel.) Wiesner-Linsbauer után.

A későbbben beálló másodlagos vastagodás természetesen ezt a képet alapjában megváltoztatja, a kollenchyma gyűrű néhány év múlva a kéregbe megy át, a sklerenchyma gyűrű pedig a belső nyomás következtében felszakad és a

periderma legtöbbször azután ezt is a kéregbe szorítja ki, az edénynyalábok pedig a kambium működése folytán szorosan egybeolvadnak.

A másodlagos háncsban ezért a már bővebben leírt sklerenchyma rostokból álló kemény háncskötegek fejlődnek, míg a másodlagos fa alapanyagát az aránylag nagy mennyiségben felhalmozott libriform rostok alkotják.

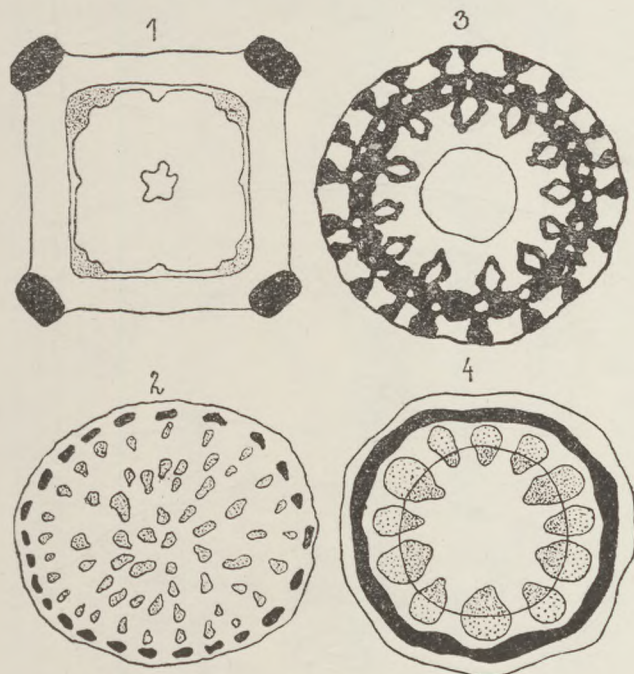
Ilyen módon a fa teste maga egy szilárd, tömött hengeres tartóvá alakul át, amely egyrészt a korona súlyát hordozni képes, másrészt pedig a szél hajlító hatásának ellentáll. A hengeres keresztmetszet — amint már említettük — sokszor a tojásdad formának ad helyet, ha az állandó és uralkodó szelek



ezt szükségessé teszik. Az ágak keresztmetszelve szintén hasonló elv alapján lesz képezve, amiről már az excentrikus vastagsági növekedés tárgyalásakor bővebben szóltunk (l. 284. kép).

A most tárgyalt berendezkedések a hajlítási igénybevétel-nél állanak elő.

Vannak azonban növényi részek, amelyek, ha nem is kizárólag, de túlnyomóan húzásra vannak igénybe véve.



293. kép.

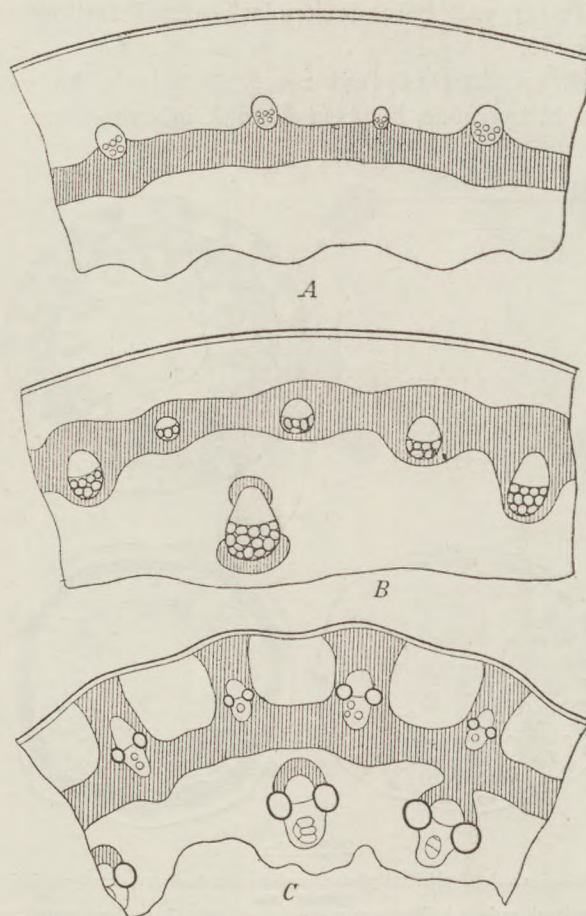
Példák a mechanikai elvek alapján felépített törzskeresztmetszetekre, amelyek hajlításra vannak igénybevéve.

1. a *Lamium*, amelynek sarkain kollenchyma rostok futnak végig, 2. az *Arum maculatum* a periferián elhelyezett kollenchyma nyalábokkal, 3. a *Molinia coerulea* a hancsgyűrűvel, amelyben subepidermális (epidermis alatti) bordák képződnek, 4. az *Aristolochia siphon* az egyszerű hancsgyűrűvel. A 2., 3. kép Schwendener, az 1., 4. pedig Wiesner-Linsbauer után.

Így pl. a vízi növények szára és gyökere, továbbá a szárazföldi fák, illetőleg növények gyökerei. Nagyon természetes, hogy ez az igénybevétel csak akkor áll elő, ha a mozgó víz ereje a vízi növényeket húzni igyekszik, pagy pedig a szárazföldi növényeken a gyökereknek a törzset (szárat) a szél kihúzó hatása ellen kell megvédeni.



A húzásnál elméletileg az erőnek ellentálló szelvénykeresztmetszet a döntő, azonban kétségkívül erős mértékben befolyásolja az ellenállóképességet az is, hogy milyen elhelyeződést



294. kép.

Az egyszikűek háncsgyűrűje. A az *Allium odorum* subcorticalis háncsgyűrűje, kívülről támaszkodó edénnyalábokkal. B a *Convallaria verticillata* subcorticalis háncsgyűrűje, beágyazott edénnyalábokkal. C a *Molinia coerulea* lágy szárának háncsgyűrűje, subepidermális háncsbordákkal szilárdítva. Haberlandt után.

nyernek az egyes szilárdító nyalábok. Hogy az egyenetlen feszültségek káros hatását elkerüljük, mindenesetre célszerű az igénybevett testben az erősítő elemeket központosan, közel egymáshoz elhelyezni.



Erdei fáinknak gyökerében ez a körülmény indokolja a gyökér edénynyalábrendszerének központos (radiális) elhelyezését, miután ilyen módon az edénynyalábokat kísérő sklerenchyma nyalábok is centripetális elhelyeződést nyerve, a húzó szilárdsági ellenállást növelik.

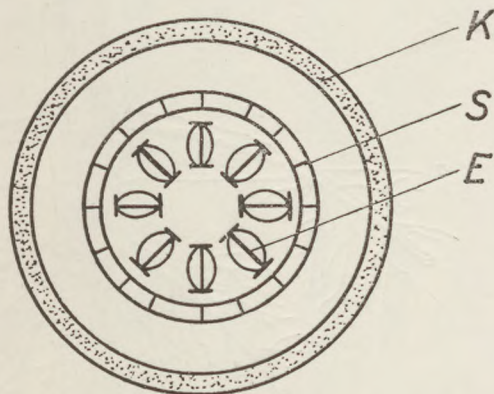
Hasonlóképpen magyarázhatjuk a vízi növények szárában az edénynyalábok központos fekvését, amelyhez azután természetesen az ezeket nyomon követő erősítő elemek centripetális elhelyezkedése is járul (l. 128. kép).

A nyomásra való közvetlen igénybevétel már aránylag ritkábban jelentkezik. Amint már a hajlítás tárgyalásánál kifejtettük, a növények szárának hosszten-gelyével párhuzamo-san ható nyomóerő az ú. n. visszaható szilárdsági igénybe-vételt idézi elő, amely végeredmény-ben a szárat szintén hajlítani igyekszik úgy, hogy erre az esetre a hajlításnál mondottak minden további nélkül érvé-nyesek.

Vannak azonban

bizonyos növényi szervek, amelyek közvetlen nyomásra lesznek igénybe véve. Így pl. a talajba behatoló gyökerek, amelyekre hosszten-gelyükre merőlegesen hat az őket körülvevő földréte-geknek nyomása. Ilyen esetekben legtöbbször a gyökér elsőd-leges kérgének parenchyma sejtjei, vagy pedig az epidermis-sejtek vastagodnak meg erősebben, a másodlagos vastagodás be-álltával azután a vastagabb kéreg és a másodlagos hancs me-chanikai elemei azok, amelyek ennek ellentállanak.

Ezenkívül a gyökerek egy jó része nagyon sok esetben vál-takozva úgy húzásra, mint pedig nyomásra lesz igénybe véve aszerint, amint a különböző irányból ható szél ereje hol az egyik,



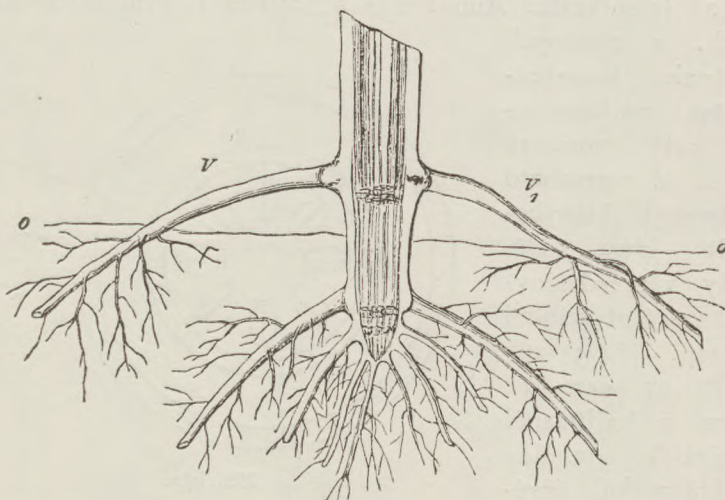
295. kép.

K kollenchyma, S sklerenchyma gyűrű, E edénynyalábok. Eredeti rajz.



hol pedig a másik irányba igyekszik hajlítani a növényt; a hajlítás irányában fekvő gyökerek nyomásra, az ellenkező oldalon fekvők pedig húzásra lesznek igénybe véve. Természetesen erdei fáinknak részben gazdag gyökérzete, részben pedig a másodlagos vastagodás mechanikai elemei által erősített vastag gyökerei mind a két hatásnak elegendő mértékben ellent tudnak állani.

Vannak azonban növények, amelyeknek hosszú és viszonylag vékony szára még különleges, ú. n. támasztó gyökerek ki-



296. kép.

A kukorica (*Zea Mays*) gyökerének és gyökfőjének keresztmetszete.  $V_1$  járulékos (adventív) gyökerek, amelyek a szár földfeletti csomóiból nőnek ki, hogy a növény szárát horgónyszerűen alátámasszák. Haberlandt után.

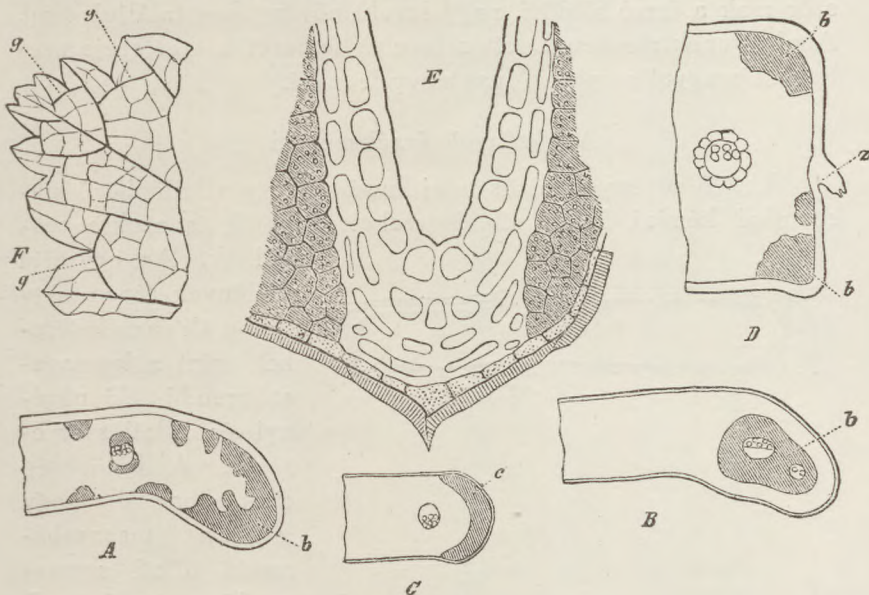
fejlődését is szükségessé tette, amelyek a talaj fölött erednek és egy darabon a levegőben szabadon haladnak; így pl. a *Pandanus* és a *Rhizophora* fajok-, továbbá a kukorica (*Zea Mays*) támasztó gyökerei. Ezek a támasztó gyökerek váltakozva húzásra és nyomásra lesznek igénybe véve, amely utóbbi ismét visszaható szilárdsági igénybevételbe megy át. Ennek megfelelően a kukoricán a húzási igénybevételnek megfelelően egy központi fekvésű szilárdító gyűrűt, a visszaható szilárdságnak megfelelően pedig egy kerületi fekvésű mechanikai gyűrűt találunk (l. 296. kép).



Más eseteknek tárgyalását nem tartjuk szükségesnek, miután a dolog elvi részét a most leírtak után teljesen tisztáztuk.

A nyírásra való igénybevétel akkor jelentkezik, amikor elmentéses irányban ható erők a megtámadott test részecskéit egymástól eltolni igyekeznek.

Ez az igénybevétel leggyakrabban a levélfogakon jelentkezik, amelyeket a szélnek ereje egymástól elszakítani igyekszik. Ebből



297. kép.

A levél szélének megóvását célzó mechanikai védelmi berendezések. A—D a levélszélek keresztmetszetei; A a *Theophrasta Jussieu*, a szabálytalan konturral bíró szélső háncsnyalábokkal (b); B a *Theophrasta imperialis*, amelynél a szélső háncsnyaláb (b) néhány parenchyma réteggel van az epidermistől elkülönítve és amelybe két edénnyaláb van beágyazva; C *Eucalyptus* sarlóalakú subepidermalis kollenchymával; D a *Phoenix dactylifera* levélkéjének széle, a felső és alsó sarkában egy-egy háncsnyaláb (b), z a szomszédos levélujjal való összenövés helyének szövetmaradványa; E a *Sanguisorba carnea* két fog közti sarkában fejlődött szövetek hosszsmetszete, amelyek a levélszél behasadását megakadályozzák; F a *Ribes rubrum* levélszélének részlete, amelynél a benne keresztül-kasul futó edénnyalábok (g) akadályozzák meg a levélszél behasadását. Haberlandt után.

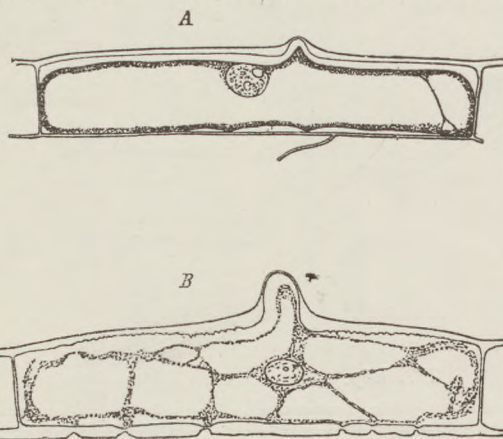
a célból a növények részben levélfelületüket teszik szaggatottá, hogy ez által a szélnek minél kevesebb ellenálló felületet nyújtson (pl. a nagy, többszörösen hasogatott pálmalevelek), vagy pedig leveleikben keresztirányban és a fogak alapzatát erősítő sklerenchymatikus sejtszöveteket helyeznek el, amelyek azután a beszakítást megakadályozzák. Azonban még olyan leveleken is, amelyek épszélűek, védelmi berendezést találunk az elszakítás



ellen. Ilyenkor rendszerint a levél egész felületén egyenletesen vannak az erősítő szövetek elosztva, amelyek sokszor csak a levél epidermisének falvastagodásában nyilvánulnak meg. Ezekhez azonban sokszor még subepidermális erősítő övek is csatlakoznak (l. 297. kép). Az erdei fák leveleinek erősítésére a megfelelően elhelyezett edénnyalábrendszer és ennek erősítő elemei legtöbbször elegendők. A fenti védelmi berendezéseket legtöbbször csak a forró földövi, nagy levelű növényeken találjuk meg. Ahol ilyenek nincsenek, ott a levelek lemezét a szél ereje szeletekre szaggatja; pl. a *Musa* nagy leveleit.

#### A növények érzékszervei.

Az élő növények közös tulajdonsága, hogy a különböző mechanikai, kémiai, fizikai stb. ingereket felfogják és azokra reagálnak.



298. kép.

A a *Portulaca grandiflora* epidermis sejtjének plazmája az érő papillával (hosszmetszetben); B u. a. *Opuntia vulgaris*on. Haberlandt után.

Az egysejtű élőlények épen úgy felfogják az ingereket, mint a legmagasabbrendű élő növényi és állati szervezetek. A különbség csak abban áll, hogy míg a magasabbrendű állati szervezetekben az ingerek felfogására, vezetésére és az ingerhatás kiváltására az idegrendszernek nevezett tökéletes felépítésű belső szervezet áll

rendelkezésre, addig a növényeknél ilyen magas fejlettségű, az ingerület lebonyolítására szolgáló szerveket és vezető rendszereket nem találunk, hanem az inger felfogását, vezetését és az ingerhatás kiváltását — mint másodlagos feladatot — a sejtek plazmája végzi.

Az alacsonyabbrendű növényekben általában az ezeket alkotó sejtek úgyszólván mindegyike képes az ingereket felfogni

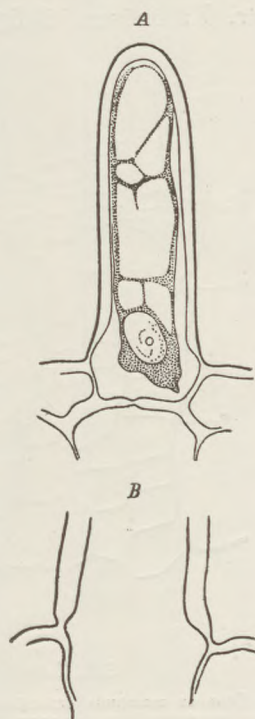


és reá a megfelelő hatást kiváltani. Különösen áll ez az egysejtű álló növényekre. A magasabbrendű növényekben azután fokozatosan olyan szervek alakulnak ki, amelyek ha nem is kizárólag, de bizonyos mértékben ezeknek az ingereknek felfogására szolgálnak. Természetesen a magasabbrendű növényekben is vannak szövetek és szervek, amelyekben az ingerfelvétel csak másodrangú szerepet játszik, míg maguk a szervek elsősorban más feladatok elvégzésére hivatottak. Azonban a növényekben is találunk olyan szerveket, amelyek az ingerek felfogásában elsőrangú szerepet játszanak. A növényekben az inger vezetése céljából nincs olyan tökéletes szövetrendszer kifejlődve, mint a magasabbrendű állatok idegrendszere úgy, hogy az ingerek vezetése a növényekben általában sejtről sejtre a plazmodezisek segítségével úgyis szólván kizárólag a protoplazma útján közvetlenül történik. Azonban, amint látni fogjuk, egyes kivételes esetekben a növényekben is találkozunk olyan szövetekkel, amelyek, habár másodlagosan is, de közvetlenül az ingerek vezetésére is szolgálnak. Az ingerek felfogására szolgáló szerveket a növényeken a különböző ingerek természete szerint szoktuk elkülöníteni. Így megkülönböztetjük:

- a) a mechanikai ingerek,
- b) a nehézségi erő hatásából származó ingerek és
- c) a fény hatásából származó ingerek felfogására szolgáló szerveket.

A magasabbrendű állatok komplikált idegületével szemben a növényekben csak ezen három ingercsoport felvételére alakultak ki szabatosan körülírható és megfigyelhető szervek.

A mechanikai ingerek felfogására újabb vizsgálatok szerint elsősorban az érzőgödörkék, az érzőpapillák, az



299. kép.

A a Mormodes Buccinator érzőszórszálának felső részlete; B u. a. az alsó részlete a csuklószerkezettel. Haberlandt után.

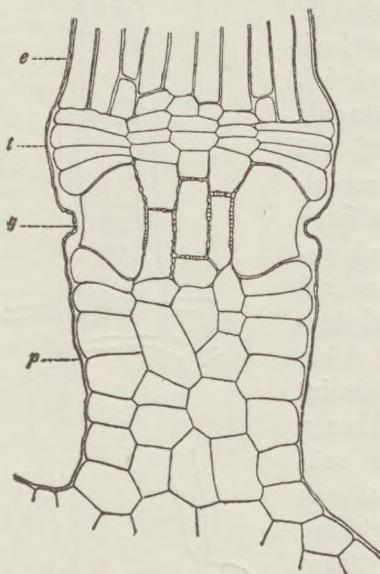


érzőszőrszálak és a serték szolgálnak. Az érzőgödörkék általában az epidermisen fordulnak elő és amint a 298. kép mutatja, szerkezetük olyan, hogy az epidermis-sejtek plazmája a gödörke vékony falán keresztül érintkezik a külvilággal. Ezeknek az érzőgödörkével ellátott epidermis-sejteknek protoplazmája rendszerint jól ki van fejlődve és nagy sejtmaggal bír. Különösen jól figyelhetők meg ezek az érzőgödörkék azokon

a kúszó indákon és kacsokon, amelyek a haptotropikus ingerek felfogására szolgálnak.

A legelső ilyen érzőgödörkét Pfeffer a Cucurbitaceák kúszó kacsain találta, még pedig a kacsoknak belső oldalán, tehát azon a részen, ahol az érintkezésből származó haptotropikus inger felfogása történik. A többi növénycsaládban ilyen érzőgödörkéket még nem találtak, mindössze Haberlandt figyelte meg újabban hasonló érzőgödörkék kifejlődését a Sapindaceákhoz tartozó *Urvillea* genuson.

Ezeknek az érzőgödörkének szerepe fiziológiai értelemben is teljesen tisztázva van különösen Pfeffer-



300. kép.

A *Dionaea muscipula* érzőszőrszálának alsó része hosszmetsetben; *p* a parenchymatikus sejtéből álló alap, *g* az inger felfogásának csuklószerve, *t* a csuklófeletti téglalakú sejtek, *e* a szőrszál megnyúlt csúcssejtjei. Haberlandt után.

nek idevonatkozó vizsgálatai alapján.

Az érzőpapillák elnevezést Haberlandt alkalmazta, még pedig olyan mechanikai ingerek felvételére szolgáló epidermis-sejtek megjelölésére, amelyeknek felülete többé-kevésbé kiemelkedik. Ezeknek az epidermis-sejteknek fala, különösen azon a részen, ahol a kiemelkedés van, erősen megvékonyodik úgy, hogy a sejteket kitöltő plazma ezen a részen a mechanikai ingereket felveheti (l. 298. kép). Ilyen érzőpapillákat ezidősze-



rint csak egyes virágok porzó nyelein és egyes kúszó indákon figyeltek meg. Különösen a megporzásnál játszanak fontos szerepet, amidőn ezeknek a megporzást közvetítő rovarok által való megérintésekor a porzóknak behajlását és így a portokoknak a rovarokkal való érintkezését és a virágpor terjedését segítik



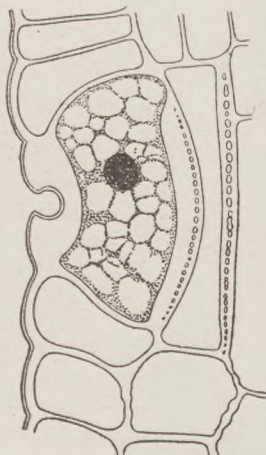
301. kép.

A *Dionaea muscipula*, amelynek levelein jól kivehetők a minden levélfélen hármassával álló érzőszálak. Emery után.



elő. Így nagyon közönségesek az *Opuntia vulgaris*, a *Berberis vulgaris*, az *Abutilon striatum*, azután a Malvaceák (*Hibiscus*, *Lavatera*), Cyperaceák stb. virágjainak porzóin található érzőpapillák. Az indákon aránylag ritkábban fordulnak elő, így a Fumariaceákon, azután egyes *Clematis* fajokon, mint pl. a nálunk is közönséges *Clematis vitalba* kúszó indáin.

Az érzőszőrszálak és érzőserték szintén a mechanikai ingerek felfogására szolgálnak. Ezek az aránylag vékonyfalú képletek természetesen kiválóan alkalmasak helyzetüknél és fekvésüknél fogva a mechanikai ingerek felfogására. Haberlandt



302. kép.

A *Dionaea muscipula* érzőszőrszála ingerfelfogó sejtje a protoplasztákkal. 700-szorosan nagyítva. Haberlandt után.

ezeket a szőrszálakat és sertéket akkor, ha feladatuk kizárólag a mechanikai ingerek felfogásában merül ki, stimulátoroknak nevezi. Ilyen stimulátorok vannak pl. a *Mimosa spegazzinii* leveleinek elsődleges levélpárnáin, azután a *Sparmannia africana* porzóin. Hasonlóképpen az általánosan ismert *Mimosa pudica* elsődleges levélpárnáinak alsó részén fellépő szőrszálak szintén kizárólag a mechanikai ingerek felvételére szolgálnak. Amint tudjuk, a *Mimosán* a mechanikai inger a levelek lekonyulását és a levelek becsukódását idézi elő.

A többi érzőszőrszálak általában szintén az egysejtű, vagy többsejtű szőrszálak közé tartoznak. Ezek a növényvilágban meglehetősen elvannak terjedve, mégpedig szintén leginkább a virágokban, ahol a rovarok által való beporzásnál a porzók által végzett különböző mozgások kiváltásához szükséges mechanikai ingert közvetítik. Ilyenek pl. a *Mormodes Buccinator* egysejtű szőrszála (l. 299. kép), azután a *Centaurea* különböző fajain a porzók nyelén fellépő többsejtű érzőszőrszálak. De ezenkívül meg lehet ezeket találni a vegetatív szerveken is, így pl. a *Mimosa pudica* leveleinek behajlását okozó mechanikai ingerek felfogására a levelek elsődleges párnáin szintén ilyen többsejtű szőrszálak van-



nak elhelyezve. Hasonlóképen találunk ilyen szőrszálakat a *Bryophyllum sensitivum* levelecskéin is. A szőrszálak ezen tevékenységét mindezeknél a növényeknél természetesen kísérletileg is be lehet igazolni.

Nagyon érdekesek a légyfogó növények közül a *Dionaea muscipula* érzőszőrszálai, amelyek szintén több sejtből állanak (l. 300. kép). Ezek a levél összezsukódó két felén vannak elhelyezve és ezeknek érintése a levélgyekek összezsukódását és a rovarok megfogását idézi elő. Maga a szőrszál a *Dionaea muscipula*-n három részből áll. A szőrszál legtejjét



303. kép.

Az *Aldrovandia vesiculosa* L. a rétyi nyír tavában. Moesz után.

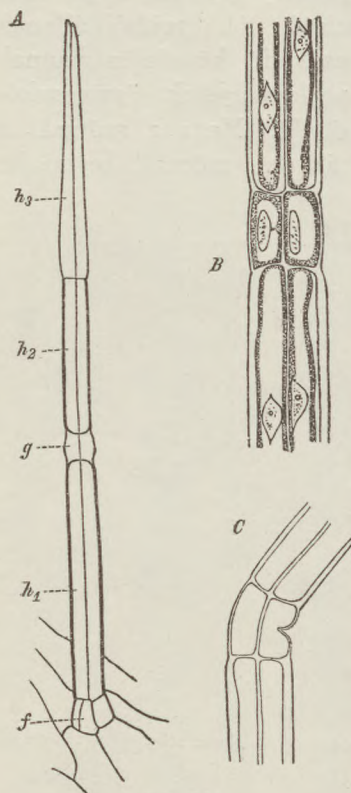
egy hosszúra kihúzott hegyes darab alkotja, amely túlnyomó részben plazmában gazdag élősejtekből áll. Ez alatt következik egy túlnyomó részben téglalakú sejtekből álló szövet, amelynek sejtjei szintén erősen gazdagok plazmában. A két első rész azután egy szintén parenchymatikus sejtekből álló alapon nyugszik. Kísérletileg bizonyítható, hogy ezeknek a szőrszálaknak leggyengébb érintésére is azonnal megtörténik a két levélfélnek összezsukódása (l. 301. kép).

Amint a 300. képen látható, a szőrszálaknak g-vel jelzett, ú. n. csuklója erős befűződéssel bír. Az itt elhelyezett sejtek kö-



zül a legkülső a tulajdonképeni inger felvételére szolgáló sejt (l. 302. kép).

A szőrszálak megérintésekor és az ezt követő behajlásánál a legerősebb deformációt ezek a *g*-nél elhelyezett sejtek (l. 300.



304. kép.

Az *Aldrovandia vesiculosa* érzőszőrszálának szerkezete. *A* egy érzőszál gyengén nagyítva; *f* az alap; *h*<sub>1</sub>, *h*<sub>2</sub>, *h*<sub>3</sub> hosszusejtű emeletek vastagabb külső falakkal; *g* az ingerfelfogás csuklója. *B* a csukló a szomszédos részekkel. *C* hajlott állapotban lévő csukló. Haberlandt után.

kép) szenvedik. Itt történik meg valószínűleg az ingernek tulajdonképeni felfogása, amelyet azután az alap parenchymatikus sejtjei közvetítenek tovább. A *Dionaea* leveleinek bezáródása minden esetben bekövetkezik, ha a levél felületén álló hat nagyobb szőrszálképletet megérintjük. Ha nitrogéntartalmú anyag felett csapódtak ezek a levelek össze, akkor hosszabb ideig is (8—14 nap) bezárva maradnak. A hat serteszerű szőrszál a bezáráskor mint a kés pengéje hajlik be.

Hasonló berendezést találunk az *Aldrovandia vesiculosa*-sán, amely különösen Európa déli részében él, de újabban hazánkban is megtalálták (Moesz, Boros; l. 303. kép). Ezen vízi növény örvösen álló leveleinek nyele hegye felé kiszélesedik és 4—6 serteszerű szőrszálnyúlvány között viseli a lemezt, amelynek felső felületén Fenner után öt övet különböztetünk meg: 1. a levéllemez befelé

hajlott szélét, amelyen mirigyszőrök nincsenek; 2. a négyágú mirigyek övét; 3. a mirigy nélküli övet; 4. a kerek mirigyek, illetőleg az emésztő mirigyek övét és 5. a legbelső övet, amelyen az emésztő mirigyeken kívül az ingerelhető csuklós szervek foglalnak helyet.

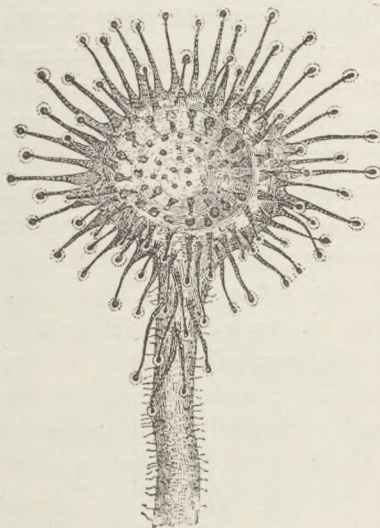


A tulajdonképeni inger felvételére szolgáló szőrszálak a levél középerének két oldalán találhatók. Ezek a szőrszálak meglehetősen hosszúak, hegyesek és általában vastagfalú sejtekből állanak, kivéve egy középső részletet, ahol a tulajdonképeni érzősejtek foglalnak helyet, amelyeknek külső fala is megvékonyodik és ilyen módon inger felfogására alkalmas csuklót alkotnak (l. 304. kép).

A levél ingerlés után hirtelen becsukódik; a becsukódás után a levélfelületen lévő mirigyek váladéka megöli a rovar, azután feloldja nitrogéntartalmú vegyületeit és végül az oldatot ugyanazok a mirigyek felszívják.

Rendkívül érdekesek a *Drosera* leveleinek felületén található hosszú, nyeles, szemölcsszerű mirigyek, ezek az ú. n. tentákulumok (l. 305. kép). A

*Drosera* egy-egy levelének felületén kb. 200 ilyen hosszú, nyeles, szemölcsszerű mirigy van. Ezeknek a mirigyszőrszálaknak megdagadt végén haramatcsepphez hasonló, tiszta, ragadós folyadék válik ki, innen a növény magyar neve: haramatfű. E váladék különösen akkor fejlődik nagyobb



305. kép.

A kereklevelű haramatfű (*Drosera rotundifolia*) levele; 1. teljesen érintetlen állapotban nyitva; 2. az egyik oldalán a lemeze helyezett húsdarabkára boruló nyeles mirigyekkel; 3. a foszforosavas ammónia oldatba való mártás után a legöbült nyeles mirigyekkel. Kissé nagyítva. Klein után.



mennyiségben, ha a mirigy rovarokkal kerül érintkezésbe. Ugyanekkor az egyes nyeles szemölcsök a rovar felé hajlanak és gömbös fejüket reányomják. Ezt a hatást különben más szerves testtel, így húsdarabokkal is ki lehet váltani. A teljesen odaragadt állat azután idővel elpusztul, a mirigyek által kiválasztott emésztő nedv annak szerves részeit megemésztí, úgy, hogy csak az emészthetetlen részek maradnak vissza, míg a mirigyek az emésztés után eredeti alakjukat ismét felveszik.

A mirigyszőrszálak ezen behajlását szintén mechanikai ingerek váltják ki, amely mechanikai ingerek felvételére a mirigyszőrszálak bunkós végén lévő felületi sejtek szolgálnak. Ebben az esetben tehát ezek a sejtek nemcsak a váladék kiválasztására szolgálnak, hanem mint másodlagos tevékenységet az ingerek felfogását is végzik.

A nehézségi erő felfogására szolgáló szervek, amelyek tehát a geotropikus ingerhatást közvetítik, tudvalevőleg a nehézségi erőre bizonyos határozott irányban reagálnak. Indokolt tehát az a feltevés, hogy ezeket a mozgásokat, mint ingermozgásokat, a nehézségi erő idézi elő. Hogy ez csakugyan így van, azt Knightnek klasszikus kísérletei is beigazolták. A legelső volt Knoll, aki azon véleményének adott kifejezést, hogy a növénynek is külön a nehézségi erőből származó ingerek felfogására szolgáló szervek állanak rendelkezésére. Ezt a felfogást később Nemeč és Haberlandt építették ki. Az ő elméletük szerint a nehézségi erő ingerhatását a sejtek belsejében lévő szilárd testek, így elsősorban a keményítő szemecskék közvetítik, amelyek a sejt nedvénél nagyobb fajsúllyal rendelkezvén, helyváltoztatással reagálhatnak a nehézségi erő által kifejtett ingerre és ezen mozgásukkal a vakuólákat környező plazmahártyára ingert gyakorolnak. Ezeknek a szilárd testecskéknak megnevezésére használja Haberlandt Verworn után a statolith elnevezést. Azokat a sejteket pedig, amelyek a statolithokat tartalmazzák, a statocysta névvel jelöli. Minden ilyen érzősejt szinte két összetevőből áll: magából a szilárd keményítőszemecskéből és rendszerint a sejttel mellett elhelyezett plazmaburokból, amely azután a rája nehezedő keményítőszemecskék nyomására az ingert kiváltja. Ha a kérdéses növényi szerv a rendes egyensúlyi helyzetében van, úgy eszerint az elmélet sze-



rint a plazma a reánehezedeő statolithok nyomásával szemben érzéketlen marad, vagy legalább is nem reagál reá. Mihelyt azonban az illető növényi részt az eredeti helyzetéből elmozdítjuk és a statolithok ennek következtében egy másik plazma-részre nehezedenek reá, kiváltódik a geotropikus mozgást előidéző inger.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ezt az elméletet még exact kísérletekkel beigazolni nem lehetett, azonban az irodalomban ma már annyira el van terjedve és azonkívül annyi valószínűség szól mellette, hogy röviden meg kell emlékeznünk róla. A gyökereken, amelyek tudvalevőleg pozitív geotropikus mozgásokat végeznek, a gyökérnek hegye az a szerv, amely a geotropikus ingerre a legérzékenyebben reagál. Nemeč szerint a geotropikus ingert elsősorban a gyökérnek hegyét borító, plazmában gazdag sejtekből álló gyökérsüveg fogja fel. Ez a gyökérsüveg ugyanis meglehetősen gazdag keményítőben és a mikroszkopikus megfigyelés valóban azt mutatja, hogy ezek a keményítőszemcskék a gyökér normális helyzetében a sejt alsó részére nehezedenek és helyzetüket a gyökér elmozdulásakor megváltoztatják.

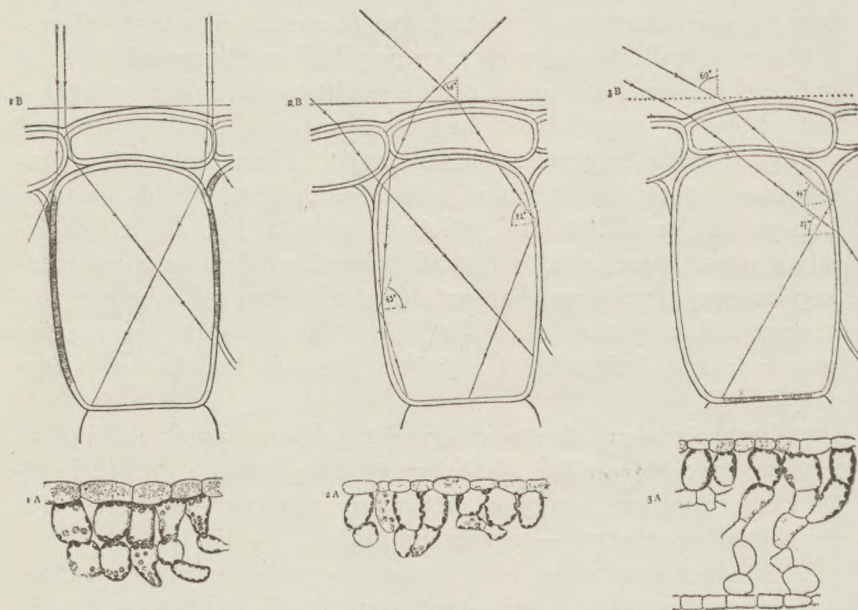
Igen érdekes, hogy a gyökérágakban, amelyek tudvalevőleg csak nagyon kis mértékben geotropikusak, a gyökérsüvegben alig van meg, vagy egyáltalában hiányzik — Haberlandt megfigyelései szerint — a keményítő.

A növény szárában és leveleiben — amint tudjuk — szintén van egy szövetréteg, amely gazdagon tartalmaz keményítőt. Ez a már korábban tárgyalt ú. n. keményítőréteg. A statolith elmélet szerint ezek a keményítőrétegek azok, amelyek a földfeletti száraz geotropikus mozgásait a fenti módon kiváltják. Igen érdekes az a megfigyelés, hogy ezek a keményítőrétegek gazdag keményítőtartalommal rendszerint csak a teljes hossz-növekedésben lévő és geotropikusan reagáló szárrészletekben vannak meg, míg a geotropikus ingerekkel szemben már érzéketlen, kifejlődött szárrészletekben alig lehet megtalálni őket.

Dacára annak, hogy az utóbbi időben több olyan kísérletet ismertünk meg, amelyek határozottan a statolith elmélet mellett szólnak, mégis az elméletet teljesen kifogástalanul beigazoltak még nem tekinthetjük.



A növényeknek a fény felfogására szolgáló érzőszervei az utóbbi időben szintén alapos vizsgálat tárgyát képezték. Senn kutatásai szerint a növényi sejt optikai szempontból egy olyan henger, amelynek erős fénytörésű fala és gyenge fénytörésű belseje van. A henger fala, amelyet a sejttal a cytoplazma tartalmi részeivel együtt alkot, a fény terjedésére nézve megközelítően egyenmű és törésmutatója 1'47 és 1'52 között ingadozik, a sejt állapotának megfelelően. A henger-



306. kép.

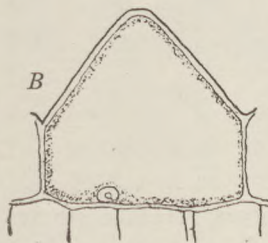
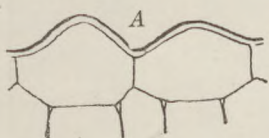
A pongyola pitypáng (*Taraxacum officinale*) leveleire eső különböző irányú sugarak által megvilágított palisszád sejtek és bennük a chlorophyllszemecskék elhelyezkedése. 1A, 1B a merőleges, 2A, 2B a 45° alatt, 3A, 3B a 60° alatt beeső sugarak megvilágítási módja és a chlorophyllszemecskéknek ennek megfelelő elhelyezkedése. Senn után.

falak által körülvevett sejtnedv törési mutatója csak kevéssel nagyobb, mint a vize (1'34—1'35). A sejtekben uralkodó többé-kevésbé állandó törési viszonyok folytán a sejtekben a fény és árnyék eloszlását meghatározza a beeső sugarak iránya, a sejteket környező közeg fénytörése és a sejt átmérőjének viszonya a sejttal és a cytoplazma vastagságához (Senn, 1909; l. 306. kép).

Ennek az elvnek megfelelően sok növény levele epidermis-sejtjeinek külső falán még a fénysugarak felfogására szolgáló saját-



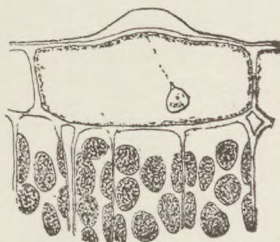
ságos módosulást is találunk. Haberlandt ezeket szintén fényérző szerveknek tekinti és tőle ered ezeknek külön elnevezése. E szervek vagy az epidermis-sejtek külső falának megfelelő ki-domborodásából (l. 307. kép), vagy pedig az epidermis külső fala kisebb-nagyobb részleteinek sajátsterü megvastagodásából állanak (l. 308. kép), amelyek azután a fénysugarakat a sejteknek arra a részére vetik (l. 309. kép), ahol felfogva ingerként hatnak és a növény leveleit a fény irányának megfelelő helyzet-változtatásra készítetik, amely jelenséget a növényélettanban h e - l i o t r o p i z m u s névvel jelölnék.



307. kép.

A az *Asarum canadense* levél felső epidermisének laposan kupalaku sejtjei; B a *Ruellia Daveauana* levél felső epidermisének kupalaku sejtje. 500-szorosan nagyítva. Haberlandt után.

Csak a teljesség kedvéért említjük meg, hogy a fény erősségéhez mérten a chlorophyll szemecskék is változtatják helyüket és alakjukat (l. 310. kép). Általában a fény közepes erőssége mellett megnyúlnak és kiterülnek. Gyenge, vagy túlerős fényben összehúzódnak, helyváltoztatásukat pedig szintén a fény be-esési irányához és erősségéhez viszo-



308. kép.

nyítják és a nekik legmegfelelőben megvilágított

A *Colocasia antiquorum* levelének felső epidermis sejtje, amelynek külső fala közepén lencsealaku vastagodás látható. 600-szorosan nagyítva. Haberlandt után.

helyeket keresik fel. A chlorophyll szemecskéknek ez a mozgása szintén ingermozgás, amely azonban nemcsak kizárólag a fény hatásán alapuló phototaktikus mozgás, hanem egyúttal chemotaktikus ingerek is közbe játszanak.

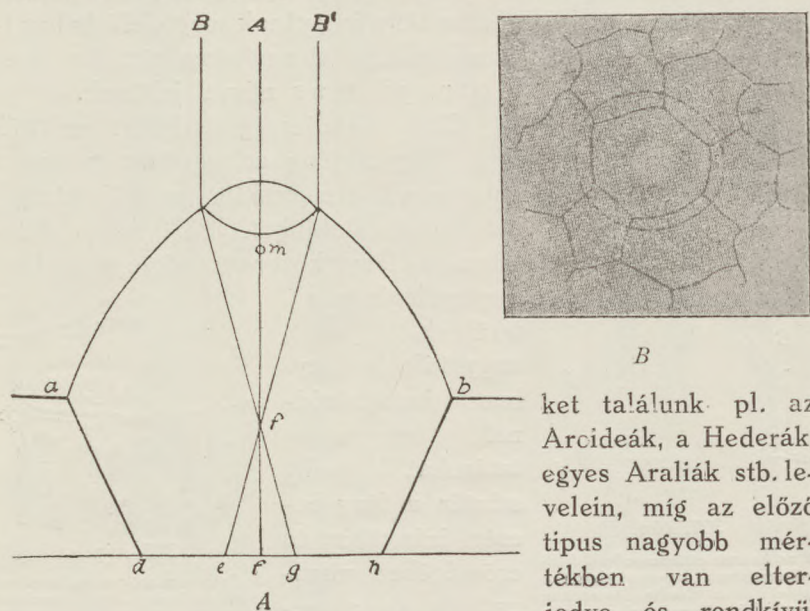
A teljesség kedvéért még kell még említenünk, hogy ezen felül ritkább esetekben még a sima felületű epidermis-sejtek is képesek a fényingerek felfogására. Ezeknek a sejteknek azonban a növény belseje felé fordított fala nem egyenes, hanem rendszerint a levél belseje felé boltozatosan van kialakulva.

A levél normális helyzetében merőlegesen ráeső fényben



mindkét típuson a belső fal középső részlete van legjobban megvilágítva. Mihelyt azonban a levél helyzetében megmozdul, a legerősebb megvilágítás helye az oldalfalakra esik és ezáltal az epidermissejttel érintkező sejtek plazmájában ingerhatást vált ki és a levél elmozdulását idézi elő.

Általában a kiemelkedő falú epidermissejtek teljesítménye nagyobb, mint ezé a most tárgyalt típusé. Ilyen epidermissejte-



309. kép.

A *Fittonia Verschaffeltii* levele. A a felső epidermis sejtje, amelynek csucsán kis lencsealakú sejt, az ocellum foglal helyet; m a kis lencse felülete görbülésének középpontja; a-d és b-h az epidermissejt ferde oldalfalai; B-A-B' sugarak, amelyek az e-f-g kupot zárt fénnel világítják meg. B az epidermissejt ocelluma, amely a lencsekísérlettel kimutatható megvilágítást tünteti fel. Mágócsy után.

sok növényen megtalálható. Az első típust mint konvex, a második típust pedig mint konkáv lencsét foghatjuk fel.

A fényinger érzékelése a legtöbb növényen az egész epidermisre kiterjed. Egyes növényeken azonban, amint Haberlandt vizsgálatai mutatják, az epidermissejtek között még különleges, a többinél alkalmasabb fényfelvevő sejtek alakulnak ki. Ilyen pl. a 309. képen bemutatott *Fittonia* levele. Az idevonatkozó kísérleti vizsgálatok legnagyobb részét Haberlandt, Northausen, Weltmann és mások végezték. A kísérletek eredményei sok te-

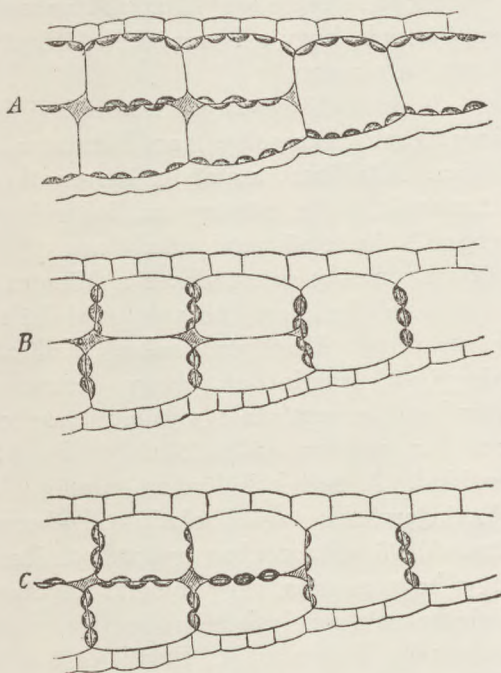


kintetben kielégítők, azonban ennek az elméletnek és feltevésnek teljes és kifogástalan bebizonyítása még egyelőre nem vehető eldöntöttnek.

Végül csak tájékozással említjük meg, hogy a különböző Flagellátákon, azután Peridineákon, továbbá a Chlorophyceák rajzó spóráin található szemfolt (stigma) valószínűleg szintén a fény érzékelésére szolgáló szerv.

Az ingerek fel fogására vonatkozólag már az előzőekben említettük, hogy az egyes sejtek protoplazmatestjei a sejt-fal által nincsenek egymástól teljesen elzárva, hanem a sejt-falon keresztül vékony plazmaszálak, ú. n. plazmodezmák hatolnak át, amelyek azután a sejtek protoplazmatestjei között a közvetítést fenntartják (l. 13. kép). Valószínű tehát, hogy a növényi testben az ingerek vezetése és az ingerhatás kiváltása túlnyomó részben ezen plazmodezmák útján megy végbe. Természetesen ennek a feltevésnek kísérleti bizonyítása szintén rendkívül nehezen vihető keresztül, azonban minden körülmény a fenti feltevés valószínűsége mellett szól.

Haberlandt a plazmodezmákat intercelluláris, sejt-közi ingervezető pályáknak nevezi. Az ingereknek a sejt testében, a protoplazmában való továbbvitelére pedig az intracelluláris vezetés elnevezést használja. Idevonatkozólag



310. kép.

A keresztcs békalecsének (*Lemna trisulca*) keresztmetszete, amely a chorophyllszemcskék helyzetét tünteti fel. A zárt fényben, B vöröfényben, C sötétben. Stahl után.



szintén rendkívül sok feltevés és elmélet van. A legegyszerűbb esetekben valószínűleg az egész plazmatest közvetíti az inger továbbítását, azonban nem lehetetlen, hogy néha a hialoplazma közvetíti egyedül ezeket, míg Nemeč azt sem tartja kizártnak, hogy a növényi sejt protoplazmájában is — az állati idegrendszerhez hasonlóan — finom fibrillák alakulnak ki, amelyek az ingerek vezetésére szolgálnak. Azonban nyomatékosan kell hangsúlyoznunk, hogy a Nemeč-féle felfogás egyelőre még tényekkel igazolva nincsen.

A most élő növények között legjobban a *Mimosa pudica*-nak ingervezető képessége van kikutatva és kísérletileg megvizsgálva. Általában, amint az idevonatkozó vizsgálatok beigazolni látszanak, ez a növény az ingerek vezetését kétféle módon végezi. Az első mód általában egy különös sejtszrendszerben történik, amely sejtszrendszer a *Mimosa pudica* hajtásainak hánccsában található meg hosszú, csőalakú sejtek alakjában, amelyek hosszanti sorokban húzódnak el. Különösen jellemző Haberlandt vizsgálatai szerint az, hogy ezeknek a sejteknek egymással érintkező keresztfala egy kiüresített elhelyezett nagy gödörkével bír, vékony válaszfala pedig át van járva plazmodezmákkal. A sejtek különben mindig élők és plazmával bírnak. Az ingereknek továbbhaladása Haberlandt szerint ezekben az összefüggő sejtsorokban hidrodinamikai úton történik, mégpedig úgy, hogy az ütés, vagy nyomás következtében turgor változások keletkeznek, amelyek sejtről-sejtre tovább terjednek. Az ingerek sebessége Dutrochet és Berthelot szerint 2—15 mm. mp.-ként, Linzbauer szerint pedig különösen vágott sebeknél 32—100 mm. is lehet mp.-ként. Az ingervezetés másik módja a már tárgyalt plazmodezmák útján megy végbe.

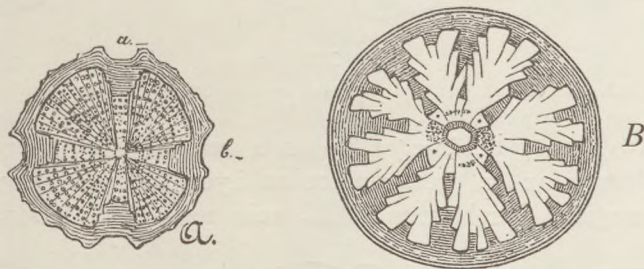
#### A rendellenes vastagsági növekedés.

Az eddigiek folyamán megismerkedtünk úgy az egyszikű, mint a kétszikű növényeknél a vastagsági növekedés rendes menetével. Ettől eltérőleg egyes növényeken más vastagodási formák is alakulhatnak. Ezek közül mint legismertebbeket megemlíti a kúszó növények szárán a rendestől eltérő vastagsági növekedést, amely főleg a fásodó kúszó növényeken jelentkezik (liánok). Ezekben a szár teste több, egymástól többé-kevésbé



elválasztott, rendszerint egymással párhuzamosan futó részre van elosztva. Hasonlóképen ilyen, a rendestől eltérő vastagsági növekedést találunk egyes kúszó Bignoniaceákon és Malpighiaceákon.

A legegyszerűbb esetekben a kambium normális kifejlődést mutat, azonban egyes helyeken egyenlőtlen mennyiségben fejleszti a fás és a háncsrészeket, illetőleg ezeken a helyeken a fás részek rovására nagy mértékben hozza létre a háncs elemeit, így elsősorban a hánccparenchymát. Így azután a rendesen kifejlődött fás részeket vastag hánccparenchyma részek választják el egymástól (l. 311. kép); később azután természetesen maga



311. kép.

A egy Bignonia törzs keresztmetszetben (Schleiden után); B a Melloa populifolia ágának keresztmetszete (a fás rész fehéren van hagyva, a háncsrész pedig árnyékol.) de Bary után.

a kambium is szabálytalanná válik, sőt egyes helyeken meg is szűnik.

Más esetekben a kambiumnak ez az egyenlőtlen működése olyan nagymérvű lesz, hogy a kezdetben még egységes fatest a közbeiktatott parenchyma sejtcsoportok hatása következtében számos, egymástól izolált nyalábra oszlik. Az így egymástól elválasztott nyalábok azután a bennük később fejlődő másodlagos merisztéma következtében további másodlagos növekedést mutatnak, ezenfelül pedig a már meglévők közé a kambium hasonló működése következtében újabb nyalábok nyomulnak (l. 312. kép).

Előfordulhatnak azonban olyan esetek is, — ahol már eredetileg több kambiumgyűrű alakul — hogy a középben egy nagyobb főgyűrű van, amelyet azután kisebb mellékgűrűk vesznek



körül. Ilyeneket találunk pl. a kúszó Sapindaceákon (Serjania, v. Paullinia stb.; l. 313. kép).

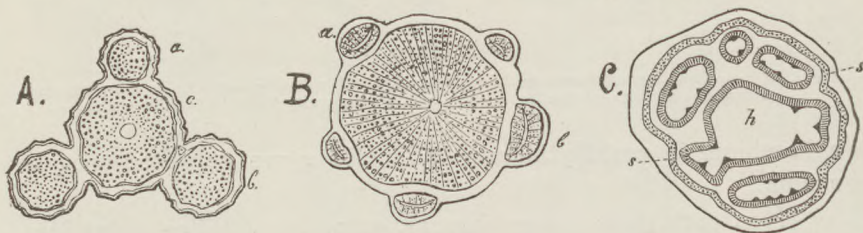
Az ilyen törzsekben a kambium normálisan működik, kifelé hancsot, befelé fát hoz létre és végre is egy több nyalábból álló törzs keletkezik.



312. kép.

A délbrasiliai *Bauhinia* (lián) törzsének keresztmetszete kicsinyítve. Wettstein után.

Végül egy különleges típusa a rendellenes vastagsági növekedésnek az az eset, amikor az ilyen kúszó növényekben a már meglévő kambiumon kívül, vele nem egy időben, hanem



313. kép.

A, B egy *Serjania* vagy *Paullinia* törzs keresztmetszetben; *c* a főgyűrű, *a*, *b* a mellékgűrűk. Természetes nagyságban. Schleiden után. C a *Serjania caracasana* fiatal hajtásának az internodiumban vett keresztmetszete; *s* sklerenchyma, *h* a főgyűrű, körülötte a négy mellékgűrű. 10-szeresen nagyítva. Nägeli után.

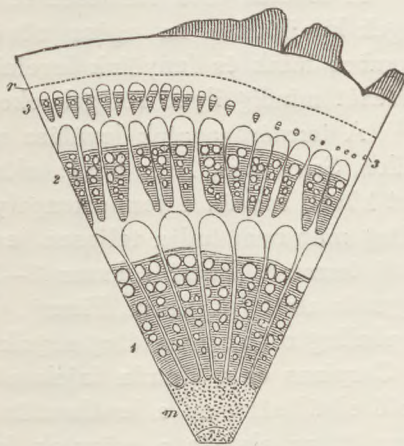
rendszerint ennek keletkezése után, fokozatosan új másodlagos kambiumgyűrűrészek keletkeznek. Ezek egy ideig működésüket szabályszerűen folytatják, majd befejezve tevékenységüket, megint újabb kambiumgyűrűket hoznak létre, amelyek az előzőkhöz hasonlóan működnek (l. 314. kép).

Az új gyűrűk legtöbb esetben a hancsban keletkeznek, mégpedig keletkezhetnek az elsődleges kéregben, de keletkezhetnek



a beljebb fekvő háncsrészekben is. Így az elsődleges kéregben keletkeznek a Viscariákban, a háncsban egyes Bignoniaceákban, Gnetaceákban, végül kivételes esetekben a folytatólagosan keletkező kambium a már meglévő kambiumgyűrűn belül is keletkezik, így pl. a *Tecoma radicans*nál.

Haberlandt a kúszó növényekben ezt a sajátságos kifejlődést mechanikai szempontokkal magyarázza. Szerinte a törzseknek ez a szétdarabolása elősegíti és megnagyobbítja hajlíthatóságukat és ezzel együtt kúszóképességüket is. Ő az egymástól majdnem teljesen izolált nyalábokból álló törzseket kötelekhez hasonlítja. Miután a törzseknek ezt a sajátságos növekedését úgy szőlőként kizárólag csak kúszó növényekben találjuk, kétségtelen, hogy a kifejlődésnek ez a módja a mechanikai igénybevétellel függ össze.



314. kép.

A *Gnetum scandens* törzsrészletének keresztmetszete. 1, 2, 3 az egymásután növegyűrűk, m a bél, r a kéreg belső oldalán lévő erősítőgyűrű. Az edénynyaláb fás része a bő edények kivételével árnyékolva, a kéreg, hánscs, bélsugarak és a közbelső övek fehérek. 8-szorosan nagyítva. Bary után.

### A hegedési szövetek és a sebgyógyulás.

A növényeken, de különösen a több évig élő fákban és cserjéken életműködésük közben részben a lombozat, a termések és az ágak természetes lehullása, részben pedig erőszakos sérülések (hasítás, széltörés, rovarrágás stb.) következtében kisebb-nagyobb sebek keletkeznek, amelyeket a növényeknek be kell hegeszteni, miután az ilyen nyitva maradt sebeket keresztül úgy a kórt okozó gombák, mint pedig a rovarok könnyen behatolhatnak és súlyosabb károsodással járó betegségeket okozhatnak.

A levelek és a termések lehullását — amint már említettük — másodlagos úton keletkezett parenchymatikus, ú. n. leválasztó rétegek idézik elő, amelyeknek sejtjei megdagadnak, kikerekednek és az elválást részben így, részben pedig az egyidőben enzimek



hatására fejlődő sejtfaloldódással együtt idézik elő (l. 114., 115. és 116. képeket). Azonban közvetlen ezek alatt már korán kifejlődik a paraszövet, amely a lehullás után keletkezett nyílt sebhelyeket elzárja és megvédi.

A levelek és a termések lehullását előidéző leválasztó rétegek kifejlődése az egész növényvilágban elterjedt jelenség. Lombos fáink és fenyőink leveleinek, tűinek és terméseinek leválását mindig ilyen rétegek okozzák.

A terméságazatok leválása részletekben megy végbe (*Aesculus*, *Sambucus*, *Acer* stb.); először a termések hullanak le és ezt követi azután a terméstengely lehullása. Néha a leválasztóréteg már nem tudja teljesen leválasztani az időközben elfásodott termést. Ezért sokszor 2—3 leválasztóréteg is keletkezik egymás alatt (pl. *Larix*, *Pinus*). Ilyenkor a következő tavasszal a phellogén és a pararéteg végzik el ezt a feladatot. A *Quercus*, a *Carpinus* és a *Betula* fajokon a makkocskáknak a kupacstól való elválását nem a leválasztórétegek működése idézi elő, hanem itt az elválás a szövetek fokozatos szétválása folytán áll be. A kupacsot azután nyelével együtt itt is elválasztóréteg választja el. Hasonló módon megy végbe a juhar magjának az elválása.

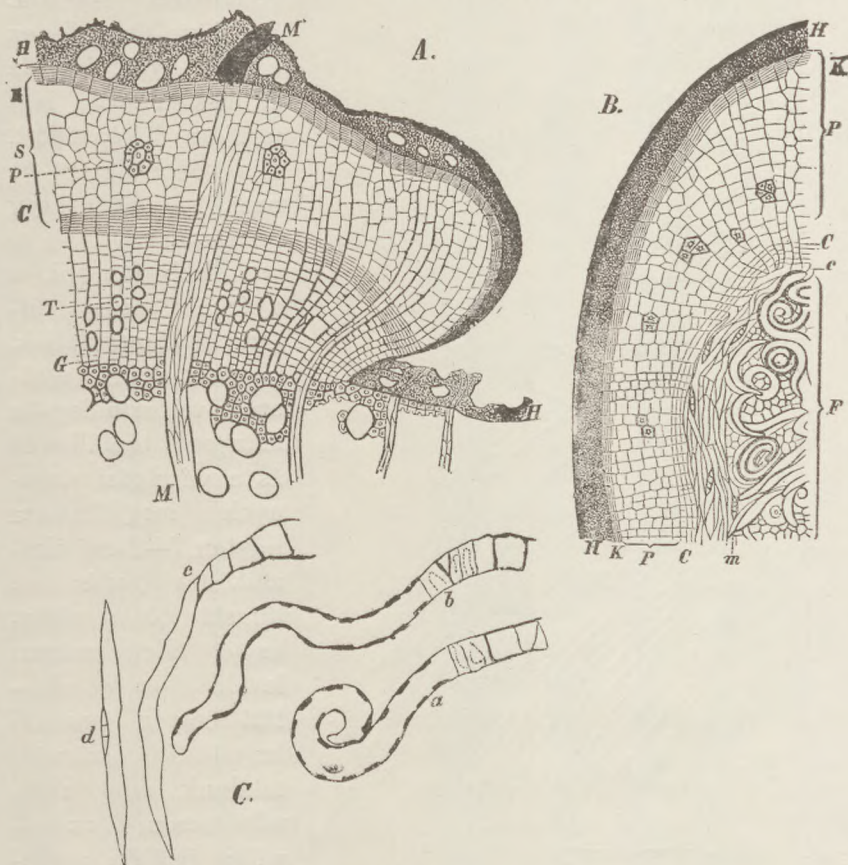
Ha a sebesülés erőszakos sérülés következménye, úgy ennek mérve szerint a növények különféleképen viselkednek. Ha a sérülés élő szöveteket ért, úgy a legtöbb esetben, ha a seb kicsi és mélyebbre nem hatol, a seb alatt lévő parenchyma sejtekben egy phellogén réteg alakul, amely azután paraszövetet hozva létre a sebet elzárja.

Nagyobb sebeket rendszerint a „callus” névvel jelölt hegedési szövetek szokták befedni. Ez a szövet másodlagosan a növényi test élő elemeiből keletkezik, ezeknek osztódása útján. Kifelé ezt is rendesen a periderma zárja le, míg a „callus” szövetet alkotó, kezdetben vékonyfalú parenchyma sejtek egy része idővel fa- és hancselemekké alakul (l. 315. kép).

A gyökér és a törzs vastagodása folytán az epidermis és később a kéreg — amint ez már az előbbiekből ismeretes — szűk lesz a tengelyrészeknek és mielőtt felrepedeznék, más védő szövettel kell azt a növénynek kipótolnia; a lombozat, vagy legalább annak egy része (t. i. a télen is zöld fáknál és cserjéknél) pedig évenként le-



hull; a fa koronája alsó részén és annak belsejében elegendő világosság hiánya folytán a rosszul táplált ágak szintén elhalnak. Igen figyelemreméltó körülmény, hogy azon esetekben, amidőn a fa kifejlődése folytán meghatározott helyeken rendszeresen be kell



315. kép.

A b ük k sebének hegedési módja. A a kambialis fából fejlődött callus keresztmetszete. B u. a. tangenciális metszete; C a callus belső részéből (B, F) kipraeparált szöveti elemek. H elhalt farész, M u. a. bélsugara, K pararéteg, S kéreg, P sklerenchyma, T tracheida, C kambium, G a seb eredeti határa. Müller után.

állania a növényt fedő felbőr, vagy háncs megszakításának, a behagedés nem utólagosan történik, hanem már előre gondoskodik a növény a hiány megakadályozásáról, azt mintegy előre pótolva. Így pl. az epidermis elhalását és levetését megelőzi a bőrpára

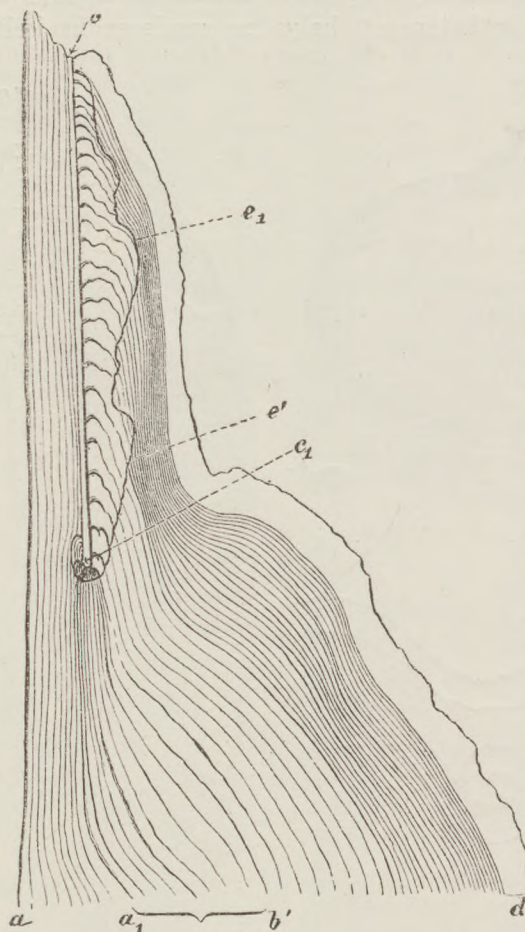


képződése, a bőrpara képzőrétegének elhalását pedig a beljebb fekvő pararétegek képződése stb. A lehulló levél helyét para-

szövettel teljesen fedett sebhely, az ú. n. levélripacs borítja. Ép úgy történik ez a hárs, gyertyán, fűz és más fákon a legutoljára képződött, de növekedését be nem fejezett ághegy levetésekor.

Több fán, pl. a nyáron, fűzön, tölgyön tapasztaljuk, hogy az ágak egy része, valószínűleg a hiányos táplálkozás és a párolgási viszonyok megváltozása folytán 2—3 évi életműködés után a törzstől ősz végén, vagy télen szépen leválik és az elválási helyen hasonló hegedési szövetet találunk, mint a levélripacson; az elválási felület meglehetősen síma és a

rostok erőszakos elszakadásának nyoma sincsen. Más esetekben a több éves és a



316. kép.

A *Populus tremula* befödött ágcsontja hosszmetszetben;  $a-a_1$  az ág életében képződött farész,  $a_1-b'$  a törzsnek az ággal organikus összeköttetésben levő része,  $b'-d$  az ágcsont héját ( $c-c'$ ) befödő évi faképződések. Az ágcsont ( $c$ ) egészesnek látszik,  $e'-e_1$  azon határ, amelyen belül a befödő rész az ágcsontig megbarnult. Müller után.

világosság hiánya miatt elszáradt ág még 2—3 évig a törzsszel összeköttetésben marad, korhadásba megy át, majd pedig vastagodó hancs és új fapalástok által végre le lesz választva, ho-



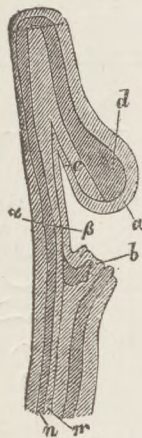
morú sebhelyet hagyva maga után, amelyet a minden oldalról benyomuló vastagodási rétegek nemsokára teljesen befednek. Ellenben a már nagyon megvastagodott ágak, ha elszáradnak, már nem vettetnek le olyan simán, hanem felülről lefelé töredeznak le, végre is nagyobb-kisebb csonka darabot (ágcsapot; l. 316. kép) hagyva hátra, amelynek elfödése a törzsnek ritkán sikerül. Ily ágsebek vezetik azután a korhadást okozó gombák myceliumait a fa derekába, aminek végeredménye gyakran a sebhelynél kifelé nyíló odú lesz.

A jegenye- és lúcfenyőn — kivált ha téresebb állásban nőttek fel és így az ágak elszáradásuk előtt igen megvastagodtak — az ágcsontok a faderékon évtizedekig is épen maradnak, mivel felette tömöttek és tartósak. Az új fapalástok hánccsal együtt körülnövik és mint a feldolgozást igen nehezítő és a szelvényárú becsét igen leszállító kemény csapok (göcsők) maradnak bent a fatestben.

Ennek a képességnek idetartozó folyamatait feloszthatjuk olyanokra, amelyek célja a védő felület megszakított folytonosságának helyreállítása és olyanokra, amelyek az elvesztett törzs- és gyökérhajtásoknak újakkal való pótlásában állanak.

Hogy a növény a hiányzó és élete fenntartásához nélkülözhetetlen szövetrétegeket minden, még osztódásra képes fiatal szövetrendszerből is helyreállítani képes, mutatja a fiatal, megtörött ágakon a Müller által megfigyelt forradás. A 317. kép egy közepéig betörött és onnan felfelé hasadott fiatal juharhajtást mutat, amelyen a sebförroasztásában nemcsak a hánccs és a hánccsparenchyma meg a bélsugarak, hanem maga a bél is résztvett, sejtjeinek osztódása és a felületen való elparásodása által.

Ha a fának hánccsát úgy hántjuk le, hogy a fatest meg ne sérüljön és azután üvegcsőbe húzás, vagy szalmával való bekötözés által a gyors kiszáradás ellen a felületet megvédjük, a fatest magát új hánccsal fedi be, amely alatt az eleinte csak parenchymás szövet lassanként fa- és hánccsrétegekre különül el és létrejön a rendes állapot. Az új képződés Hartig Th. sze-

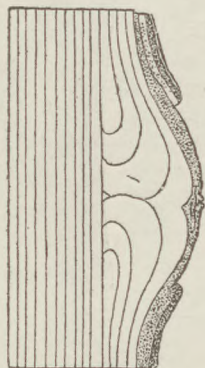


317. kép.

A juhar megtört ága hosszmetben vázlatosan; *a—b* a törés két felülete, *m* a bél, *n* a fatest, *d* a sebhely feletti meggyarapodott fatest, *c* a sebhely behagedési rétege, *α—β* a törés iránya. Müller után.



rint — aki ezt tölgyfán észlelte — a bélsugarak végeiből indul ki; ott a csupasz helyen apró és felületükön megparásodott, lenyce átmetszethez hasonló kidudorodások keletkeznek, amelyek mindaddig terjednek, amíg egymással összefolynak. Müller ellenben úgy észlelte, hogy az új képződmény létrehozásában a fának minden életképes szöveteleme résztvesz (l. 315. kép). A kép egy kidomborodó hegedési képződmény keresztmetszetét tünteti fel. A felületen látható H-réteg a hánctól megfosztott fatestnek legelső, elfonnyadt, összeaszott rétege, amelyben még az elhalt bélsugár részlet M is feltűnik. A hegedési szövet (cal-



318. kép.

A *Pinus silvestris* törzsén ejtett seb behegedése hosszmetsetben, vázlatosan. Hartig után.

lus) tehát a fatest legfiatalabb rétegének nem épen legkülső, hanem valamivel alább fekvő sejtjeiből származott és benne egy parenchymás réteg sklerenchymanyalábokkal P különböztethető meg, amelyet H-tól paraképző réteg K választ el; a tracheidákat T tartalmazó hegedési faréteget a parenchymás háncretegtől az új kambium C választja el. E tényeket Müller szerint nem lehet másképpen magyarázni, mint-hogy a fának még épen maradt határrétegéből G először a rostelemek keresztosztódása által parenchymás alapszövet származott és csak azután ebből a pararéteg, az új rosttömegek és a kambium. Ezen nézet mellett tanuskodik a hegedési szemölcsnek érintő irányú (tangenciális)

metszete is B, ahol a farost elemei össze-vissza vannak kavardva, mint a ducos fában és ahol egy ilyen rost a kambiumba lép, ott úgy hosszában, mint pedig széltében osztódik. Érdekesekek a C képen az izolált rostok, a- és b-nél keresztben osztódva; c-nél egy kambiális rost, felső végén keresztosztódással.

Ilyen rövid rostú, parenchymában dús, de kezdetben az edényeket nélkülöző, vagy igen csekély számú edénnyel bíró fa keletkezik a fától elvált hánccs alsó felületén is, ha az a felette lévő ép hánccsal összeköttetésben marad.

Hasonló hegedési szövet képződik a fa és a hánccs között akkor is, midőn a kambium a tavaszi erős faág következtében



megrongálódik, amely azonban csak lassanként különül el — a vastagodás folyamata alatt — rendes fa-, háncs- és kambiumrétegre. A fagyás után közvetlen képződött parenchymás réteg a fa vén korában is megmutatja a kambium megrongáltatásának évét. Ha a fatörzsön ejtett seb a fába is behatol, vagy ha a fa épen marad ugyan, de a gyors kiszáradás következtében az új képződésre még alkalmas plazmatartalmú sejtrétegek elhalnak, akkor a felületi bőrképzés lehetetlen és a forradás csak a seb széleiről indulhat ki. A sebzés által a levegőnek közvetlenül kitett élő sejtek a seb szélén elhalnak ugyan, de azok védelme alatt a kiszáradástól már óvott kambium és az ezzel szomszédos bélsugársejtek, valamint a hánccparenchyma, élénk osztódásnak indulva, hegedési szövetet alkot, amely nemsokára háncsra és fára különül el, az előbb ismertetett felületi hegedési szövet módjára; de a seb szélén a folyamat még könnyebben és gyorsabban történhetik, mert a hegedési szövet képzésében a háncs minden életképes sejtje részvesz és különösen annak táplálkozása az ép hánctól itt sokkal kedvezőbb. A seb szélei itt párkányszerűen kidomborodnak, az új hegedési szövet élénkebb gyarapodása folytán, a még ép háncsot köröskörül fellemezi és alóla mintegy kiereszkedve, mindinkább közeledik a seb közepe felé, míg a hegedési párkány szélei érintkezésbe jönnek és összeforradnak úgy, amint azt a 318. kép mutatja.

Az e képen feltüntetett forradási esetben három év volt szükséges a seb záródására. A negyedik évben már összefüggő faréteg képződött felette. A sebhely szélein látszik a felemelt régi háncs, amelynek széle teljesen megfelel a régi, a sebzés alkalmával megcsupaszított és a képen kissé vastagabb vonallal feltüntetett fapalást részének; a hegedési háncs közepén látható kettős kidudorodás az új háncsnak találkozó széleit jelzi és az összeforradás alkalmával tolatott fel az új faréteg által.

Megjegyzendő, hogy a forradási szövet a seb felületének minden mélyedésébe benyomul anélkül, hogy azzal valóban összenőne. A fa felületébe vésett betűket tehát a rálapuló és később lefejtett hegedési szövet belső felülete megfordítva és kidomborodva mutatja.

Hasonlóképen történik az elmetszett ágak beforradása is, még pedig annál könnyebben, mennél kisebb csonk marad hátra. Ezért — amennyiben lehet — az ágak lenyesését lehetőleg töből, közvetlen a törzs mellett kell végezni, mert



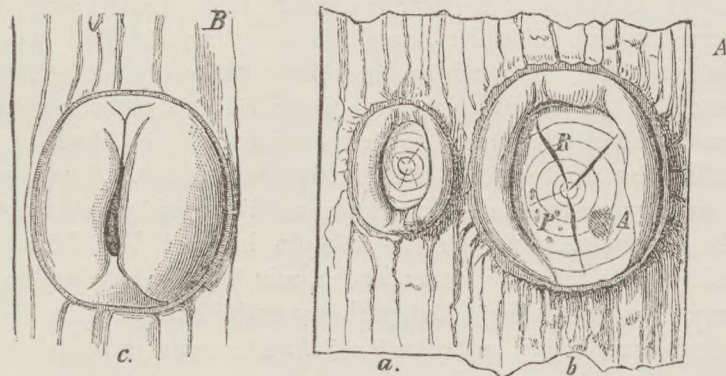
különben a beforradás igen nehezen, vagy hiányosan történik meg, vagy épen elmarad.

A 319. kép három ágforradást mutat az előhaladás különböző fokán felülről nézve.

Ahol a lemetszett részen csontorkák (eltörött szilánkok, forgácsok) maradnak hátra, ott a hegedési párkány képződése ki-  
marad, mint azt a 320. kép mutatja.

Ép úgy történik a lombfák tuskóinak beforradása is.

Megemlítés nélkül nem hagyhatjuk, hogy zárt jegenyefenyő állomá-  
nyokban nem ritka eset a levágott fa tuskójának teljes beforradása levelek  
közreműködése nélkül, ami több évig is eltarthat, mialatt a tuskónak



319. kép.

A a tölgy két éves ágsebhelyei. Természetes nagys.  $\frac{1}{4}$ -e; a a kisebb sebhely minden oldalon feltűnő, b pedig a nagyobb sebhely alul hiányzó hegedési szöveggel, R a fa repedései, A moszatok, P gombanyomok, B a bükk záródott sebhelye. Müller után.

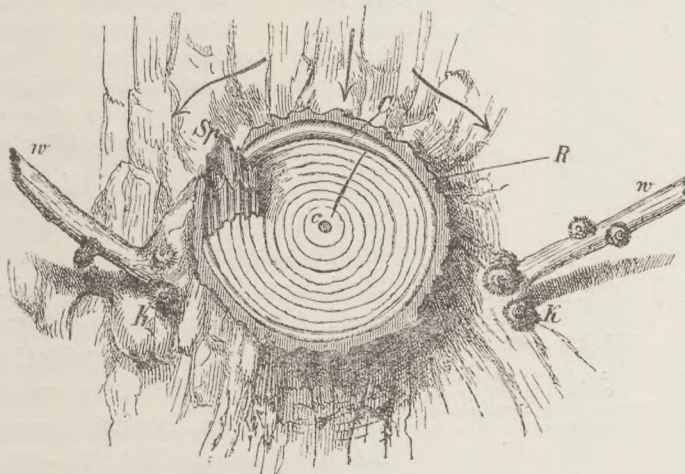
belső évgűrűi mind elkorhadnak úgy, hogy a hegedési fa belül üres kúpot képez, amelyből szívósságánál fogva famozsarakat készítenek. Ez az eset másképp nem magyarázható, mint a tuskó gyökereiben hosszabb ideig működésben maradó gyökérnyomás által.

Ugyanaz a magyarázata annak a néha előforduló esetnek is, hogy a meggyűrűzött jegenyefenyőn a gyűrűzés alatt erősebb a faképződés, mint a gyűrűzés felett, jóllehet rendszeren épen a gyűrűzés felett keletkezik az erősebb hegedési dudorodás, mivel a hánicsban a lefelé áramló nedvek ott megtorlódhatnak.

A tuskónak ilyen beforradása nemcsak a jegenyefenyőn fordul elő, hanem — ámbár sokkal ritkábban — más fenyőkön is és pedig a luc-, vörös és tengerparti fenyőn.



Nevezetes szerepet játszik a forradási párkányok képződésében a háncs feszültsége, amely a farétegek vastagodását korlátozza. Ahol e korlátozás megszűnik, ott természetesen élénkebb az új képződmények gyarapodása. Ezt látjuk a fa tengelyével párhuzamosan haladó hosszúdad sebek szélein; ezt tapasztaljuk a kerekded sebek oldalszélein is, ahol a beforradási párkányok rendesen legszélesebbek. A seb felső és alsó szélén nagyobb már a háncs nyomása, mert itt a hánccsűrű egész és ezért azt az új szövetek nem képesek azt úgy felemelni, mint a két oldalon. Hogy a forradás a seb felső szélén többnyire jóval



320. kép.

A vörösfenyő ág sebhelye; *w-w* járulékos hajtások, *k* rügyek, *C* hegedési szövet, *R* kéreg, *Sp* forgácsok, amelyek a callusképzést megakadályozzák, *c* bél. Müller után.

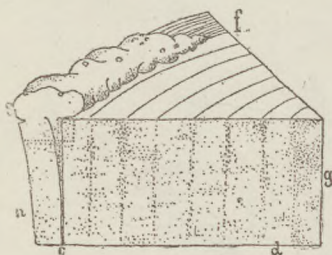
erősebb, mint az alsón, annak okát abban találjuk, hogy itt a hegedési szövetet a háncsban lefelé jövő képzőnedv bőven táplálja, míg az alsó szélbe csak a sokkal gyengébb oldalvezetés útján jut (l. 320. képen a nyilak irányát).

Még feltűnőbb a különbség a forradási szövet gyarapodásában a táplálkozás különfélesége folytán a gyűrűsebbeknél, ahol a képzőnedvek áramlása a háncsban teljesen meg van szakítva. Itt a forradás a seb alsó szélén jelentéktelen, vagy semmi, tehát teljesen a felső széltől halad lefelé. A gyűrűzet alatt csak igen csekély faréteg képződik, részint a kívülről befelé lassanként elhaló kéregből és kambiumból, részint a faparenchymában



és a bélsugarakban meglévő és végre talán még a fában csak felette csekély mértékben közlekedő képzőanyagokból, sőt a faképződés ott, kivált a második és következő években, teljesen ki is marad.

Élettani szempontból a forradásnak igen érdekes esetét lehet előidézni a fiatal fák hancsának csavaros szallagban való lehántása által, amidőn t. i. a képzőnedvek a fennmaradt csavaros hancsszalagnak alsó felén kényszerülnek a csavar irányában felülről lefelé haladni, fent erősen kidudorodó hegedési párkányt képezve, amely lefelé egyenletesen apad. Ugyanez történik akkor is, ha a fiatal fa derekát vasdróttal csavarosan körültekerjük — azt keményen megszorítva —, miáltal a hancsban a nedvek közlekedését megakadályozzuk. Végre a drót feletti párkány elfedvén az előbbi, az alatta lévő eleven részekkel összeforr és a rendes nedvvezetés az azután



321. kép.

A nyárfa darabja a hegedési szövettel; *c* a kambium, *n* a callussal fedett, *f* pedig a fedetlen kéregész, *d* a hasáb oldala, *g* a bélnek megfelelő rész. Hartig után.

képződő rétegekben helyreáll. Így magába zárja a fatest azokat a felfutó cserjéket is, amelyek törzse körül csavarodnak, csak sokkal hosszabb idő alatt.

A levágott fiatal fák tuskóin, valamint a levágott és nedves földbe dugott ágakon épen úgy történik a forradás, mint a lemetezett ágak csonkjain. A forradási szövet tanulmányozása végett Hartig Th. nedves homokra nyárfából vágott 5—6 cm. hosszú korongokat tett üvegharang alá és 15—20° me-

legnél már néhány nap alatt azok mindkét oldalán hegedési körpárkány képződött — a fa és a hancs érintkezési felületének vonalán. Ilyen korong egy darabját ábrázolja a 321. kép, fent balra a forradási párkánnyal, amelynek átmetszetét erős nagyítással mutatja a 322. kép. A hegedési szövet főképen a hancsparenchymából indult ki és ezért az előbbi a hánccsal (*a*, *b*, *c*, *d*) szerves összefüggésben áll, míg a fára (*e*, *f*, *g*, *h*) felülről csak ráborul; *b*, *d* és *e*, *f* vonalak közé van ékelve az az új szövet, amely a hancs legfiatalabb rostjaiból keletkezett és középen rostosabb. Innen indul ki egy azon nyalábok közül, amelyeknek feladata a hegedő szövetet nedvvel ellátni. Ez két ágra oszlik, egyik a hegedési párkány külső, a másik belső karéjába vezet. Ezen nyalábok a hegedési parenchyma sejtek átalakulása folytán jönnek létre.



Igen érdekes az adventív tenyészőkúpok képződése a hegedési szövetben (l. 322. képen *p, q, r, s*), amelyek keletkezését Hartig Th. akkép magyarázza, hogy a felület közelében egy sejt gyorsabb osztódása folytán a környezetnél apróbb sejtű sejtcsoport származik. A sejtcsoport felső részét képező sejtrétegnek a csoport felületére eső függőleges falai feloldódnak és így a fiatal sejtömb felső felén a felette lévő szövetből elválk, ami által létrejön a saját bórszövetével bíró kezdetleges tenyészőkúp, amely lefelé beljebb nő az őt környező parenchymába, azzal szerves összefüggés-



322. kép.

A 321. képen pontozott vonalakkal jelzett rész radiális metszete. Hartig után.

ben marad, egyidejűleg azonban felette a hegedési szövet összeesik, a pararéteg elszakadozik és ha a hegedési szövet a nedves földdel van összeköttetésben — mint pl. dugványok alsó vágásfelületén —, akkor a csúcs felületi sejtjei gyökérsüveggé alakulnak, a kilépő tenyészőkúpból pedig gyökér lesz; ha ellenben a hegedési felület levegővel van körülvéve — pl. ágcsapokon, levágott tuskók szélén stb. —, ott az új tenyészőkúp tövétől két levélkezdemény emelkedik ki, mint az adventív rügy első levélnemű szervei, amelyekbe a kezdetleges edénynyalábok lépnek. Az adventív rügy alsó része tovább növekszik még lefelé az őt környező sejtszövetben, míg végre annak edénynyalábjaival szerves összeköttetésbe lép.



## II. FEJEZET.

### KÜLSŐ MORPHOLOGIA. ORGANOGRAPHIA.

#### Bevezetés.

Az I. fejezet folyamán a növények testének belső alakulásával foglalkoztunk és megismertük azokat az általános törvényszerűségeket, amelyeknek alapján a növény anatómiai szerkezete a sejtekből felépül.

A most következőkben a növényi test külső alakjával és a külső alak kifejlődésében megnyilvánuló törvényszerűségekkel fogunk foglalkozni. Meg fogjuk tehát ismerni a növények szerveinek külső alakját, ezeknek egymáshoz való kölcsönös viszonyát és azokat a külső alakbeli változásokat, amelyeken ezek a fejlődés folyamán a növény belső növekedési tényezőinek és a külső környezetnek hatására átmennek.

#### 1. A növényi test részeiről általában.

A növények külső megjelenésének szemlélésénél különböző részeket, helyesebben tagokat lehet megkülönböztetni, amelyeket gyökér, szár, levél stb.-nek nevezünk. E részek által végzi a növény az életműködéséhez tartozó feladatokat, amiért ezeket a részeket egyszerűen *s z e r v e k n e k* nevezik.

Az alaktani vizsgálat a növények tagjait háromféle képletre, illetőleg függelékre osztja, úgymint a *s z á r* (caulom), a *g y ö k é r* (rhizicom), illetőleg együttesen *t e n g e l y* képletekre, azután *l e v é l* képletekre (phyllom) és *s z ő r s z á l* függelékre (trichom). Ezek a képletek azonban a különböző élettani feladatok megoldásának megfelelően alakulnak át és így pl. a burgonya gumója, a szőlő kacsza, a kökény tövise és a péra (*Ruscus*) levél-szerű ága ép úgy szárképlet, mint a fa törzse, vagy a lágyszárú növények szára. Ezen utóbbiak *r e n d e s e k* (normális), az előbbiek ellenben a megváltozott életműködéseknek megfelelően



módosultak és azért módosultaknak nevezzük. Az ilyen alaktanilag egyező tagok, bár eltérő feladatot teljesítenek, hasonszerűek (homolog), ellenben az élettani szempontból egyezők, bár különböző eredetűek, hasoncélúak (analog).

A három képletnek megfelelő tagokat a magasabb fejlettségű növényeken lehet találni. Az alsóbbrendűeken — mennél inkább közelednek a fejlettség alacsonyabb fokához — annál kevesebb képletet találunk. Így a mohokon már egyáltalában hiányzik a valódi gyökér és csak a hasoncélú gyökszálak által helyettesítetik. A magasabb fejlettségű mohokon még igen egyszerű leveleket is találni, míg ellenben az alacsonyabb fejlettségűeken (májmosok) már a szár többnyire telepalakúan terül el, lemezt képez, amelyen a levelek vagy csak pikkelynemű részekként jelennek meg, vagy egészen hiányzanak.

A legalacsonyabb szervezetű növényeken, mint a moszatok, gombák és zuzmók, már levelet egyáltalán nem lehet találni, gyökszálak\*) némelyikén még találhatók. Ezeknél az egész növénytestet alkotó szövet csak telep (thallus), vagyis ezeken már levél és szár nem különböztethető meg. Egyes magasabb fejlettségű moszatok (Fucaceae, Characeae) telepe oly alakulást mutat, mintha szárból és levelekből állana.

A növény testének kialakulása szerint felosztják a növényeket telepesekre (thallophyta) és száras (cormophyta) növényekre.

Az egyes képletek mindig egy másik képletnek az oldalából erednek és kivételt csak a petéből fejlődő csiranövény egyes tagjai képeznek. Szár és gyökér mindig képeznek önmagukkal hasonszerű és hasoncélú ágakat, de a szár oldalán velük se nem hasonszerű, se nem hasoncélú gyökerek és levelek is fejlődnek.

A kifejlődött képletek alapjának nevezik azt az alsó részt, amelynél fogva az az őket tartó résszel összefügg, az ellenkező szabad, felső véget pedig csúcsnak nevezik.

A képletek csúcán a tenyészőkúp a csúcsnövekedés góca, amely közvetlen annak hegye alatt a legélénkebb, az ettől hátrább álló részekben pedig lassúbb. A csúcsnövekedés által a képlet hosszirányban fejlődik ki; a csúcson egyúttal egyes ol-

\*) Nem valódi gyökerek, rhizoidok.



dalképletek is fejlődnek. A képlet azonban nemcsak ezen csúcs-növekedés által hosszabbodik, hanem a közbeneső (intercaláris) növekedés által is, amely által a már létrehozott részek (pl. szártagok) kinyúlnak. Ezen közbeneső növekedés által nemcsak hosszirányban, de harántirányban való gyarapodás is származik és ekkor vastagsági növekedésnek mondják, ha ez a hossztengelyre merőleges irányban egyenletesen történik; ha pedig csak egy ily irányban történik, akkor felületi (szélességi) növekedésnek mondják (levelek).

Az egynemű oldalképletek (pl. levelek) többnyire csúcsfelé haladó (acropetális, basifugális) sorrendben fejlődnek, azaz a csúcs tenyészőkúpjához legközelebb eső levél a legfiatalabb. Ha ellenben a legfiatalabb oldalképletek a növekedő szárképlet aljához állanak közelebb, akkor a fejlődést basipetális sorrendben valónak mondjuk. De előfordul a közbeneső (intercaláris) sorrend is, amelynél a középső képletek a legidősebbek és ezektől fel- és lefelé következnek a fiatalabbak (pl. némely összetett levél levélkéi).

Ha valamely képlet idősebb részén fejlődnek új tagok, határozatlan rendben, úgy ezek járulékosaknak (adventív) neveztetnek. Keletkezési módjuk mindig endogén.

A növény valamennyi képletének egyesítése egy alakká, illetőleg egyes részének egymáshoz való viszonyából keletkezett alak adja a növény természetét (habitus). Az életműködéseket figyelembe véve, megkülönböztetünk olyan képleteket, amelyek a növényegyen fenntartását célozzák, ezek a táplálkozást szolgáló tagok, illetőleg szervek; míg ismét azok, amelyek a növények fajának biztosítására, tehát szaporítására szolgálnak, szaporodási tagoknak, illetőleg szerveknek neveztetnek.

A növényi szervek alakulása rendszerint bizonyos általános symmetriai viszonyok alapján megy végbe. Ezeknek főbb esetei a következők:

Ha valamely növényi szerv egy symmetria tengely körül minden irányban részarányos szerkezettel bír és ezen tengelyen háromnál több symmetria sikot fektethetünk keresztül, akkor az ilyen szerkezetű szervet sugarasnak (radiális, aktinomorph) mondjuk.



Ha a kérdéses növényi szervén már csak két egymásra merőleges symmetria sikot fektethetünk keresztül, akkor az ilyen tagot bilaterálisnak és ha végre csak egy symmetria sík fektetése lehetséges, akkor az ilyen szerkezetű növényi szervet monosymmetrikusnak vagy dorziventrálisnak (zygomorph) nevezzük; ezeknek két oldala egymásnak megfelel, az alsó és felső oldal eltérő.

A sugaras alakulás legegyszerűbb esete pl. egy közel köralakú keresztmetszettel és központos évgyűrűkkel bíró fenyőtörzs. A bilaterális típusra jellemzők az *Iris pseudacorus* levelei, a dorziventrális szerkezet pedig a kétszikű lombleveleknek egyik közismert sajátága.

Ha azután egyáltalában nem lehet egy növényi szerv részarányos voltáról beszélni, akkor ezt asymmetrikusnak, részaránytalanoknak mondjuk (pl. *Begonia*-levelek).

Egyébként még a vertikális növekedés iránya szerint azokon a növényeken, amelyekben egy tengelyt lehet kimutatni, két típust különböztetünk meg: az egy irányban növekedő, ú. n. unipoláris és a két ellentétes irányban fejlődő bipoláris típust.

Az első főképen a tengellyel bíró telepes növényekre jellemző, azonban még a mohokon is megtaláljuk, míg a második típust az edényes virágtalanoktól (harasztok) kezdve a legmagasabb rendű növények képviselik.

## 2. Táplálkozási (vegetatív) szervek.

### A telepes növények.

Amint már a bevezetésben említettük, a legalacsonyabb rendű növények egész növényteste egy egynemű és egyszerű képződésű, ú. n. telepet (thallus) alkot. Ilyen telepes növények a moszatok, a zuzmók és a gombák.

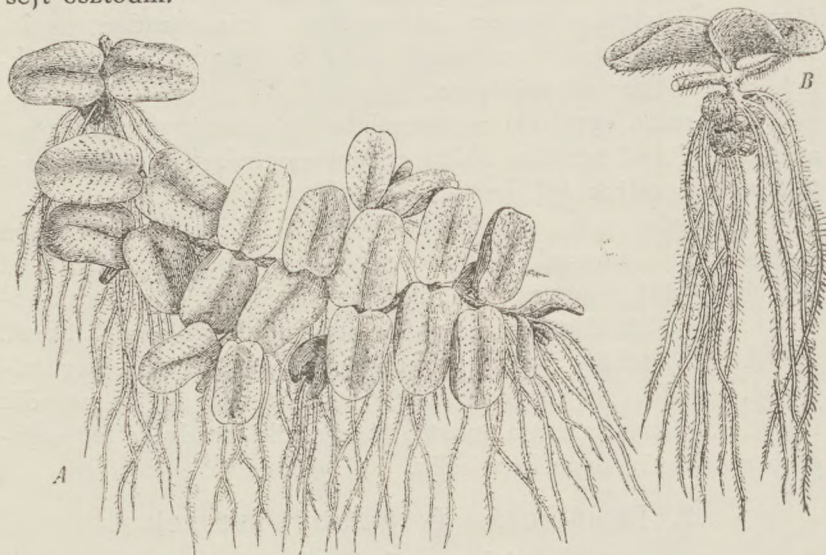
A telepes növények legkezdetlegesebb alakját az egysejtű moszatok és gombák adják. Már fejlettebb formát mutatnak a sejtek társulása folytán keletkező moszatok, ahol a sejttársulás tökéletessége szerint sejtcsaládokat, kolóniákat és cöenobiumokat találunk.

A magasabb fejlettségű moszatok testén azonban már a sejtek között megfelelő munkamegosztást és gazdagabb elágazódást találunk. Az egyes társuló sejtek önállóságukat elveszítik és a



további fejlődési folyamat azután a sejtfonalas, sejtlemezes és szövettestű telep kifejlődésére vezet.

A sejtfonalas telep a sejteknek fonálalakú egyesüléséből keletkezik, amely egy alapsejt harántfalakkal való osztódásának eredménye. A fonalat azonban mindig csak egy sejtsor alkotja, amely el is ágazhat; pl. *Ulothrix*, *Cladophora*, stb. (l. 191. kép). A sejtfonal sejtei lehetnek egyneműek, pl. *Spirogyra*, vagy különmeműek, pl. *Ulothrix*, ahol már csak a csúcsejt osztódik.



323. kép

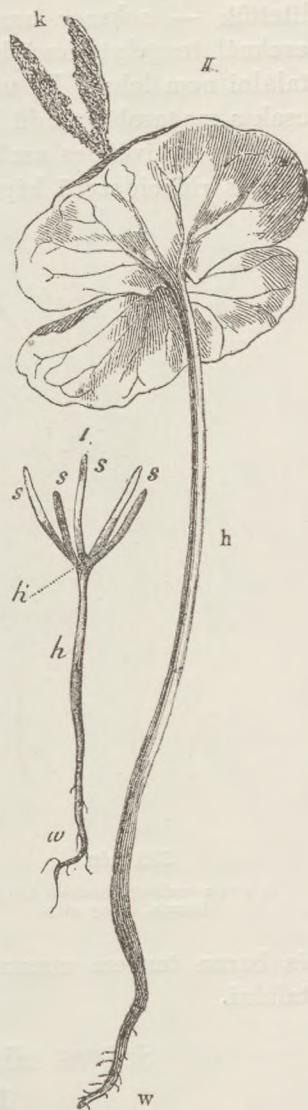
A vízi rucaöröm (*Salvinia natans*). A az egész növény, B a szár darabja két uszó és egy alámerült termőlevéllel. A gyökereket pótló, foszlányokra osztott levelek a gyökér benyomását teszik. Természetes nagyságban. Luerssen után.

A sejtlemezes telepen az egyirányú sejtosztódáshoz még egy másik irányú osztódási folyamat is járul és így a sejtek most már több sorban helyezkednek el. A telep azután vagy egyszerű marad, vagy, ami gyakori eset, többszörösen el is ágazhat. Ha a határozott számú sejtek közös burokba vannak bezárva, akkor családookról (pl. *Gloeocapsa*), ha a burok hiányzik, de a sejtek egy nyálkás, kocsonyás alapanyagban vannak beágyazva, akkor kolóniákról (pl. *Palmella*) és végre, ha a külső burok hiányzik és a sejtek szabályszerűbb szövethez hasonló összefüggésbe lépnek, akkor cöenobiumokról (pl. *Hydrodictyon*) beszélünk.



A szövettestű telep már fejlettebb képződmény. Bár belső szöveti elkülönülést még nem észlelhetünk benne, vagy csak nagyon kezdetlegest, mégis már a sejtek elhelyeződésében, az elágazódás kifejlődésében és ennek szabályosságában magas fejlettségi fok jut kifejezésre. A növekedést a fejlettebb formáknál szabályosan fellépő csúcssejtek végzik; pl. Characeák. A magasabb rendű gombák alaktani szempontból szintén ide tartoznak. A gombák testét egy sejtsorból álló sejtfonalak (hyphák) szövédéke, az ú. n. myceliumok alkotják, amelyek nagyon gyakran olyan szorosan illeszkednek egymáshoz, hogy nagyobb nagyítás mellett a valódi szövetekhez hasonló képet nyerünk (pseudoparenchyma; l. 62. kép).

A magasabb fejlettségű telepes növények gazdagabban elágazó teste már bizonyos fokig — külső formáit illetőleg is munkamegosztást mutat. Észrevehetően elkülönülnek ugyanis a telepnek a talajban való szilárdítására és a táplálék felvételére szolgáló részei, a gyökahajszálak, vagy rhizoidok, a földfeletti részekről — a cauloidoktól. Ez utóbbiakon azután sokszor még levélalakú (phylloid) elágazódásokat is találunk. Mindezek a részek azonban csak a telepesek egyenmű részeinek tekinthetők, miután a magasabb rendű növények testét jellemző szöveti szerkezetet és elkülönülést még nem találjuk meg bennük.



324. kép.

I. a *Pinus sylvestris*'s, II. a *Fagus sylvatica* csiranövénye; s sziklevek, k a szár rügye, h szikalatti (hypocotyl) szár, w a gyökér. Termézetes nagyság. Willkomm után.



Az alacsonyabb rendű telepes növények — amint már említettük — sokszor annyira szabálytalan növekedésűek, hogy ezeknél tengelyt, továbbá különbséget az alap és csúcs között találni nem lehet. Ez utóbbi jelenséget, az ú. n. polaritást csak a magasabb rendű Thallophyták mutatják.

Egyes kivételes esetekben még egysejtű növények is elágaznak és rhizoidszerű képződményeket fejlesztenek, amire kitűnő példát szolgáltat a *Botrydium granulatum* nevű egysejtű zöld moszat.

A Cormophytákhoz való átmenet a fejlődés magasabb fokán álló telepes növények és az alacsonyabb rendű Cormophyták között fokozatos, amint ezt pl. egyrészt a vörös



325. kép.

A búza mellégyökerekből álló gyökérzete. Emery után.



326. kép.

A *Ranunculus ficaria* gumós gyökere. Seubert után.

és barna tengeri moszatok és a májmohok között meg lehet találni.

## Száras növények. (Cormophyta).

### Tengelyképletek.

#### a) Rendes gyökérképletek.

Valamely kétszikű (pl. bükk) csiranövényen minden főbb vegetatív rész képviselve van.

A legelső, a földből kihúzott rész, amelyen számos szőrszál-



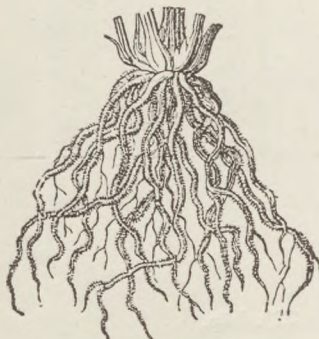
függelék van, a gyökér; ennek folytatását képezi a szíkalatti szár, amelyen elhelyezve találjuk a két szíklevelet és ezek felett a szár rügyét (plumula). Az ilyen gyökeret, amely a kétszíkűeket jellemzi, főgyökérnek nevezzük. Általában gyökérrel csak az olyan növényeken találkozunk, amelyek edénynyalábokkal bírnak; így tehát a mohoknak és a telepeseknek nincsen gyökere. Vannak azonban egyes gyökérnélküli edényes virágatlan növények is, pl. a *Psilotum*, amelynél földalatti szárágak, és a *Salvinia*, amelynél átalakult, foszlányokra osztott levelek pótolják a gyökeret (l. 323. kép). A száras növények közt is vannak egyesek, amelyeken gyökeret nem találni, pl. *Coralliorrhiza*.

A gyökér nem minden esetben lefelé (geotropikusan) növekvő része a nö-



327. kép.

A *Filipendula hexapetala* Gilib. mogyorós gyökere. Seubert után.



328. kép.

A *Hordeum vulgare* rostos gyökere. Természetes nagyságban. Seubert után.

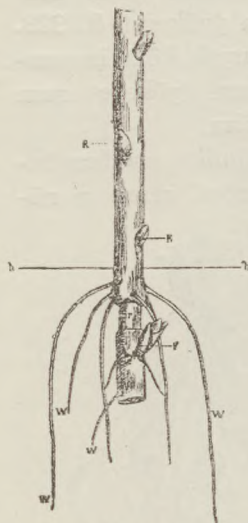
vénynek, amely azt a földhöz köti és az abból felszívott táplálóanyaggal látja el.

A gyökeret főleg az jellemzi, illetőleg különbözteti meg a szártól, hogy elsősorban levelei, illetőleg levélnemű képletei és így hónalji rügyei hiányoznak; másodsorban a belső, endogén keletkezés; harmadsorban hogy a gyökér a hegyén lévő tenyészőkúp-ból származó és elhaló sejtekből álló gyökérsüveg (l. 198., 199. és 200. kép) által van fedve; végre pedig az, hogy a gyökér sző-



veteiben rendszeren nem találni chlorophyllt. Általában véve a gyökér epidermise különbözik a szárétól, amennyiben úgy szájnnyílásai, mint kutikulája hiányzik.

Előfordulnak olyan gyökérformák is, amelyek úgylátszik átmenetet képeznek a gyökér és a szár között; pl. a *Menyanthes* gyökerében chlorophyll van, az aranka szívó gyökerének és a lógesztenye némely járulékos gyökerének hiányzik a gyökérsüvege (Klein).



329. kép.

A *Salix* gyűrűzött ága vízben tenyésztve; *h*—*h* a víz felülete, *R* rügyek, *w* gyökerek, *r* gyűrűalakú seb. Kienitz-Gerloff után.



330. kép.

A *Pandanus odoratissimus* léggyökerei. Seubert után.

Az endogén fejlődéssel jár az a sajátság, hogy a főgyökér külső szövete a belőle eredő gyökérágak külső szövetével nem áll összeköttetésben (l. 233. kép). Különben a mellékgyökerek, illetőleg a gyökérágak a perikambiumból erednek.

A fiatal gyökérágak a lúcfenyőn és a bálványfa csirázó növényének gyökerén 2 sorban, a jegenyefenyőn és a juharon 4, a dión 4, vagy 6 sorban állanak.

A gyökérágak fejlődésükben az akropetális sorrendet



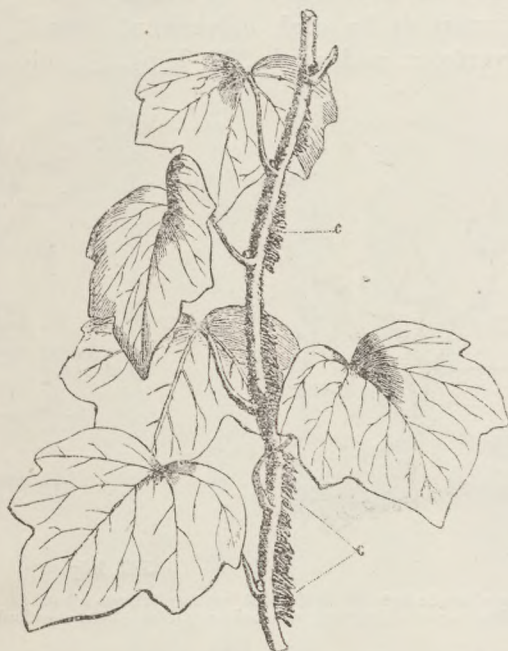
követik, úgy, mint a levelek. Azonban ez csak az igen fiatal gyökéren vehető ki, később a sorok járulékos (adventív) gyökér fejlődése és más tényezők által összekuszáltatnak.

A gyökér képződése, továbbá állománya és élettartama, valamint az ágak száma, kiterjeszkedése és iránya — egy és ugyanazon növényfajon — leginkább az illető növény tenyészetí viszonyaitól függ.

A növény gyökere, összes elágazásával együtt, képezi annak gyökérzetét, amely a növény földfeletti részeinek gyarapodása tekintetében ott fejlődik ki legelőnyösebben, ahol a talaj a szükséges táplálóanyagot a legcélszerűbb módon nyújtja; abban az esetben, ha a talaj a táplálóanyagokat csak szegényesen szolgáltatja, a gyökérzet igen nyulánk, de felette hosszú ágakból szokott állani.

A fentebb említett egyszerű

főgyökereken (radix primaria) kívül (l. 324. kép) számos más gyökérformát ismerünk. Így, ha a főgyökér sokkal vastagabb az oldalából eredő ágaknál, karógyökérnek (radix palaris) neveztetik (pl, sárgarépa); ez a kétszikű növények közt van leginkább elterjedve. Az egyszerű főgyökér számos gyökérágot (radicellae, rami radices) is hajthat (l. 325. kép); gyakran azonban rövid növekedés után maga is elhal és a gyökérágak fejlődnek ki nagyobb mértékben; sőt a szár alsó részé-



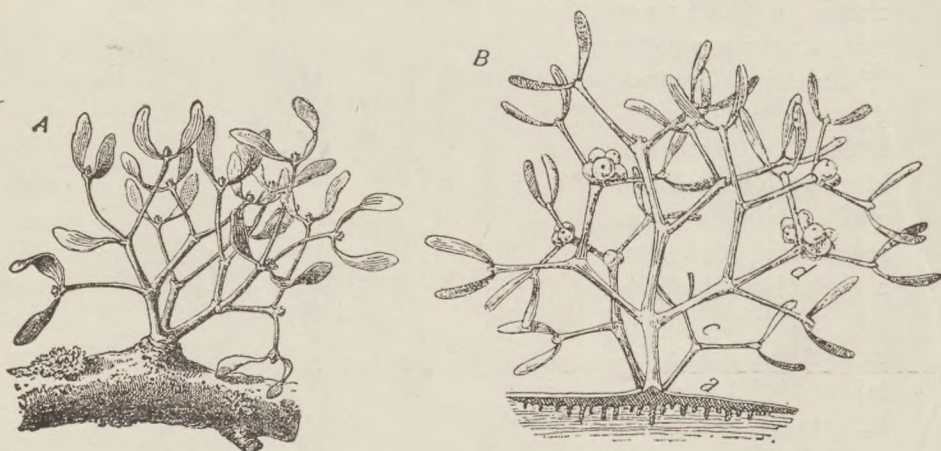
331. kép.

A *Hedera helix* kapaszkodó gyökerei. Természetes nagyság fele. Nobbe után.



ből számos gyökér eredhet, amelyeket a szár járulékos gyökereinek (r. adventitiae) nevezünk; a gyökérágak közül azokat, amelyek a talaj felszínéhez közel, oldalvást a legerősebben fejlődtek ki, harmatgyökereknek (r. superficiales) mondjuk.

Ha a főgyökér megdagadt, akkor orsóképző (r. fusiformis), vagy retekalakú (r. napiformis), vagy gumós (r. tuberosa, l. 326. kép); ha vékony, akkor fonálalakú (r. filiformis) és ha csak helyenként dagadt, akkor csomós (mogyorós, r. nodosa, l. 327. kép). Az elpusztult főgyökér helyébe



332. kép.

Az almafa ágán (A B) élősködő fagyöngy (*Viscum album*); B az ág hosszszelvényében a szívgyökerekkel a; c a fagyöngy szárának elágazása (áldichotomikus), d a bogyótermése. Belzung után.

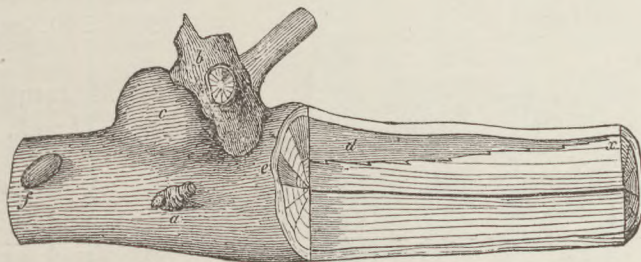
fejlődő számos járulékos gyökér képezi a rostos (bojtos, r. fibrosa) gyökeret; az egyszikűeken, ahol a főgyökér rövid idő múlva elhal (l. 328. kép), ilyen gyökéralakokkal találkozunk; pl. füveken. Ide sorolandó még számos vízi úszó növény gyökere, amely talajt nem ér és a vízben végzi életműködését (békatutaj, *Hydrocharis morsus ranae*).

A fák gyökerei ágasak; fiatal korukban rendszeren karógyökerük van, később azonban a gyökérzet igen ágas lesz. Néha a legelső oldalágak már meg vannak vastagodva, de a főgyökér is még megkülönböztethető, erőteljes és ekkor szívgyökereknek nevezik, de akkor is, ha alább megint erős ágakra oszlik.



Vége lehet a gyökér állományára nézve fás (r. lignosa) és húsos (r. carnos). Élettartamára nézve pedig 1—2 és sokéves.

A szárból eredő járulékos gyökerek is különböző alakú gyökérzetet alkothatnak. A közönséges járulékos gyökerek leginkább a szár aljából erednek; pl. az egyszikűeken, de eredhetnek azok a szár más pontjából is, ha az a gyökér fejlődésére kedvező körülmények közé jut; így az alhavasi tájon még a lúcfenyő földre terülő ágain is gyakran erednek járulékos gyökerek, vagy pl. a dugványon (l. 329. kép). Eredhetnek azonban ezek a világosságnak kitett pontokon is; ily esetben ezeket léggyökereknek (r. aëreae) nevezzük, mint a forró égővi növényeken (Pandanusok, Ficusok, l. 330. kép), amelyek, ha föl-



333. kép.

A csertőlgy ágán élősködő európai fakín (*Loranthus europaeus*); *a* a fiatal növény; *b* az 5 éves növény alsó része, *c* a tölgy kinövése, *d* a fakín gyökereinek hosszanti metszete, *e* a gyökér csúcsa, *e* egy gyökér keresztmetszete, *f* mag. Hartig után.

det érnek, a növény támaszául szolgálnak. Az ily járulékos gyökerek, mint kapaszkodó gyökerek (r. adligantes) is működnek; így pl. a borostyán kapaszkodó szára (l. 331. kép).

Nevezetes gyökéralakot találni még az élősködő virágos növényeken; ezek t. i. arra szolgálnak, hogy behatolva más növények testébe, azoknak már feldolgozott táplálóanyagát szívják fel. Az ily gyökereket szívó gyökereknek (r. haustoriae) nevezzük. Ilyenekkel találkozunk a fakín és fagyöngyön (*Viscum*, *Loranthus*), továbbá az arankán. De míg az előbbieknél a csirázáskor a főgyökerekből eredő járulékos gyökerek támadják meg a gazdanövényt (l. 332., 333., 334. kép), addig az arankán a főgyökér jóformán nem is fejlődik ki, hanem a szívó gyökerek,



mint járulékos gyökerek, egyenesen a szárból erednek (l. 335., 336., 337. kép).

Vannak olyan élősködő növények, amelyeknek a rendes fejlődésű gyökerein kívül számos szívó gyökerük is van; ezek más növények gyökerét támadják meg, avval összenőnek és azok

asszimilált táplálóanyagaiból is élnek. Ezeket gyökér élősködőknek nevezzük; ilyenek pl. a Lathraea, a Melampyrum, a Rhinanthus, stb. (l. 338., 339., 340. kép).

b) *Módosult gyökerek.*

A leggyakoribb módosulása a gyökérnek az, amikor tartalék táplálék raktározó szervvé alakul át. Ilyenek pl. a Dahlia variabilis gyökér gumói, azután az ú. n. répagyökerek; pl. a cukorrépa, a vörösrépa stb. gyökerei.

Átalakulnak azután a gyökerek lélekző gyökerekké is. Eze-



334. kép.

A gesztenyén és a tölgyön élősködő Loranthus uniflorus, Constantin után.

ket különösen a mocsári növényeken találjuk meg. Különös sajátossága az ilyen gyökereknek az, hogy felfelé nőnek, hogy ez



által a mocsári talajból a levegőre juthassanak; pl. *Jussieua repens* lélekző gyökerei.

A gyökerek életük folyamán igen sok káros és ellenséges tényezőknek vannak kitéve, hiszen már maga a talaj is, amelyben életüket folytatják, sok akadályt gördít növekedésük elé.

A talaj, pl. a sziklás talaj akadályait legyőzni akaró gyökér igen sok esetben a legkülönbözőbb torzulásokat kénytelen felvenni (l. 341. kép). De sokat szenvednek a gombáktól és a baktériumoktól is; így okozzák a gombák az erdeifenyő (l. 342. kép) és az éger gyökérágainak villás elágazását, továbbá a baktériumok a pillangósak (l. 240., 241., 242. kép; *Robinia*, *Colutea*, stb.) gyökérgumósodását; végre az állatoktól is sokat szenvednek; pl. a szőlőgyökérnek feldagadását a *Phylloxera* okozza (l. 343. kép).

E számos tényezővel szemben áll azonban a gyökérnek nagy visszaszerző ereje, amely abban áll, hogy elroncsolt, vagy elhalt



335. kép.

A *Solanum tuberosum* szárán élősködő *Cuscuta europaea* virág- és terméscsomókkal; a természetes nagyságú magvak, b u. a. nagyítva. Nobbe után.



részei helyett és gyakran azokhoz közel, csakhamar újabbakat tud létrehozni, amelyeket, mint járulékos gyökereket, pótló gyökereknek (Ersatzwurzeln) neveznek (l. 344. kép).



336. kép.

A rétilóherén (*Trifolium pratense*) élősködő herefojtó aranka (*Cuscuta Trifolii*). Károly után.

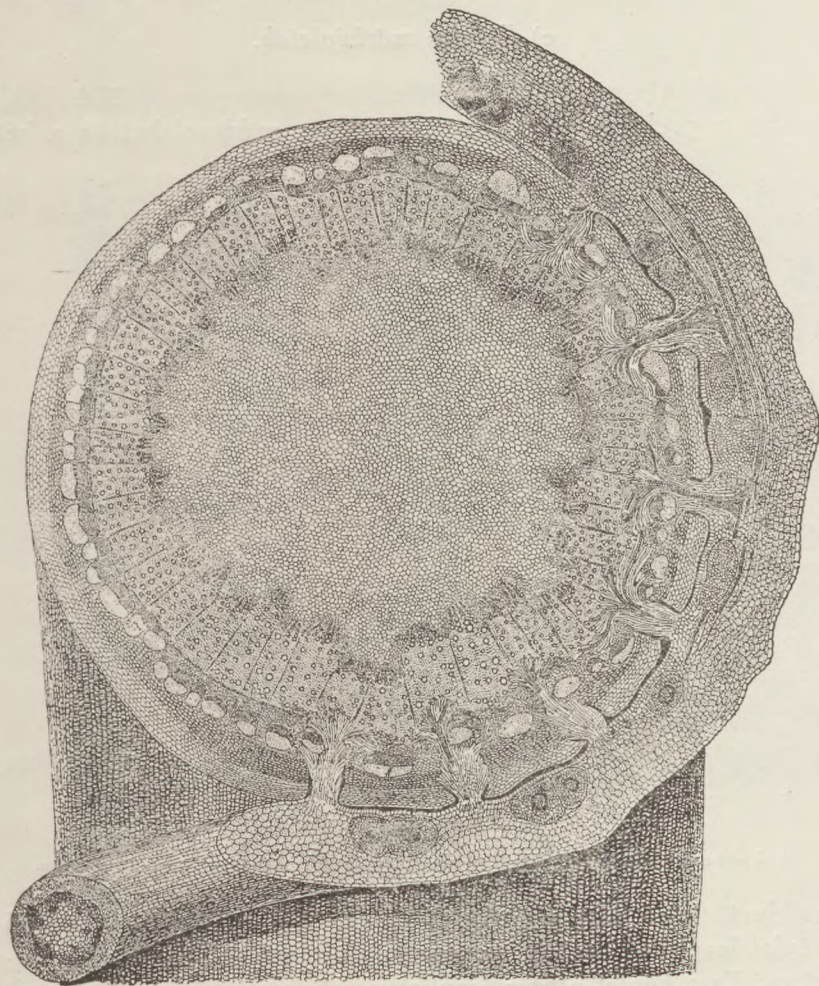
letekhez hasonló, ú. n. gyökérszörszálak (pili radicales s. capilli, Wurzelhaare) származnak (l. 226—228., 328. kép), amelyek a gyökér életműködésében nagy szerepet játszanak; ezen gyökérszörszálakkal nem tévesztendő össze a gyökereken

A gyökérnek egy másik átalakulása az a jelenség, amikor asszimiláló szervvé változik át. Ezt a jelenséget leggyakrabban a lélekzőgyökereken találjuk meg; pl. egyes fánlakó Orchideák lélekzőgyökerein. A viszonyok hatására fejlődésükben jelentékenyen el is maradhatnak. Ezek az úgynevezett redukált gyökerek, amint ezt sok vízinövényen, amelyeknek nagyobb gyökérrendszere szükségük nincsen, megtalálhatjuk; pl. *Hydrocharis*, *Lemna*, *Azolla*, stb.

A gyökerek fiatal részein az epidermis sejtjeiből a szőrszálkép-



nőtt számos apró, vékony, fonálalakú, fiatal gyökérágak, az ú. n. gyökérrostok (fibrillae), amelyek épen ezen gyökérszorszálak fejlesztésére vannak hivatva.



337. kép.

Egy kétszikű növény szárának keresztmetszete az arankaszár hosszanti metszetével és szívóival.  
Green után.

A gyökérnek, különösen a földfeletti, kiemelkedő részének, az ú. n. gyökfőnek, az a tulajdonsága van, hogy egyes pontjain rügyeket hoz létre, amelyekből sarjak, ú. n. tősarjak



erednek; de képezhet a gyökér földalatti részein is rügyeket és az ezekből eredő sarjakat gyökérsarjnak nevezik; pl. a nyárfán, a bálványfán.

c) *Rendes szárképletek.*

A gyökér leírásában említett csiranövényen (l. 324. kép) láttuk a gyökeret, a szíkalatti szárat, a sziklevelet és a két



338. kép.

A *Lathraea* szívókákkal ellátott gyökerei a nyárfa gyökereit támadva meg. Kerner után.

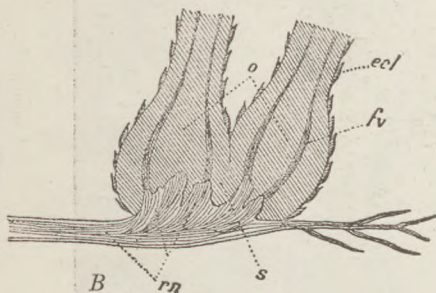
sziklevél közé zárt szárrügyet (plumula), amelyből származó képlet leveleket visel és tenyészőkúpja nincs gyökérsüveggel borítva. Ez a képlet a szár (caulis), amely alatt tehát a növények azt a tengelyrészét értjük, amely leveleket visel és gyökérsüveggel nem bír. A gyökér és szár közti összeköttetést a szíkalatti szár tartja fenn, amelyben tehát a két különböző tengelyképlet szöveti részei mennek át egymásba; az a részlet, ahol a gyökér átmegy a szík alatti szárba, nyaknak (collum) neveztetik



és felismerhető arról, hogy ezen ponton felül gyökhajszálak már nem fejlődnek (gyökfő). A szíkalatti szár igen rövid oly csiranövényeken, amelyek a föld alatt csiráznak (tölgy, mogyoró), ellenben hosszabb a föld felett csirázó növényeken (fenyő). A szár tartja fenn az összeköttetést a gyökér- és a levélképletek közt. A szár és a levél kiegészítő fogalmak. A száron fejlődött levelek azt bizonyos részekre, ú. n. szártagokra (izek, csomóköz, internodium) osztják, a levelek eredési helyei pedig a csomók (nodus).

A szártagot tehát két egymás felett álló csomó határolja.

A szártagok különféle alakja és fejlettsége határozza meg elsősorban a száralakot; ugyanis némely száron a szártag csekély mértékben van kifejlődve és a csomók oldalképleteikkel együtt nagyon közel esnek egymáshoz,



339. kép.

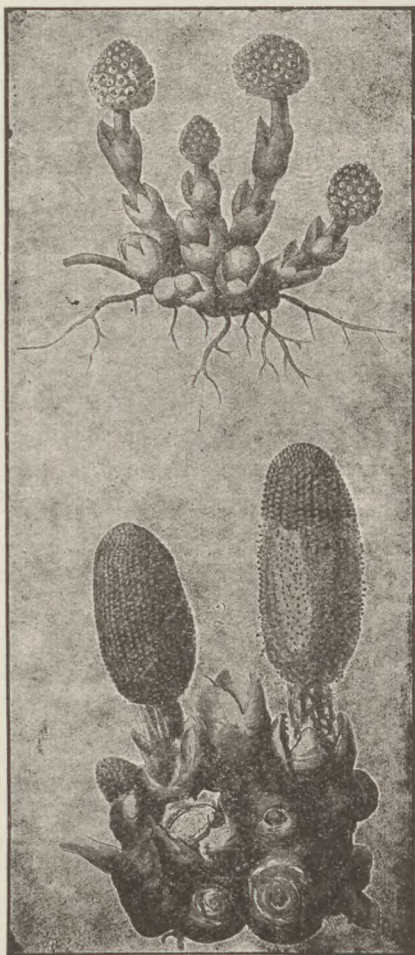
A a rekettén élősködő rekettje szádorgó (*Orobanche Rapum-Genistae*) virágzó növénye 4-szeres kicsinyítésben. B u. a. az alapján hosszában metszve ( $\frac{1}{4}$ ), *rn* a gazdanövény gyökere. *fo* edénynyaláb, *ecl* a csökevényes levelek. Bonnier után.

másokon a szártagok hosszabbra fejlődnek, a csomók távolabb esnek egymástól. Az előbbi esetben a szárok rövid szártagúak (pl. hagymagumók, stb.), az utóbbiban nyúlt, vagy hosszú szártagúak (pl. az erdei fák).

Vannak növények, amelyek szára igen rövid, úgy, hogy nem



egészen helyesen szárnélkülieknek (acaulis), vagy majdnem szárnélkülieknek (subacaulis) nevezetnek (l. 345. kép). Ezek abban különböznek a jól kifejtett szárú



340. kép.

A forró égövi élősködő Balanophorák.  
Konstantin után



341. kép.

A *Quercus pedunculata*  
sziklás talajban eltorzult gyökere.  
Természetes nagyság fele. Nobbe  
után.

növényektől, hogy a leveleket viselő szár, vagy a rövid szártagú földalatti szár, vagy pedig az élő gyökéren ülő gyökfő, amely, ha rövidtagú ágakra oszlik, akkor többfejűnek ne-



vezik. Az ilyen szár leveleit *tőleveleknek* (folia radicalia) nevezik (l. 345. kép).

d) *Módosult szárképletek.*

Épen úgy, mint a gyökér, a szárok is többféle módosulást szenvedhetnek, a változó ökológiai tényezők és élettani szerepük folytán.

Így elsősorban tartalék táplálóanyagok raktározására szol-



342. kép.

A *Pinus silvestris* villás elágazású gyökerei. Természetes nagyságban. Nöbbe után.



343. kép.

A *Vitis vinifera* gyökereinek a *Phylloxera vastatrix* által okozott megdagadása. Természetes nagyságban. Nöbbe után.

gálnak a *hagyma* (bulbus), a hagymás növényeken (liliom, jácint, stb.) található, amelyek mind egyszíkűek (l. 346., 347., 348. kép). A hagymán a szár csekély fejlettségű, kiszélesedett, húsos kúpot, vagy tányért alkot, az ú. n. *hagymatányért* (tönk, lecus bulbi), amelyen a többé-kevésbé pikkelyszerűen kifejlett húsos levelek vannak elhelyezve, az ú. n. *hagypikkelyek* (squamae bulbi), amelyek hónaljában gyakran rügyek fejlődnek. Ezek a rügyek *fiókhagymáknak* is neveztetnek (bulbulus) és néha igen nagy számmal képződnek (pl. a fok-



hagymán; l. 348. kép). A hagymatányér csúcsán álló, vagy sokszor a csúcshoz közel álló levelek hónaljában fejlődő hagymarügyek csúcsából fejlődnek ki a földfeletti nyúlt szártagú szárazak, ellenben a csúcstól távolabb eső pikkelyek hónaljában fejlődött ú. n. sarjhagymák leválnak a tányérról és önálló új egyént (hagymát) hoznak létre. A tányér alsó felületéből erednek a rostos fonálalakú járulékos gyökerek.

Megkülönböztetjük a köpenyes, vagy burkolt hagymát (b. tunicatus), amelyen a pikkelyek kiszélesedettek, a külsők szárazak, hártvásak és a belsőt betakarják (pl. a tuli-



344. kép.

Az *Abies alba* pótlógyökerei közvetlen az elhalt gyökérrostok felett; *a* gumó-szerűen feldagadt gyökérág; *A* a gyökérág metszésadta alsó és felső határa. Nagyítva. Nobbe után.



345. kép.

A *Plantago media* vázlatos képe. I. gyökér, illetőleg szár, II. levelek, III. virágzat. Seubert után.

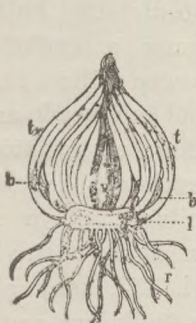
pánhagyma, vöröshagyma; l. 346. kép) és a csupasz, vagy pikkelyes hagymát (b. squamosus), amelyen a pikkelyek egyformák és fedelesek, pl. a liliomon (l. 347. kép).

A gumón (tuber) a szártagok igen rövidek, vastagok, dúsnedvűek, húsosak (l. 349. kép). A gumó levelei a kifejlődésnek igen alacsony fokán maradnak, csak apró, hártvás pikkelyek, amelyek igen gyakran csak fiatal korban vehetők észre.

A gumókon pikkelyekkel fedett tenyészőkúpok, azaz rügyek, vagy szemek fejlődnek (pl. a burgonyán), amelyekből a föld-



feletti szár fejlődik ki; ezek száma szerint vannak egy szárt eresztő gumók (kosbor), vagy sok szárt eresztők (burgonya; l. 349. kép). Némely növényen csak egy, máson több gumó képződik. Említésre méltók az ú. n. iker gumók (*tubera geminata*) a kosborféléken (l. 350. kép). Ily növényeken a szár tövében két gumót találni, amelyek közül az egyik fonyadt, kimerült, mert ez hajtotta a földfeletti szárát, a másik ellenben tömött, a szár tövében az előbbi mellett újonnan keletkezett és a jövő évi szárképződésre fog szolgálni. Egyáltalában minden gumó a nyúlt tagú, földfeletti szár alsó, föld alá érő részé-



346. kép.

Az *Allium cepa* hagymája hosszant metszve; *l* a hagymatányér, *v* a hagymatányér tenyészőkúpja, *t* a levelek, *b* a hagymarügök, *r* a rostos, fonalakú gyökök. Hager után.



347. kép.

A *Lilium candidum* pikkelyes hagymája. Seubert után.



348. kép.

Az *Allium sativum* hagymája, amelyen a burok részben fel van szakítva, hogy a rügök láthatók legyenek. Hager után.

ből fejlődik, még pedig akként, hogy ezen részekből ágak erednek, amelyek a végükön, vagy egyes pontokon megvastagodnak és gumókká lesznek. Némely gumó gömbölyű, tojásdad, vagy más alakú; némelyik elágazik, pl. némely kosbor gumója alsó részén tenyeresen ágazik el (l. 350. kép).

A h a g y m a g u m ó (bulbo-tuber) a hagyma és a gumó közt képez átmenetet, külsőleg hasonlít a hagymához, de szár-része erősebben van kifejlődve, levelei pedig kisebb számúak és kisebb fejlettségűek is, mint az utóbbiaké, ellenben fejlettebbek, mint a gumóké (l. 351. kép). Rügök itt is képződnek, némelyeken nagy számmal úgy, hogy a burok alatti teret egészen kitöltik (*Crocus*).



A gyöktörzs (rhizoma) a föld alatt nő, többé-kevésbé szintesen és el is ágazik, levélképletei többnyire csökevényesek, pikkelyalakúak. A gyöktörzs azonban nem mindig tartozik a törpetagú szárakhoz, mert vannak olyan gyöktörzsek is, amelyek szártagjai kifejtettebbek. A gyöktörzs végén álló levelek hónaljában képződnek a gyöktörzs rügyek, amelyekből a föld-

alatti szárok fejlődnek.

A gyöktörzsek-  
ből felemelkedő földfeletti hajtás, vagy a gyöktörzs végén álló rügyből keletkezik, amidőn a gyöktörzs korlátolt (rh. definitum), pl. a nősziromon, a sülyfűn (l. 352. kép), ahol a gyöktörzs azután csak oldalágak által növekedhetik tovább, vagy pedig a gyöktörzs végén lévő levelek hónaljában képződő rügyekből keletkeznek a földfeletti hajtások, amikor a gyöktörzset korlátlan növekedésűnek



349. kép.

A burgonya (*Solanum tuberosum*) magból nőtt egyede; *r* főgyökér, *ct* sziklevelek, *ff* lombszelevek, *b* *b'* földalatti ágak, *ec* pikkelyalakú levelek, *tb* gumók, *br* rügyek. Duchartre után.

(rh. indefinitum) mondjuk, mert ez esetben a csúcsrüggyel nő tovább a rhizoma, pl. a gyöngyvirágon (l. 353. kép).

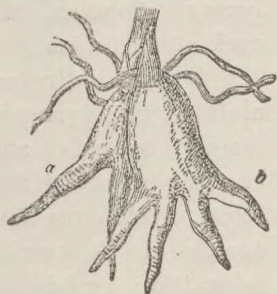
Ide számítható még a gumótörzs is, amely igen rövid, gumóalakúlag vastagodott, kitartó szárrész és vagy a föld alatt nő egészen, vagy pedig részben a föld felé emelkedik. Lehet tömött, pl. a *Cyclamen europaeum*-é, *Veratrum album*-é (l. 354.



kép), vagy lehet üres, pl. a *Corydalis cavae*. A gyökfőtől megkülönböztethető az által, hogy a gyökfő összefügg a főgyökérrel, míg ennek a főgyökere elhalván, csak járulékos gyökerei vannak.

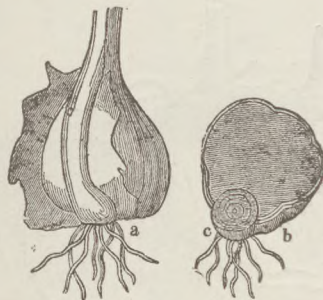
A földfeletti szárformák a nyúltagú szárformákhoz tartoznak. A pálmatorzs (caudex), habár a föld felett növény szárához tartozik, mégis, mivel szártagjai alig különböztethetők meg, ide sorolandó. Ez merev, felálló, alig elágazó szár, amely a lehullott levelek rípcsai által van fedve és főképen az egy-  
sziküeken fordul elő (pálmák, *Pandanus*ok; l. 330. és 355. kép).

Nevezetesebb alakjai a fűszár (culmus), amelyen határozott, többnyire kidagadt csomókat, büttyöket és hoszú szártagokat lehet megkülönböztetni. A szártagok lehetnek üresek és ek-



350. kép.

Az *Orchis odoratissima* tenyeresen elágazó iker-gumója; *a* a tavalyi, *b* az idei gumó. Seubert után.



351. kép.

A *Colchicum autumnale* hagyma-gumója; *a* a barna, hártás levél részben le van szedve, *b* u. a. átmetszve, *c* az új hagymagumóvá fejlődő szárrész. Seubert után.

kor csöves (c. fistulosus), pl. a búza, nád, vagy pedig a szártagok nem üresek és ekkor a szár tömött (c. solidus), pl. kukorica. Ehhez közel áll a palkaszár (calamus), amely az alsó részében rövid szártagú, tömött és csak a felső szártagja nyúlik ki igen hosszúra (pl. a káka).

A lágy szár, vagy fűnemű szár alatt (caulis herbaceus) értjük a nem, vagy csak kevéssé fásodó, dúsnedvű és zöld szarát (pl. laboda, *Epilobium* és mások).

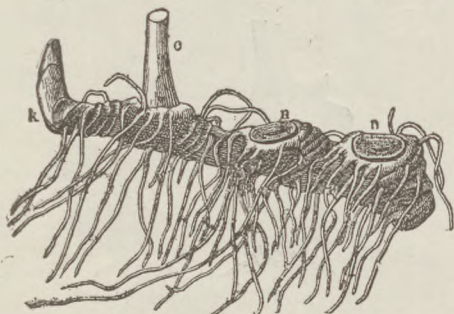
A fatörzs (truncus arboreus) jellemzője, hogy meg van fásodva és a föld felett csak bizonyos magasságban ágazik el, illetőleg a csemete korban képződött ágaik bizonyos magasságig elpusztulnak. Az ily ágazatot kcronának mondjuk. A törzsből



erednek az ágak, ebből az ágacskák és végre a galyak (rami, ramuli), míg a törzs alsó, ágatlan része a f a d e r e k a.

A f á k ( $\text{f}$ ) különböző magasságot érnek el és ezért megkülönböztetik a tulajdonképpeni f á k a t (arbores), pl. tölgy, a f á c s k á k t ó l (arbusculus), pl. őszibarack. A felosztás azonban pontosabb, amidőn a fákat nagyságuk szerint osztályokra osztják fel (Willkomm) és pedig: nagy fák, vagy elsőrangú fák (arbores excelsae) azok, amelyek 20—30 és több méter magasak, középnagyok, vagy másodrangúak (a. mediocres) azok, amelyek 10—20 m. magasak és kis fák, vagy harmadrangúak (a. parvae, arbusculae) azok, amelyek 5—10 m. magasságot érnek el.

Vannak azonban 100 m.-t elérő, sőt azt meghaladó fák is (Sequoia gigantea, Eucalyptus globulus, stb.); ezek a fák óriásai.



352. kép.

A Polygonatum officinale korlátozott növekedésű gyöktörzse; k a földfeletti szárrá fejlődő csücsrügy, c az idei földfeletti szár, n az elmúlt évek földfeletti szárainak röpcsa. Frank-Leunis után.

C s e r j e (frutex  $\text{f}$ ) alatt értjük ugyancsak a fásodó szárat, amely azonban mindjárt a föld felett, illetőleg a tövén, ágazik el. A cserjéket felosztják: felállókra, kapaszkodókra és heverőkre; a felálló cserjék között megkülönböztetünk na-

gyokat (3—5 m. magasakat), közép nagyságúakat ( $1\frac{1}{2}$ —3 m.) és kis cserjéket ( $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  m. magasakat).

A félcserje (suffrutex) szárának csak az öregebb részei vannak megfásodva, rendszeren a másodrendű ágak már csak fűneműek maradnak.

Ha az alul leveles, rövid tagú szárból virágokat tartó hosszú szár emelkedik ki, azt t ő k o c s á n n a k (scapus) mondjuk, míg kocsán (pedunculus) alatt általában csak virágot tartó ágat értünk.

A szár állását véve tekintetbe, lehet a szár egyenes (c. erectus), ha majdnem függőlegesen emelkedik fel; merev (c. strictus), amely egyenesen és függőlegesen emelkedik ki a



földből; felemelkedő (c. ascendens), amely ferde helyzetbe emelkedik fel; földreterült, vagy heverő (c. humifusus); hajlongó (c. flexuosus), amely többször változtat irányt; bókoló (c. cernuus), amely csak a végén hajlik meg; továbbá tekerődő (c. volubilis) és pedig jobbra (komló), vagy balra (bab); kapaszkodó (c. scandens); lefüggő (c. pendulus); gyökerező (c. repens, kúszó) és úszó (c. fluitans).

A szár keresztmetszetének alakja szerint megkülönböztetünk hengert (c. cylindricus), összenyomottat (c. compressus), ez utóbbi lehet 2—3—4 stb. élű (c. anceps, triquetter); de lehet a szár még szögletes is, így igen gyakori a négyszögletes; egyes növényeken előfordulnak gömbölyű szárak is. Ha a felületet vesszük figyelembe, úgy az lehet sima, ha semmi mélyedéssel nem bír, de lehet azután csíkoltt (striatus), ha csekély mélységű mélyedésekkel bír, amelyek párhuzamosan futnak és ha ezek mélyebbek lesznek, akkor a szár barázdált (furcatus). A barázdált száron a barázdák számára is ügyelni kell. Függ még a felület az epidermis függelékektől is, az erre vonatkozó kifejezések azonban teljesen megegyeznek azokkal, amelyeket a leveleknél szoktunk használni.

Állományát tekintve, lehet a szár csöves és tömött, — lehet száraz és dús nedvű — lehet lágy, vagy fűnemű (herbaceus) és fásodó (lignosus); innen a fás növények elnevezés (plantae lignosae), ellentétben a lágyszárú, vagy fűnemű növényekkel (pl. herbaceae).

Az élettartamot illetőleg ismerünk egy-



353. kép.

A gyöngyvirág (Convallaria majalis) korlátlan növekedésű gyöktörzs; r a gyöktörzs régebbi, elhaló része, amely az élő járulékos gyökerekkel bíró részben folytatódik, k a gyöktörzs csúcsrügye, f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub> ennek két lombszele, s a virágzati kocsány, amely az utolsó hüvelyalakú levél v hüvelyrügyéből eredt. Frank-Leunis után.



354. kép.

A fehér zászpa (Veratrum album) gumótörzsének hosszmetsete. Hager után.



nyári, vagy egyévi növényeket (annua ☉), amelyek ugyanazon a nyáron fejlődnek és el is halnak, ilyen a legtöbb fűnemű növény; vagy lehet a növény kétévi (biennis ☉), amely az első évben fejlődve, csak a második évben hozza meg termését és hal el; kitartó, vagy évelő (perennis ♀), amidőn élete két évnél tovább terjed. A fák igen nagy kort érhetnek el, így pl. az amerikai Sequoiák korát 3—4 ezer évre, az etnai híres gesztenyefa korát pedig 2900 évre becsülik. Különböző ezred évekre becsült korral bírnak még a zöld fokon élő kenyérfa (Adansonia), a teneriffai sárkányfa (Dracaena), a libanoni

cédrusfák, stb. Őserdeinkben nem ritkák a 300 éves jegenyefenyők és itt-ott egyes 500—600 éves tölgy is előfordul.

Az egyévi növények egyszer termők (monocarp), de vannak az évelő növények között is olyanok, amelyek életük folyama alatt csak egyszer gyümölcsöznek, pl. az Agave; végül vannak növények, amelyek sokszor gyümölcsöznek (polycarp) és amelyek évenként, vagy legalább bizonyos időközökben gyümölcsöznek, pl. a fák. Az évelő növények ismét vagy olyanok, amelyek levélzetüket, lombjukat megtartják, ezek örökzöldek (fenyők, Ilex), vagy pedig lombhullatók, amelyek lombjukat ősszel lehullatják.



355. kép.

A *Chamaerops humilis*  
törzse sokszorosan kisebbitve.  
Frank-Leunis után.

A szár rendes ágai mindig a tenyészőkúpon képződnek. Az elágazási módot illetőleg megkülönböztetünk villás (dichotomicus) és közalapos (monopodiális) elágazást. Mindkét esetben az ágak exogén képződésűek. A villás elágazás csak az edényes virágtalanokon fordul elő és jellemző reá nézve, hogy a szár tenyészőkúpja egyenlő magasságban két oldalát hoz létre, maga pedig beszünteti növekedését.

A közalapos (monopodiális) pl. a fenyők elágazása, amidőn a tenyészőkúp által létrehozott ágak annak oldalán képződnek és a tenyészőkúp, illetőleg a szár tovább folytatja növekedését.

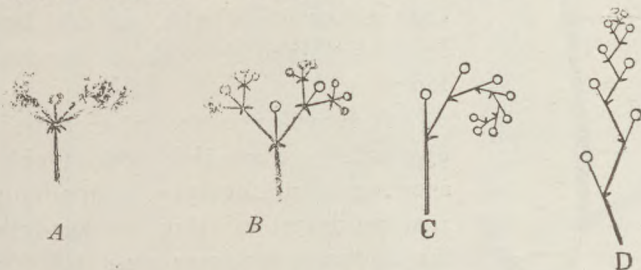


Ezen módot azért nevezik közalaposnak, mert az ágak a száron mintegy közös alapon helyezkednek el.

Az ágak mindig a levelek hónaljában keletkeznek és egy magasságban egy, vagy több is fejlődhet; ebben az esetben az ágak örvösen állanak. (A fenyők ágai csak látszólag örvösek.)

A villás és a közalapos elágazáskor az ágak egyenletesen fejlődhetnek és ekkor az elágazás tiszta, ellenkező esetben áltengelyesnek (sympodiális; a legtöbb lombfa tengelye) mondjuk; ennél az egyes származott tengelyképletek csak rövid ideig növekednek, az oldalukon fejlődött ágak pedig a főtengelyt növekedésben túlszárnyalják.

A tiszta monopodiális elágazás lehet fűrtös és bogas.



356. kép.

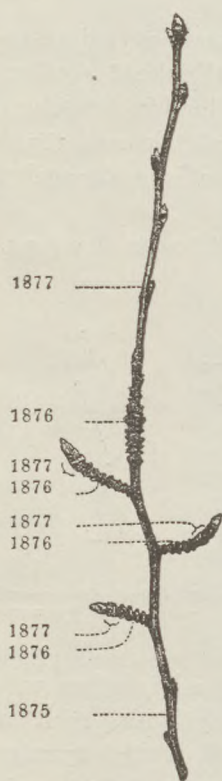
A bogas elágazású virágzatok vázlatos feltüntetése. A a bogernyő vagy többes bog (pleiochasium), B a kettős bog (dichasium), C az egyszerű bog (monochasium) és pedig a kunkor, D pedig a monochasium forgó. Frank-Leunis után.

A fűrtös (racemosus, botryticus) elágazásnál a kezdetben erősen fejlődő főtengely továbbra is erőbben fejlődik, mint a fejlődött oldalágak. Az oldalágak növekedésük alatt ugyanígy viselkednek. Ilyen elágazást találunk a fáinkon, különösen szépek a fenyőkön. A bogas (cymosus) elágazáskor az oldal-tengelyek (az ágak) erőbben fejlődnek, mint a főtengely. Ha mind a két oldalon jön létre, az ág és a főtengely igen alacsony marad, vagy egészen elsatnyúl, származik a kettős, vagy az álvillás elágazás (hunyor levele, a dichasium; l. 356. kép B), de lehet többes bog is (l. 356. kép A). Ha pedig csak egy oldalon jön létre az új ág, amely beszüntetvén növekedését, ismét új ágat hoz létre, származik az áltengelyes elágazás, amely lehet — ha az ágak váltakozva képződnek — forgó (cicinnus;



l. 356. kép D), kun kor (bostryx; l. 356. kép C) pedig akkor, ha az ágak mindig egy oldalon fejlődnek. A virágok, illetőleg a virágzatok elágazási rendszereiről egyébként a III. részben, a virágos növények tárgyalásakor még részletesen fogunk szólni.

A közalapos elágazás új ágai mindig csak a levelek hónaljában erednek, tehát az ágak fejlődési helye előre jelezve van a levelek helyzete által. Azokat a leveleket, amelyeknek hónaljában új ágak képződnek, tartó leveleknek (murváskodó levél, Stützblatt) nevezzük. Az ágak fejlődési ideje is meg van határozva egy száron; ugyanis a legifjabb, illetőleg a legutolsó ág csak akkor fejlődhetik, amidőn tartó levélénél fiatalabb levelek is kezdenek fejlődni.



357. kép.

A *Pirus nivalis* három-  
éves hosszú hajtása (1877–78  
telén), az 1876. és 1877. évek-  
ben fejlődött rövid hajtásokkal.  
Nobbe után.

A fenyők rendszerint monopodiális elágazásúak, lombfáink legnagyobb részén azonban az áltengelyes, sympodiális elágazási rendszert találjuk. A kezdetben fűrtös elágazási rendszer szerint fejlődő ágak legfelső csúcsrügyei ugyanis legtöbbször elpusztulnak és ezért a növekedést a közvetlenül alattuk lévő oldalrügyeek folytatják; ilyen módon, minthogy ez a jelenség évről-évre megismétlődik, egy áltengely alakul ki (pl. *Tilia*, *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, stb.).

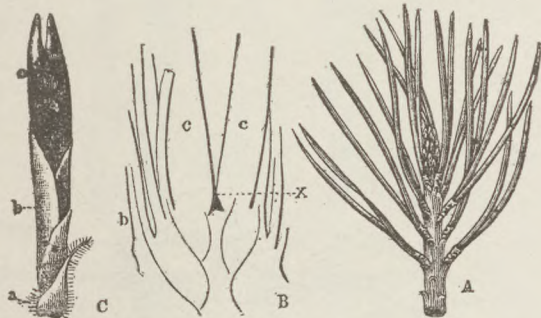
Az eddigiekben általában a növények ágairól szóltunk. Meg kell azonban még emlékezni a fák, illetőleg a fás cserjék ágairól is, amelyeket a növekedési viszonyok szerint szoktunk megkülönböztetni. A fás növények szárai, továbbá első-, másod-, stb. rangú ágai, több egymásután következő évben létrejött hajtásokból állanak; az új hajtások az év egy részét mint rügyeek élnek át és kora tavasszal fejlődnek ki. Hajtás alatt értjük az egyévi ággyarapodást a rajta fejlődött levelekkel együtt. A magyar



„gally” alatt a vékony ágak 1—2 évi részletét foglaljuk egybe. A hajtások alsó szártagjai rövidek, különösen azok, amelyek rügypikkelyek, vagy állevelek által határoltatnak, amiről könnyen felismerhetők az egyes évi hajtások határai. Némely fán (pl. tölgy) a hajtások tavaszi növekedésük befejezése után, nyáron újra megindulnak, ami által az úgynevezett másodhajtások (Johannistrieb) keletkeznek. Némely fák hajtásai egész nyáron folytonosan nőnek, mint a fűz és az ákácé.

A hajtások között vannak olyanok, amelyek szártagjai — kivéve a legalsókat — hosszúra nyúlnak, ezek a hosszúhajtások (ramuli macroblasti; l. 357. kép), ha pedig a szártagok nem nyúlnak hosz-

szúra és növekedésük is korlátolt, akkor rövid hajtásoknak. (r. brachyblasti; l. 357. kép) mondjuk; vannak azonban rövid hajtások, amelyek egyes levelek létrehozatala után többé nem növekednek, ezek a törpe hajtások (pl. az erdei-



358. kép.

Az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) törpe hajtása. A az ág vége a csúcsrüggyel és a törpe hajtásokkal, amelyek a levelek (tűk) állanak; C a törpe hajtás fiatalon; B u. a. hosszant metszve és nagyítva; D a hüvelyes allelél, E a két tülevél, X a fejletlen tenyészökúp. Fekete-Mágócsy után.

fenyő; l. 358. kép), ellentétben a tulajdonképeni rövid hajtásokkal, amelyek évenként gyarapodnak és különösen a gyümölcsfákon a virágokat fejlesztik.

Az ágazat minősége a növények termetére legtöbb befolyással van és erre a fák külalakjának a leírásakor különös tekintettel vagyunk. A pyramis (tán helyesebben jegeny, tornyos) alakú koronán az ágak hegyes szög alatt emelkednek fölfelé, pl. a jegenyenyáron; de lehet a korona pyramishoz hasonló akkor is, ha az ágak kevésbé hegyes, sőt derékszög alatt állanak el a fától, ha azok a fatörzs hosszának nagyobb részét lepik el és felfelé egyenletesen és lassanként rövidülnek, pl. a lúcfenyőn. Ha a fák ágai vastagok és szintes irányban a törzstől messze



terjednek, széles és felül szélesen domború koronát alkotva, akkor a fa terebélyes.

A rendes körülmények közt képződött ágakon kívül a szárazakon az ú. n. járulékos (adventív) és az alvó (preventív) rügyekből képződött különböző hajtások és sarjak fejlődnek; az előbbieknek helye nincsen meghatározva és néha igen nagy számmal fejlődnek pl. a levágott fatörzsek tuskóin, tőkén (törzscsonkok). Ilyenek a tőhajtások, tuskóhajtások, fattyúhajtások. Ugyancsak ezekhez számíttatnak a nem fásodó szárú növények úgynevezett indái és tarackjai is.



359. kép.

A *Triticum repens* elágazó tarackja széthasogatott hüvelyes allevelekkel és a csomókban eredő mellégyökerekkel. Kisebbitve. Frank-Leunis után.

A tenyészeti (vegetatív) szaporodás céljait szolgálják a tarackok (soboles), oly gyöktörzságak, amelyek a szártól bizonyos távolságra a földben futnak és csak azután fejlesztik ki a föld fölé szárrá kihajtó rügyeiket, pl. a tarackbúza, homoki sás (l. 359. kép) az indák (sarmenta), amelyek a földfeletti szárok aljából, a gyökfőből eredt ágak, amelyek a földön kúszva, vagy hosszú, vagy rövid szártagúak és a csomókból gyökereket, vagy földfeletti szárat hajtanak, pl. a szamóca (l. 360. kép). Nem tévesztendő ezzel össze az úgynevezett indás hajtások, azaz olyan ágak, amelyek, ha a csúcsuk földbe jut, hoznak létre gyökereket és szárat (pl. a szeder).

Az ágak néha tövissé (spina) is átalakulnak. Az ilyen



töviseket, megkülönböztetésül a levélből alakultaktól, ág töviseknek (ramus spinescens; l. 361. kép) nevezik. Az átalakulás főképen az ágak kihegyesedésében és a tenyészőkúp megfásodásában áll, miközben, legalább a csúcs közelében, az oldalszervek keletkezése is elmarad; néha azonban az alsóbb részein levelek és rügyek és ezekből hajtások, vagy újból tövisek keletkeznek, mely utóbbi esetben a tövis ágas (sp. ramosa; l. 361. k.), ellenkező esetben a tövis egyszerű (sp. simplex); ág tövis előfordul a kökényen, a galagonyán, a varjú-tövisen, a gledicián, stb.

Sajátságos átalakulása az ágaknak az, amidőn levélszerűen kiterülnek és ekkor phyllocladiumoknak nevezük; pl. a Ruscusok levélszerű ágai (l. 362. kép).

#### A Cactaceák

családjába tartozó fajoknak rendszerint nemcsak az oldalágai alakulnak át, — mint azt a Ruscuson láttuk — hanem az egész törzs zöldszínű, lapos, levélszerű képződménnyé módosul és a leveleket ezeken mint levéltöviseket találjuk meg. A Cactus fajokon az eredeti tengely azután már nemcsak az asszimiláció céljait szolgálja, hanem egyúttal mint vízraktározó szerv is szerepel.



360. kép.

A *Fragaria vesca* indája, az egyik lomblevél hónaljából indulva ki. Frank-Leunis után.



361. kép.

A *Gleditschia triacanthos* elágazó tövise. Nobbe után.



Az ilyen, rendszerint forró földövi növényeket, más húsos, vastaglevelű növényekkel együtt, pozsgás, „sukkulens” névvel is jelölik.



362. kép.

A gyűrűs csodabogyó (*Ruscus aculeatus*) levélszerű ágaival, amelyek alatt láthatók a kicsi, vékony lomblevelek. Kerner után.

Végre kacsokká is alakulhatnak az ágak, ilyenek az á g k a c s o k (cirrhi rameanei), amelyek más növények száraira, vagy karóra tekerődnek (pl. szőlő), vagy pedig apró, tapadó korongokkal tapadnak idegen tárgyakhoz pl. borostyánszőlő, *Ampelopsis*; (l. 363. kép). E kacsok maguk is elágaznak és az említett növényeken rajtuk néha levelek és virágzat is fejlődik.

### Levélképletek (phyllom).

#### *Rendes levelek.*

A levélképletek a száron helyezkednek el és annak csúcsán acropetális sorrendben fejlődnek, még pedig a szár ugyanazon magasságában egyenként, vagy többedmagukkal.

A levélképletek különben zöldszínű, többnyire kiterült, lemezalakú képletek; főjellegük abban áll, hogy a szárnak oldalképletei és így a szár és a levél egymást kiegészítő fogalmak. Az ágaktól abban különböznek, hogy a száron elhelyezkedő le-



velek a szártól mindig eltérő alakúak, ellenben az ágak többnyire hasonlóak az őket tartó szárképletekhez. Jellemzi a leveleket még az is, hogy *exogén* képződésűek, vagyis a szárnak mindig külső szövettömegéből erednek, továbbá, hogy gyorsan növekednek, rövid élettartamúak és növekedésük korlátoltabb, mint az őket tartó szárrészé. A levelek fejlődése a rügyek alsó részében gyorsabb, mint a tenyészőkúp csúcsáé és ezért ezt beboltozzák (l. 197. kép); a teljes kifejlődés csak később következik be, akkor ugyanis, midőn a leveleket tartó szárrész nyúlni kezd. A legtöbb növényen a levelek első ízben való csúcsnövekedése rövid idő múltán megszűnik, azután a levél csak alsóbb részein és végre csak az alapján növekedik.

Kivételt csak a harasztok levelei képeznek, amelyeknek bekunkorodott lemezei csúcsnövekedésüket igen sokáig, éltük tartamához



363. kép.

Az *Ampelopsis hederacea* ágkacsainak tapadó korongjai. Természetes nagyságban. Nobbe után.

mértén úgyszólván határtalan ideig, megtartják. A levél, ha kezdetben a csúcsát növesztő szövet állandósul, az alapján kezd növekedni és pedig akként, hogy a lemez alkotása után jön létre a nyél és végre a hüvely.



364. kép.

A *Pinus nigra* tenyészőkúp alatti részének hosszmetSZete; *a* a tenyészőkúpon fejlődött levél edénynyalábjainak, *b* és *c* pedig a levél hónaljában fellépő rügy-levél edénynyalábjának a szár edénynyalábjához való csatlakozását tünteti fel. Hartig után.

A levelek a tenyészőkúpon eleinte mint apró kis szövetdudorok jelennek meg (l. 68. kép); ezek a szövetdudorok szoros összefüggésben vannak a tenyészőkúp szöveteivel úgy, hogy ezek között szoros határt vonni nem lehet, mégis határ gyanánt azon síkot vesszük, amelyet a tenyészőkúp felületének folytatása ad és ezt *insertió sík*nak nevezzük.

A kifejlett levél szövetei szoros összefüggésben maradnak a szár szövetével úgy, hogy a két képlet szövege egymásba megszakítás nélkül megy át (l. 364. kép). A tenyésző-



kúp csúcán a levéldudorok mindig a csúcs felé haladó sorrendben keletkeznek.

Az osztott és összetett levelek fejlődése is úgy megy végbe, mint az egyszerű leveleké, csak hogy ezeknél a levéldudoron kisebb dudorocskák alakulnak oly számban, mint ahány karéjú, vagy ahány levélkéjű lesz a levél. Ezek a dudorocskák acropetális, vagy basipetális sorrendben-, de közbeeső sorrendben is fejlődhetnek.

A keletkezett levéldudorok hónaljában, az ágképzés folyamatának megfelelő sorrendben, keletkeznek a rügyek.

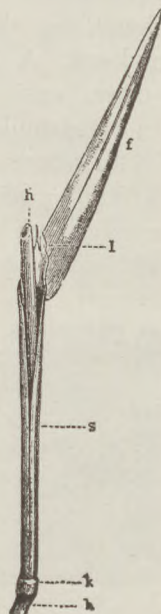
Csak nagyon kevés esetben nem képződik rügy a levelek hónaljában; pl. az Abieseken csak a hajtás csúcsa közelében eső 1.—5. levél hónaljában és ezen kívül itt-ott a hajtás hosszában képződik még néhány rügy.

A levélképletek feladata a gyökerek által felvett és a szár által szállított táplálóanyagokat asszi-



365. kép.

A *Ranunculus flammula* három részből álló levele; *f* a lemez, *p* a levélnyel, *v* a hüvely, *c-e* a levelet hordó szárrész. Frank-Leunis után.



366. kép.

Fűlevél; *h-h* a fűszár darabja, *k* a bütök, *s* a hasadt hüvely, *f* a lemez, *l* a nyelvcske. Frank-Leunis után.

milálni, ami a levelek szövetében nagy mennyiségben elhelyezett chlorophyllszemecskék (chloroplaszták) által történik (l. 155. kép).

Vannak ugyan egyes levélképletek, amelyeknek feladata más, pl. sok sziklelevél, pikkelylevél, stb. A sziklevelek feladata ugyanis a fiatal csiranoévenyt fejlődésének kezdetén táplálóanyagokkal ellátni. A pikkelylevelek némelyikének pedig feladata védelmül szolgálni az általa betakart gyengébb és kevésbé kifejezett képleteknek.



A különböző növényeken előforduló levélképleteket következőképpen osztályozzuk:

1. lomblevelek, 2. sziklevek, 3. allevek, vagy pikkelylevelek, 4. fellevek, vagy murvák, 5. viráglevelek.

A lomblevél a levéldudorból akként alakul, hogy a levéldudor alapjából (basalis részéből) fejlődik a levélalap, a levéldudor csúcsából (apicalis részéből) pedig a levéllemez.

Az allevek a levéldudornak inkább csak az alapi (basalis) részéből, a fellevek pedig a levéldudor csúcsi (apicalis) részéből alakulnak.

A viráglevelek a vacokká alakult szárrész módosult levelei, a sziklevek pedig a csíra (embryo) szövetéből alakulnak. Ezek szerint is a lomblevelek a legfejlettebb levélképletek.

#### *Lomblevelek (Folia frondosa).*

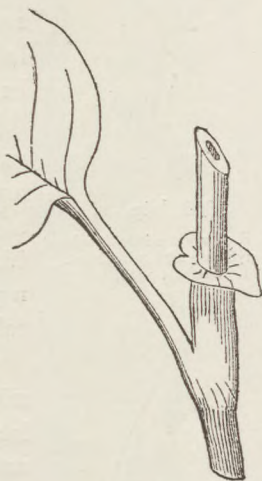
Ezek a közönséges zöld levelek, amelyek feladata az áthasonított anyagok képzése a növény számára.

A levélen három részt lehet megkülönböztetni — amelyek közül egyik, vagy másik hiányozhatik is —, és pedig az alapot, a nyelet és a lemezt (l. 365. kép).

A levélalap a lomblevélnek az a része, amellyel a szár testéhez csatlakozik. Rendesen a nyaknál kissé vastagabb rész fejlődik, amely némely esetben tekintélyesebben is megvastagodik és a levélpárnát alkotja, sőt sok növényen szöveti szerkezeténél fogva a levéllemez mozgását teszi lehetővé, amikor is levélizületnek mondják.

A levélalapnak fejlettebb képletei, illetőleg módosulatai a levélhüvely, a kürt és a pálya.

A hüvely (vagína) a szárat hüvelyként körülvevő legelső lemezszerűen kiszélesedett része a levélnek. A pázsítfüveken belőle közvetlen a lemez emelkedik (l. 366 kép), míg az ernyő-



367. kép.

A *Polygonum orientale* száranak darabja a levéllyéllel és a felette álló kürttel. Fekete-Má-gócsi után.



sökön utóbbival a levélnyel köti össze. A hüvely zárt (v. clausa), ha két széle össze van növe (sás), vagy szárölelő, ha a szárat körül fogja, pl. a füveken, vagy nyílt (v. libera), ha szélei nem ölelik át a szárat (ernyősök). A levélrészek közül leggyakrabban a hüvely hiányzik; honi fás növényeinken ilyen alakban egyáltalában nem fordul elő.



368. kép.

A *Rosa canina* levele  
a nyélhez nőtt pálhákkal.  
Seubert után.



369. kép.

A *Citrus aurantium* szárnyalt nyelű levele.  
Fekete-Mágócsy után.

A cikkszárféléken a hozzájuk tartozó levél felett állva és fiatal korban összenöve, a szár egész növe csúcsát az összes többi fiatalabb levelekkel együtt kúrtalakúan burkolja be. E kúrtöt (ochrea), a legközelebb kifejlődő levél süvegként emeli fel a Ficuson, vagy csúcsán átszakítja a cikkszárféléken, amely ott mint hüvely később is feltalálható a levél töve felett (l. 367. kép). A pázsitfüvek levéllemezének alapjánál kiemelkedő nyelvecske (ligula) a hüvely csúcsának tekinthető (l. 366. kép).

A barkásokon és még sok más kétszikű növényen az alapon, a levélnyélről független, két nyéltelen kis levélke (l. 368. kép) fejlődik, amelyeket pálháknak (stipulae) neveznek. Lágyszárú növényeken a pálhák maradvók és ép olyan szerepet visznek, mint a lomblevelek lemeze; ellenben a fákon igen gyakran korán kifejlődve száraz pikkelyekké alakulnak át a rügy védelmére és a hajtás kifejlődése után, vagy kifejlődése alatt lehullanak (bükk, tölgyek többnyire, gyertyán stb.). Néha a pálhák a rügyben a hozzájuk tartozó levélkét hátulról mintegy átölelik (éger, szil), máskor megint széleikkel annak elejébe kerülnek úgy, hogy csak a náluk fiatalabb leveleket burkolják be.

A növények leírásában megkülönböztetik a levélnemű (st. foliaceae) és a száraz pálhákat (st. scariosae); ezenkívül vannak szabadok (st. solutae) pl. a bükkön, levélnyelhez



nőttek (st. adnatae) pl. a rózsán (l. 368. kép), összenőttek (st. connatae), szárra futók (st. decurrentes) pl. a platánon.

A levélnyel (petiolus) többnyire pálcaalakú képlet és a levélnek azon részét képezi, amellyel az a hüvelyhez, vagy ennek hiányában a szárhoz van erősítve; a levéldudor alapi és csúcsi részek közt alakul az egyik, vagy mindkét rész szöveteiből. A nyél többnyire hengerded szokott lenni, de igen gyakori a három élű és az összenyomott is. A hengerded, valamint a három élű nyél felül bemélyedő csatornával bírhat (p. canaliculatus; pl. a naszpolyánál). Lehet a nyél szárnyalt (p. alatus; l. 369. kép), ha lemezzel van szegélyezve, lehet levél-szerű (foliaceus), vagyis phyllo-dium, amidőn lemezalakúan terül ki, pl. az Acaciákon (nem a mi ákácainkon; l. 370. kép).



370. kép.

Az *Acacia heterophylla* (Willd.) ága levelekkel és phyllodiumokkal.  
Emery után.

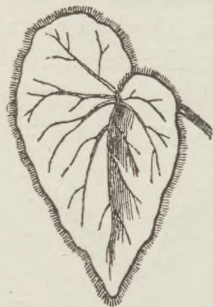
A nyél gyakran többé-kevésbé megdagadt ízület által van a szárhoz kötve; ily esetben a levél izelt (f. articulatum), pl. az Abieseken (l. 204. kép).

Az olyan levelet, amelyen a nyél megvan, nyelesnek (f. petiolatum), pl. a bükk, amelyen nyél nincs, ülőnek (f. sessile), ha a nyele nagyon rövid, majdnem ülőnek nevezük, pl. a kocsánytalan tölgy levele.

A levélnek legfontosabb része a lemez, amelyen a lemez-



alapot (váll, basis), a csúcsot, vagy hegyet (apex) és az élt (margo) különböztetjük meg; továbbá megkülönböztetünk felső, vagy hasi (levél színe) és alsó, vagy háti oldalt (levél fonáka). Minden levélen van azután hosszúsági, szélességi és vastagsági méret. A lemez a hegyén és a felfüggesztési pontján végig fektetett merőleges sík által, az ú. n. középvagy felező sík által, két félre oszlik; ha a két rész egymásnak teljesen meg-



371. kép.

*Begonia* levél. Seubert után.



373. kép.

*A Celtis australis* hegyes levele. Fekete-Mágócsy után.



372. kép.

*A Monstera deliciosa* átlíktatott levele, 10-szeresen kisebbítve, Behrens után.

felel, akkor *symmetrikus* a levél, pl. a körtén, más esetben pedig *asymmetrikus*, pl. a szílen, a hárson, vagy a *Begonián* (l. 371. kép).

A lemezek említett egyes részei különbözőképp módosulva fordulnak elő, úgyannyira, hogy e tekintetben a levél a legnagyobb változatosságot felmutató része a

növénynek.

A levéllemez különösen jellemzi a lapultság, ettől azonban egyes esetekben eltérések vannak; így pl. lehet *csöves* (f. *fistulosum*) a metélő hagymán, *gordós* (f. *inflatum*) a vörös-



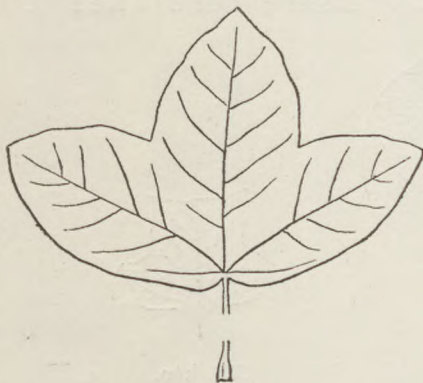
hagymán. A levél lemezének felülete többnyire nem bír semmiféle megszakítással, vannak azonban egyes növényeken átlikgattott levelek (f. fenestrata), pl. a forró égövi Monsterákon (l. 372. kép).

Az alap, az él és a csúcs által határolt lemez alakját főképen az alap és a csúcs alakja jellemzi. A levél csúcsa lehet *hegyes* (acutum), pl. a Celtisen (l. 373. kép); *kihégyezett* (acuminatum), ha a csúcs felé menő élek gyenge homorú ívet képezve futnak, pl. feketenyáron (l. 374. kép); *tompa* (obtusum), ha a csúcsot tompa szög képezi, pl. Acer monspessulanum (l. 375. kép); *tompított* (obtusatum), ha az élek domború



374. kép.

A *Populus nigra*  
kihégyezett levele.  
Kisebbitve. Bill után.



375. kép.

Az *Acer monspessulanum* tompahegyű levele.  
Fekete-Mágócsy után.



376. kép.

A *Viburnum lantana* tompított hegyű  
levele kisebbítve.  
Bill után.

ívben futnak a csúcsba, pl. a *Viburnum lantana*nál (l. 376. kép); *lekerekített* (rotundatum), ha az élek a csúcscsal együtt széles ívben olvadnak össze, pl. a sárga szömörécén (l. 377. kép); *csonka* (truncatum), ha a csúcs egyenes vonalat képez, pl. a *Liriodendron*nál (l. 378. kép); *kicsipett*, vagy *csorba* (emarginatum), ha a csúcs gyenge öblöt képez, pl. a cserjés *Coronillán* (l. 379. kép), stb. A lemez alapja lehet *kerekített* (rotundatum), ha az alap éle ívet képez, pl. a *Viburnumon* (l. 376. kép); *ékalakú* (cuneatum), ha az alap két vonala a nyéllel tompa szöget fog be (l. 380. kép), pl. a lógesztenye levélkéi; *lapátalakú* (spathulatum), ha a keskenyedés nem hirtelen történik, pl. a csigolyafűzön (l. 381. kép); *szíves* (cor-



datum), ha az alap a nyélnél zúgot képezve beszögellik, amelynek oldalai a nyéllel hegyes szöget és ettől kétoldalt domború karélyt képeznek, pl. a hárson (l. 382. kép); *f ü l e s*, ha az alap két kis nyúlvánnyal bír, pl. sokszor a kocsányos tölgyön (l. 383. kép); *e l v á g o t t*, ha a nyéllel többé-kevésbé derékszöget képez, pl. a platánon (l. 384. kép).

Az alap és a csúcs, valamint a hosszúsági és a szélességi átmérő különböző egyesülési viszonyai hozzák létre a különböző lemezalakokat. Nevezetesen *k e r e k* (f. *rotundum*), ha majdnem teljesen köralakú, pl. a sárga szömörécén (l. 377. kép); *k e r e k d e d* (f. *subrotundatum*), ha közeledik a köralakhoz, pl. a kőnaspolyán (*Cotoneaster*); *k e r ü l é k e s* (f. *ellipticum*), ha



377. kép.

A *Cotinus coggygria*  
lekerekített hegyű levele.  
Seubert után.



378. kép.

A *Liriodendron*  
*tulipifera* csonka  
hegyű levele. Bill  
után.



379. kép.

A *Coronilla emerus*  
levele csorba hegyű levél-  
késsel. Fekete-Mágócsy  
után.

*kerekded*, de körülbelül egy és félszer hosszabb, mint széles, pl. a kecskefűzön (l. 385. kép); *t o j á s d a d* (f. *ovatum*), ha a lemez legnagyobb szélessége az alaphoz van legközelebb, pl. a körtén (l. 386. kép); *v i s s z á s t o j á s a l a k ú* (f. *obovatum*), ha a legnagyobb szélessége a csúcshoz van közelebb, pl. a sóska-fán, a tölgyön (l. 383. kép); *h á r o m s z ö g l e t ű* (f. *triangulare*), a jegényenyáron; *r h o m b u s a l a k ú* (dülényded, f. *rhomboidum*), a bibircses nyíren; *v i s s z á s s z i v e s* (f. *obcordatum*), pl. a nyúlsóskán (*Oxalis acetosella*); *h o s s z ú k á s* (f. *oblongum*), ha körülbelül háromszor hosszabb, mint széles, pl. az ezüsthán; *l á n d z á s* (f. *lanceolatum*), ha 3–5-ször hosszabb, mint széles, pl. az őszibarackon; *s z á l a s* (f. *lineare*), ha any-



nyira keskeny, hogy úgy látszik, mintha az oldalélek párhuzamosak lennének, pl. a kötőfűzön. Ha a szálas levelek merevek, szúrósak és kemények, akkor tűalakúaknak (f. *acerosum*) mondjuk, pl. a fenyőkön; ha a széles levél keskenyedő hegyet képez és merev, akkor áralakú (f. *subulatum*), pl. a közönséges borókán.

A tűalakú levelekkel bíró fás növényeket tűlevelűeknek nevezzük, ellentétben a többi másféle levélalakkal bíró fákkal, amelyeket lomblevelűeknek mondunk.

Lehet továbbá a lemez vesés (f. *reniforme*), nyílas (f. *sagittatum*), dárda-s (f. *hastatum*) és végre pajzsalakú (f. *peltatum*).



380. kép.

Az *Aesculus hippocastanum*  
tenyeresen összetett levele.  
Fekete-Mágócsy után.



381. kép.

A *Salix purpurea*  
levele. Fekete-Mágócsy  
után.



382. kép.

A *Tilia* szívalakú levele. Fekete-Mágócsy  
után.

Ha a levél felfüggesztési módját vesszük, az lehet lefutó (f. *decurrens*), ha a lemez a száron a következő levél felfüggesztési pontjáig leér; átölelő (f. *amplexicaula*), ha a szarát a levél lemeze körül öleli (l. 387. kép); összenőtt (f. *connatum*), ha két, egy magasságban álló levél lemeze félig összenő (l. 388. kép) és általnőtt (f. *perfoliatum*), ha egy, vagy két levél lemeze a szár körül egészen összenő (l. 389. kép).

A levél éle, ha ezen semminemű bemetszés nincsen, ép (f. *integerrimum*), de ezen is lehetnek a levélre nézve jellemző sajátságok; így lehet a levél éles, helyesebben metsző (f. *scabriusculum*), mint a füveken, pillás (f. *ciliatum*), ha az éleken szőrök vannak, pl. bükk, hullámos (f. *undulatum*),



vi ssz a h a j l o t t (revolutum) és b e g ö n g y ö l ő d ö t t (involutum).

A levelek nagyobb részének élén azonban bemetszések (incisura) vannak. Ha ezek a bemetszések csak a levél szélére terjednek ki, akkor a levél mindig o s z t a t l a n (f. integrum), ellenben ha mélyebbek a bemetszések, származnak a h a s a d t, o s z t o t t és s z e l d e l t levélalakok, amelyeket együttesen k a r é l y o s -, o s z t o t t -, vagy m e t s z e t t e k n e k s z o k á s n e v e z n i.

A bemetszett élű, osztatlan levél lehet (l. 390. kép) f ű r é s z e s (f. serratum), ha a bemélyedés és a kiemelkedés hegyes; c s i p k é s, vagy r o v á t k o l t (f. crenatum), ha a b e



383. kép.

A *Quercus pedunculata* levele.  
Fekete-Mágócsy után.



384. kép.

A *Platanus orientalis* levele. Fekete-Mágócsy után.

m é l y e d é s e k h e g y e s e k és a k i e m e l k e d é s e k í v e s e k; f o g a s (f. dentatum), ha a b e m é l y e d é s e k í v e s e k és a k i e m e l k e d é s e k h e g y e s e k.

A levél szélének ez a három fő, jól megkülönböztethető alakja számos módosulást szenvedhet. Nevezetesen lehet a f ű r é s z e s levél h e g y e s e n f ű r é s z e s (acute serratum), ha a k i e m e l k e d é s e k í g e n h e g y e s e k, pl. a *Celtisen*; e g y e n l ő t l e n ű l f ű r é s z e s (inaequaliter s.), ha a k i e m e l k e d é s e k e g y e n l ő t l e n e k, pl. a m e g g y e n; f i n o m a n f ű r é s z e s (f. serrulatum) pl. a



zelnicén; kétszer fűrész (duplicato-ser.), ha a kiemelkedések ismét bemetszésekkel bírnak, pl. a nyíren; szálkásan fűrész (cuspidato-s.), ha a kiemelkedések szálkahegybe végződnek, pl. a gesztenyén; pillásan fűrész (ciliato-serr.), pl. a sóskafán.

A porcogósan, csipkésen, mirigyesen, stb. fűrész kifejezések maguktól érthetők. A csipkés és a fogas leveleken az említett módosulatok azonosak.

A most leírt és a szélein bemetszett osztatlan levélalakokkal ellentétben állanak az alábbiak, az osztott, vagy bemetszett levélalakok, amelyeknek bemetszései mélyen a szélen túl mennek (l. 391. kép).

A hasadt levélen (f. fissum) a bemetszések a fél lemeznek legfeljebb a



385. kép.

A *Salix caprea* levele.  
Fekete-Mágócsy után.



386. kép.

A *Pirus communis* levele.  
Fekete-Mágócsy után.



387. kép.

A *Papaver somniferum* szárölelő levele.  
Bill után.

közepéig hatolnak, az osztottnál (f. partitum) a bemetszések a fél lemez közepén túl, de nem a fő érig terjednek, a szeldeltnél (hasogatott, f. sectum) pedig a bemetszések egészen a levél gerincéig, vagy alapjáig hatolnak.

A levélnek a bemetszések által elválasztott darabjait a hasadt levélen hasáboknak (lobi), az osztottnál részeknek (partes), a szeldeltnél szeleteknek (segmenta) nevezik. Mindezen leveleket általában karéjosaknak, a bemélyedéseket öblöknek, a köztük lévő kiemelkedéseket karéjoknak szokás mondani. jóllehet szorosabb értelemben



csak a lekerekített végű kiemelkedéseket mondják karéjoknak és az íves bemélyedéseket öblöknek. Némelyek végre karéjos levelek alatt az olyanokat értik, amelyeket fentebb hasadtnak mondtunk.

Mind a három fentebbi, egyszerű levélalak lehet tenyeres, vagy szárnyas. Többé-kevésbé a három alak közti átmenetet képezik a csipdelkés, vagy kacúros (f. runcinatum; l. 392. kép), sallangos (f. laciniatum), stb. alakok. Az utóbb említett leveleken a bemetszések által származott részek ismét bírhatnak bemetszésekkel és így származnak a többször hasadt, osztott stb. levelek.



388. kép.

A *Lonicera caprifolium* összenőtt levele. Bill után.

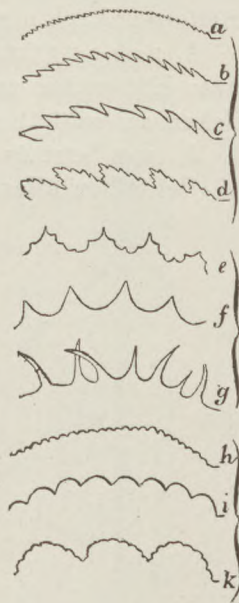


389. kép.

A *Bupleurum rotundifolium* általnőtt levele. Bill után.

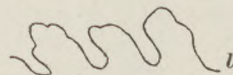
Ha a bemetszések által a lemez számos különálló kisebb lemezre válik el, amelyek egymással nincsenek többé összeköttetésben, hanem külön-külön állanak a közös levélnyélen, vagy annak

meghcszabbításán: a közös gerincen, akkor előáll az összetett, vagy fűzött levél (f. compositum), ellentétben az eddig tárgyalt lemezalakokkal, amelyeket egyszerűeknek (f. simplicia) neveznek. Az egyszerű levelekről mondtak az összetett levelek egyes részeire, az ú. n. levélkékre (foliola) is alkalmazhatók.



390. kép.

A bemetszett levélél különféle formáinak vázlata; a finoman, b élesen, c hegyesen, d kétszer fűrészes; e kétszer, f durván, g szállkásan fogas; h finoman, i tompán, k kétszer csipkés; l öblös levélél. Frank-Leunis után.

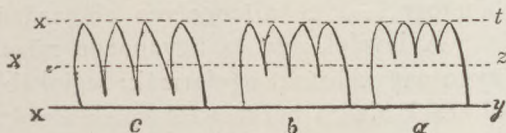




Az összetett leveleken megkülönböztetjük a közös levélnyelet, illetőleg a gerincet (rachis), továbbá az általa összetartott levélkéket (foliola), amelyeken többnyire nyelcskék (petioluli), sőt néha pálhácskák is találhatók. Az összetett levélen két típust különböztetünk meg, úgymint az ujjast, vagy tenyerest (f. digitatum, vagy palmatum; l. 380. kép) és a szárnyast (f. pinnatum; l. 393. kép); az előbbin a közös levélnyel csúcsán, az utóbbin a kinyúlt levélgerinc két oldalán foglalnak helyet a levélké.

A tenyeres, vagy ujjas levél lehet a levélké száma szerint hármas (f. ternatum, Cytisus), ötös (f. quinatum, Ampelopsis), hetes (Aesculus; l. 380. kép) stb.; előfordul az az eset is, hogy a tenyeres levél levélkéi is osztottak és származik a kétszeresen, háromszorosan összetett tenyeres levél.

A szárnyasan összetett levél a levélké száma szerint lehet párosan szárnyas



391. kép.

Az osztott levélalakok értelmezése;  $x-t$  a levéllemez élének,  $x-y$  a levéllemez közepének,  $x-z$  a levél féllemezének a felező vonala,  $a$  a hasadt,  $b$  az osztott,  $c$  a szeldelt levél bemeztetésének a vázlata. Fekete-Mágócsy után.



392. kép.

A Taraxacum csipdelt levele. Bill után.

(f. paripinnatum, Caragana), és páratlanul szárnyas (f. imparipinnatum, Robinia; l. 393. kép), amidőn a gerinc végén is van levél.

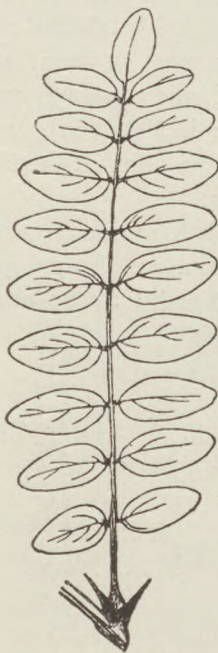
A gerincen két egymással szemben álló levélkét párnak (jugum) nevezik és az ilyen levél lehet ellenesen szárnyas (f. opposite-pinnatum; l. 393. kép), ellentétben a váltakozva szárnyassal (f. alternatim-pinnatum). Az összetett levél levélkéi nem mindig egyenlők; egyes növényeken a közös gerincen nagyobb és kisebb levélké váltakoznak, az ilyen levelet szaggatottan szárnyasnak (f. interrupte-pinnatum) nevezik, pl. a burgonya levele (l. 349. kép).

Számos szárnyas levélen a gerinc ágakra, azaz mellékgerinczekre oszlik, amelyek közvetlenül, vagy csak ismételt oszlás után



viselik két oldalt a levélkéket; ez által származik a többször összetett levél (f. decompositum és f. supra-decompositum)

és pedig kétszer- (f. bipinnatum), háromszor-, stb. szárnyas levél; pl. a Gleditschia, Gymnocladus levelei kétszer és háromszor szárnyasak.



393. kép.

A Robinia pseudacacia páratlanul szárnyas levele. Borbás után.



394. kép.

A Helleborus ölbefogó levele. Frank Leun s után.

A többször összetett levélen az egyes részek szárnyaknak (pinna) és az ezen függő kisebb részek szárnyacskáknak (pinnulae) neveztetnek. Ide sorolandó még az ölbefogó levél (f. pedatum) is, amelyen a levélnyel két ágra oszlik és a levélké a két ágon látszólag egymás mellett állanak, közrevéve a két ág között álló levélkét (l. 394. kép). A kifejlődés alapján az ujjas és szárnyas levelek közalapos, az ölbefogott levél áltengelyes elágazású.

A levelek egy és ugyanazon növényen nagyobb részt egyformák; leginkább eltérnek alakra nézve a tölevelek a szárlevelektől, pl. a gyűszűvirágokon; továbbá eltérők a levelek a vízből kiemelkedő vizenövényeken, az ú. n. felemás levelű növényeken, amelyeken, mint pl. a vizi boglárkán (l. 395. kép), az úszó levelek karélyosak, tenyeres erűek, a vízbe merült levelek pedig sallangosak; de akadunk felemás levelekre a szárazon tenyésző növényeken (Valeriana dioica), sőt a fákon is, pl. a Broussone-tián, a Moruson.

A sziklevelek után legelőször megjelenő első leveleket is kevés kivétellel a lomblevelek közé sorolhatjuk (l. 324. kép). Ezek is többé-kevésbé el szoktak ugyan térni a későbbi lomblevelek alakjától és többnyire egyszerűbbek amazoknál. A Pinusokon pl. laposak, erősen fűrészeseek, az



Abieseken örvben jelennek meg, a bükkön erősen fűrészeseek, az ákácon, a kőrisen egyszerűek, nem összetettek, a juharon alig karélyosak, stb. Ezeket, minthogy többnyire lomblevélszerűek, első leveleknek nevezik.

Jellemző az egyes levelekre még azok felülete, színe, állománya, élethossza. A levelek felületére nagy befolyással vannak az epidermis által képezett kiemelkedések, ú. m. a szőrszálak, mirigyek, stb. E tekintetben megegyeznek a levelek a többi növényi részekkel és mivel az említett képletek



395. kép.

A vízi boglárka (*Ranunculus aquatilis*) felemás levelekkel. Emery után.

külön csoportot képeznek, róluk az epidermis tárgyalásakor részletesen szoltunk.

A lomblevelek színe rendesen zöld, de ennek különböző árnyalata szerint sötét, világos, kékesbe-, sárgásba-, szürkésbe-, vagy fehérbe játszó. A zöld szín a levelek szöveteibe elhelyezett nagymennyiségű chlorophylltól ered. A kékes-, fehérés derességet (glaucedo) az epidermis külső sejtfalában tartalmazott cutin, a hamvasságot pedig többnyire az epidermis sejtjeinek kutikulája által a felületen kiválasztott viaszszemecskék okozzák. A levelek két oldala lehet, vagy egyenlő színű (concolor), vagy különböző színű (discolor).



Az alsó és felső felülete között legtöbbször színkülönbség van, de gyakran más különbség is található, pl. az alsó felületen mindig több a szőrszál és a levegőnyílás, mint a felsőn; ez a dorsiventrális levél, ellentétben az isolaterális levéllel, amelyen a két felület egyenlő, vagy közel egyenlő sajátosságú. A más növényeken, vagy televényen élősködő növények leveleiben a chlorophyll gyakran egészen, a tarka levelű (panachirt) változatokon pedig a fehér, sárga, vagy piros foltok helyén vagy hiányzik, vagy pedig más színű anyagok által van eltakarva. Némely levél színe az év folyama alatt változik, így pl. a piros levelű bükk levelei tavaszkor barnapirosak, később lassanként zöldekké lesznek.

A fás növények nagyobb részén a levelek színe a lehullás előtt, a tárgyalt kémiai folyamatok következtében elváltozik és pedig vörösek, vagy sárgák lesznek; így piros vagy sárga színű lesz a levél a körtén, a galagonyán, némely somfán, a sóska fán, a szömörccén, a borostyánszölön, a bangitán, a szőlőn; fehéres sárga a kökényen, az orgonán; kénsárgák a nyír-, nyár-, korai juharon; világos sárgák a gesztenyén, stb. A színváltozást a chloroplaszták átváltozása okozza, amennyiben azok átalakulnak sárga, vöröses, stb. színű szemecskékké; de okozhatják a levél sejtjeiben megfelelő oldott festőanyagok is.

Állományát tekintve, lehet a levél lágy (f. herbaceum), ha vékony és dús nedvű; hártyás (f. membranaceum), ha vékonyabb és száraz; bőrnemű (f. coriaceum), ha szilárd, vastag; húsos, ha vastag és dús nedvű.

A levelek élete korlátoltabb, mint a száré; így legtöbb levél csak egy nyarat él át és azután lehull, lehulló levél (f. deciduum); de vannak kitartó (folia perennia), vagyis maradó levelek (f. persistentia), amelyek több tenyészeti időszakot képesek átélni.

A legtöbb kétszikű növényen a levélnyel, illetőleg a levélalap mint ízület (articulatio) alakul ki, mialatt a levélnek a szárcn való olyan megerősítését értjük, hogy az illető részek szilárdan és nem mozgékonyan fűggnék össze, de később, midőn a levél életét bevégezni készül, ezen ponton elválnak egymástól (l. 135. oldal). Számos kétszikű növény levele azonban bizonyos ingerek folytán mozog, ezeken az ízület mozgékony. Az



egyszikű növényeken ily ízülettel nem találkozunk, ezeken a levélhüvelyek a fonnyadt lemezzel (pázsitfüvek), vagy a levél-nyelek, midőn a levél már lehullott, még sokáig a száron, illető-



396. kép.

Rügyek és hajtások. 1. Az *Acer pseudoplatanus* csúcsrügye és áttellenesen álló oldalrügyei. 2. A *Quercus* hosszú hajtása. 3. A *Populus nigra* hajtása csúcsoldalrüggyel és két oldalrüggyel, ettől jobbra egy oldalrügy a nagy levélripaccsal, amelyből három kiemelkedő lécs fut lefelé; a bél ötszögletű. 4. A *Rhamnus cathartica* hajtása, tövissel a csúcsrügy helyett. 5. A *Populus tremula* gallya; a csillagok a két rövid hajtásra következő hosszú hajtás kezdetét jelölik, amelyek közül a felső két vastag virágrügyet és e felett két egyenlőtlen nagyságú lombtrüggyet hord. 6. A *Prunus padus* hajtása. 7. A *Populus tremula* hosszú hajtásának részlete három hajtásból álló rövid ággal, amely csak egy rüggyet tart. 8. A *Betula* hosszú hajtásának részlete több hajtásból álló rövid ággal. 9. A *Fagus* négy rövid hajtásból álló rövid ága. Willkomm után.

leg a törzsön maradnak, pl. a pálmákon. A kétszikű leveleken ez az ízület gyakran a levél részeiben is ismételve feltalálható, pl. a citromlevélen (l. 369. kép), továbbá az összetett levelek



gerince és a levélkék közt (ákác, köris; l. 393. kép). Az izületnél leváló levelek lehullta után a száron látható marad azon hely, amelyen a levél a szárral összefüggött. Ezt *levélripacsna*k (Blattnarbe, cicatrix) nevezzük, amelynek szerkezete a különböző fákra nézve jellemző szokott lenni (l. 396. kép). Ez pararéteggel fedett, jól körülírt hely, amelyen a kettészakadt edénynyalábok nyomait meg lehet különböztetni.

A levelek lehullását, amit a választóréteg normális kifejlődése tesz lehetővé, elősegíti a fagy is, ellenben a nagyon korai fagy, amint ezt a kérdés anatómiai tárgyalásakor kifejtettük, meg is akadályozhatja a levelek ősszel való lehullását úgy, hogy ezek csak a levélgyepek rothadása után hullanak le a következő tavaszon; ez rendes eset a fiatalabb tölgy-, bükk-, gyertyán- és más fák.

A tartós levelek élethossza igen különböző szokott lenni; legtovább élnek a lúcs- és a jegegyefenyő tűi, 6—10 évig, a tiszafán és a feketefenyőn 5—6 évig, az erdeifenyőn 3—4 évig, messze északon még hosszabb ideig is. Megjegyzendő, hogy az ágak nem minden levele, hanem azoknak csak kisebb része marad meg ily hosszú ideig.

A levéllemez kiterjesztésére és mereven tartására szolgálnak az edénynyalábok által képezett *levélerek*, amelyeknek elrendezése a növényfajokra nézve igen jellemző. A levélnyélből, vagy általában a lemez alapjának közepétől egy vastag ér indul ki, amely a levél hegyéig szokott futni és *főérnek*, vagy *középernek* (nervus primarius, vagy medius) nevezik. Számos levélben csak ezt találjuk meg, pl. a fenyőkön. Ezen ér mellett foglalnak helyet az *oldali*-, vagy *mellékek* (másodrangú erek, érágak, n. laterales, vagy secundarii; l. 205. kép).

Ezek az erek azután lefutásukban különböző viszonyokat mutathatnak. A levélszerkezetben az egy- és kétszíkűek közt nagy különbséget találunk. Az egyszíkűeken ugyanis a szárból, illetőleg a levélnyélből a lemezbe a főéren kívül több ér lép be, amelyek a főérral majdnem párhuzamosan futnak (folium parallelinerve; l. 366. kép), a kétszíkűeken ellenben a nyélből a levélbe egy ér, a főér lép be, amelyből az oldalerek ágaznak ki (f. angulinerve; l. 377. kép). E kettő közt átmenetet képeznek némely forró égövi egyszíkűek (l. 372. kép), amelyeken a főérral



együtt több ér lép be a lemezbe, de azután egyenként attól elhajlanak. A kétszikűeken is több edénynyaláb lép a szárból a levélnyélbe, de ezek kevés kivétellel a nyélben egyesülnek és a lemezbe mint egy edénynyaláb lépnek be. A szárból a nyélbe lépő edénynyalábok száma a bükk-, tölgy-, éger-, fűz- és juhar-nál, stb. három, az Abies-, Taxus- és másoknál egy.

A kétszikű növények leveleinek erezete négyféle lehet és eszerint az ágas érű leveleknek négy formáját különböztetjük meg, ú. m.:

1. szárnyas érű a levél (f. pinnatinerve), ha a közép-érből mindkét oldalra ágak indulnak különböző szög alatt;
2. tenyeres érű (f. palmatinerve), ha a középér alapján mindkét oldal felé szétálló érágak erednek, amelyek a főérrel majdnem egyenlő fejlettségűek (l. 205. kép);
3. pajzsos érűek (f. peltinerve), ha a nyél végéből sugáralakban több főér indul ki (pl. a Tropaeolumnál);
4. ölbefogó érű (f. pedatinerve), midőn a főér igen rövid, ellenben az oldalerek erősen kifejlődöttek, meglehetősen hosszúak és akként ágaznak el, hogy a kifelé eső érágak rövidek, a befelé esők hosszúak (hunyoron; l. 394. kép) és így áltengelyes elágazásúak.

A keletkezett érágak ismét elágaznak és e szerint megkülönböztetünk másod-, harmad-, stb. rendű ereket, amelyeknek viszonya az egyes növényfajok leveleire jellemző szokott lenni. Különösen nagyfontosságú ez a palaeobotanikában az őskori levélnyomatok meghatározásánál. A levél alapján a hegye felé futó ereket hosszereknek (nervi longitudinales); a főérből kiágazó érágakat pedig, amelyek a levél éle felé futnak, harántereknek (n. transversales) nevezik. A számos apró érágat egymással közlekedő keresztágak kötik össze (anastomosis), miáltal hálós erezetet képeznek.

#### *Sziklevelek (Cotyledones).*

Szikleveleket csak a virágos növényeknél találunk. Ezek a csiranövény legelső levelei, már benn a magban vannak többé-kevésbé kifejlődve, a legtöbbnél pedig a csirázáskor elhagyják a mag burkát. Számos növényen csak egy sziklevél van, így az



egyszikűeken, míg a kétszikűeken két, a fenyőkön pedig többnyire több kettőnél a sziklevelek száma, pl. az Abieseknél 3—15 (l. 324. kép).

A sziklevelek alakja naggyobára igen elüt a lomblevelek alakjától. A föld felett csirázó (planta epigaea) növényeken a



397. kép.

Az *Acer platanoides* csemétéje a sziklevelekkel. Fekete után.

tölgyön (l. 398. kép), a mogyorón, a gesztenyén a sziklevelek alakja csak olyan marad, mint a magban volt, legfeljebb kissé megdagadnak. Általában a sziklevelek nem sokáig maradnak meg, feladatuk megoldása után elhalnak.

*Allevelek*, vagy *pikkelylevelek* (Squammae).

Az allevelek lényegesen különböznek a lomblevelektől, ugyanis nyélnélküliek, széles alapon ülnek, párhuzamos ereze-

föld fölé emelkednek, gyakran meglehetősen nagyok, lomblevelekhez hasonlóak és teljes kifejlődésük után úgy is végzik működésüket, mint a lomblevelek. A szil-, éger-, gertyán- és ákác sziklevei majdnem kerek, húsosak és rövidnyelűek, a körisé és a juharé (l. 397. kép) hosszúkasak, a hársé tenyeresen karélyosak, a bükké nagyok és vesealakúak, a fenyőké tűalakúak stb. (l. 324. kép). A föld alatt csirázó növényeken (planta hypogaea), mint a



tüek és többnyire nem határozott zöldek; a tenyészőcsúcs levél-dudorának alapi (basalis) részéből alakulnak.

Ezekhez tartoznak a számos növényen előforduló gyöktörzspikkelyek, továbbá a rügypikkelyek, némely első levél és a szár pikkely levelei.

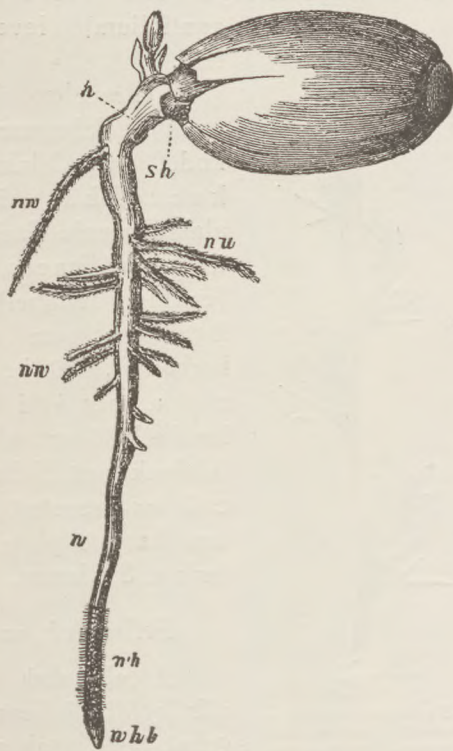
Az első levelek, amelyek a szíklevelekre következnek, néha az allevelekhez sorozhatók, különösen mikor pikkelyszerűek, pl. a tölgynél (l. 398. kép).

A rügypikkelyek többnyire szárazak, nem zöldek, pikkelyszerűek és a gyöngyelevélcsökevényekkel fedett tenyészőcsúcs fedésére szolgálnak. Ezekről bővebben a rügyeknél (l. 197., 396. kép) szólunk.

A hagymapikkelyek húsos, aránylag nagy és kiszélesedő levelek, nagyon megrövidült száron, amelyekben táplálóanyagok vannak felhalmozva a következő tenyészeti évad számára (l. 346.—348. kép). Néha egymással össze vannak növe (Fritillaria).

A szár pikkelylevelei néha a lomblevelekkel váltakozva fordulnak elő (Cycas), máskor csupán egyedül képezik a szár leveleit (a televénylakókon és az elősdiéken), mint Neotia, Orobanche, Monotropa stb.

A lomblevelek átalakulása által származik a töviseknek egy



398. kép.

A *Quercus robur* csirázó makkja; sh maghéj, w főgyökér, nw gyöktérágak, wh gyökérszörzálak, h szíkalatti szárrész természetes nagyságban. Willkomm után.



faja, amelyet levéltövisnek (*spina folianea*) neveznek. Ilyenek a sóska (*Berberis*; l. 399. kép) és az egres (*Grossularia*) hajtásain a levelek helyét elfoglaló ágas tövis. A tövis-ágak a levél főbb ereinek felelnek meg.

Pálhákból alakult töviseket, ú. n. pálhátöviseket (*sp. stipulanea*) találunk az ákácon (*Robinia*; l. 393. kép). Néha csak a levél hegye és fogai vesznek fel tövisalakot, pl. a magyal (*Ilex aquifolium*) levelein.



399. kép.

A *Berberis vulgaris* leveleinek átalakulásából származott tövis, hónaljukban a csomósan álló levelekkel. Emery után.

Vége a levelek és a pálhák kapaszkodó, fonálalakú kacsokká is alakulhatnak. Ezek a levélkacsok (*cirrho folianeí*). Levélkacs van a borsón (l. 400. k.), ahol a kacs ágai a levélkék fő ereinek felelnek meg. Néha

csak az összetett levél középerének a vége lesz kacssá, pl. a Vicián. Pálhakacsot találunk a Smilaxon.



400. kép.

A *Pisum sativum* levélkacs. Frank-Leunis után.

#### *Fellevelek, vagy murvák (Bracteae).*

A fellevelek (hegyevelek) vagy murvák legfőbb jellege az, hogy hónaljukból virágokat tartó ágak származnak; a lomblevelekhez hasonlítanak, de igen gyakran más alakúak és miután a virágokat fejlődésük alatt betakarják, fedőleveleknek is nevezik.

Ezek igen gyakran más színűek, mint a lomblevelek, így a kék üstökű fintornál (*Melampyrum nemorosum*) kékek; néha meg is fásodnak, mint az éger- és nyírfánál, stb.

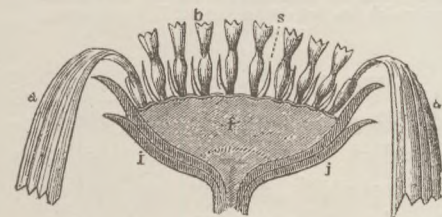
Számos esetben a murvalevek hiányoznak (pl. a keresztes viráguakon), más esetben azonban a fellevelek más alakot vesznek fel, t. i. hüvelyalakot, úgyhogy egy vagy több virágzatot



egészen beburkolnak; ilyenkor virágzati buroknak (spatha) nevezzük; ilyennel találkozunk a kontyvirágféléken (l. 401. kép).

Ugyancsak ide sorolandók a némely virágnál nagyobb számban fejlődő, murvalevelekből álló burok-, vagy takaró levelek (involucrum), pl. a leánykörtörcsinen, valamint a fészkesek virágzatát körülvevő fészkepikkelyek (örvlevelek), amelyek együttesen képezik a takaró burkot (anthodium, periclinium), pl. az Arnica, az orvosi székfű, a napraforgón (l. 402. kép).

Ugyancsak a fedőlevelekhez tartoznak a fészkesek vac-



402. kép.

Fészkesvirágzat vázlatosan; *f* közös vacok, *i* fészkepikkelyek, *b* középső korong, illetőleg csöves virágok, *a* szélső sugár, illetőleg csöves virágok, *s* a murvák. Hager után.



401. kép.

A kontyvirág (Arum) levele és torzsás virágzata. Lubbock után.

kán előforduló pelyvalevelek és a füvek virágzatának külső pelyvái (paleae; l. 403. kép), valamint a Cupuliferák kupacsát (cupula) is összenőtt fedőlevelek képezik (l. 404. kép).

#### Viráglevelek.

A levélképletekhez tartoznak végre a viráglevelek is, amelyek a



virág csészéjét, pártáját, porzó körét és termőjét alkotják; ezeket azonban a virág leírásakor kell tárgyalnunk.

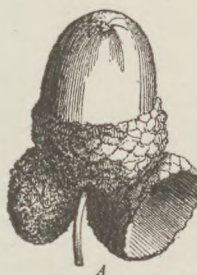
#### A levelek állásáról.

A levelek elhelyezése a száron legkevésbé sem esetleges; hanem a található legkülönbözőbb elhelyezésnél bizonyos törvényeket lehet kimutatni. A levelek elhelyezéséről szóló törvényt levélállásnak (phyllotaxis) nevezik. A levelek elhelyezésénél két főbb módot lehet megkülönböztetni: a váltakozó (foliatio alterna), vagyis a szórt (f. sparsa) levélállást (l. 405. kép), amelynél a szár csomóján csak egy levél van elhelyezve, és az átellenes állást (f. opposita), a csomón két levél van elhelyezve (l. 406. kép). Az átellenes álláshoz sorako-



403. kép.

A *Lolium temulentum* kálása a külső pelyvával.  
Frank-Leunis után.



A



B

404. kép.

A a *Quercus sessiliflora* három kupacsa, az egyikben a makkal. B u. a. megtermékenyített virágának hosszmetzete; alul az előlevelekből alakult kupacs, fellette a lepellevelek és legfelül a bibék. Fekete-Mágócsy után.

zik az örvös (f. verticillata; l. 324. kép), amelynél a csomóban kettőnél több levél van. Minthogy az egy örvben elhelyezett leveleket tagoknak (Glieder) is mondjuk, az átellenes állást kétagú örvös állásnak is vehetjük. Tehát az átellenes állás az örvösnek csak egy esete. Az átellenes kétféle lehet, t. i. két sorban átellenes (superponált), midőn az elhelyezett levelek két sort képeznek és keresztben átellenes (f. decussata), midőn a szomszédos csomók átellenes levélpárjai



egymással váltakoznak (l. 406. kép) és így a vízszintes vetületben keresztet képeznek, miáltal a száron négy levélsor támad. A szórt állás lehet két sorban váltakozó (szíl; l. 405. kép). vagy csavaros.

Azokon az ágakon, amelyek rövid szártagokkal bírnak és a levelek is közelebb állanak egymáshoz, a levelek állását csomósnak (f. fasciculata) mondjuk (l. 399. kép). Némely növényen a levelek csak tölevelek, amelyek közvetlen a tőkocsán körül vannak elhelyezve, akkor a leveleket, kivált ha tömöt-

ten összeszorulnak, rózsásan állóknak mondjuk (l. 345. kép).

Némelykor a levelek az ágak végén nagyobb számmal szorulnak egymás mellé a szártagok megrovidülése által és ekkor a leválállást az ágak végén halmozottnak mondjuk, pl. a magyar tölgyön.



405. kép.

Az *Ulmus* váltakozó levélállású hajtása. Lubboch után.



406. kép.

A *Syringa vulgaris* átellenes levélállású hajtása. Behrens után.

Ezek az állások bármelyike bizonyos számtani-

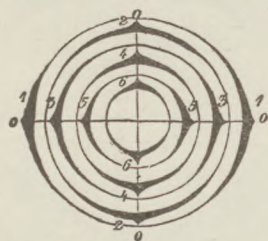
lag kifejezhető szabályt mutat, vonatkozás nélkül az egyes szártagok nyúltságára. A szabály megállapítása másként történik az örvös állásnál és másként a szórt állásnál. Mindkét állásnál azonban az egymás felett álló leveleket vonalakkal kötjük össze és az így nyert vonalak adják a levélsort (ortostichon).

Az örvös állásnál következőleg határozzuk meg a szabályt: Ha pl. két levél van a csomókon egymástól egyenlő távolra, azaz a száron két egymástól egyenlő távolra eső levélsort képeznek, úgy ezek a szár kerületét két egyenlő részre oszt-



ják, tehát a levelek a kör felének megfelelőleg vannak elhelyezve és ezt jelezhetjük  $\frac{1}{2}$ -del, amely törthben a számláló a kört, a nevező pedig a levelek számát jelöli. Ezt kifejezhetjük azonban úgy is, hogy a levelek felfüggesztési pontjait összekötjük a tengelyvonallal képzeleti síkok, úgynevezett középsík (median) síkok által, amelyek a fentemlített példa szerint egymással  $180^\circ$  szög alatt, az ú. n. divergenciális (széthajlási) szög alatt találkoznak, tehát a levélállás itt  $180^\circ$ , vagyis a körnek fele és így az említett  $\frac{1}{2}$  kifejezéssel azonos eredményre jutunk.

Az örvös állásnál ritkán fordul elő az az eset, hogy az egymás feletti övök megfelelő tagjai egy levélsorba essenek, amikor superponáltaknak mondjuk, hanem a szomszédos övök tagjai egymással váltakoznak olyformán, hogy az egyik örv középsíkjai, a másik örvnek középsíkjai közé esnek.



407. kép.

A váltakozó kéttagú örvökben álló levelek diagramja. 0-0 négy egyenes sor, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 stb. az egymásra következő övök a keresztben átlellenesen álló tagokkal. Prantl után.

Az ilyen állásnál már több levélsort kell megkülönböztetni. Ugyanis az egyik csomó állását a fentebbi mód szerint jelöljük, de a közbeeső levélsorok távolságát, vagyis a felsőbb csomó leveleinek az alsó csomó leveleitől való elhajlását (divergentia) is jelölni kell; ezt pedig



408. kép.

A váltakozó  $\frac{1}{2}$  levélállás vázlata. Hager után.

akként eszközöljük, hogy a két egymás fölé eső csomó levelein át középsíkokat képzelünk és azt találjuk, hogy az alsó csomó középsíkjai által képezett szögek a felső középsíkok által felezetnek. Ha pl. az alsó csomó leveleinek állása volt  $\frac{1}{2}$ , fekvésük szerint a felsőké is  $\frac{1}{2}$ ; ámde a felső középsíkja felezi az alsó középsíkok által képezett szöget, ezt  $\frac{1}{2}$ -el fejezzük ki és a tört számlálójához, vagy pedig zárjelekben írjuk, tehát:  $\frac{1\frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{2} (\frac{1}{2})$  (l. 407. kép). A két különböző csomó középsíkjai által képezett szög az átmeneti szög (prosentese), amely az előbbi esetben  $180^\circ$ , az utóbbi esetben pedig  $90^\circ$ .



A szórt állás meghatározásánál a száron egymásután következő leveleket, egy a szárat folyton megkerülő és felfelé haladó csavarvonallal kötjük össze; a két egymás felett felfüggesztett levél közé eső levelek felfüggesztési pontjait összekötő vonalat menetnek (cyclus) nevezzük és viszont a két szomszédos levél elhajlását divergenciának, a bezárt szöget pedig divergenciaszögnek mondjuk. Az egész levélállást egy törttel fejezzük ki, amelynél a számlálóba jön a menet kanyarulatának (a szár megkerüléseinek) a száma, a nevezőbe pedig a csavarvonallal érintett levelek száma. Az egyes menetek mindig egyenlő számú levelekkel bírnak, általában azonban igen különböző számú levelekkel bíró menetek vannak. Legegyszerűbben meghatározható eset az, amelynél a levelek két sorban vannak elhelyezve, vagyis amelynél



409. kép.

A váltakozó  $\frac{1}{2}$  levélállás diagramja. Prantl után.

az első fölé esik a harmadik, a második fölé a negyedik és í. t. (l. 408., 409. kép). Ebben az esetben az első levéltől kiinduló csavarvonal, amíg a harmadik levélhez ér, a szárat egyszer megkerülte és két levelet érintett, miután a harmadik már a következő menethez tartozik, tehát a levélállás  $\frac{1}{2}$ . Ugyanígy van a  $\frac{2}{5}$ -ös állásnál, amelynél a menet a szárat kétszer kerülte meg, míg a kiindulási pont fölé eső legközelebbi levélhez ért és öt levelet érintett; a hatodik az első fölé esik (l. 410. kép). Igen jól kivehetők ezek a viszonyok akkor, ha a leírt menetek csavarvonalait egy lapra összeszorítva képzeljük, más szavakkal, a csavarvonalakat alaprajzban képzeljük úgy, hogy a kanyarulatok felfelé szűkebbek legyenek, vagyis az alaprajzban minden magasabban fekvő tag közelebb essék a csúcspontot jelző középponthoz (l. 409. kép).

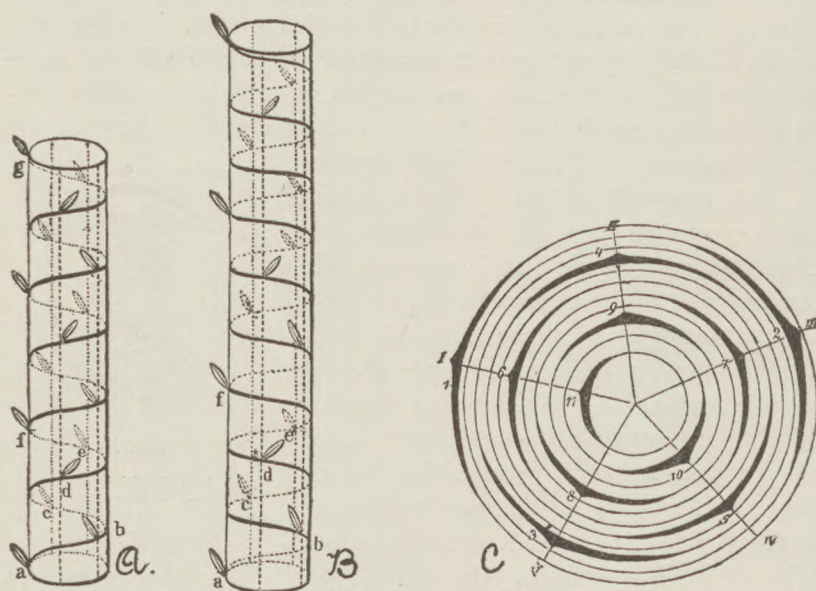
Ekkor a levélsorok, vagy a medián síkok is könnyen kivehetők, amely utóbbiak alatt az egyes levelek egymástól való körülbelüli távolságát ép úgy meghatározhatjuk, mint az átellenes állásnál. Megjegyzendő, hogy nem mindenféle elgondolható levélállás fordul elő, így pl. megkülönböztetünk  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{5}{13}$  stb. állást.

A sornak minden következő tagját megkapjuk, ha a két



előző törtnek számlálót és nevezőt külön-külön összeadjuk. Erre a sorra például a következők szolgálnak:

- $\frac{1}{2}$  a szil, hárs, bükk;
- $\frac{1}{3}$  a mézgás éger;
- $\frac{2}{5}$  a tölgy, ákác, nyír;
- $\frac{3}{8}$  a babérfa levelei, a gerezdes zelnice murvái;
- $\frac{5}{13}$  a síma fenyő tobozpikkelyei;
- $\frac{8}{21}$  a vörösfenyő, jegeyefenyő tobozpikkelyei.



410. kép.

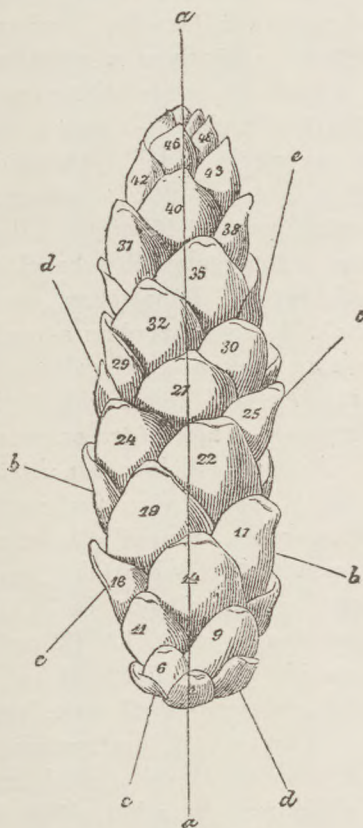
A a  $\frac{2}{5}$ -ös levélállás rövid úton. B a  $\frac{3}{5}$ -ös levélállás hosszú úton ( $\frac{2}{5}$  a rövid úton). Hager után. C a  $\frac{2}{5}$ -ös levélállással bíró hajtás diagramja; a függőleges vonalak a levélsorokat jelölik. Sachs után.

Az eddigiekben a lehető legrövidebb csavarvonalat vettük; ellenkező irány mellett jóval hosszabb utat kellene megtenni, úgy hogy pl. a  $\frac{2}{5}$  állásnál arra, hogy a kiinduló pont felett a legközelebb eső levélhez jussunk, a szárat ellenkező irányban háromszor kellene megkerülni, vagyis az állás ez esetben volna  $\frac{3}{5}$ -ös (l. 410. kép B); ezen utat hosszú, vagy nagy útnak, az előbbit pedig rövid, vagy kis útnak mondjuk. Ezen hosszú utnak megfelelőleg is van egy határozott sor  $\frac{1}{2}$ ,



$\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{8}{11}$ ,  $\frac{13}{21}$ , stb., amely szerint a levélállás elő szokott fordulni. A két út által nyert törtek azonban kiegészítik egymást; pl. az  $\frac{1}{3}$  állásnál a hosszú út  $\frac{2}{3}$ , vagyis együtt  $\frac{3}{3}$ , a  $\frac{2}{5}$  állásnál  $\frac{3}{5}$ , a számlálókat összeadva  $\frac{5}{5}$ , stb. A szomszédos levelek síkján és a szár hossz-tengelyén át fektetett síkok által bezárt szög az egyes levélállásoknál meglehetősen állandó marad. Ez a szög a leggyakoribb levélállásoknál a következő:  $\frac{1}{2}$ -nél  $180^\circ$ ,  $\frac{1}{3}$ -nál  $120^\circ$ ,  $\frac{2}{5}$ -nél  $144^\circ$ ,  $\frac{3}{8}$ -nál  $135^\circ$ , a magasabb kitevőjű soroknál azután nagyjában a  $137^\circ$  szögeértéke felé közeledik. A szomszédos levelek elhajlása a magasabb kitevőjű soroknál a szár kerületének  $\frac{1}{2}$  és  $\frac{1}{3}$  része között váltakozik és minél magasabb kitevő felé haladunk, annál inkább kisebb lesz a különbség az egymást megelőző sorok határértékei között. Az  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{5}{13}$ ,  $\frac{8}{21}$ , stb. divergencia sort Schimper Károly és Braun Sándor német botanikusok fedezték fel és ezt az ú. n. fő-sor névvel is jelölik. Természetesen valóságban még más, ettől eltérő sorok is előfordulhatnak, ezeket melléksoroknak nevezik.

Sűrűn és nagy számban előforduló leveleknél, pl. a tobozok pikkelyeinél, a menet nem követhető közvetlenül, úgy-hogy itt az alapcsavarvonalon kívül, amely valamennyi levelet magában foglalja, kell még a ferde, vagyis a mellék (parastichon, másodlagos) csavarvonalakat is felállítani, amelyek váltakozva



411. kép.

A *Pinus Strobilus* tobozpikkelyeinek állása;  $a-a$  a toboztengely iránya,  $b-b$ ,  $c-c$ ,  $d-d$ ,  $e-e$  ferde, vagy mellék csavarvonalak. A számok a pikkelyek egymásutánját jelölik. Seubert után.



jobbról balra és balról jobbra emelkednek és többnyire könnyen követhetők (l. 411. kép).

A többnyire számos, egymással párhuzamos melléksorból az eredményt úgy nyerjük, hogy a két legmagasabb és legmeredekebb csavarvonal tagjainak számát összeadjuk és egy tört számlálójává tesszük, amelynek nevezőjét az előbb felállított törtsorban könnyen megtalálhatjuk.

Ezeknek a levélállásoknak megfelelőleg vannak — egyes ritka kivételekkel — még a viráglevelek is elhelyezve, de ezeknél az egyes tagok félretolódása, vagy az utólag fejlődött új tagok, számos eltérést okoznak. Az egy növényen előforduló levelek menetei többnyire állandók, de egyeseknél az ágak menetei a főtengeleyétől néha eltérők. Az ágak állása is — miután azok levelek hónaljában erednek — megfelel a levelek állásának. Később azonban a rendes állástól eltérő állást tapasztalunk az ágakon, amely eltérő állás oka legtöbbször számos adventív rügyből keletkezett ág kifejlődése, vagy számos rügy elsatnyulása, vagy végre számos ág elhalása és lehullása.

A levél elhelyezésén kívül figyelemre méltó még a levéllemez állásának viszonya egyrészt a vízszintes síkhoz, másrészt a tengelyhez. És pedig lehet a levél, ha a szár és a levél által képezett szöget tekintjük, lapult (simult, f. adpressum), pl. a *Thuja occidentalis*-on; felálló (f. erectum), pl. az *Euphorbia Gerardianae*-n; elálló (f. patens), pl. a *Lilium bulbiferum*-on; lehajló (f. reclinatum), pl. a rezgőnyáron, stb. Tekintettel pedig a vízszintes sík és a lemez közti viszonyra, lehet a levél vízszintes (f. horizontale); függélyes (f. verticale), ha a levéllemez élével a föld felé néz (*Populus nigra*); ferde (f. obliquum), ha a két előbbi helyzet közt a középhelyzetet foglalja el és fordított (f. resupinatum), ha a levél alsó lapja néz felfelé a levélnyél csavarodása következtében.

A levelek mértani szabályossággal való elhelyezését mechanikai okokkal magyarázzák és pedig különösen a rügyben a tenyészőkúpon elhelyezett levéldudorok, illetőleg igen fiatal levelek egymásra ható nyomásából. Magának az elhelyezésnek azonban kétség kívül fontos fiziológiai jelentősége van, miután a váltakozó állás a fénynek a levelekhez való jutását és egyenletes elosztását jelentékenyen megkönnyíti.



## A rügyek.

### *A rügy fogalma és fajai.*

Az évekig élő növényeknél a tenyészetnek az év bizonyos szakában, t. i. a mérsékelt égöv alatt télen át szünetelnie kell. Hogy ez alatt, a tenyészetre kedvezőtlen időszak alatt a tenyészőkúp és rajta képződött oldalképletek, fiatal levélkezdemények a kiszáradástól, a hőmérséklet hirtelen való változásától és ellenséges tényezők behatásától védve legyenek, pikkelyszerű áll levelekkel vétetnek körül. Ezt az összetett képletet rügynek (szemnek, gemma) nevezzük (l. 197. kép), amely a fentebbiek szerint áll az új, hajtássá kinövő kezdőleges hajtásból, amelynek csúcsán tenyészőkúpot, két oldalt pedig a levélkezdeményeket láthatjuk, végre a kis hajtást beburkoló rügypikkelyekből.

A rügyből nemcsak közönséges lomb, hanem virág és lomb is keletkezhetik és e szerint megkülönböztetjük a lomb-, vagy levélrügyet (gemma foliifera), amelyből leveles hajtás, továbbá a virágrügyet (g. florifera), amelyből virág, vagy virágzat és végre a vegyes rügyet (g. mixta), amelyből közönséges leveleket és egyszersmind virágokat viselő hajtás fejlődik (l. 197., 396. kép).

Ha pedig a fejlődés menetét vesszük figyelembe, akkor megkülönböztetjük a rendes rügyeket, továbbá az alvó és járulékos rügyeket. A rendes rügyek (gemmae normales) alatt értjük azokat, amelyek vagy a szár csúcsán, vagy pedig a levelek hónaljában képződnek és pedig az előbbieket csúcsrügyeknek (g. terminales), az utóbbiakat hónalj-, vagy oldalrügyeknek (g. axillares s. laterales) nevezzük (l. 396. kép).

Az oldalrügyek, amelyektől a rendes oldalelágazás függ, a fentebbiek szerint úgy vannak elhelyezve, mint tartóleveleik és így állásuk egyezik a levélállással. A rügyek állásának e rendjét némileg megzavarják a mellékrügyek, de még tetemesebben eltér a rügyek állása a levelekétől a tülevelűeken, ahol általában csak kevés levélnek hónaljában van rügy; vagy pedig (a hajtás legalsó részét kivéve) mindenik pikkelyszerű hártvás levél hónaljában tűnyaláb fejlődik, látható rügy nélkül és csak a csúcsrügy alatt fejlődik álörvben néhány oldalrügy, mint a Pinus



nemnél, vagy ezeken kívül még néhány elszórt rügy a hajtás oldalán, mint az *Abies*-en, a *Larix*-on.\*)

A csúcsrügy némely fán gyakran virágrüggyé válik; pl. a virágos körisen (*Fraxinus ornus*), állandóan így van ez az élőködő fagyöngyön, amiért annak elágazása látszólagosan villás; máshol tövissé alakul át, pl. a varjútövis bégén (l. 396. kép); míg végre némely átellenesen elágazó fás növényen eltörpül és a két mellette lévő oldalrügy mintegy pótolja, amidőn a csúcsrügyet párosnak (*gemmae terminales*) nevezik, pl. az or-



412. kép.

A *Fraxinus excelsior* mellékrüggye a főrügy alatt. A a természetes nagyságú hajtásrészlet, B a nagyított hosszmetsete; a a bél, b a fa, c a kambium, d a kéreg, e a hónalji főrügy, f a mellékrügy, g a levélripacs. Nobbe után.

gonán, ellentétben a többi növény páratlan csúcsrüggyel, pl. a juhar-nál (l. 396. kép). Sok esetben a csúcsrügy be nem érése folytán elpusztul; ekkor az alatta levő, éretté fejlődött oldalrügy veszi át a csúcsrügy szerepét, pl. eper, ákác. A csúcs- és oldalrügyeket fő-rü-gyeknek is nevezik, ellentétben a mellékrüggyekkel (g. *accessoriae*), amelyek a fő-rü-gyek körül szoktak fellépni és többnyire csak abban az esetben fejlődnek ki teljesen, ha a fő-rügyet, vagy az abból fejlődő képletet fejlődési menetében belső, vagy külső okok akadályozzák (l. 412. kép). A mellékrüggyek előfordulhatnak a fő-rüggyek felett, akkor felülálló (g. a. *superae*), pl. a *Lonicera*-kon, vagy pedig alatta állanak és akkor alulálló (g. a. *inferae*), pl. a körisen (l. 412. kép), mindkét esetben sorozatosnak mondjuk, vagy pedig a főrügy két oldalán és ekkor oldal-tá-lá-lók (g. a. *laterales*), pl. az eperfán. Némely növényen a mellékrüggyek rendszeren minden évben kifejlődnek, pl. a galagonyán ezekből fejlődnek a virágok; a Gleditschián a rendes hónaljrügy tövissé alakul és az alulálló mellékrüggyből fejlődik a lombos hajtás.

\*) Itt és a fák köréből felhozott többi példánál utalunk az illető fajok képeire e mű III. kötetében.



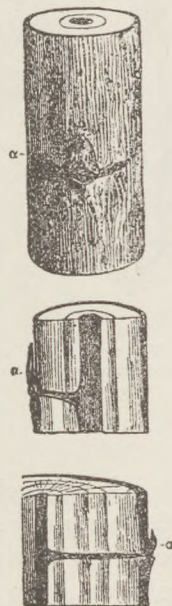
A lombfákon nemcsak a levelek, hanem a rügypikkelyek hónaljában is vannak igen apró, szabad szemmel fel nem ismerhető, kezdetleges rügyek, amelyeket kis rügyeknek nevezünk.

A járulékos rügyek (g. adventitiae) előre meg nem határozott pontokon és a növénytest idősebb és legkülönbözőbb részein, tehát nemcsak száron, hanem gyökéren, sőt levélen is fejlődhetnek és különösen jellemző rájuk az, hogy a már állandósult szövet egyes sejtjei osztódókká lesznek és belőlük járulékos rügyek keletkeznek. Ezekből fejlődnek lombos fáinkon a tősarjak, a gyökérsarjak és igen gyakran a tuskósarjak és a fattyúhajtások is; a tűlevelűeken, névszerint a fenyőkön, csak igen ritkán jelennek meg. Megjegyezzük még, hogy a sebhelyeken képződő hegedési szövet is igen alkalmas járulékos rügyek fejlesztésére.

Az alvó rügyek (g. proventitiae) a szártág alsó részén fejlődésükben elmaradt hónaljrügyek, amelyek a növekedő törzs kérge által beburkoltatnak és így maradnak addig, amíg kifejlődésükre valamely káros hatás nem ad okot, amely a rendes rügyeknek, vagy a kifejlődött leveleknek (hernyórágás), vagy általában a fatörzs felső részének elpusztulását vonta maga után (l. 413. kép).

Az alvó rügyek lombfákon nagy mennyiségben fordulnak elő és azok nagy sarjadzási képessége főképp ezeknek köszönhető; sokkal kisebb jelentőséggel bírnak a fenyőkön, amelyeken csak kivételesen van életrevalóságuk, hogy erőteljes sarjakat hozzanak létre; pl. a *Pinus Taeda* és más amerikai *Pinus* fajokon. Megjegyzendő, hogy nemcsak a rendes levelek hónaljában, hanem a rügypikkelyek hónaljában lévő csökevényes rügyek, az ú. n. kis rügyek is résztvesznek az alvó rügyek képzésében, illetőleg a sarjadzást létrehozhatják.

Ugyancsak a rügyekhez sorolandók a lágyszárú növények-

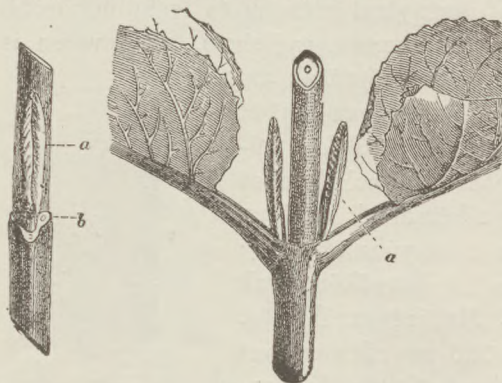


413. kép.

A *Salix fragilis*  
két- és négyéves ágain  
levő alvórügy (a). Nobbe  
után.



nek következő rügyei: a hagymalevelek hónaljában fejlődő hagymarügyek a hagymás növényeken, továbbá a már említett gyöktörzsrügyek (turiones), végre némely kétszikű növény levélhónaljában fejlődött sarjrügyek (bulbilli), amelyek maguktól a földre lehullva, csírázásnak indulnak (Dentaria bulbifera). Néha még a virágban is fejlődnek kis, hagymához hasonló, lehulló és szaporodásra szolgáló rügyek, pl. az *Allium scorodoprasum*. Ezek a sarjadzó rügyek még az anyanövényen is fejlődésnek indulhatnak, pl. a fiadzó perjénél.



414. kép.

A *Viburnum lantana* fedetlen rügye (a) oldalról és hátulról nézve, rípacsa (b) három nyalábbal. Természetes nagyságban. Nobbe után.

### A rügy alakja és nagysága.

A rügynek legalsó pikkelyein alúl rendszeren semmi hajtásrészlete nincsen és ekkor ülőnek (g. sessilis) mondjuk, de néha egy rövidke hajtásrészen áll és akkor nyeles (g. pedicellata), pl. a hamvas és mézgás égeren. A rügy néha nagyon kezdetleges, pikkelyekkel nem bír és a levélrípacs kérgébe van besülyesztve, amidőn azt rejtettnek (g. immersa) mondjuk, pl. az ákácon, az áljázminon. Igen érdekes viszony van e tekintetben a platánon, amelyen a levélnyél szélei hüvelyszerűen összenőnek és a fiatal rügyet körülveszik, úgyhogy a rügyet csak a hüvelyszerű levélnyél leválta után lehet észrevenni. Félig rejtett rügyeknek mondják azokat, amelyeket a megmaradt levélalap vesz körül, pl. a *Cotinus*on.

A rügyek alakja igen sokféle, nagyjából azonban a tojásdad, kúpos alakhoz hasonlóak, habár vannak orsóalakúak (a bükkön), visszástojásdadok (a mézgás égeren), stb. További viszonyaikat tekintve, lehetnek egyenesek, görbültek, továbbá elállóak, pl. a tölgyeken, vagy



ághoz simulók, pl. a fűzeken. Állhatnak pedig (l. 396. kép) közvetlenül a levélripacs felett, vagy attól kevésbé oldalt, sőt egyes hajtásokon, pl. a dión, jóval a ripacs felett lehetnek elhelyezve.

A rügyek nemcsak a különböző fákon, de még egy és ugyanazon fán is igen különböző nagyságúak. A csúcsrügy rendesen nagyobb, mint az oldalrügy, a sarjaké nagyobb, mint a kinőtt fáké; de leginkább változik a rügy nagysága a termőhely szerint.

#### *A rügypikkelyek; ezek elhelyezése és száma.*

Amint fentebb láttuk, a rügy rendesen rügypikkelyekkel van borítva (perulae). Az ilyen rügy fedett (g. tecta, s. perulata). De néha a rügypikkelyek hiányoznak és maguk a tenyészőkúpot borító lomblevelek nyernek nedvtartalmuk csekély volta és szőrösségüknél fogva kellő ellenállóképességet; az ily rügyek fedetlenek (g. obtectae, s. nudaе), pl. az ostorménfán (l. 414. kép).

Olyan fákon, amelyek csak a rügybe bezárt és már előre képezett hajtást fejlesztik ki, e hajtás végén a rügy korán záródik, azaz a csúcs növekedése ideiglenesen megszűnik, a lomblevelekre hirtelen pikkelylevelek következnek, amelyek a tenyészőkúpot befödik. Ugyanez történik a levelek hónaljában keletkezett tenyészőcsúcsokkal is, t. i. ezek is átalakulnak rüggyé (pl. a bükkön, a tölgyön, stb.). Ezek a rügyek egyszersmind sok pikkellyel is bírnak. Azokon pedig, amelyek a hossz-növekedést ősziig megtartják, kevés pikkelyt találunk (nyír, éger), vagy egyet sem (ákác).

Azokat a rügyekeket, amelyeken a pikkelyek teljesen zárt borítékot képeznek, zárt rügyekek (g. clausae) nevezzük a lágyszárú növények rügyeivel szemben, amelyek többnyire nyugalom nélkül fejlődnek ki és amelyeken a pikkelylevelek a rügy belső részét nem borítják be teljesen és azért nyitaknak (g. apertae) nevezik. Gyakran a zárt rügyekek pikkelyei sem záródnak szorosan, amennyiben az egyes pikkelyek hegyei nem fekszenek szorosan egymáson a kezdőleges hajtáson, amely esetekben lázán zárodott rügyekekről beszélünk.

A rügyekeken igen jellemző még a pikkelyek helyzete is,



amelyek különben többnyire megegyeznek a rügyek, illetőleg a levelek helyzeti viszonyaival. Csavarosan vannak elhelyezve a zelnicén, két sorban váltakozva a szílen, keresztbe átellenesen az orgonán. Néha csak egy, vagy két pikkely borítja az egész rügyet, pl. a füzön. Ha sok (legfeljebb 50) pikkely borítja a rügyet (l. 396. kép), úgy azok vagy fedelékesen vannak elhelyezve, t. i. hogy a felsők az alsók szélét fődik és az utóbbiak hegye a felsők alól kiér, mint a fedélcserpeknél (tölgy), vagy pedig egymást majd a csúcsig beborítják (dió).

*A hajtás lezárása a rügy által; utóbbiak fakadása;  
a pikkelyek tartóssága.*

A hajtásnak a rügy által való lezárása a tenyészeti időszaknak különböző szakában esik meg. Így pl. májusban és júniusban záródik a tölgy, bükk,



415. kép.

Az *Acer platanoides* rügyfakadása;  
a az első tökéletlenül kifejlődött lomblevél.  
Nobbe után.

gyertyán, hárs, jegenye- és lucfenyő hajtása, azután a nyír-, füz-, éger-, som- és szilé (Döbner-Nobbe).

Az eper, ákác, szőlő hajtásának csúcsa folyton nő és így csúcsrüggyel nem zárja hegyét, míg növekedésének a fagy gátat nem vet. A rügyek természetes fakadása az áttelelés után a következő év tavaszán történik és pedig akként, hogy a nedvkeringés megindulta után a külső rügypikkelyek felemelkednek, általában a záródás meglazul és a rügytengely kinyúlik, különösen a hosszú hajtásokon meglehetősen hosszúra,

minek következtében a rügyben elhelyezve volt levelek, vagy virágok is tovább fejlődnek. Az ágon elhelyezett rügyek fakadása a lombfákon majd mindig a csúcson kezdődik és megy aláfelé úgy, hogy a legelső rügy legutoljára feslik ki (l. 415., 560. kép); ellenben a luc- és jegenyefenyőn a csúcsrügy későbbén feslik, mint az örvösen álló rügyek. Rügyfakadáskor a pikkelyek

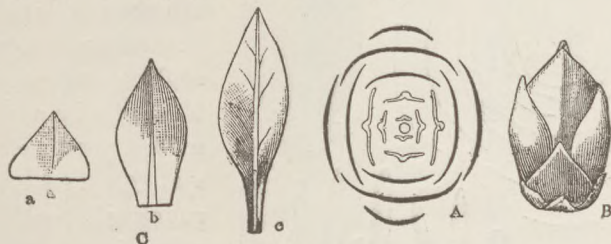


széttolatván, különböző ideig maradhatnak meg a hajtáson; nevezetesen vannak olyanok, amelyek a rügyféslés első szakában, még a levelek kifejlődése előtt hullanak le, ezek a *lefezlők* (*perulae caducae*), vagy pedig csak a levelek kifejlődése után, ezek a *lehullók* (*perulae deciduae*), végre pedig hosszabb ideig maradnak a hajtás alján, ezek a *maradók* (*perulae persistentes*).

*A rügypikkelyek alakulása lombslevélből és feladatuk.*

A rügyeket borító pikkelyek tulajdonképpen csökevényesen kifejtett levelek, amelyek a levelek különböző részeiből alakulhatnak. E tekintetben megkülönböztetünk:

a) olyanokat, amelyeken a pikkelyek az egész levélnek felelnek meg, pl. az orgonán (l. 416. kép);



416. kép.

A *Syringa vulgaris* rügye. A a rügy vázlatos diagrammja, amely feltünteti a rügypikkelyek nagybővödését kívülről befelé és utánuk közvetlenül a keresztben átellenesen álló lombsleveleket; B a rügy kívülről, C, a a rügypikkely, D átmeneti alak a rügypikkely és a lombslevél között, E a legelső lombslevél. Frank-Leunis után.

b) amelyeken a pikkelyek a levélhüvelynek és nyélnek felelnek meg és hegyükön viselik a csökevényes lemezt, pl. a kőrisen;

c) amelyeken a pikkelyeket pálhák képezik, pl. a tölgyön és a bükkön (l. 417. kép).

A pikkelyek feladata a beburkolt részeket megvédeni a hideg és a nedvesség ellen és ezért a pikkelyek egymás közé légréteget zárnak, továbbá széleik szorosan záródnak, igen gyakran gyantával vannak összeragasztva, pl. a nyíren, a feketenyáron, a gesztenyén, stb. és végre gyakran többé-kevésbé szőrösek.

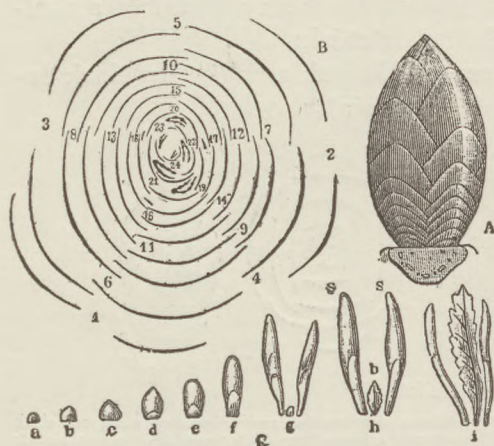
*A borulás és türemlés.*

A beburkolás által a rügy tenyészőkúpján fejlődni indult levelek gyorsabb növekedésükkel hosszúságban és szélességben



gyakran túlszárnyalják a rügyeket és miután mégis a rendelkezésükre álló kis térben kell maradniok, különböző módon helyezkednek el és gyűrődnek össze. Ezen elhelyezkedés módjánál tekintettel vagyunk a levelek kölcsönös elhelyezési viszonyára, amelyet borulásnak (aestivatio, v. foliatio, fedés) és a levelek összehajtogatásának módjára, amelyet türemlésnek (gyüremlés, vernatio) nevezünk. Mind a kettőnél ismét a legkülönbözőbb viszonyok fordulnak elő.

A türemlés a leveleknél a felületi növekedés által jön létre. Legegyszerűbb, de a legritkább az az eset, amikor a levél sem



417. kép.

A *Quercus* rügye. A a rügy a levélripaccsal; B a rügy vázlatos diagramja, kívül rügypikkelyek, belül a türemlt levelek pálhákkal. A pikkelyek itt pálhaértékűek. A számok ott állanak, ahol a rügypikkelypálhákhoz tartozó leveleknek állani kellene. C kívülről befelé következő rügypikkelyek alakjai a-f; g-nél az első levél látszik; h-nál már fejlettebb, ahol b a levél, i-s a pálhák; világosabban látható ez i-nél. Frank-Leunis után.

összehajtván, sem összeráncolva nincsen (v. plana), pl. a fenyő tűlevelei. A legtöbbször ellenben a levelek vagy hosszában, vagy szélességben, vagy pedig szabálytalanul vannak összeszorítva, gyűrve (v. corrugativa), pl. a mák szirmai. A hosszában összehajtott levél türemlése kétrétű (v. duplicativa), amelynél a levél két fele a színével fekszik egymásra, pl. a cséresznyén, a hárson (l. 418. kép); továbbá a türem-

lés visszahajlott (v. replicativa), ha az egymásra hajlott levélfelek fonákukkal érintik egymást, pl. a *Liriodendron* levele, ráncos (v. plicativa), ha több hosszú ráncot képeznek, pl. a bükk, az éger és a gyertyán levele (l. 419. kép). Ha pedig a levelek szélei betekerednek, akkor lehet a türemlés betekeredett (v. convolutiva), ha minden levél hengeresen öleli körül a fiatalabbakat, pl. a szilván; behengeredett (v. involutiva), ha a levél széle a színe felől hengeredik be, pl. a



körte, a nyár (l. 420. kép); visszahengeredett (v. revolutiva), ha a fonáka felé hengeredik be a két fél, pl. a fűzön, az oleanderen (l. 421. kép). A hosszában türemlő levelek türemlése lehet bekunkorodott (v. circinnata), ha a levél hegyétől az alapjáig be van kunkorodva, vagy sodorva, pl. a harasztoké, stb.

A levélképletek kölcsönös helyzete a borulás, amely a következő lehet:

1. A levelek szélei egymást érik anélkül, hogy fednék egymást: érintkező borulás (foliatio valvata; l. 422. kép A).



418. kép.

A *Tilia platyphyllos* rügyének keresztmetszete; 1—11 a pálhák és ezek között a kétrét türemlött levelek. Nobbé után.



419. kép.

Az *Alnus glutinosa* rügyének diagramja. 1—10 a pálhák, közöttük a ráncos türemlött levelek. Nobbé után.

2. Minden külső levél körülfogja a következőt: átölelő, vagy váltakozó borulás (fol. amplexa), pl. a buzán (l. 422. kép B).

3. A levelek több sorban váltakozva állanak, de a külsők a belsöket nem fedik be egészen: váltakozó hátaló borulás (fol. semiamplexa; l. 422. kép C).

4. A levelek elhelyezkedése megfelel a csavaros levélállásnak s így a rügy diagramja görbe vonal, amelynek egyes részleteit levelek keresztmetszési vonalai képezik. Legközönségesebb a  $\frac{2}{5}$  állású borulás, amelyet ötrétűnek, vagy röviden ötösnek mondanak (fo. quincuncialis; l. 422. kép D).



*A szőrszálfüggelékek vagy hajszálfüggelékek (Trichomák).*

A szőrszálfüggelékek mindig korlátolt növekedésűek és az ágakon, a leveleken és a gyökereken egyaránt előfordulnak és ezeknél sokkal egyszerűbb alkotásúak. Rendesen az epidermis sejtjeiből és többnyire a tenyészőcsúcstól távolabb, majd mindig legalább is a legfiatalabb levélkezdeményen alul veszik eredetüket, mindazonáltal képződésükben néha a periblema is részt vesz. Az utóbbi függelégeket, az epidermisből eredő tulajdonképeni szőrszálfüggelégektől megkülönböztetendő, *emergentiáknak* (szemölcsöknek) szokták nevezni.

A hajszálfüggelékek közt megkülönböztetjük a szőrszálakat, mirigyeket, pikkelyeket, szemölcsöket és a tüskéket.

A szőrszálak (pili) vékony, többnyire áttetsző, egy, vagy több sejtű, igen apró függelékek a bőrön. Lehetnek egy-



420. kép.

A *Populus nigra* befelé hengeredő levele. Bill után.



421. kép.

A *Nerium oleander* visszahengeredett levele. Bill után.

szerűek (p. simplices), vagy elágazók (p. ramosi; l. 94., 95. kép). Az egyszerűek lehetnek fonalalakúak (p. filiformes), továbbá egyesek. vagy bodrosak, hajlottak, kampósak, fejesek, stb. Az elágazók villások (p. furcati), csillagosak (p. stellati; l. 93. kép), örvösök (p. verticillati), stb. A csalán kihegyesedő, de végén piciny és könnyen letörő gömböcskében végződő, csípős nedvet tartalmazó szőrszálakat csípőszőrszálnak, vagy fulánk-

nak nevezzük. Ez igen nagy, hosszú sejtből áll, amelynek alsó része hagymaszerűen megdagadt és az epidermisből kiemelkedő szövetpárnába van foglalta (l. 118.—121. old., 96. kép).

A serték vastagfalú, merev, többsejtű, átlátszatlan szőrszálak.

A mirigyszőrszálak olyan fonalalakú, egy vagy több sejtből álló és végükön gömböt viselő szőrszálak, amelyek sajátos, többnyire édes, vagy ragadós, néha savanyú nedvet választanak ki (l. 91., 95., 98. kép).

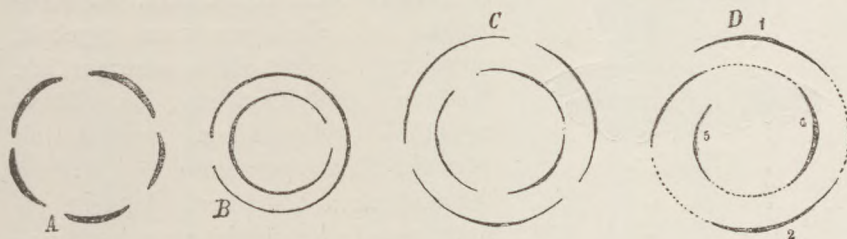
A szőrszálakhoz számíthatók a harasztok levelén előforduló



száraz, hártvás pelyvapikkelyek (*p. paleaeformis*), amelyek sok sejttű, lemezke alakú epidermisfüggelékek.

A pikkelyek (*lepides*) az epidermisből kiemelkedő sejtből, annak a felületére merőleges falakkal való osztódása által jönnek létre; tehát a felülettel párhuzamos síkban kiterülő, áttetsző függelékek, amelyek alakja sokféle lehet, pl. paizs-, vagy csillagalakú, stb. A pikkelyt a növény felületével igen rövid, egy-, vagy többsejtű nyél köti össze (l. 92. kép).

A szőrszálak és pikkelyek lehetnek *maradók* (*persistentes*), vagy *lehullók* (*caduci*). A fiatalabb növényrészek általában szőrösebbek; később a szőrszálak lassanként elvesznek. Szárazabb termőhelyeken a szőrösség gyakoribb és nagyobb mérvű szokott lenni, vizinövények majd mindig kopaszok.



422. kép.

A levelek borulása; A érintkező, B átölelő, C váltakozó hátaló, D ötrétű. Thomé-Borbás után.

A mirigyek (*glandulae*) átalakult epidermis sejtekből képződött kidomborodások a felbőrön, amelyek sajátos nedvet zárnak magukba, vagy választanak ki, pl. a nyírfa levelén. Tulajdonképpen a már fentebb említett mirigyszőrőket is inkább ide lehet sorozni, mivel a mirigyekkel nemcsak feladatukra nézve megegyeznek, de köztük alakilag is az átmenet minden foka kimutatható (l. 101., 423. kép). Érdekesek a rügypikkelyeken igen gyakori *enyves mirigyek* (*collaterák*), amelyek gyantaszzerű, enyves anyagot választanak ki, a rügypikkelyek összeragasztására. Feltűnő ez pl. a lógesztenyén (l. 101. kép), a fekete- és jegenyenyáron és más rokon nyárfajokon, a mézgás égeren, a nyíren, stb. (l. 105. és 423. képek).

Az *emergentiák*, vagy *szemölcsök* (*verrucae*) többé-kevésbé hasonlítanak a mirigyekhez, de folyadékot nem választanak ki és szilárdabbak, pl. a bibircses kecskerágó ágain.



Nem tévesztendő össze ezen bőrszemölcsökkel a *paraszemölcsök* (lenticellae), amelyek ugyancsak az epidermis alatti rétegből keletkeznek a phellogén működésével összeköttetésben és feladatuk a sejtközi üregrendszernek közlekedését a levegővel — a pararétegen át fenntartani (l. 117., 118. kép).

Nevükre nézve ide sorolhatók, de lényegükre nézve különböznek a szemölcsöktől az ú. n. *húsos szemölcsök* (papillae), amelyek egy vagy több sejtből álló, lágy kiemelkedések, különösen a virágrészekben fordulnak elő és nedvet választanak ki, pl. a tűzes lilium szirmain.



423. kép.

A *Betula alba* levelének fűrészfogán levő mirigy. Nagyítva. Reinke után.

A *tüskék* (aculei) merev, hegyes, sejtszövetből álló függelékek, amelyek az epidermisből és a periblémából veszik eredetüket, pl. a rózsafán és voltaképpen nem egyebek, mint megfásodott falú emergentiák. Kivételes esetekben még az edénnyalábok nyomait is megtaláljuk bennük, pl. a lógesztenye és a *Datura* termésének a tüskéiben. A tüske lehet *áralakú* (subulatus), *egyenes* (rectus), *görbe* (curvatus) stb.

Az erős tüskék nagyon hasonlítanak a tövisekhez, de az utóbbiakban, mint átalakult levél, vagy szárképletekben, mindig vannak edénnyalábok, amelyek a tartótengely edénnyalábjai-val vannak közvetlen összeköttetésben.

A hajszálképletek jelenléte és minősége, vagy hiánya szerint a növény felületét különbözőképpen jelöljük.

Ha a felület nem bír sem kiemelkedésekkel, sem hajszálképletekkel, akkor *síma* (laevis); ha hajszálképletekkel nem bír, *kopasz* (glaber); ha tüske nincs rajta, *fegyvertelen* (inermis); ha mirigyekkel bír, *mirigyes* (glandulosus), pl. a *Thuja* levele; ha felületén egyformán kiemelkedő, élesnek érezhető pontok vannak elhintve, *érdes* (asper), pl. a *Celtis*; *éles* (scaber), ha a kiemelkedések szabad szemmel nem láthatók, csak érezhetők, pl. a fűfélék levelei. Lehet továbbá a felület *szőrös* (pilosus), ha a hajszálképletek gyéren állók és hosszúak; *szőrösködő* (pelyhes, pubescens), ha a szőr-



szálak apróbbak és gyérebber állanak; *selymes* (*sericeus*), ha a szőrszálak rövidek, lesímulók, fényesek; *molyhos* (*tomentosus*), ha puhák, sűrűek, fodrosak, vagy egymásba fonódnak; *gyapjas* (*lanatus*), ha puhák, hosszúak és összekuszáltak; *bárszonyos* (*holosericeus*), ha a szőrszálak sűrűek és felállóak (*Salix holosericea*); *borzas* (*hirtus*), ha rövidek, merevek, elállóak; *sértés* (*setosus*), ha sűrűek, merevek, vastagok; *szőszös* (*villosus*), ha sűrűek, hosszúak, puhák és szétállóak; *pillás* (*ciliata*), ha a szőrszálak csak a levél élén állanak; *mirigyszőrös* (*glanduloso-pilosus*), *pikkelyekkel borított* (*lepidotus*), *pelyvapikkelyes* (*paleaceo-pilosus*), továbbá *szemölcsös* (*verrucosus*), *ragadós* (*glutinosus*), *mézgás* (*viscosus*), végre pedig *tüskés* (*aculeatus*), stb. Ha a szőrözet lassanként elvész és a felület kopasz kezd lenni, akkor *kopaszodó* (*glabrescens*).

Még kell még említeni, hogy a hajszálképletekhez számítjuk a gyökerek finom gyökérhajszálaikat és a telepes növények gyökérszálcskáit is (a rhizoidokat). A gyökérhajszálak a fás növényeken rövidebbek, mint a lágyszárúakon, így pl. a búzán 2—3 mm., a tölgyön, az ákácon, a bálványfán 0'1—0'2 mm., az égeren 0'8 mm. hosszúak.

### A szaporodás és szervei.

#### *Általános áttekintés.*

Mint minden szerves lény, úgy a növények is hosszabb rövidebb idő elteltével bevégezik életműködésüket és elhalnak. Rendes körülmények közt ez azonban csak akkor következik be, ha a növény már megfelelt sokoldalú feladatának.

E feladatok egyike az utódokról való gondoskodás, amely nélkül minden növény nyomtalanul kiveszne. A növényeknek ezt a tulajdonságát, hogy elpusztulásuk előtt magukhoz hasonlókat hoznak létre és így magukat utódaikban, vagyis fajukat fenn tartják, *szaporodásnak* nevezzük, tekintet nélkül arra, vajjon csak egyetlenegy egyed, vagy számos egyed létrejöttét biztosították.

Megkülönböztetjük a *nemi* (ivaros, *sexualis*) és az *ivartalan* (asexualis) szaporodást, amely utóbbitól éles határok által különül el a *tenyészet*i szaporodás.



A nemi szaporodásnál a növény egyede csak egy sejtből — petesejt — veszi eredetét, de a petesejt csak is egy másik sejt — hímsejt — anyagával való egyesülése, vagyis a hímsejt anyagának behatása következtében képes tovább fejlődni. Ez a két különmemű sejt egymásra való hatásának folyamatát megtermékenyítésnek nevezzük és ezen alapul a nemi szaporodás. Kivételt erre csak egyes növényen találunk, amelyeknél a petesejt néha minden megtermékenyítés nélkül is képes tovább fejlődni, ez a szűznemzés (parthenogenesis).

A tenyészet, vegetatív úton való szaporodás azon mód, amelynél fogva a növény valamelyik vegetatív része fejlődhetik új egyedde. Ez pl. az által is lehetséges, hogy a növényt feldarabolják és mindenik ág, levél, telepdarab, stb. kedvező körülmények között új egyedde növi ki magát, vagy pedig magából új egyedeket fejleszt. Sok növényen erre a célra külön rügyek fejlődnek, pl. a kelőrügyek, amelyek az anyanövényről leválnak és új növényegyedekké fejlődnek.

Az ivartalan szaporodásnál az új egyed, hasonlóan mint a nemi szaporodásnál, csak egy sejtől veszi eredetét. Az e célra szolgáló sejtek külön jönnek létre és azzal a tulajdonsággal bírnak, hogy minden más sejt behatása nélkül fejlődnek új növényre, ilyenek: a moszatok rajzó spórái, a gombák conidiumspórái, a harasztok spórái.

Az új növényi egyed fejlődése legtöbbször egyetlene sejtől indul meg. Ebben a sejtben az anyanövény összes tulajdonságai egyesítve, mintegy felhalmozva vannak, amelyek az anyasejtől fejlődő új növényen ismét érvényre jutnak, tehát kibontakoznak. Ez az öröklés. Ilyen sejt pl. a megtermékenyített petesejt.

Az egymást megtermékenyítő nemi sejtek vagy egy és ugyanazon egyedtől, vagy pedig különböző egyedektől származhatnak. Hogy csak a különböző egyedek nemi sejtjei egyesülhessenek egymással, arra a növények különböző berendezéssel bírnak; ilyen pl. a kétlakosság és a virágos növényeknél azon tulajdonság, hogy ugyanazon virágon a porzók és a termő nem egyidőben érnek meg.



A legtöbb növénynél ivartalan és ivaros szaporodási szervek is jönnek létre, amelyek a növény fejlődési menetében gyakran szabályosan váltják fel egymást. Az ily növény fejlődési menete két élesen elkülönített szakra osztható, ú. m. az egyik fejlődési szak végén képződnek az ivarszervek, ez a nemi (ivaros) ivadék<sup>1)</sup>, amelyeknek petesejtjeiből a megtermékenyítés után indul meg a második fejlődési szak, amely az ivartalan spóráknak tenyészteti úton való létrehozásával fejlődésének tetőpontját éri el: ez az ivartalan ivadék,<sup>2)</sup> amelynek spóráiból ismét a nemi generáció fejlődik és így tovább. A fejlődés ezen menetét ivadékcserének (metagenesis) nevezzük.

A telepes növények ivartalan szaporodási szerveinek leggyakoribb alakja a spóráképződés. A spórák viszont lehetnek olyanok, amelyek önálló mozgásra képesek az ú. n. csillangószálacskák segítségével, ezek a rajzók, vagy zoospórák, vagy pedig olyanok, amelyek önálló mozgásra nem képesek, ezek az ú. n. aplanospórák. Ez utóbbiak épen úgy fejlődhetnek, mint a rajzó spórák, zárt tartókban, az ú. n. sporangiumokban (endospórák), vagy pedig, amint ez a gombáknál a leggyakoribb eset, gombafonalak végein szabadon (exospórák). A spórák ezen fajtát konidiumoknak, vagy konid-spóráknak is mondjuk.

A kelő sejt (Brutzelle) mindig ugyanazt az ivadéket hozza létre, amelyen keletkezett; ha pl. a nemi ivadékon vette eredetét, akkor belőle ismét a nemi generáció lesz, vagy pedig az ivartalan, ha ezen fejlődött. Élettanilag ugyanilyen értelemben veendő a kelő rügyek is, csak hogy ezek egy egész sejthalmazból állanak.

A Cormophyták szaporodása lényegileg sok hasonlóságot mutat. Alakban azonban lényeges eltérést találunk. Általában két főcsoportra cszthatjuk őket, ha a szaporodási szervek fejlettségét vesszük alapul: a virágtalan és virágos Cormophytákra, az Archegoniatákra és az Anthophytákra. Az ivadékcseré különösen az Archegoniatáknál vehető ki határozottan, míg az Anthophyták magasabb fej-

1) Gametophyta. 2) Sporophyta.



lettségű egyedeinél fokozatosan el lesz fedve úgy, hogy csak cytológiai elemzés kapcsán találhatjuk még meg.

Az ivaros szaporodási módok a telepes növényeknél rendkívül változatos képet mutatnak.

A legegyszerűbb esete az ivaros szaporodásnak akkor áll elő, amikor két teljesen hasonló alakkal bíró sejt egyesülése után keletkezik a további szaporodásra képes új sejt. Ilyenkor a megtermékenyített sejtet zygótának, ha pedig ez állandósul, vagyis hosszabb időn keresztül megtartja csírázó képességét, zygospórának mondjuk. A megtermékenyítésnek ezt a módját isogamikus szaporodásnak, vagy röviden isogamiának is nevezik. Egy magasabb fejlődési fokozatot jelent ez a jelenség, amikor a két egymással egyesülő sejt alakilag eltér egymástól, amikor tehát a hímsejtet határozottan el lehet különíteni a női sejtől, vagy petesejtől (oosphaera). A hímsejt legtöbbször csillangókkal szabadon mozgó sejt, az ún. spermatozooida, míg a peteset legtöbbször mozdulatlan marad és mozgása csak passzív természetű lehet. Ha a két sejt tartóban képződik, akkor a hímsejtek tartó szervét antheridiumnak, a petesejtjét pedig oogoniumnak nevezik.

A gombák szaporodása rendkívül változatos. Az ivaros és ivartalan szaporodási módoknak sokféle, alakilag is eltérő spóraalakja van, amelyről részletesen a növényrendszertan tárgyalásakor lesz szó.

A virágos növények leglényegesebb szaporodási módja a mag által való szaporodás, amely a virágban, az ivarszerveknek egymásra való hatása következtében jön létre. Az egyévesek csak egyszer virítanak, t. i. mindjárt az első, a kétévesek mindjárt a második tenyészeti időszakban és azután elhalnak; a többéveseken, ha már bizonyos kort — a magzó kort — elérték, az ivarszervek létrehozása életük végéig évenként ismétlődik. Kivételt képeznek a sok éviak, de egyszer gyümölcsözők, mint pl. az *Agave americana*, amely nálunk csak magas korában, hazájában azonban már 30 sőt 17 éves korában is virít, de csak egyszer és azután elhal. A fás növények sem virítanak minden évben rendszeren, hanem bizonyos időszakos ingadozásokat lehet megfigyelni, amennyiben ha egyszer dúsan virítottak, azután több éven át egyáltalában nem virítanak, vagy



csak kevés virágot hoznak létre. Kétségtelen, hogy erre nézve a növény általános egészségi állapotának, a kedvező és kedvezőtlen tenyészeti viszonyoknak van befolyása, mindamellett azonban bizonyos, hogy a legkedvezőbb viszonyok között is fennáll ez a rithmus.

Az új egyed, ha az ivarszervek, amelyek egymásra való hatásának köszönheti létrejöttét, egy és ugyanazon fajhoz tartoznak, akkor az öröklés törvényénél fogva minden lényeges jellegében megegyezik a szülők, tehát a faj jellegeivel. Gyakran beteges és rendellenes képződményekre való hajlam is átöröklődik, pl. a virágok, a magvak és a termések elkorcsosodásai, a levelek fehér csíkoltsága (Panachirung).

Az öröklés törvényei szerint elég gyakran előfordul az az eset is, hogy az utódok közül egyiken, vagy másikon új bélyegek is jelentkeznek, ezt a jelenséget az átöröklésnél megnyilvánuló jelenségek idézik elő. Az új tulajdonságok lehetnek átöröklhető kombinációk, amelyek a kereszteződés eredményei, vagy spontán fellépő, de szintén öröklődő mutációk és végül a termőhely és egyéb külső körülmények hatására létrejövő, de nem öröklhető modifikációk.\*) A változás nem terjeszkedik ki a faj (species) lényeges jellegére; így változnak nevezetesen a levelek nagyságra, színre és csíkoltságra, valamint halvány, kóros színezetre nézve; hasonlóan a virágok színre és nagyságra, a termések pedig színre és ízre nézve, stb.

A változás által létrejött jellegek néha a mag általi szaporodásnál is fentartják magukat, pl. a zab szálkás változatai, a káposzta mint fejes, rózsa, leveles, fodros káposzta, a karfiol, a kalarábé, stb. Sok esetben azonban a változat a mag által való szaporodáskor nem állandó, mert az új jellegek fokozatosan eltűnnek és a növény ismét a törzsalakra üt. Ezt a jelenséget, amelynél fogva az elődök egy vagy több ivadék után ismét viszsztatérnek, visszaesésnek (atavismus) nevezik és a Mendel-féle törvénnyel magyarázzák. Így pl. a nemes gyümölcsök fajtái a mag általi szaporodásnál a termő ősalakra esnek vissza és ezért csak vegetatív úton, pl. oltás által tarthatók fenn.

Az az eset is előfordul, hogy az új jellegek csak némely

\*) Az átöröklés jelenségeivel és törvényszerűségeivel a II. kötetben fogunk részletesen foglalkozni.



hajtáscsn, vagy bimbón jelennek meg, így pl. egészen zöld fán egy fehérén csikolt, vagy halvány hajtás tűnik elő; némely növényen egyik, vagy másik virág más színben jelenik meg, pl. a jácinton, tulipánon, georginán. Ide tartozik az a jelenség is, hogy némely fa, pl. a bükk szaggyalított levelű változatán néha egészen ép levelű hajtások fejlődnek, ami szintén a törzsalakra való visszaesés.

A kertészetben mesterségesen is nevelnek változatokat, különböző tényezők közreműködtetése által; így pl. a jó talaj, a trágya és a talajnemek különböző keverékei és más külső befolyások által. A gyönyörű színű és nagy virágú árvácskák mind a vadon termő, jelentéktelen virágú háromszínű árvácskákból fejlődtek ki művelés által. A murek jó kövér talajban nagy, húscs gyökereket fejleszt, sovány terméketlen talajban azonban megint a vadon termő, fás, vékony gyökérrel bíró alak lesz belőle. A klímái viszonyok szintén gyakorolnak oly befolyást, amelynél fogva új modifikációk keletkeznek. Ha délibb vidéki növények magvai északibb vidéken vettetnek el, gyakran oly változatok keletkeznek, amelyek rövidebb idő alatt fejezik be tenyészetiüket és ez által az északibb klímához alkalmazkodnak. Legtöbbször más klíma alatt és más talajban nem változnak meg mindjárt a növény ivadécai; így pl. az északi vidékek gabonánemei a déli vidéken elvetve, megszokott rövidebb tenyészeti idejük következtében hamarabb érnek meg. Fáink is tenyészetiüknek északi, vagyis felső határa felé lassanként el szoktak törpülni, így a mezei juhar, lúcfenyő, bükk stb. és egyszersmind ritkábban teremnek.

Ha az új jeleggel bíró utódok közül egyesek kiválasztatnak és magvakról megfelelően tenyésztve az új jellegeket megtartják, akkor új fajta (Sorte) keletkeznek. Ez a kiválasztás vagy természetes, vagy mesterséges. Mesterséges akkor, ha a tenyésztő bizonyos változatokat kiválaszt, amelyeknek jellegeit állandósítani akarja, természetes pedig akkor, ha azok az egyedek, amelyek szerzett tulajdonságaiknál fogva az adott életfeltételeknek legjobban megfelelnek és azért más egyedek fölött előnyben vannak, tovább tartják fenn magukat, tovább szaporodnak, míg a többiek, amelyek kevésbé tudtak alkalmazkodni, elpusztulnak. A magukat jobban fenntartani tudók ivadécai is öröklök többé-ke-



vésbé szülőiknek kedvezően változott tulajdonságait és egyesek még nagyobb mértékben fogják bírni azokat. Így a viszonyoknak jobban megfelelő új tulajdonságok mind jobban és jobban megállapodnak. Ez a természetes alkalmazkodás (adaptatio) az adott viszonyokhoz. Ez a folyamat szolgált alapul Darwin elméletének a fajok keletkezéséről. Darwin szerint az összes fajok az alkalmazkodás és a természetes kiválasztás együttes hatása következtében keletkeznek és ennél fogva a faj bélyegei olyanoknak tekintendők, amelyeket az az elődöktől örökölt és amelyeket az életért való küzdelemben és a viszonyokhoz való alkalmazkodásban meg is tartott és állandósított.

Az ivaros szaporodás két különböző faj, vagy változat közt is lehetséges; az ily módon létrejött utódok azonban mind a két törzsalak bélyegeit egyesítve bírják és ennél fogva majd inkább az atyához, majd meg az anyához hasonlítanak jobban és ezért ezeket keresztezett fajoknak (Bastard) nevezzük; a folyamat pedig, amely ezeket létrehozta, a kereszteződés.

A kereszteződés leggyakoribb a Phanerogamoknál, mert a virágpor legkönnyebben átvihető a másik fajnak bibéjére, ami vagy a szél, a rovarok stb. által történik, tehát természetes úton, vagy pedig mesterségesen, pl. ecset segítségével. De ha az utóbbi esetben tiszta eredményt akarunk elérni, szükséges a megtermékenyített virágból a porzókat kitépni a maga-megporzás megakadályozására, még mielőtt felnyíltak volna, továbbá meg kell a virágot idegen virágpor behatása ellen is védeni.

A kereszteződés leginkább csak rendszertanilag egymáshoz közel álló rokon növényalakok között lehetséges; azért gyakran csak a fajokra, vagy egy faj változataira szorítkozik, két különböző és egymástól nagyon távol álló családhoz tartozó alakok között azonban sohasem fordul elő. A hajlam a kereszteződésre a különböző családok keretében is igen különböző. Két növényalak annál nehezebben kereszteződik, minél kisebb köztük a nemi rokonság. Különös hajlammal bírnak a kereszteződésre, fanemeink közül: a fűzek, amelyeknek 32 európai faja után több mint 70 válfaja ismeretes, továbbá kereszteződnek egymással a tölgyfajok, rózsák, *Verbascum*, *Epilobium* fajok stb.

A bastardok a külső bélyegeket illetően rendesen a szülők között foglalnak helyet ú. n. középalakok (pl. a *Sorbus*



aria  $\times$  aucuparia) és gyakran ezen tulajdonságuknál fogva ismerhetők fel; vagy pedig egyes jellegeikben többé vagy kevésbé a szülők egyikére ütnek vissza. Legtöbb esetben a keletkező bastardra nincs befolyással, hogy valamely X növény hím- vagy nőivadék volt-e, vagyis az  $X \text{ ♀} \times Y \text{ ♂}$  bastard nem különbözik az  $X \text{ ♂} \times Y \text{ ♀}$  bastardtól. Egyes kivételes esetben azonban határozott elkülönülés is megfigyelhető.

Ezek szerint tehát a tulajdonságok keveredése a bastardoknál legtöbbször teljesen mondható. Így pl. ha az egyik faj levele épszélű, a másik fajé szárnyalt, a bastard levele a tölgylevélhez hasonló, karélyos lesz; vagy pl. egy későn virító és egy korán virágzó faj kereszteződéséből származó bastard virágzási ideje a kettő közé tolódhatik el, stb. Ha a bastard egyes részein az anya, másik részein pedig az apa tulajdonságait tisztán mutatja, vagyis a tulajdonságok váltakoznak a növényen, akkor mozaikbastard a neve.

A bastardok az első generációban teljesen hasonlítanak egymáshoz, a második, harmadik stb. generációban azonban a tulajdonságok átöröklésénél hasadás áll be a Mendel-féle törvény alapján, amelyről a II. részben lesz részletesen szó.

#### *A telepes növények szaporodása.*

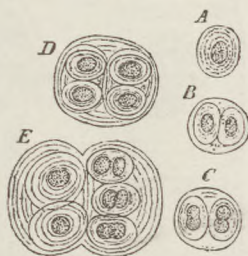
A telepes növényeknél a szaporodási módoknak igen nagy változatosságát találjuk fel. A szaporodás, a legegyszerűbb alaktól kezdve, fölfelé mindinkább összetettebb, sőt annyira bonyolódott lesz, minővel a magasabb rendű edényes növényeknél sem találkozunk. A legalsóbb rendűeknél a nemi szaporodásról szó sem lehet; valamivel magasabb rendűeknél már a nemi szaporodásnak mintegy kezdetleges voltával találkozunk, végül a legkifejlettebbeknél nemcsak külön hím és női jellegű sejtek képződnek, hanem gyakran még más ivaros jelleget jelző mellékberendezések is szolgálnak a cél elérésére.

##### *a) A telepes növények ivartalan úton való szaporodása.*

Ezek legalsóbbjainál a szaporodás a sejtosztódással esik össze, az egy sejt, amelyből az egész növény áll, két sejtre oszlik és mindegyik külön tovább is élhet és ismételheti az osz-



tódási folyamatot; pl. a bakteriumok. Már valamivel magasabb rendűek azok, amelyeknél az osztódás által keletkezett sejtek egymással összefüggésben maradnak és sejtsaládákat alkotnak, amelyek testhez, koronghoz, vagy fonalhoz hasonlítanak. Ilyen pl. a *Gloeocapsa* család (l. 424. kép). Ez többé-kevésbé gömbölyű sejtekből áll, amelyek sejtfala erősen felduzzadt és rétegzetesen kocsonyássá lesz. Egy ilyen sejt a tér minden irányában képes osztódni, leánysejtjei külön sejtburkot kapnak ugyan, de az anyasejt falán belül maradnak, minek következtében sejtsaládák keletkeznek, amelyek, amint az ivadékok egymásután képződtek, éppen abban a sorban, az egymásba tokolt réteges sejtfalakkal vannak összefoglalva. Ha igen gyakori osztódások következtében a család erősen nő, akkor a kocsonyaburok annyira meglágyul, hogy a család szétfolyik, néha pedig a burok felszakadásának következtében egyes sejtek kiszabadulnak és osztódás által új családot hoznak létre. A magasabb rendű telepes növényeknél az ivartalan szaporodás mindig úgy megy végbe, hogy a sejtosztódás útján alakult új egyedek létrehozó sejt elválk a telep többi sejtjeitől és azután maga is fejlődésnek indulva, hozza létre az új egyedet, pl. a gombák conidspórák által való szaporodása.



424. kép.

*Gloeocapsa* az osztódás különböző stádiumában. A—E. Sachs után.

*b) A telepes növények egyenlő nagyságú és alakú ivarsejtekkel való szaporodása.*

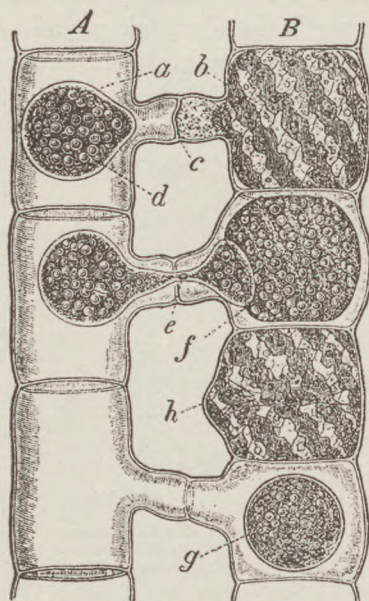
Ezen növényeknél a nemi szaporodásnak első és mintegy legkezdetlegesebb alakjával találkozunk, az egyesülő sejtek egymástól láthatólag nem különböznek, a nemzés ezen neme a párzás (conjugatio vagy copulatio). Az egyesülő sejtek vagy rajzó sejtek (*Volvocaceae*; l. 3. kép), vagy sejtfallal ellátott mozdulatlan sejtek (*Zygnemataceae*). Az ivaros szaporodást végző sejteket gamétáknak is mondják.

A rajzósejtek sejtfal nélküli, ú. n. elsődleges sejtek. A gombák szintelen, a moszatok pedig zöldszerű rajzósejtekkel bírnak. Az utóbbiak csak elől vannak egy szintelen folttal ellátva, amelynek közepén egy piros pontocska van. A szintelen



foltból ered 2—4 csillangó, amelyek csavar módjára gyorsan összehúzódnak, ép oly gyorsan ismét kinyúlnak és ez által a rajzót a vízben forgatva előreviszik.

A nemzés folyamata abban áll, hogy a két egyenlő sejtnek protoplazmája egyesül, aminek következtében egy új sejt, az úgynevezett j á r o m s p ó r a (zygospóra) keletkezik, amely



425. kép.

A *Spirogyra* párzása. A a him-, B a nőfonal. Az *a* és *b* sejtek nyúlványa *c*-nél összenőtt, *d* a himsejt tartalmának összezsugorodása, *e* a nyúlvány keletkezése, *f* a két párzósejt tartalmának összezsugorodása, *g* a nyúlvány keletkezése, *h* a két párzósejt tartalmának érintkezése, *i* a kész zygospóra. 400-szorosan nagyítva. Kny után.

sejtfallal veszi körül magát és hosszabb, vagy rövidebb idei nyugvás után egy új növényt hoz létre és pedig vagy közvetve vagy közvetlenül oly módon, hogy tartalmából, hol rajzósejtek, hol kelősejtek képződnek, amelyből az új ivadék keletkezik. Vannak oly esetek is, midőn a fiatal növény előbb hosszabb ideig tenyészteti úton szaporodik és ha ily módon az ivadékoknak egész sora keletkezett, beáll ismét a nemi szaporodás, amely úgy látszik, hivatva van a fejlődés valamely kedvezőtlen időszakában a faj fenntartását biztosítani, de egyszersmind a faj egyöntetűségét fenntartani és az életviszonyokra nézve közömbös változatokat beolvasztani, illetve eltüntetni.

A rajzósejtek párzására szolgáltat példát a *Pandorina morum* nevű moszat (l. 3. kép), amely sejtszaladokban él; 16 csupasz sejt, amelyek mindegyike színtelen véggel, piros ponttal és két csillangóval bír, egy kocsányos burokba zárva alkotja a gömbölyű családot. A csillangók a burokból finom nyílásokon át nyúlnak ki a vízbe és összehúzódásaik által az egész családot forgásba hozzák. Szaporodása párzás által és tenyészteti úton történik. A párzás által



való szaporodási módnál a család mindegyik sejtje 16 sejtre oszlik, összesen tehát 256 sejtre, amelyek két-két csillangóval ellátva, egyenkint lépnek ki a közös burokból. Rövid idei rajzás után ketten közelednek egymás felé, majd színtelen végökkel érintkezve, ugyan e helyben egybe tapadnak, kezdetben még két cikkű zsemlyealakot képeznek, de amint az egybeolvadás előre halad, mindinkább közelednek a gömbalakhoz, amelyen eleinte még a négy csillangó és a két piros pont is látható. Ezután eltűnek a csillangók, valamint a színtelen folt is, a gömb pedig egynemű, zöld színt nyer és felületén sejtfa képződik. Az így keletkezett sejt a *zygospóra*. Az egész párzási folyamat öt percig tart. Ez a szaporodási folyamat akkor szokott bekövetkezni, amidőn a pocsolyák vizei kezdenek már kiszáradni, beáll azonban ősszel is. A zygospóra későbbben piros színt vesz fel és így hever a pocsolyák iszapjában. Ha ismét vizet kap, akkor már 24 óra múlva kezd éledni és a zygospórából kilép a tartalom, kocsonyás burokkal körülzárva, amelyből a piros rajzó kiszabadul. Ez azután csillangóit behuzza, plazmatartalma pedig két sejtre és ezek egymásután egészen 16-ra oszlanak, melyek mint az új családnál, egymásmellé helyezkednek, a csillangóik is kialakulnak és az egész kerületen kocsonyás burkot választanak ki. Az ily módon létrejött család eleinte még pirosszínű, de későbbben megzöldül.

A vegetatív, illetőleg ivartalan szaporodásnál mindegyik sejt szintén 16 kisebb sejtre oszlik, de ezek osztódás után tizenhatonként együtt maradnak és külön kocsonyás burokkal veszik körül magukat, így keletkezik az anyacsaládban 16 új család, amelyek nemsokára az anyacsalád megirtkult burkából kiszabadulnak.

A sejtfaállal bíró, párzó sejtekre szolgáltat példát a *Spirogyra* nevű fonalmoszat (l. 425. kép). Két, egymás mellett fekvő fonal sejtjei vesznek részt a conjugációban, a szemben levő sejtek egymás felé rövid csöves nyúlványokat növesztenek, amelyek végükön egymással találkozáva, összenőnek, a fonal ilyenkor létrához (ökörfáramhoz, innen van



426. kép.

A *Spirogyra*  
jugalis csirázó  
zygospórája.  
Pringsheim után.



nevük) hasonlít. Az összekötő csatorna közepén levő harántfalban feloldás következtében kis nyílás keletkezik, melyen keresztül a tartalom, miután már mindegyik sejtben a szögletekből kissé visszahúzódott, átlép az egyik fonalból a másik fonal illető sejtjébe, melyek plazmájával egybeolvad, vagy pedig a csatornában egyesülnek. A plazma már az összehúzódásnál, de még inkább az egybeolvadásnál sok vizet szorít ki magából, miáltal kisebb térfogatú ugyan, de töményebb lett. Mindegyik egybeolvadt protoplazmatömeg egy zygospórát alkot az anyatest falán belül, amely azonban nemsokára három rétegű sejtfallal veszi magát körül. A zygospóra a téli nyugalom eltelte után, amely idő alatt az anyasejt falai elkorhadnak, csírázásnak indul (l. 426. kép). Ez abból áll, hogy a zygospóra legbelső sejtfallrétege a két külsőt felrepeszti és mint tömlő lép ki, amelyben a chlorophyllszalag sem hiányzik, nemsokára ezen tömlő harántfalak által rekeszekre oszlik, minek következtében egy új sejtfonal jön létre.

*c) A telepes növények him- és petesejtekkkel való szaporodása.*

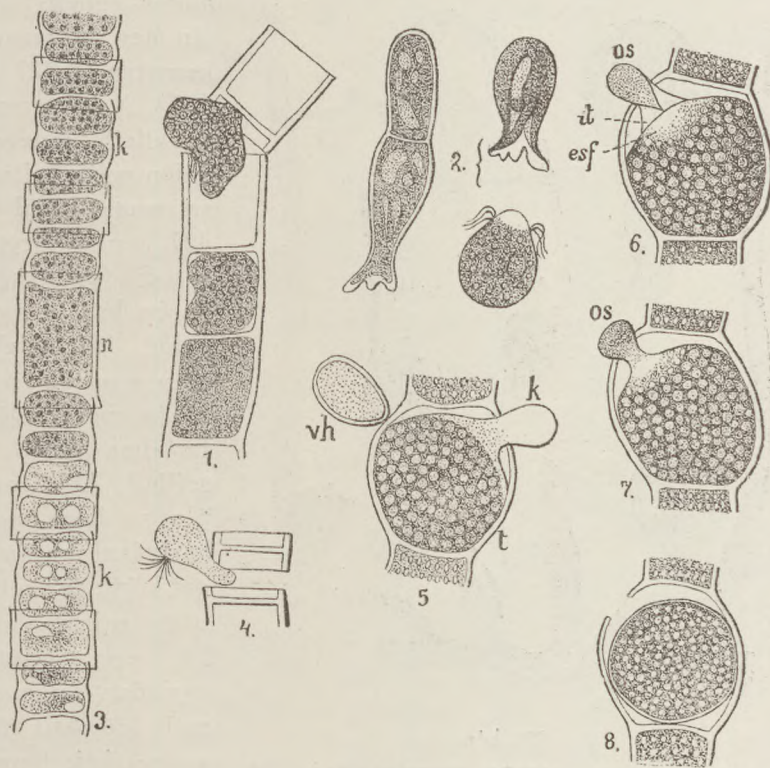
Az előbbieken láttuk, hogy a conjugáló két sejt alakra és nagyságra nézve egymással megegyezik, de ha még egy lépéssel tovább megyünk a magasabb rendű növények felé, akkor azt látjuk, hogy a két egyesülő sejt nemcsak magatartásra nézve, hanem alakra és nagyságra nézve is különbözik egymástól és azért mint him- és petesejt különböztethetők meg. Példát szolgáltat erre az Oedogonium diplandrum Jur. (l. 427. kép). Ez a fonalmoszat álló vízben tartózkodik. Fonalai háromfélék: olyanok, amelyek csak ivartalanul szaporodnak (l. 427. kép 1) és olyanok, amelyek vagy a him-, vagy a petesejteket hozzák létre (l. 427. kép).

Az ivartalan szaporodás beállta előtt a sejtekben a chlorophyllszalagok eltűnnek, a chlorophyllszemecskék ellenben mindinkább gyarapodnak (l. 427. kép 1). A sejt tartalom azután a szögletekből visszahúzódva, az oldalfal közepe táján valamely ponton színtelen foltot, ú. n. szájfoltot kap, végre a sejt hosszfa harántirányban felreped, a tartalom pedig kilép és a szájfolt területén lévő csillangók segítségével tovább rajzik (l. 427. kép 1—2). Ez a neutrális rajzósejt, amely valamely szilárd testre leülepedve, más sejt közreműködése nélkül képes új



fonalat létrehozni, ennek a moszatnak ez az ivartalan szaporodása (l. 427. kép 2).

A női fonalban képződnek helyenkint nagyobb átmérőjű, majdnem gömbalakú sejtek, amelyek a női ivarszerv értékével bírnak és termőgömböknek (oogonium) nevezetnek. Az ily



427. kép.

Az *Oedogonium diplandrum* Jur. ivaros szaporodása. 1. A rajzó kilépése. 2. A rajzósejt tovább fejlődése. 3. A hímédény fonaldarabja; *k* ivaros sejtek, *n* tenyészősejt. 4. A hímrajzósejt kilépése. 5. A nőgyén egyik nősejtje (oogonium) *t*, a rá üledő hímsejt *vh*, az oogonium nyílásán kilépő plazma *k*. 6. A hímsejtnak *os* a petesejttel való egybeolvadása. 8. A két sejt egybeolvadásából keletkezett petespora (oospora). Murányi után.

termőgömb tartalma felső végéhez közel, de oldalt, egy szintelen foltot (fogamzási folt) kap, ezzel szemben reped fel az oogonium fala, protoplazmájának egy része kilép (l. 427. kép 5), a többi részint tölcsérszerű vezetéket képez, részint bent marad, összehúzódik és a petesejtet alkotja.



Ha a himrajzók termőtömbre találhatnak, reá ülepednek és sejtfallal veszik körül magukat (l. 427. kép 5, *vh*) tartalmuk pedig megoszlik két spermatozoidra. A sejtfallal felrepedése után mindegyik spermatozoid kijut és a petegömbön tovább haladva a nyílásba jut, amelyen behatolva, az egész spermatozoid bele-

olvad a petesejtbe, amely ennek folytán meg van termékenyítve (l. 427. k. 6, 7). A megtermékenyített petesejt külön sejtfallal veszi magát körül (l. 427. kép 8), megpirosodik és nyugalomba lép. A nyugalmi idő eltelte után a petespóra (oospora) egész tartalma kilép a sejtéből. A kilépett plazma igen finom hártyával veszi magát körül és azután négy rajzóra oszlik, ezek kijutva egy ideig rajzanak, mely idő alatt zöld szemecskék lépnek fel bennük, a rajzást befejezve leülepednek, egészen



428. kép.

A *Lejolisia mediterranea* szaporodási szervei. 1. Tetrasporákat viselő ág. 2. Ivarszerveket viselő ág; *d* rhizoidok, *a* antheridium, *b-c* procarpiumok. 3. A termékenyítés módja. 4, 6, 7. A spóratermés (cystocarpium) fejlődése. 5. A spórák kihullása a cystocarpiumból. Kny után.

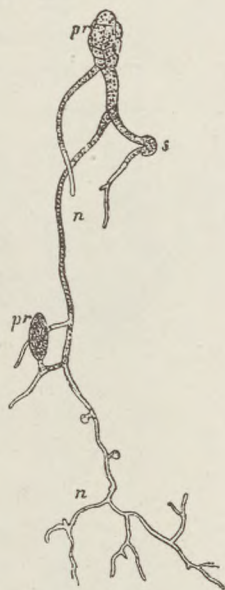
megzöldülnek és új Oedogonium fonalat hoznak létre.

A nemi vagy ivaros szaporodás eddig vázolt alakjaitól eltérőbbek azok, amelyekkel a Florideáknál találkozunk, mert a spórák nem fejlődnek közvetlenül, hanem a megtermékenyítés hatása alatt anyaguk átvitetik más, gyakran távol eső sejtekre, amelyekből a spórák képződnek. Miután itt a spórák gyakran



még egy sejtekből alkotott burokba is be vannak zárva, azért itt már spóratermést szokás megkülönböztetni. A nemzés ezen folyamatára szolgáltat példát a *Lejolisia mediterranea* nevű tengeri moszat (l. 428. kép). Telepe kúszó, elágazó sejt sorokból áll, amelyekből lefelé rhizoidok, fölfelé pedig rövid hajtások fejlődnek. Az ivartalan szaporodásra a tetraspórák szolgálnak, amelyek a rövid hajtások végén négyes számmal egy anyasejtből képződnek a fonal testében (l. 428. kép 1). Az antheridium, mely szintén ilyen rövid ág végén van, áll egy középső sejt fonalból, amely számos spermatozoid anyasejttel van körülvéve (l. 428. kép 2). A spermatozoidok kis gömböcskék, amelyek önállóan nem mozognak. A női ivarszerv áll procarpiumból és az anyaszálból (trichogyn, l. 428. kép 3). A procarpium valamely ágacska utolsó előtti sejtjéből veszi eredetét, amely hosszanti falak által egy középső és négy kerületi sejtre oszlik. A kerületiek egyike három részre oszlik, melyek közül a legfelsőből lesz a trichogyn, az alsók pedig a trichogyn alapját, az ú. n. trichophort alkotják. A spermatozoidok a víz által vitetnek a trichogynra és arra rátapadnak (l. 428. kép 3). A megtermékenyítés olyformán történik, hogy a trichogyn falán, ahol a spermatozoid hozzátapad, egy kis nyílás keletkezik, amelyen át a plazma a spermatozoidból a trichogynba megy át. A trichogyn a megtermékenyítés után nem változik, hanem a spórák a procarpium középső sejtjéből sarjadzanak ki, a három kerületi sejtből fonalak fejlődnek, amelyek egymáshoz illeszkedve, a spóracsoportot magábazáró burkot képezik (l. 428. kép 4, 6, 7). Így jön létre a spóratermés (cystocarp), amelynek felső végén, egy repedésen át, az érett spórák kijutnak (l. 428. kép).

A legbonyolódottabb a termékenyítés a *Dudresnaya cocci-*



429. kép.

A *Sphagnum acutifolium* protonemája *n—n*, az *s* spórából fejlődve; *pr* rügyek, illetőleg fiatal növények kezdetei. Schimper után.



neanál. Ennél a trichogyn és a procarpium külön ágakon vannak. Miután a spermatozoidok a trichogyn végével egyesültek, annak alján egy nyúlvány fejlődik, amelyből két hosszú ág nő ki, ezek a procarpiumokhoz hozzá feküsznek és azokat megtermékenyítik.

A gombák ivaros szaporodását közvetítik a Phycomyceteseknél az oospórák és a zygospórák, az Ascomyceteseknél az ascus-spórák s a Basidiomyceteseknél a basidiospórák.\*)

### Az Archegoniáták szaporodási szervei.

#### a) A mohok (*Bryophyta*).

A mohokon ivadékcserét lehet megkülönböztetni. A spó-

rából fejlődik ugyanis az ivaros generáció, még pedig vagy közvetlenül (a legtöbb májmohoknál), vagy fonalmoszatokhoz hasonló előtelep (protonema) közvetítése által (a lombmohokon). Az ivaros generáción fejlődik az ivartalan spóratermő nemezedék, amely az előbbivel szoros összefüggésben marad.

Az ivartalan vegetatív szaporodás sok mohfajon már az által is beáll, hogy a növény alsó része elhal, elkorhad, minek következtében a különvált ágak önálló növényekké fejlődnek, továbbá rügyek által (l. 429. kép), amelyek részint a protonémán, részint a gyök-szörszálakon (rhizoidák) nagy számmal keletkeznek. A rhizoidokon képződő rügyek a föld alatt mint több sejtű, keményítődús kis gumócskák (l. 223. kép) addig maradhatnak, míg a



430. kép.

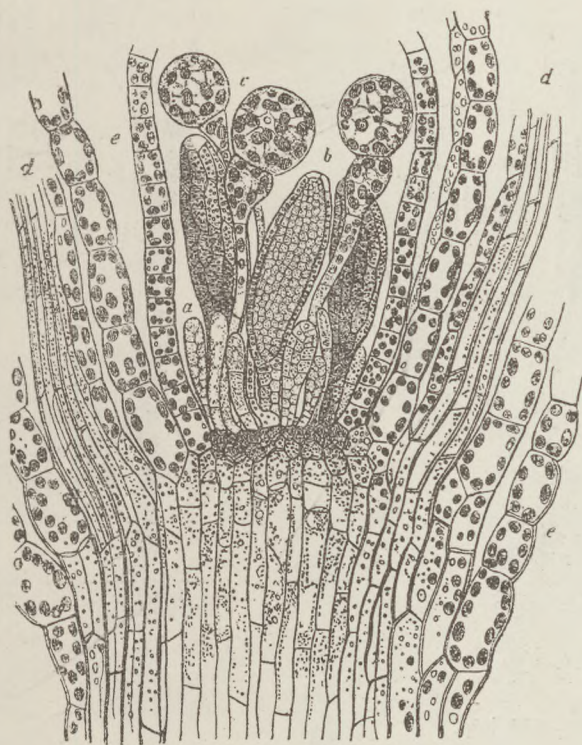
*Georgia pellucida*. A a kelő rügyeket fejlesztő növény természetes nagyságban. B u. a. nagyítva; C a csészészerű képlet, melyben a kelő rügyek fejlődnek. D az előbbi csúcsának hosszmetsege; E a csésze levelei, K különböző fejlettségű kelő rügyek; a fiatalabbak növekedésük folytán az idősebbeket nyeleikről leszakítják és a csészéből kitolják. D érett kelő rügy. 500-szorosan nagyítva. Sachs után.

\*) Ezekről a III. részben lesz részletesen szó.



föld felszínére jutva, új növényé fejlődnek. Igen gyakori a szaporodás még a kelő rügyek (l. 430. kép) által is, amelyek a moh különböző részein keletkezhetnek és tulajdonképpen nyeles sejtcsoportok (*Marchantia*).

A nemi szervek a lombmohokon vagy a főszár, vagy az



431. kép.

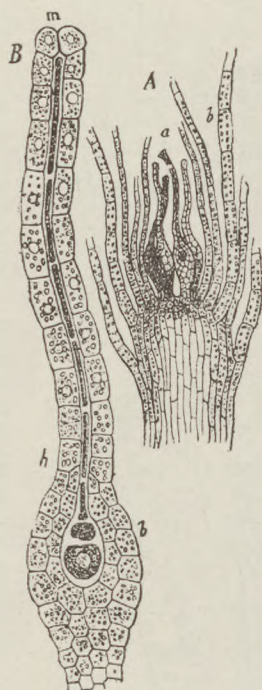
A *Funaria hygrometrica* kis himnegyedének csúcsa hosszmetsetben; *a* fiatal, *b* majdnem érett antheridium, *c* paraphysisek; *d* levelek a lemez közepén, *e* a szélén hosszant metszve. 300-szorosán nagyítva. Sachs után.

ágak végén találhatók, módosult levelek által környezve. Egy növényen vagy mind a kétnemű ivarszervet, vagy csak az egyiket találjuk. A női szervet archegóniumnak, a hímét antheridiumnak nevezzük.

Az antheridium nyeles bunkó vagy tömlő alakú test, amely egyszerű sejtrétegből álló burokkal van körülvéve, belsejét igen

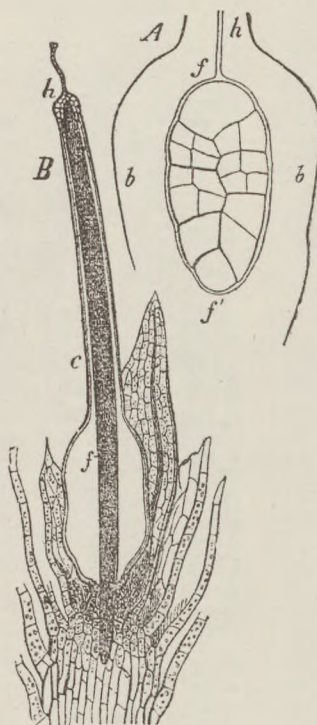


kis sejtű szövet tölti ki, amelyből a spermatozoidák képződnek (l. 431. kép). Az érett antheridium burka tetején felszakad és a spermatozoidák tömegesen tódulnak ki. A kiszabadult spermatozoid a végén két hosszabb csillangóval van ellátva, amelyek segítségével tovább úszik.



432. kép.

A *Funaria hygrometrica*. A a növény csúcsának hosszmetsete 100-szoros nagyításban; a az archegóniumok. B archegonium, b a hasi rész a központi sejtekkel, h a nyaki rész, m a még bezárt nyílás, amely alatt a csatornasejtek nyálkásodni kezdenek. Sachs után.



433. kép.

A *Funaria hygrometrica*. A a sporogonium ( $f, f'$ ) fejlődése kezdetén az archegonium hasi ( $b, b'$ ) részében, h a nyaki rész. B a fejlettebb sporogonium  $f$  és a calyptra C. 40 szeresen nagyítva. Sachs után.

Az archegóniumok húsos, palack alakú, a mohszár csúcsához rövid nyéllel erősített testek. Rajtuk meg lehet különböztetni az alsó, kidomborodó hasi részt és az e felett következő pálca alakú, vékony nyaki részt. Az érett archegóniumban megkülönböztetjük a hasi részben a petesejtet, a nyaki



részben a csatorna sejteket, amelyek falának bomlása és a nyaki rész csúcsának szétválása után a nyaknak közepén, egész hosszában csatorna alakul, amely az archegónium hasában levő petesejthez vezet (l. 432. kép).

Ezen a csatornán át hatolnak be a spermatozoidák a petesejthez, mely a megtermékenyítés után sejtfallal veszi magát körül és azután létrehozza a sporogóniumot, azaz a spóratermő, vagyis ivartalan generációt (l. 433. kép).

A fiatal sporogónium alsó végével a mohszár csúcsának szövetébe nyomul, a felső vége ellenben kezd megvastagodni és ezen megvastagodott része spóratokká fejlődik. A sporogónium eleinte az archegónium hasába van zárva, de nagymérvű hosszabbodása a has falát alul ketté szakítja és amint hosszabbodik, a tetején felemeli az archegónium felső részét, amely mint süveg (fátyolka, calyptra), még a kifejlett spóratokon is látható, visszamaradó alsó fele ellenben mint kis hüvely (vaginula) körülfogja a mohszár csúcsának megszaporodott szövegeivel együtt a nyél tövét.

A spóratok eleinte egynemű sejtekből áll, belsejében mindenek előtt köröskörül tágas ür keletkezik, amely a tok falát elválasztja a tok belső részétől, az utóbbiban, kívülről befelé számítva a harmadik, vagy negyedik sejtréteg, a spóratermőréteg sejteinek osztódása következtében jönnek létre a spórák anyasejtjei, melyek egymástól elválva szabadon vannak a spóratokban. Mindegyik anyasejtben négy spóra képződik, amelyek az anyasejtfal feloldása után szabadokká lesznek és finom por alakjában a spóratokot megtöltik. A spóratok középső falrészében megmaradó szövet alkotja az oszlopot (columella). A tok úgy nyílik fel, hogy teteje mint fedő elválik, minek következtében a spórák kiszóródnak.

Végig tekintve az egészen, azt látjuk, hogy a moh lombos szára képviseli az ivaros generációt, amely önállóan táplálkozik és a sporogónium képviseli az ivartalan ivadékot, amely nem él önállóan, hanem a száracskaival való szoros összefüggésénél fogva, belőle szívja a táplálóanyagokat.



b) *A harasztfélék (Pteridophyta).*

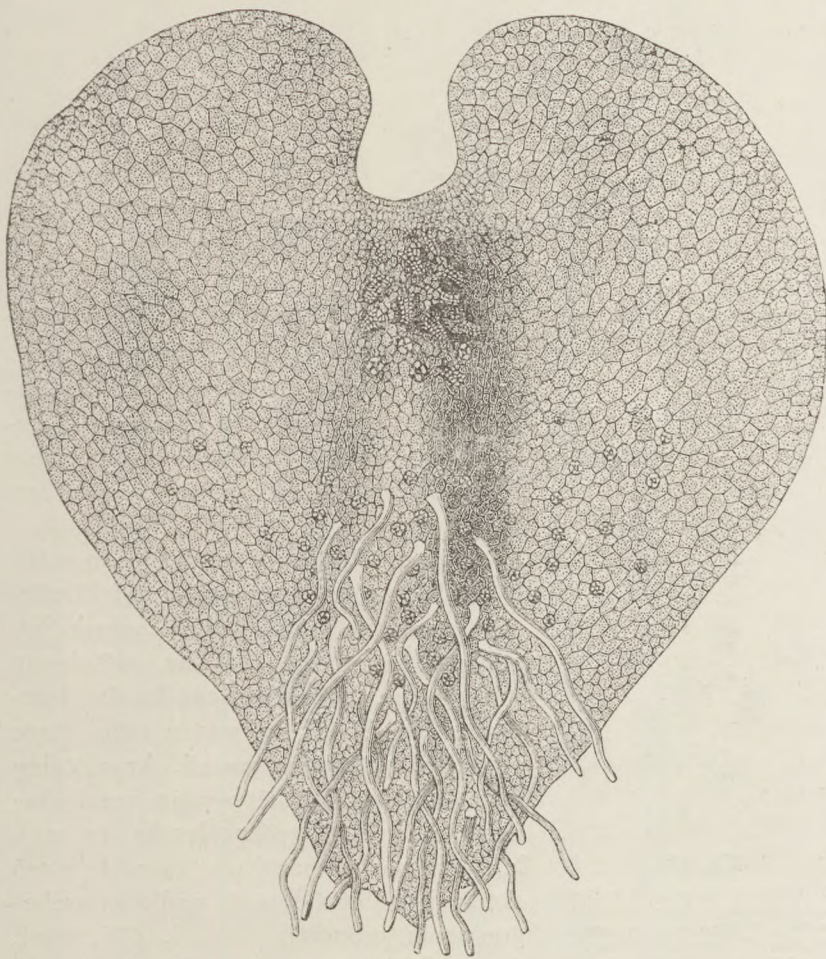
A Pteridophytáknál az ivadékcseré legsebbe és leg-határozottabb alakjában mutatkozik. Köztük és a mohfélék között azonban e tekintetben lényeges különbség van. Mert míg a mohféléknél az ivaros ivadék az erősebb és magasabb rendű, a szárral és levelekkel bíró tulajdonképeni mohnövény, amely hosszú életű és korlátlanul, akárhányszor hozhat létre egymás-után archegóniumokat és antheridiumokat, addig az edényes kryptogamoknál az ivaros ivadék gyenge, rövid életű kis növényke, amely inkább valamely apró levélalakú telepet alkotó májmohhoz hasonlít és azért is előtelepnek (prothallium) nevezetik, archegóniumokat és antheridiumokat csak egyszer hozhat létre és azután többnyire elpusztul.

A mohféléknél továbbá az ivartalan ivadék, a spóratermés (sporogonium), csak a spórák létrehozására rendelt szerv, mely semmi önállóságot nem mutat, hanem a moh szárából táplálkozik és a spórák létrehozása után befejezi életét. Az edényes kryptogamoknál ellenben az ivartalan generáció az, amely a legnagyobb tagoltságot és így a legmagasabb fejlettséget éri el, rajta gyökeret, hosszú életű szárat és nagy, gyakran elágazó leveleket lehet megkülönböztetni. Ez a generáció a tulajdonképeni növény, amely önállóan táplálkozik és számtalanszor képes spórákat létrehozni.

A spórák nélkül való ivartalan szaporodásra a páfrányoknál a kelörügyek szolgálnak, némelyeknél a levélnyélen, másoknál pedig a levéllemezen képződnek. A kelörügyek a levélről többnyire elkorhadás után válnak le és fejlődnek önálló növénné, gyökereket azonban többnyire már akkor fejlesztenek, midőn a levéllel még összefüggésben vannak. A korpafüveknél a kelörügyek a levél helyett a száron keletkeznek. A zsurlóknál a rhizomából és a földfeletti száraknak a talajban levő részéből fejlődhetnek új szárok; néha a rhizomán keményítő tartalmú, egészen mogyoró nagyságú gumók képződnek, amelyek soká nyugalomban maradnak, míg kedvező körülmények között új szárrá fejlődnek. Az ily gumó egy földalatti szártag megvastagodása által jó létre és a hegyén rügyet fejleszt. A dúsan elágazó Selaginellából levágott ágak igen könnyen fejlődnek



önálló növényekké. Némely harasztnál a prothallium szélén s a r j r ü g y e k képződnek, amelyek leválva, önálló prothalliumot hoznak létre. Az ivartalan szaporodásnak legkaphatósabb



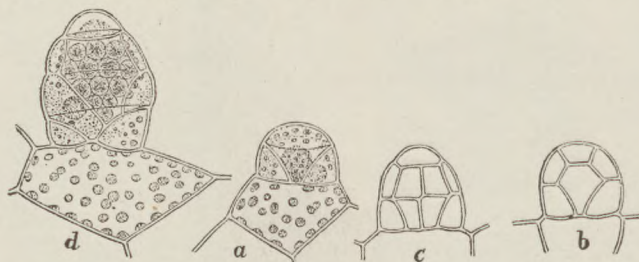
434. kép.

Prothallium alulról nézve. A felül levő bemélyedés alatti képletek az archegoniumok, a rhizoidok körüli s közötti képletek (sötétebb körök) pedig az antheridiumok. Erősen nagyítva. Luerssen után.

eszközét a spórák képezik, amelyek igen nagy mennyiségben, rendszerint külön spóratartókban, az ú. n. s p o r a n g i u m o k b a n jönnek létre.

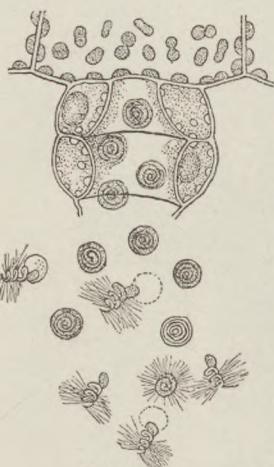


A spóra csirázásánál a belső spórafal felrepesztí a külsőt és belőle kinőve létrehozza osztódás útján az előtelepet (prothallium), amely némelyeknél eleinte sejtfonal, de később



435. kép.

Az *Asplenium alatum* antheridiumának fejlődése; *a* igen fiatalon, *b c* idősebb fejlődési állapotban, *d* az érett antheridium belül a spermatozoidok anyasejtjeivel; valamennyi optikai hossz-metszetben. 325-szörösen nagyítva. Kny után.



436. kép.

A *Pteris serrulata* érett antheridiuma, amidőn a csúcsán keletkezett nyíláson át a spermatozoidok eltávoznak. 350-szeresen nagyítva. Luerissen után.

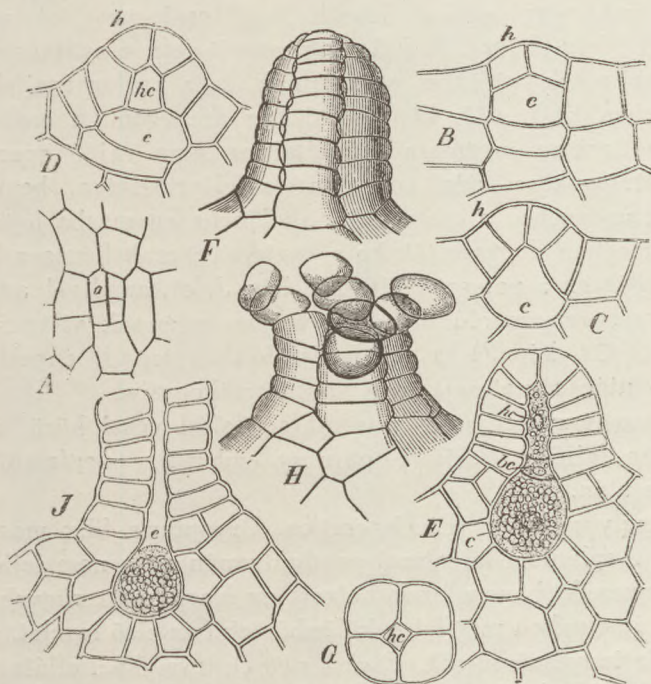
hossz- és harántosztódások által kiszélesedik és végre szív-, vagy vesealakú lemezekké válik (*Polypodiaceae*), mely számos gyökszálacska által a talajhoz van erősítve.

Az előtelepnek középvonala mentén és a közelében levő sejtek a felülettel párhuzamosan is osztódnak, minek következtében ezen rész az előtelepen mint széles, több sejtrétegű borda (ivar-párna) emelkedik ki, míg a többi része egysejtrétegű lemez marad. Az előtelep alsó oldalán, a középbordán veszi eredetét a legtöbb gyökszálacska és ezek közt számos antheridium, csúcs felé eső szélének kiöblösödésénél pedig az archeogoniumok csoportja van (l. 434. kép). Az antheridium a prothallium valamely felületi sejtjéből veszi eredetét, amely

kidudorodva, többnyire egy harántfal által lesz elválasztva és azután dudoralakúan felduzzad. Ez a domború dudor vagy azonnal hozza létre a spermatozoidokat, vagy pedig még tovább oszlik, úgyhogy egy kerületi sejtréteg keletkezik, amely egy központi sejtet fog körül; ezen utóbbiból fejlődnek osztódás által



a spermatozoidák anyasejtjei (l. 435. kép). Az érett antheridium vízfelvétel következtében megdúzzadva, csúcsán felreped és a spermatozoid anyasejtekből a dugaszhúzóhoz hasonló, 3—4-szer csavart spermatozoidok kiszabadulnak. A spermatozoid vékonyabb végén csillangókkal van ellátva, másik végén pedig egy kis hólyagot visz magával, amelyet azonban nemsokára elveszít (l. 436. kép).



437. kép.

Az *Osmunda* archegoniumjának fejlődése. A első osztás felülről. B u. a. keresztben nézve. C—E további fejlődési állapotok, F zárt, H nyitott nyaku archegonium, G a nyaki rész keresztmetszete, J a megtermékenyítésre kész archegonium; a az archegonium anyasejtje, h a nyak, c a központi sejt, e a pete, hc hasi csatornasejt, hc a nyaki és csatornasejt. B—J 240-szeresen, A kevésbé nagyítva. Luerssen után.

Az archegónium a prothallium alsó oldalán kiemelkedő ivarpárnán (l. 437. kép) fejlődik egy felületi sejtéből, amely két harántfal által három egymás felett elhelyezett sejtre oszlik. Ezek közül az alsó a szövetbe mélyesztve marad és úgy oszlik tovább, mint a többi szöveti sejtek és hozzájárul az archegónium hasi falának alkotásához. A középső (l. 437. kép B, c) sejt ké-



pezi az előtelep belsejében maradó központi sejtet, a tulajdonképeni hasi sejtet. A felső két kereszteződő hosszfal által négy sejtre oszlik (l. 437. kép *A, a*), amelyek azután még haránt is osztódva, a nyak négy sejsorát szolgáltatják (l. 437. kép *F*). Eközben a központi sejt tetején kidomborodik és ezáltal egy harántfal által el lesz választva és képviseli az egyedüli nyaki csatornasejtet (l. 437. kép *D, hc*); a központi sejt azután még egy sokkal kisebb hasi csatornasejtet választ le (l. 437. kép *E, bc*). A két csatornasejt fala elnyálkásodik, a nyaki sejsorok végükön szétnyílnak és a csatornasejtek tartalma kiömlik (l. 437. kép *J*), de az archegónium csatornája előtt szétterülve megmarad, miáltal az arra rajzó spermatozoidok futásukban oda vonzatva és feltartóztatva, bemennek nagy mennyiségben a csatornába, ahol néha egymásba fogódzva, nagy tömegben dugaszolják be a csatornát; csak kevesen hatolnak le egészen a petesejzig (l. 437. kép *J, e*), amellyel azonban csak egy spermatozoid olvad egybe, mely annak világos foltjához (l. 437. kép *J*), a fogamzási folthoz tapad; ennek megtörténte után a petesejt meg van termékenyítve.

A megtermékenyített petesejt sejtfallal veszi körül magát és azután fejlődik belőle a páfrány embriója, megfelelő sejtosztódás után.

Némely páfrány (*Pteris cretica*, *Dryopteris filix mas. var. cristata*, *Asplenium falcatum*) prothalliumán néha nem fejlődnek archegóniumok, hanem ezek helyett az ivarpárnán rügyek képződnek, amelyeken meg lehet különböztetni az első levelet, a szár és gyökér tenyészőcsúcsát. Ezek a rügyek levelekkel ellátott páfránnyá fejlődnek. A szaporodásnak ezt a módját, amidőn t. i. az archegóniumok és egyáltalában a női ivarszervek egészen elmaradnak, a *p o g a m i a n a k* nevezzük.

Viszont sok esetben prothalliumok is képződhetnek előzetes spóráképződés nélkül. Az ilyen eseteket a *aposporia* névvel jelölik.

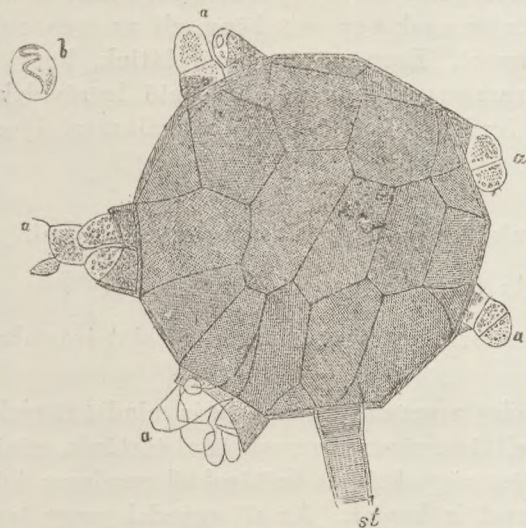
A most tárgyalt szaporodási módtól eltérnek azok az esetek, mikor a Pteridophyták egyes rendjeinél (pl. *Hydropteridales*, *Selaginellales*, stb.) az antheridiumokat és archegóniumokat alakilag különböző prothalliumok, a mikro- és makroprothalliumok hozzák létre, amelyek viszont szintén alakilag különböző



mikro- és makrosporangiumokban keletkezett mikro- és makrospórákra vezethetők vissza.

Ezeknél azonban már azt vesszük észre, hogy a prothallium annál kisebb önállósággal és felettséggel bír, minél magasabbra emelkedünk a növényrendszer sorozatában. Ezek a növények már a virágos növényekhez közelednek.

A *Salvinia natans* (Hydropteridales) mikrosporangiumában pl. 64 mikro-, vagyis hímspóra van, amelyek azonban még csirázáskor sem szabadulnak ki belőle. A mikrospórák fonal alakú



438. kép.

A *Salvinia natans* mikrosporangiuma a kinyúló mikrospóratömlőkkel és a kétsejtű antheridiumokkal (*a*); *st* a mikrosporangium nyele, *b* a spermatozoida. Pringsheim után.

tömlőket fejlesztenek, amelyek a sporangium falán keresztül kinőnek és az igen csökevényes hímprothalliumot képviselik. A fonal kinyúló vége egy harántfallal választódik el és képviseli az antheridiumot, amely még egy harántfallal osztódva, kétsejtűvé válik. Mindegyik sejtben fejlődik négy csavaralakú spermatozoida, amelyek az

antheridium falának felrepedése következtében, vékony hólyagocskákban bezárva, kiszabadulnak (l. 438. kép).

A makrosporangium csak egy, az anyasejt négyes osztódásából származó makrospórát tartalmaz, amely a sporangium egész üregét elfoglalja. A makrospóra csirázásakor a spóra mellső részében felhalmozódott protoplazmatömeg számos sejtre oszlik, amelyek növekedve és egymással összeforrvá, a prothallium kezdetét képezik. A prothallium a spóra üregétől hártya — *d i a p h r a g m a* (rekeszhártya) — által van elkülönítve. A növekedő prothallium fölrepeszti a spóra, illetőleg a sporangium csúcsát és kilép, de



a spórától el nem válik, hanem vele összefüggésben, illetőleg félig-meddig abba bezárva marad. Teljesen kifejlődve egy mell-ső lapos részből és két hátrafelé nyúló, szárnyalakú függelék-ből áll, amelyek között a telep foglal helyet (l. 439. kép).

Az archegóniumok az előtelep mellső részén fejlődnek, amelynek szövetébe vannak bemélyesztve; nyakuk csak kevésbé nyúlik ki a prothalliumból.

A Selaginellánál a női prothallium önállósága egészen megszűnik és csakis a spóra belsejében képződött szövetből áll, a hím-spórában pedig szintén csak egy sejt képviseli az igen csökevényes hímprothalliumot. Ezen növényeknél látjuk, hogy a kétnemű spórák az ivarszervek képzését a lehető legrövidebb úton, tehát az ivaros ivadék fejlettségének redukálásával igyekeznek elérni.

### A virágos növények (Anthophyta) szaporodási szervei.

#### a) Az ivartalan szaporodás.

A virágos növények szintén részint ivaros, részint ivartalan úton szaporodnak.

Az ivartalan, illetőleg a vegetatív szaporodás mindig rügyek, vagy pedig rügyekkel ellátott növényi részek által történik, mint-hogy pedig a közönséges rügyektől és hajtásoktól rendesen különböznek, másféle nevet is kaptak. Az új egyedek vagy természetes úton jönnek létre, amidőn a szaporodásra szolgáló szervek, vagy az általuk létrehozott növények önmaguktól válnak le az anyanövényekről, vagy mesterséges úton, az emberi kéz közbenjárásával, amit a fás növények mesterséges szaporításánál igen gyakran szokás alkalmazni.

Ezek kizárásával a természetes úton való vegetatív szaporodásra szolgálnak:

1. *Ostorindák és tarackok.* Ezek a földön, vagy a föld alatt kúszó hajtások, amelyek a csomókon és a csúcson gyökereket és lombrügyeket fejlesztenek, amelyekből új hajtások nőnek; pl. a szamóca, tarackbúza (l. 359. kép), néhány cserje, ú. m. a *Rhus toxicodendron* és némileg a mogyoró is.

2. *Kelő rügyek (sarjrügyek).* Ezek hagymához hason-

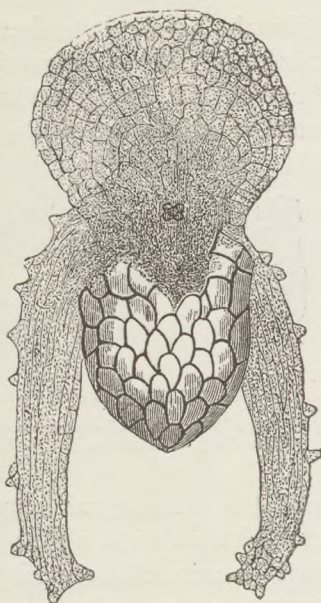


lítanak és vagy a levél hónaljában képződnek közönséges rügy helyett, pl. a fogasíron (*Dentaria*), vagy pedig a virágzatban, pl. a vöröshagymán. A kelő rügyek az anyanövényről maguktól válnak le és új növényt hoznak létre.

3. **Kelő hagymák.** A hagymapikkelyek aljában keletkező kis hagymaalakú rügyek. Az ivartalan szaporodás e neme a hagymás növényeken igen közönséges (l. 348. kép).

4. **Gumós rügyek.** Ezek apró, gumóalakú rügyek, zöld levelek hónaljában, pl. a salátaboglárkán (*Ranunculus ficaria*), amely leginkább ezek által szaporodik (l. 440. k.).

5. **Gumók.** A földalatti szár rügyekkel ellátott megvastagodásai, pl. a burgonya, amelyből annyi földfeletti szár fejlődhetik, ahány szeme (rügye) van (l. 349. kép).



439. kép.

A *Salvinia natans* makróspórája kinyúló előteleppel, amelyen a ki nem emelkedő archegoniumok nyílásai láthatók. Reinke után.

b) *Az ivaros szaporodás. A virágokról általában.*

A virágos növények ivaros szaporodásának szerveit a virág



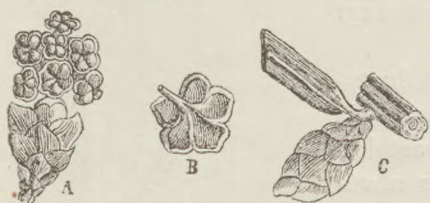
440. kép.

A *Ranunculus ficaria* gumós rügye. Emery után.

foglalja magában, amely nem egyéb, mint az ivarszervekké és azokat célszerűen körülvevő képletekké módosult leveleket viselő ág (vacok), amely a vegetatív ágaktól majd mindig könnyen megkülönböztethető. A virágok rendszerint a szár oldalán fejlődő



ágakon (kocsány) keletkeznek és ilyenkor a levelek hónaljában állanak, amely leveleket felleveleknek, vagy murváknak nevezünk. A virág ép úgy, mint a vegetatív ág, tengelyrészből és levelekből áll, amely utóbbiak közül a legfelsőbbek ivarszervekké vannak sajátosságosan átalakulva, míg a tengelyrész majd mindig



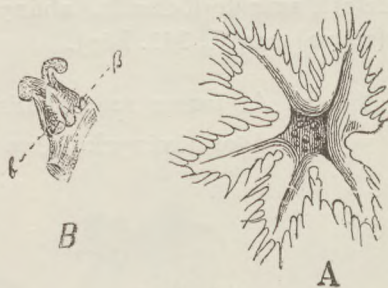
441. kép.

A *Taxus* hímvirága A, porzója B és nővirága C a fedőlevélnek egy részével. Fekete-Mágócsy után.

pedig a hímgyök (spermagökök) fejlődnek ki, továbbá a magkezdemények (magrügyek), amelyekben viszont a nősejt, a petesejt fejlődik ki. A kettő egyesüléséből fejlődik ki azután az embrió és az új növény. A virág tehát különböző szerveket egyesít bizonyos élettani célra és ezért készüléknek, még pedig összetett ivari készüléknek kell azt tekintenünk, illetőleg mint-hogy a virágpor megfelel fejlődésben a mikrospórának, a magkezdemény anyasejtje pedig a makrospórának, az ivarszervnek nevezett porzó- és termőlevelet spórát fejlesztő levélnek (sporophyllum) kell tekintenünk és így az ivari készülék volta-képpen sporophyllum részlet.

A virágok vagy a vegetatív levelekkel együtt a egyes rügyekből, vagy pedig az új. n. virágrügyekből veszik eredetüket; a még ki nem nyílt virágot bimbónak nevezzük.

Meddő a virág akkor, ha benne a sporophyllumok, vagyis az ivarszervek hiányzanak, pl. a búzavirág csükküllő virágzati



442. kép.

A a *Quercus infectoria* hímvirágának leple, B a *Q. palustris* nővirága, b murva-, β előlevél. Luerssen után.



fészkenek és a kánya bangita bogernyővirágzatának virágai; hímnősnek, vagy kétivarúnak (flos. hermaphroditus, monoclinicus) nevezik a virágot akkor, ha benne mind a két jellemző sporophyllum, illetőleg a porzó és a termő megvan; ellenkező esetben egyivarú (insexualis, diclinicus) és pedig ha a hímvart tartalmazza, akkor hímvirág, vagy porzós virág (fl. masculinus), ha pedig a női sporophyllumot, akkor nővirág, vagy termős virág (fl. femininus). Ha a porzós- és termős virág egy egyénen fordul elő, akkor az illető növény egylaki (planta monoica), pl. a fenyők, a bükk, a tölgy, a kukorica (l. 441. kép); ha ellenben ugyanazon egyénen mindig csak ugyanazon porzós, vagy termős virág van, akkor a növény



443. kép.

Leples virágok. *A* az *Ulmus*, *B* a pázsitfűfélék virága szétálló pelyvával *b b'*; *C* u. a. az egyik külső pelyva eltávolítása után, *b* a másik pelyva, *x x'* a belső pelyvák. *D* a *Scirpus* virága. Seubert után.

kétlaki (planta dioica), pl. a boróka, a legtöbb fűz és nyár, a kender. Vannak azonban olyan növényfajok is, amelyeknek egy és ugyanazon egyedein porzós, termős és porzótermős virágokat találunk, ezeket *polygam* növényeknek (pl. *polygameae*) nevezzük, pl. a juhar, az eperfa, stb.

A vackon állanak majdnem körben összeszoruló csavarvonalakban, vagy örvökben a viráglevelek, amelyek átalakulásuk foka és célja szerint egymástól különböznek.

A virágleveleknek egymástól eltérő több emeletét lehet megkülönböztetni, amelyeket *tájaknak* nevezünk. E tájak közül a külsők a védőszervek (perianthium), a belsők pedig a tulajdonképeni ivarszervek. A legkifejlettebb és hiánytalan virágokban négy tájat különböztetünk meg, amelyek alulról felfelé a következők: csészé, vagy kehely (calyx), pártá



(corolla), hím táj (androeceum) és nő táj (gynöceum).\*) Lehetnek a virágtakaró levelei egyneműek is, amikor azt lepelnek mondjuk. A pártát a szirmok, a hím tájt a porzók (stamina), a nő tájt a termőlevelek (carpell) alkotják, mely utóbbiak egyenként, vagy mindnyájan egymással összenőve képezik az ú. n. magházas növényeknél a termőt, amelyből a gyümölcs, vagy termés lesz.

**A virágtakaró (perianthium).**

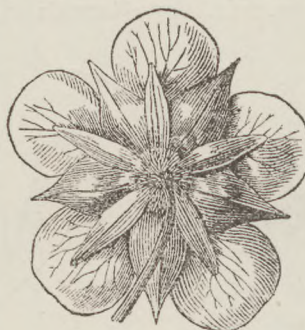
**a) A lepel (perigonium).**

Ha a virágtakaró, álljon az egy vagy két körben, egészen egyenlő természetű levelekből áll, pl. a tölgyfán, a szilfán, a



444. kép.

A a *Salix* hím-, B a nővirága; *fr* magház, *g* bibeszál, *nő* bibe, *st* porzó, *t* murva-lévl., *n* mézfejtő. Fekete-Má-gócsy után.



445. kép.

A *Fragaria vesca* virága alulról nézve; a kocsány mellett a keskenylevelű külső kehely. Hager után.



446. kép.

A *Hyoscyamus* maradókelyhe hosszant metszve a terméssel. Seubert után.

szittyón, a liliumon, akkor lepelnek (perigonium) szokták nevezni (l. 442. kép). Sokan azonban, ha a levelek két körben állanak, habár egyenlő természetűek is, a külső kört csészének, a belsőt pedig pártának mondják.

Ott, ahol csak egy takarókör van, ezt mindenkor lepelnek mondjuk, amely lehet csészeszerű (p. calycinum), pl. a szilfán (l. 443. kép), vagy pártaszerű (p. corollinum), pl. a jácinton. Néha keskeny, merev, rugalmas, száraz levélkékből alakul és ekkor pelyvaszerű (p. glumaceum), pl. a szittyón (l. 443. kép), máskor apró, rügypikkelyekkel hasonlítható össze és akkor pikkelyszerű (p. squamaeforme) pl. a barkavirágzatúakon. Számos növényen a lepel alig ismerhető fel,

\*) A csészét és a pártát az ivarszervektől megkülönböztetendő, virágtakarónak (perianthium) is nevezzük.



vagy legalább is igen jelentéktelen, piciny levélkékké apad, pl. a gyertyánon, a mogyorón, a bükkön; másokon apró mézfejtő mirigyszervvé alakul, pl. némelyek szerint a fűzek (l. 444. kép). Különbözik alakjára, összenövésére nézve lehet összenőtt (p. gamophyllum), vagy vált levelű (p. eleutherophyllum), lehet sugaras, vagy részarányos és vehet fel oly különböző alakokat, mint ezt alább a csésze és a pártá ismertetésekor látni fogjuk.

A lepel az egyvirágú virágokon a virág neme szerint gyakran nemcsak nagyságra, hanem alakra is különböző, így pl. a tölgyön (l. 442. kép) a porzós virág leple hárttyás és mélyen 3—8 részre van osztva, a termős virág leple pedig korsóalakú és szélén 3—8 fogat néha alig lehet felismerni. Ezen eltérés még



447. kép.

A *Papaver Rhoeas* lefesző csészéje. Thomé-Borbás után.



448. kép.

A *Salvia officinalis* kétajkú csészéje; *a* a felső, *b* az alsó ajak. 2-szeresen nagyítva. Behrens után.



449. kép.

A *Tropaeolum majus* sarkantyús csészéje *n*. Természetes nagyság. Behrens után.



450. kép.

Az *Atropa Belladonna* kinövő csészéje, amely a termést veszi körül. Fekete-Mágócsy után.

nagyobb a kender virágain. Többnyire azonban a különvált ivarú növények virágait egyenlő akaró veszi körül.

Élettartamára nézve lehet lehulló (deciduus), pl. a kosboron, vagy maradó (persistens), pl. az Asarumon, sőt a termés-képzésben is vehet részt.

#### b) A csésze (calyx).

Ha a virágtakaró két különböző tájra oszlik, a külsőt csészének mondjuk, amelynek rendszeren zöld, vagy zöldes levelei a csészélevelek (sepala).

Sok növényen ezt a csészét még körülveszi egy másik, a külső csésze (c. exterior, epicalyx, calyculus, Aussenkelch), amely azonban morfológiailag más jelentőséggel bír, mint a



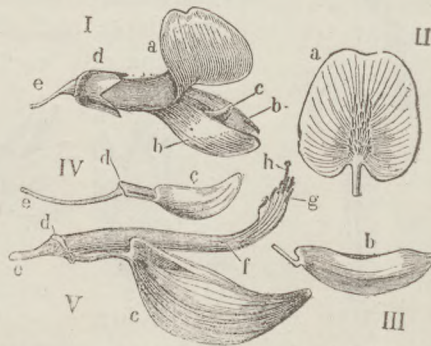
csésze. Ugyanis a külső csésze a legkülönbözőbb levélnemű képletekből állhat pl. a mályván murvalevélből és ennek pálháiból, a Fragarián a valódi csészelevelek pálháiból (l. 445. kép) alakul.

A csészét jellemzi, hogy színében és alkotásában közelebb áll a lombszevelekhez, mint a virág többi tagjai és így többnyire zöld és durvább állományú, mint a párta, továbbá többnyire kisebb a pártánál, sőt némely esetben alig kivehető fogakat képez, pl. az ernyőskön, vagy egészen el is satnyul. A csésze levelei többnyire széles alapon állnak, nyeletlenek és területük igen egyszerű. Néha azonban színére és más minőségére nézve pártaszerűvé alakulhat át (calyx corollinus), amelyeknél nagyra fejtődik és nem zöldszínű. Más esetben pedig a csészelevelek helyett szőrszálko-



451. kép.

A *Pirus communis* virága.  
Duchartre után.



452. kép.

A *Laburnum anagyroides* vitorlás virága. I. az egész virág; II. a vitorla; III. az evező; IV. V. a csónak. a vitorla, b evező, c csónak, d csésze, e kocsány, f porzó, g portok, h bibeszál. Behrens után.

szorú fejlődik, pl. a fészkesek virágján az alulálló magház tetején a bóbíta (pappus).

A csésze vagy forrtlevelű (c. gamosepalus, gamophyllus, monophyllus), vagy pedig váltlevelű (c. eleutherosepalus, chorisepalus, stb.). A forrtlevelű csészén az egyes csészelevelek csak mint fogak, vagy karélyok tűnnek elő. Abban az esetben, ha fogak nem mutatkoznak a területen, a csésze ép (integer), legtöbb esetben azonban a csésze csővén (tubus) a karélyok (lobi), vagy a fogak (dentes) kivehetők és ekkor az öblök mélysége szerint a csészét fogas, hasadt, vagy osztottnak (c. dentatus, fissus, vel partitus) nevezzük.



Természetesen a fogak száma is tekintetbe jön, mint a virág egyik jellege.

Az összeforrt csésze a cső alakulása szerint lehet hengerded (c. cylindricus), tölcséres (c. infundibuliformis), csengetyűalakú (c. campanulatus), pl. a paszúlyon, bögrealakú (c. ruceolatus), pl. csalmatokon (l. 446. kép), körtealakú (c. turbinatus) pl. a Catalpán, kerek (c. rotatus), felfuvódott (c. inflatus), pl. Silene, stb. A váltlevelű csészénél különösen a levelek számára vagyunk tekintettel. Az ilyen csésze a csúcsán össze is nőhet és azután leválván, mint egy kucsma esik le, pl. a pipacson (l. 447. kép).

A részarányos csészealakok közül említést érdemelnek a kétajkú (c. bilabiatus), pl. a Salvián



453. kép.

Az *Aquilegia vulgaris* virága; s s csészelevelek, ep az öt szabad-szirom öt sarkantyúja. Természetes nagyság. Duchartre után.



454. kép.

A *Nymphaea alba* virága több körben elhelyezkedő pártatájjal. Kisebbitve. Duchertre után.

(l. 448. kép), a sarkantyús (c. calcaratus), pl. a Tropaeolumon (l. 449. kép). Lehet a csésze szabad (líber), ha a magházzal nincs összenőve, pl. a szilvafán és ránőtt (adnotus), ha a csésze alsó része a magházzal összenőtt, pl. az almán, a somon.

A csésze ép úgy, mint a lepel és a párta a teljes kifejlődése után vagy mindjárt lehull, ez a lefeshető csésze (c. caducus), pl. a mákon (l. 447. kép), vagy pedig a virítás alatt a virágon marad, lehulló csésze (c. deciduus), vagy végrenem hull le, hanem lassanként szárad el, ez a hervadó csé-



sze (c. manescens). Az ép csésze még a virítás után is megmaradhat és ekkor maradó (c. peristena; l. 446. kép), sőt a virítás után még tovább növekedhetik, kinövő (c. excensens) pl. az *Atropa*, a *Physalis* (l. 450. kép). Egyes növényeken a csésze még függelékekkel is bír, pl. a csengetyűken (c. appendiculatus).

c) *A pártá (corolla).*

Azon virágok, amelyeknél a virágburok két tájra van osztva, kívülről befelé a második táj a pártá (corolla), amelynek tagjai a szirmok (petala).

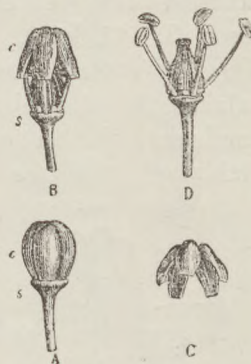


455. kép.

A *Dianthus plumaris* virága, amelynek a csészébe zárt, hosszú körmökkel bíró szirmai tollas eresszel bírnak, a csésze alatt pikkelyszerű előlevelek vannak. A csésze forrt, a pártá pedig vált levelű. Frank-Leunis után.

A pártá táját jellemzik a fehér, vagy más, a zöldtől különböző ékes színek, a gyengébb és nagyobb, az alapon többnyire keskenyedő, néha pedig nyeles levelek (l. 451. k.).

A lomblevelektől már inkább eltérnek és szöveti szerkezetük is



456. kép.

A *Vitis vinifera* virága. A a még zárt bimbó, B a leváló pártá, C a lehullott pártá, D a a virág a pártá lehullása után; s csésze, c pártá. Duchartre után.

egyszerűbb, kevesebb rajtuk a levegőnyílás és csak csavaros edényekkel bírnak. Az egyes szirmok alakja a legkülönbözőbb lehet, sőt igen gyakran üreges alakúak is előfordulnak, így a csónak- és sarkantyúalak (l. 452., 453. kép). A pártatáj tagjai rendszeren egy körben fejlődnek, ritkábban két körben, pl. a sóska-fán, vagy pedig több körben, mint a *Nymphaeén* (l. 454. kép).

Ámbár a pártatáj a csészetájtól jól megkülönböztethető, mégis egyes esetekben, kivált az a cyclicus virágoknál a kettő közti határt az átmeneti alakok miatt nem lehet szorosan megjelölni (pl. a *Calycanthuson*); ép így átmeneti alakok kötik össze néha a pártát a porzótájjal is, pl. a *Nymphaeán* (l. 454. kép).

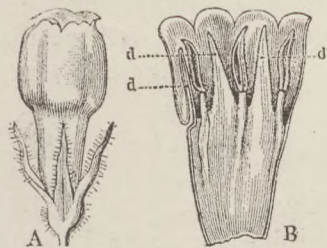
A pártá lehet forrt szirmú (corolla gamopetala, c. mo-



nopetala), vagy váltsszirmú (c. eleutheropetala, choriopetala, polypetala).

A csésze és a pártatáj ugyanazon virágon nem mutat az összeforradás tekintetében mindig egyenlő magatartást, mert pl. a szegfűn a csésze forrt-, a pártá pedig váltlevelű (l. 455. kép). A szirmok azonban összenőhetnek még egymásközt más módon is; így pl. összenőhetnek a csúcsaikkal, pl. a szőlőn, amelynél az alapjukon leválva, az egész mint kucsma jön le (l. 456. kép). Ritkán nő össze a pártá a csúcsával, a porzósálakkal ellenben igen gyakran. Úgy a forrt-, mint a váltsszirmú pártán gyakori azon eset, hogy a pártá alsó része csövet (tubulus), felső kiterülő része pedig ereszt (limbus) képez; ahol a cső az eresztbe átmegy, ott van a torok (faux; l. 457. kép).

A már ismert kifejezések: sugáros, vagy szabályos, rész-



457. kép.

A *Symphytum officinale* virága. A az ötosztatú csésze és a hengeres csövű, fogasszegélyű pártá. B a hosszantmetszett pártá darabja. d torokpikkelyek. Frank-Leunis után.



458. kép.

A *Convolvulus arvensis* tölcséralakú pártája. Behrens után.



459. kép.

A *Campanula rotundifolia* harangalakú pártája. Behrens után.

arányos, továbbá örvös (cyclicus) és csavarvonalas (acyclicus), stb. a pártára, illetőleg annak szirmai elhelyezésének kifejezésére is ép úgy használhatjuk, mint az egész virágra, vagy annak bármely tájára.

Az összenőtt, vagy forrtszirmú sugáros pártának a következő nevezetesebb alakjai fordulnak elő: kerek (c. rotata), pl. a bibircses kecskerágón, tölcséres (c. infundibuliformis), pl. a szulákon (l. 458. kép), harangalakú (c. campanulata), pl. a csengetyűken (l. 459. kép), korsóalakú (c. urceolata), pl. a hangán, csöves (c. tubulosa), pl. a fészkeseken (l. 402. kép), ereszes (c. hypocrateriformis), pl. a kankalínon, a dohányon (l. 460. kép).

Ámbár az előbbi alakok is átmehetnek a részarányosba,



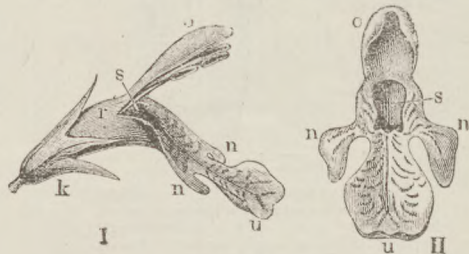
mindazonáltal a zygomorph párták alakjai többnyire mások és sajátosságok. Nevezetesebbek ezek között az ajakos párták (c. labiata), amely az ajakos virágúak családját és sok Scrophularia-félét jellemez (l. 461. kép). Az ilyen pártán megkülönböztethetjük a többnyire három fogú, vagy karélyú alsó ajkát (labium inferum) és a két szírom összenövése folytán keletkezett, többnyire sisakképű felső ajkát (l. superum), pl. a Lamiumon, a Galeopsison; de a felső ajak hiányozhatik is, pl. az Ajugán.

Ha az ajakos virág ajkai elállnak egymástól és tágas nyílást vesznek körül, ásitónak (c. ringens) mondjuk; ellenben ha az ajkak közti nyílás, az alsó ajak kiemelkedése által zárva van, csukott szájunak (c. pesinata) mondjuk, pl. az oroszlányszájon.



460. kép.

A *Nicotiana glauca* virága. *s* csésze, *c* pártacső, *c'* torok, *c''* eres. Duchartre után.



461. kép.

A *Galeopsis versicolor* ajakos virága; I. oldalról, II. szembe nézve; *k* csésze, *r* a pártacső, *s* a torok, *u* az alsóajak középső-, *u n* az oldalkaréja, *o* felső ajak. Behrens után.

Megemlítést érdemelnek még a fészkesek nyelvess virágai, amelyeken a pártacső egyik oldalon mélyen hasadt, a másikon nyelv alakúan terül el, pl. az *Anthemis* szélső virágain (l. 462. kép).

A forrtszirmú párták egyik oldalon, vagy a váltaszirmú párták egyes, vagy összes szirmainak alján gyakran kiöblösödik, vagy éppen sarkantyúalakban nyúlik ki és akkor sarkantyús pártának (c. calcarata) mondjuk, pl. a *Linaria*-n, az *Aquilegia*-n (l. 453. kép).

A váltaszirmú pártánál is többé-kevésbé megtaláljuk az em-



lített alakokat. Különösen jellemző azonban az egyes szirmok száma és alakja. A szirmok alsó, elkeskenyedő része *körömnek* (unguis) neveztetik, a kiterülő rész pedig *lemeznek* (lamina), amelynek alakja és széle jellemzően szokott kifejlődni, így pl. ép (petalum integrum) a körtén (l. 451. kép), visszás szíves (p. opcordatum) a rózsán, kéthasábú (p. bifidum) a ludhúron, fogas (p. dentatum) és sallangos (p. laciniatum) a szegfűn (l. 455. kép), stb. A váltyszirmú pártá sugaras alakjai közé tartozik a rózsa, a mályva, a szegfű, stb. virágja, részarányos a vitorlás (pillangós) virág pártája (l. 452. kép).

Az összenőtt pártá torkában, valamint a váltyszirmú pártá egyes szirmainak belső felén, ahol a köröm a lemezbe megy át, néha egész pikkelyszerű hártafüggelék áll, pl. a Ranunculuson, a Siléne és a Lychnis egyes fajain. E függeléket *ligulának* mondjuk, mert megegyezik fejlődésére a pázsitfűvek leveleinek hasonló névű képletével. Ily eredetű az összenőtt ligulából képződő koszorú (corona), amely a Narcissus perigonja torkából emelkedik ki és még arról is nevezetes, hogy mézválasztó szervül is szolgál (l. 463. kép). Ellenben a Borraginaceákban (Anchusa, Symphytum, stb.) a pártá torkában látható kúp-, vagy pikkelyszerűen összehajló kiemelkedések nem egyebek, mint a pártá kiöblösödései, kigyűrődései a pártá belseje felé (l. 457. kép).

A pártá a rovarok odacsalogatása végett nemcsak többnyire feltűnő színű, hanem gyakran illatos és mézet is választ ki. Maga a szirm is átalakulhat ú. n. *mézfejtővé* (mézválasztó,



462. kép.

Az *Anthemis arvensis* nyelvess virága; *r* a pártá csőve, *z* a pártá nyelvszerű nyúlványa, *g* bibeszál a bibékkel. Kétszeresen nagyítva. Behrens után.



463. kép.

A *Narcissus pseudonarcissus* virága; *p* perianthium, *pc* paracorolla. Hager után.



nectarium, pl. sisakvirág). A mézfejtő gyakran mézgyűjtővel áll összefüggésben; pl. a szirmok kiöblösödése (viola), vagy a sarkantyús szirmok tömlője (pilise), amelynek mézet tartalmazó vége meggömbölyve szokott lenni (Aquilegia, Orchis).

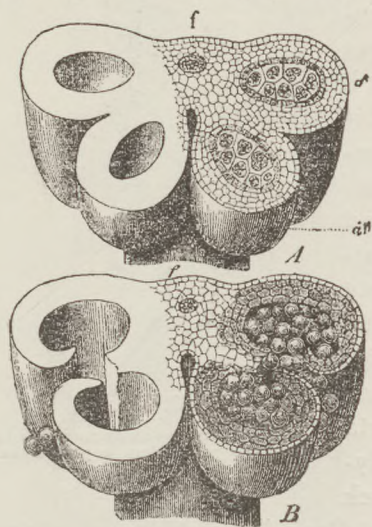
Végre meg kell emlékeznünk az ú. n. mellékpártáról (paraccrolla), amely alatt a pártán belül álló, különböző szíromnemű képletek összességét értették régebben, de ma eredetük szerint különböző elnevezést kapnak. Gyakran erednek a ligulából, pl. a Narcissuson (l. 463. kép), máskor torokpikkelyekből, pl. a Borágón, máskor pedig szörszálképletekből származnak, pl. a Passiflórán; de képezhetik az ú. n. mellékpártát a porzók függelékei is.

#### d) A hímtej (androeceum).

A virágtakarótól befelé a porzók, vagy hímtej következik, amelyet a porzólevelek (hímek, vagy porzók, stamina) alkotnak (l. 444. kép). Ezek két főrészből állanak, t. i. a többnyire szálalakú nyélből (filamentum) és az ennek tetejére

nőtt portokból (anthera), amely a hímport vagy virágport (pollen) tartalmazza. A portok rendszeren két zsákalakú félre, az ú. n. rekeszre (thecae) oszlik, amelyek közé többé-kevésbé a szálcsáknak folytatását képező ú. n. csatlóereszték (connectivum) nyomul be (l. 464. kép).

Az ilyen alkotású porzokon a szál a levélnyelnek, a csatló a levél főgerincének, a rekeszek pedig a levéllemez két felének felelnek meg. A porzónak levéltermészete leginkább kitűnik abban az esetben, amidőn köztük és a szirmok közt átmeneti alakokat találunk, ami igen gyakori (pl. Castalia).



464. kép.

Négyüregű antherának alsó része keresztben metszve; A bezárva osztódó pollenanyasejtekkel, B nyitva-kihulló, érett pollenszemecskéikkel; f a csatló edénnyalábja, a' a hátsó, a'' a mellő anthera üreg. Nagytva. Vázlatosan. Luerssen után.



A lepellet vagy pártával, kivált amidőn ezek forrtlevelűek, kisebb-nagyobb magasságig gyakran összenő a porzósál és gyakran csak a végén lesz ismét szabaddá; vagy az egész porzósál hozzánő a pártához úgy, hogy csak a portokok szabadok (l. 457. kép). Gyakran egymással vannak a szálak összenőve, még pedig vagy csak a tövükön, vagy kisebb-nagyobb magasságig, sőt egészen a portokig is (l. 465. kép).

Ha minden porzósál összenő, akkor a hímtáj egyfalkás, vagyis a porzók egyfalkásak (stamina monadelphia), pl. a mályván (l. 465. kép I.); kétfalkában vannak összenőve a porzók a *Fumaria*-féléken, az ákácon a kilenc porzó egyfelől hasadt hüvellyé van összenőve, míg a nyílás előtt a tizedik szabad porzó áll.

Többfalkában is összenőhetnek a porzólevelek (st. polyadelphia), pl. a Hy-



465. kép.

I. A *Malva silvestris* egyfalkás porzói; II. a *Corydalis bulbosa* három porzóból összenőtt porzója; III. a *Colutea arborescens* kétfalkás porzói; b portok, f porzósál, c összenőtt porzósálak, d szabad porzósál. Behrens után.



466. kép.

A *Citrus Aurantium* virágja a szirmok eltávolítása után. Luerssen után.

pericumon, a narancson (l. 466. kép), az ezüst hársfán, stb. Összenőhetnek, vagy csak összetapadhatnak egymással a portokok is, pl. a *Colutea*-n, ahol a bibeszál körül csövet képeznek, míg a szálak szabadok (l. 465. kép). Végre a termővel is összenőhetnek, pl. az *Aristolochia*-n (l. 467. kép) és *Orchideá*-kon a portokok a bibére vannak nőve (gynandria). Ez utóbbi esetben a porzósálak a bibeszállal húsos oszloppá, az ú. n. gynostemiummá vannak összenőve.

A szálak hossza a többi viráglevellel összehasonlítva igen különböző, sőt azok egymásközt sem mindig egyenlők. Ha kevés a porzó, a hosszukban való állandó különbség szembe



szokott ötleni és némely virágra nézve igen jellemző; így pl. a legtöbb ajakos virágban kettő hosszabb, kettő rövidebb; az ily virágokat két főporzósaknak (didynamia) mondjuk (l. 468. kép); a keresztesek virágában pedig négy hosszabb és két rövidebb porzó van, miért is négy főporzósaknak nevezzük (tetradynamia; l. 469. kép).

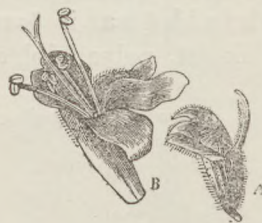
A portok mindkét rekesze, legalább a fiatal porzóknál, két egymással egyközű, hosszúdad üregből szokott állani (l. 464. kép). E két üreg rendszeren csak egy, a válaszfal felett keletkező közös repedéssel nyílik és ezért felnyílás után a rekesz együregűnek látszik.

Néha azonban a felrepedés előtt



467. kép.

Az *Aristolochia Clematitis* virágja. A hosszmetsetben, B a lepel eltávolítása után; p lepel, a porzók, q magház, n bibe. Luerssen után.



468. kép.

A *Thymus* virágja; A a kehely a ki nem nyíltt pártával, B a két főporzós kétajkú virág a kehely nélkül. Frank-Leunis után.

egyesülnek az üregek, a közfal feloldódása által.

A portok két rekesze gyakran a csatló két oldalán foglal helyet és ekkor az utóbbi felül többé-kevésbé

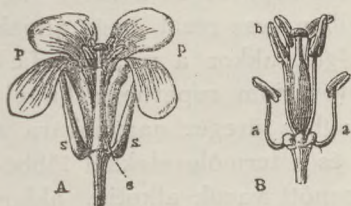
ki is nyúlhat, pl. a *Paris quadrifoliá*n (l. 470. kép); gyakran azonban a csatló alig van kifejlődve, úgy, hogy a két rekesz egyenesen a szálacska hegyén látszik állani; máskor meg betolakodik közéjük háromszög alakjában és a két rekeszt alul széttolja, sőt egészen egyvonalba (180°-ra) állítja azokat.

A csatló gyakran kétéhasad, ami többé-kevésbé a szála is áttérjed, amely ez által kétágú lesz, mindenik ágán egy-egy fél portokot viselve, pl. a *mogyorófán* (l. 471. kép). Hogy a portok helyzete a szárhoz képest mennyire függ a csatló alakjától, az



az előbbiekből kitűnik, de e tekintetben különbségek jöhetnek létre akkor is, ha a csatló rendes kifejlődésű is. A portok lehet aljával a szár tetejére illesztve, vagy a háta közepe táján, pl. a búzán (l. 443. kép), ahol a szár tetején szokott himbálódzni.

Jellemző az is, hogy a rekeszek merrefelé vannak fordulva, illetőleg nyílnak; lehetnek ugyanis befelé- (anthera introrsa), vagy kifelé- (a. extrorsa), de lehetnek a porzósál jobb és bal oldala felé is fordítva. A legtöbb portok min-



469. kép.

A *Sinapis* virága. A az egész virág; s a csészelevelek, p szirmok; B a virág a csésze és a pártá eltávolítása után; a—a két rövidebb porzó, b a négy hosszabb porzó, közepén a termő a magház alatti vacokpárna mirigyeivel. Frank-Leunis után.

denik zacskója egy-egy hosszrepedéssel nyílik a hasi oldalon. Ritkábban nyílik a zacskó csúcsán képződő likkal, pl. a *Solanum dulcamar*án és a *Rhododendronon* (l. 472. kép), vagy egy-egy alulról fel-



470. kép.

A *Paris quadrifolia* porzója. Seubert után.

felé nyíló lebbentyűvel (kopáccsal), mint a sóscafán (l. 472. kép b, c).

Bizonyos növényfajokon a porzótájon oly porzólevelek vannak, amelyekben virágpor nem képződik. Ezek többé-kevésbé át vannak alakulva és meddő porzóleveleknek (staminodiumoknak) nevezzük őket.

### A termő (gynöceum).

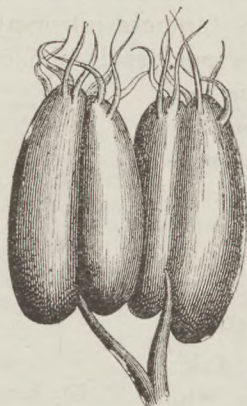
A zárvatermőkön a magkezdeményt a termőlevelek által alkotott zárt üregben, a magházban találjuk. Innét nyerték a nevüket.

A nő- vagy termőtáj a virág közepét foglalja el; tagjai a termőlevelek, amelyek egyenként, vagy többedmagukkal összenöve, alsó részükön üreges képletté vannak átalakulva (l. 473. kép), amelyet termőnek (pistillum) nevezünk.

A zárvatermőkön a termő üreges alsó részét, amely a magkezdeményeket zárja magába, magháznak (maghon, magrejtő, magzat; germen ovarium) mondjuk.



Az e fölé nyúló szálalakú részt, amelynek hossza igen különböző (sőt hiányozhatik is), *b i b e s z á l n a k* (stylus) és végre az ennek tetejét elfoglaló és a virágpor felfogására szolgáló különböző alakú, többnyire mirigyes részt *b i b é n e k* (stygma) nevezzük. A magház üregének képzésében többé-kevésbé résztvesz a virágnak kiöblösödő tengelye, a vacok is.

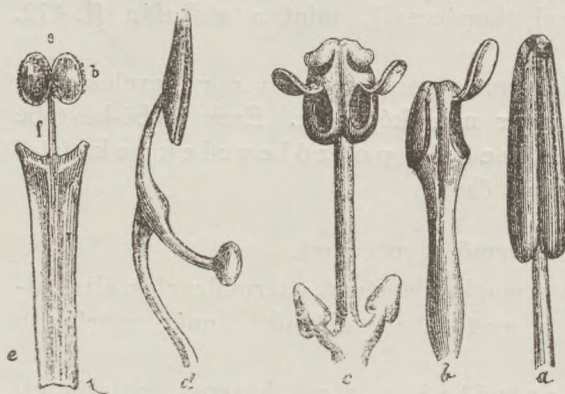


471. kép.

A *Corylus avellana* elágazó porzója. 30-szorosan nagyítva.

Ha a magház a vackon szabadon áll és üregének képzésében a vacok legfeljebb annyiban vesz részt, hogy annak alapjául szolgál, akkor a magház *f e l ü l á l l ó* (ovarium superum); ha ellenben a magház üregét nagyobbára a kiöblösödött és a termőlevelekkel többé-kevésbé összenőtt vacok alkotja, akkor *a l u l á l l ó* (ovarium inferum; l. 474. kép).

A többi virágrészeknek a magházhoz való helyzete igen jellemző a családokra és a nemekre nézve.



472. kép.

a *Solanum*, b *Berberis*, c *Persea*, d *Salvia*, e *Deutzia* porzója; f porzósál. Fekete-Mágócsy után.

Termőlevél lehet egy virágban egy, több vagy sok. A termőlevelek mindenike külön-külön alkothat két szélének egymással való összenövése által egy magházat, pl. az epren, a bajnócán, stb. Az olyan termő, amelyet csak egy termőlevél alkot, *e g y*

*l e v e l ű* (pistillum monomerum; l. 475. kép), amelyet kettő összenövése alkot, az *k é t l e v e l ű* (p. dimerum; l. 476. kép), ha több nő össze, akkor *t ö b b l e v e l ű* (p. polymerum). A

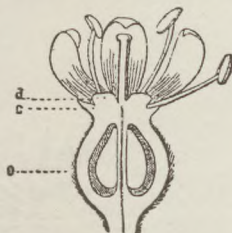


termőlevelek szélei nőnek össze egymással és az összenövés vonalát fali forradásnak (sutura parietalis) mondják; a monomer termőlevélnek két széle nő össze egymással és az egyesülés vonalát hasi forradásnak (s. ventralis) mondják, mely a termőlevél gerincével szemben és a virág tengelye felé esik. Ha az ily termőkből képződő termések érés után kinyílnak, akkor a nyílás a hasi forradáson keletkezik, de gyakran a gerinc is épen úgy végig hasad, pl. a hüvelyen és azért ezen már korán feltűnő vonalat a gerincen végig — ámbár nem összenövés — háti forradásnak (sutura dorsalis; l. 474. kép) mondják. Egylevelű termő lehet a virágban egy, pl. a szilván és minden hüvelyesen (l. 452. kép), több, pl. 4—6, a Spiraeán, vagy sok, pl. a rózsán, az epren, a szirontákon (l. 477. kép).



473. kép.

A *Prunus* termője; *a* a magház, *b* a bibe, *c* a bibeszál. Nagyítva. Seubert után.



474. kép.

A *Cornus sanguinea* felülálló virága; *o* az alulálló magház, *c* a csésze, *d* a felülálló (epigyn) vacokpárna. Frank-Leunis után.



475. kép.

A *Colutea arborescens* egylevelű termője. Bill után.

Amely virágban több termő van, az polycarp (l. 477. kép), amelynek csak egy termője van, az monocarp. A polycarp virágok termői mindig monomerek és lehetnek csigavonalban elrendezve, pl. a *Ranunculus* (l. 477. kép) sok faján, máskor elrendezésük nem mutat világos szabályt, pl. a szamócán, a szedren, stb., végre állhatnak körben a központ körül is. A monocarp virágon több levél is nőhet össze egy termővé (polymer), amidőn a termőt összenőttnek (syncarp) mondják (l. 478. kép); ennek ellentéte az az eset, amidőn több, vagy sok ugyan a termőlevél, de ezek nincsenek egyesülve, hanem külön-



külön képeznek egylevelű termőket, amidőn a termőtáj vált-  
tagú (apocarp; l. 477. kép).

A magház lehet egy, két, vagy több üregű, vagy  
rekeszű (ovarium uniloculare, biloculare, pluriloculare).

Az üregeket hosszanti válaszfalak választják el egymástól,  
amelyek többnyire a termőlevelek összenőtt széleinek befelé nő-  
vése által képződnek; de kiindulhat a rekeszfal képződése a  
tengelyből, vagy a termőlevél gerincéből is, amely utóbbi eset-  
ben ú. n. á l v á l a s z f a l a k keletkeznek. Az egylevelű termők  
többnyire együregűek, de vannak kétrekeszűek is, pl. az Astra-  
galus (l. 479. kép). A két, vagy több levelű termő magháza igen  
gyakran annyi üregű, ahány termőlevélből ala-  
kult; így pl. a keresztes virágúakon két-, a li-  
liomféléken, a bükkfán többnyire háromüregű,  
az almán ötüregű.

A több termőlevélből alakult magház üre-



A



B

476. kép.

A *Vitis vinifera* kétlevelű  
termője; A hosszmetsetben, B  
keresztmetsetben. Duchartre után.



477. kép.

A *Ranunculus* többtermős  
virágának hosszmetsete vázlat-  
osan Seubert után.



B



A

478. kép.

A a *Papaver  
rhoeas* összenőtt  
termője, B annak ke-  
resztmetsete. Frank-  
Leunis után.

gét a termőlevelek behajló szélei, ha az üreg közepén nem érnek  
össze, több, egymástól teljesen el nem zárt rekeszre oszt-  
ják, pl. a mákon (l. 478. kép).

A magházba vannak bezárva azok a kis gömbölyű, tojásdad,  
vagy ellipszoid alakú testecskék, amelyeket ma g k e z d e -  
m é n y n e k (gemmula, ovula) nevezünk, mivel ezekből fejlődnek  
ki a magvak. Ilyen van a magházban egy, több, vagy sok. A mag-  
ház belüregének azt a részét, ahová a magkezdemények vannak  
megecsősítve, ma g t a n y á n a k (magléc; placenta) nevezik  
(l. 480. kép). A magtanyát igen gyakran a termőlevél, vagy a  
levelek befelé nőtt szélei alkotják, amelyek mindenike egy vagy

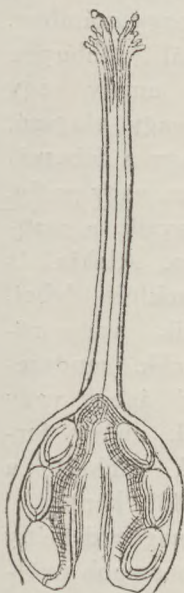


több, vagy egész sor magkezdeményt visel, amidőn méltán nevezhető maglécnak, illetőleg léces magtanyának (l. 481. kép). Ilyenkor a több termőlevélből alakult együregű magház oldalán vonulnak felülről lefelé a maglécek, a forradásoknak megfelelően (l. 481. kép). A többrekeszű magház üregeinek belső zúgaiban szoktak ülni a magkezdemények, t. i. ott, ahol



479. kép.

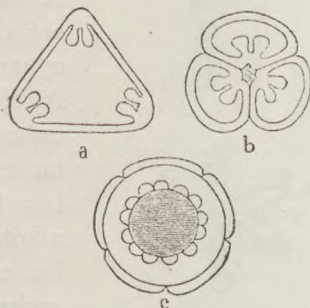
Az *Astragalus glycyphyllos* magházának keresztmetszete; *fn* köldökzsinór (funiculus), *g* magkezdemény, *cl* háti varrat. Duchartre után.



480. kép.

Az *Anagallis* termőjének hosszsmetszete a központi oszlop alakú magtanyával és azon magkezdeményekkel. Nagyítva. Fekete-Mágócsy után.

a befelé növe termőlevelek a tengelyvonalban összetalálkoznak és széleik a belső szögletben megint vissza (befelé) görbülnek (l. 481. kép). Mindenik szél egy, vagy két sor magkezdeményt visel. De a termőlevelek belső oldalán is ülhetnek a magkezdemények és elfoglalhatják azt egészen, pl. a Violán, vagy a rekeszek oldalain, mint a mákon (l. 478. kép). Ekkor a magkezdeményeket fali állásúnak mondjuk, épen úgy a magtanyát is (placenta parietalis).



481. kép.

A magtanyák alakjai vázlatosan; *a* a fali, *b* a zúgbanálló, *c* a központi magtanya. Frank-Leunis után.

A többlevelű magház üregén néha benyúlik a virág tengelye és



482. kép.

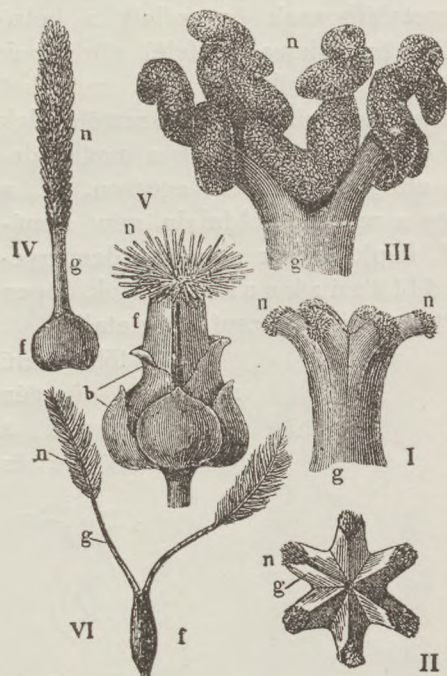
A *Juglans regia* termővirágának hosszsmetszete; *b* murva, *p* lepel, *n* bibe. Eichler után.

a termőlevelek befelé nőtt széleikkel ahhoz támaszkodnak. Ilyenkor állhatnak a magkezdemények a virág tengelyén is, még pedig rendesen minden rekesz belső szögletében egy, mint pl. a mályvaféléken. Ekkor a magkezdeményeket és a magtanyát tengelyállásúnak (placenta axilis) mondják.



Gyakran a virág tengelye mint kup, vagy oszlop (columella) emelkedik fel a magház fenekéről, annak üregét majd egészen elfoglalva és felületén magkezdeményekkel megrakva, amire igen szép példát szolgáltatnak a Primulaceák (l. 480. kép).

Végre állhat egy vagy több magkezdemény a magház alapján, tehát a virágtengely csúcsán, pl. a dión (l. 482. kép), a Chenopodium- és Polygonum-féléken.



483. kép.

I–II. az *Asarum europaeum* bibéje oldalról és felülről nézve, 4-szeresen nagyítva; III. a *Begonia cucullata*-é 6-szorosan nagyítva; IV. a *Plantago major*-é 5-szörösen nagyítva; V. a *Triglochin maritimum*-é 10-szeresen nagyítva; VI. az *Arundo donax*-é 4-szeresen nagyítva; *b* lepellevél, *f* magház, *g* bibeszál, *n* bibe. Behrens után.

A termőnek az alakja különben igen sokféle lehet aszerint, amint az egyes részei alakulnak. A magház alakja többnyire gömbölyű, vagy tojásalakú, de vannak ettől eltérő alakok is nagy számban. A bibeszál többnyire szálalakú, amely vagy egyszerű, vagy elágazó. A bibe vagy a bibeszál csúcsán van, vagy pedig, ha ez hiányzik, a magház tetején. Alakja és alkotása sokféle lehet, ha elágazik, vagy részekre oszlik, rendszerint annyi ágból vagy részből áll, ahány termőlevélből alakult a termő (l. 483. kép).

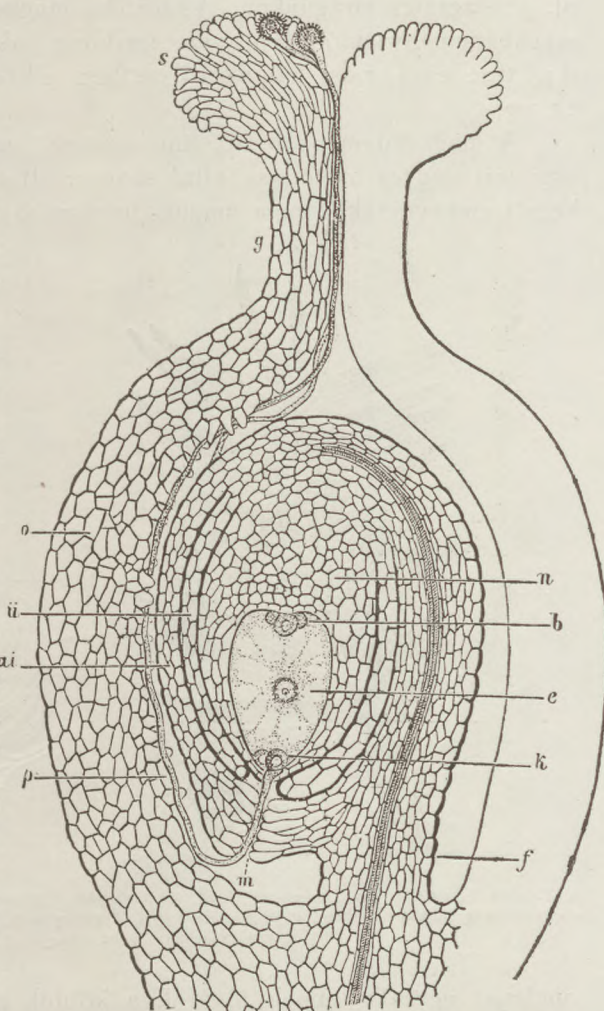
A magkezdemény (l. 484. kép) vagy ülő, vagy pedig rövidebb, vagy hosszabb nyéllel van a magtányához erősítve, amely nyelet magkezdeményszínórnak (köldökszínór, funiculus) nevezik; ebben egy edénnyaláb vezet a magtányától a magkezdeményig. Azt a helyet, ahol a magzsinór a magkezdeménybe megy át és ahol a burok és a magkezdemény kezdetét veszi, magkezde-



ményalapnak (chalaza), a funiculus és a burok összenövési vonalát pedig forradásnak (raphe) mondjuk.

A magkezdemény lehet a magtanyához képest felálló, vagy függő. Ha a felálló magkezdemény csúcsa egyzersmind a felfüggesztési ponttól épen ellenkező irány felé mutat, pl. a tiszafán (l. 485. kép), akkor azt egyenesnek (g. atropa, g. orthotropa) nevezik. Sokkal gyakoribb az az eset, amidőn a meglehetősen hosszú magzsinór úgy van meggörbülve, hogy a magkezdemény szája a felfüggesztési pont felé néz (l. 484. kép), ez a visszafordult magkezdemény (g. anatropa). Néha a magkezdemény tenge-

lye, illetőleg annak bele van úgy görbülve, hogy a szája ugyanazon oldalra esik a köldökkel (l. 486. kép), amikor azt meg-



484. kép.

A termőnek vázlatos képe anatrop magkezdeménnyel a megtermékenyítés pillanatában; *o* magház, *g* bibeszál, *s* bibe két pollen-szemecskével, amelynek tömlője a bibeszálcsatornán a magház belsejébe *p* jut, *m* magkezdemény nyílás, *n* magkezdeménybél, *k* petesejt, *b* antipodsejtek, *e* embriozsák, *f* funiculus, *ai* külső-, *ü* belső burok. Luerssen után.



görbültnek, vagy görbének (g. campylotropa) mondjuk, pl. a keresztes virágúakon. Végre, ha magkezdemény csúcsa a magkezdeményszínór felé van fordulva, akkor hozzáfordult = epitrop, ellenkező esetben elfordult = apotrop.

A magkezdemény belső, tömör részét, amelynek belsejében egy sejt négyes osztódása által származott egyik sejtől keletkezett embriózsák van, a magkezdemény belének (nucellus,



485. kép.

A *Taxus baccata* ága a termővirágokkal; α termővirág, β gubacs, γ csúcsrügy; b a termővirág, c a termővirág hosszszelvényben; α magkezdeménybél, β embriózsák, γ vacokpárna, δ rügycsökevény. Nagyítva. Nobbe után.

nucleus) nevezik; ennek tövéből, a köldök tájáról egy, eleinte gyűrűalakú, később az egész magkezdeményt, a csúcs kivételével, beborító magkezdeményburok (integumentum) emelkedik fel és ettől alább igen gyakran egy második is képződik, amely az elsőt elfedi. A virágos növényeken így egy külső és egy belső magkezdeményburokot lehet megkülönböztetni (i. internum, i. externum). A magkezdemény belének csúcsa felett a burok, vagy burkok egy kis nyílást hagynak sza-

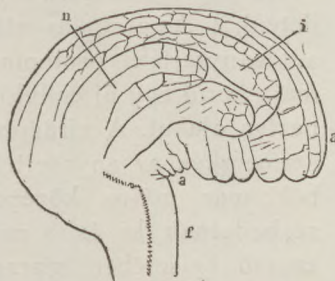


badon, amelyet magkezdeménynyílásnak (micropyle) mondanak.

### A nyitvatermők virágfejlődése.

#### a) A porzók fejlődése.

Az előbb vázoltakból kitűnik, hogy az ivaros szaporodás szerveit illetőleg a virágos növények felette eltérnek a spórás növényektől; épen így az ivaros szaporodás menetét illetőleg is nagy a különbség a két nagy csoport között.



486. kép.

A *Nasturtium palustre* görbült magkezdeménye; *f* funiculus, *n* magkezdeménybél, *a* a külső, *i* a belső burok. 200-szorosan nagyítva. Frank-Leunis után.



487. kép.

Az *Abies alba* porzós virága A és porzója B. Reichenbach után.

Az Archegoniatákéval azonban sok közös vonásra találunk.

A tűlevelűek porzós virágai már a virágzást megelőző év augusztusában kezdik fejlődésüket. A porzós virág fejlődésének első szaka olyan, mint valamely közönséges hajtásé, rajta mindenekelőtt a hártás pikkelylevelek keletkeznek és azután gyors egymásutánban a porzólevelek egészen a tenyészőkúp csúcsáig, amely hossznövekedését akkor szünteti meg, amidőn a porzólevelek már mind kialakultak. A fenyőféléken a viszás tojásdadalakú porzólevél alja közelében két oldalt fejlődnek a porzacskók, két hosszúdad kidudorodás alakjában. Idáig fejlődnek a porzós virágok augusztus végéig és ezen állapotban maradnak meg egészen a jövő év tavaszáig, amidőn ugyanis a por-





488. kép.

A *Cycas revoluta* termőlevele *C* magkezdeménnyel, melyek közül kettő féligérett maggá fejlődött. Természetes nagyságban. Luerssen után.

inkább növekedik és eleinte víznemű folyadékkal van megtöltve, amely azonban az elporzás előtt eltűnik, épen úgy, mint a porzacskóban lévő folyadék is és helyét levegő foglalja el.

zacskók oly erősen kezdenek nőni, hogy maga a porzólevél nagyságra nézve mögöttük marad (l. 487. kép).

A hímsejtek anyasejtjei már április közepén oszlanak négy sejtre, a válaszfalak egyszerre való, vagy pedig lassankénti képződése által a tulajdonképeni virágporaszemecskék megalakulása kezdetéül.\*) Az osztódás után a leánysejtek protoplazmája körül egy új cellulózhártya alakul. A virágporaszemecskék az anyasejtekből már május közepén szabadulnak ki és a porzacskó belsejében maradnak; további növekedésük alatt kifejlődnek már most az ú. n. szárnyaik, vagyis léghólyagjaik is. Ezek fejlődése, elhelyezésüknek megfelelőleg, két ponton indul meg oly módon, hogy e helyeken a sejtfal külső rétege (exine) erősebben növekedik és a belső rétegtől (intine) elválk, az így keletkezett köz mind-

\*) A virágporaszemecskék ebben az állapotukban az Archegoniaták mikrospórájának, míg a porzacskó azok mikrosporangiumának felel meg.



A megtermékenyítés előtt a virágporszemecskében sejtosztódás megy végbe, a virágpor soksejtűvé lesz. (Ez a folyamat megfelel a Pteridophyták mikrospórája osztódásának.) Minden esetben fejlődik egy vegetatív sejt a vegetatív sejtmaggal és egy antheridiális sejt. Ezeken kívül fejlődhetik még 1—2 sejt, amelyek az Archegóniáták hímprothalliumának felelnek meg, de gyakran vissza is fejlődhetnek. A vegetatív sejt pollentömlővé nő ki, az antheridiális anyasejt először egy kis vegetatív sejtet különít el,<sup>\*)</sup> majd két sejtre, illetőleg sejtmagra osztódik, amelyeket generatív sejtmagnak, vagy spermamagnak<sup>\*\*)</sup> nevezünk és amelyek a tulajdonképeni megtermékenyítést végzik.

### 1) A termőlevél fejlődése.

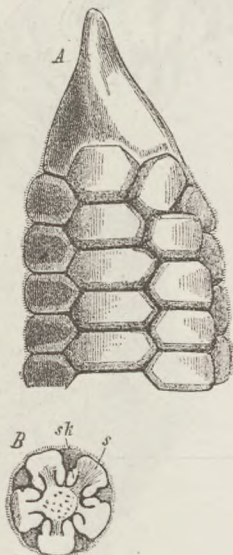
A termővirág alkotása a Cycason nagyon egyszerű, miután termőlevelekké átalakult lomblevelekből áll, amelyek a szárnak csúcsán nagy számmal vannak elhelyezve (l. 488. kép). Az ilyen termőlevél sokkal kisebb, mint a szárnyas lomblevél és sűrű szőrözete által is eltér tőle; szárnyasan osztott lemezének levélkéi közül az alsó kettő, sőt hat is, kis mogyoró egész diónagyságú magkezdeményekké szokott fejlődni. A Cycas-félék többi nemén (l. 489. kép) szintúgy, mint a legtöbb tűlevelűn is, a nővirágot az ismeretes fiatal toboz alkotja (l. 490. kép), amelynek termőpikkelyein a magkezdemények vannak elhelyezve. A boróka azonban kivételt képez, mivel a magkezdemények a termőlevelek és a tengely érintkezési helyén állanak.

A toboz a nyitvatermők nővirága. Morfológiai alkotását illetőleg megkülönböztetjük a virágtengelyt, vagy a tobozorsót és ezen a termőpikkelyeket, amelyek kezdetben hártvásak, később elfásodottak, ú. n. tobozpikkelyek, amelyek színének alsó részén fejlődnek a magkezdemények.

A Cycasokon a termőlevelek tehát módosult lomblevelek, ame-

<sup>\*)</sup> Neve „sterilis testvérsejt”. Némelyek ezt a sejtet második redukált Antheridiumnak tekintik.

<sup>\*\*)</sup> A Cycas- és a Ginkgo-féléknél a két mag sokcsillangós spermatozoidává fejlődik.



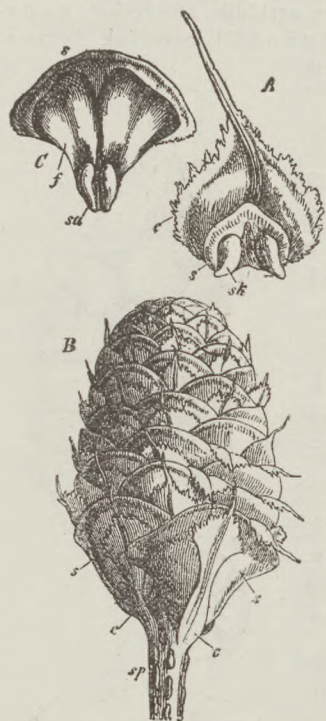
489. kép.

A a *Zamia muricata* toboz-szerű termővirágának felső része, B u. a keresztmetszetben; sk a magkezdemény, s a pajzsalakú tartólevele. Karsten után.



lyeknek ezen jellegét még jól ki lehet venni. A Coniferákon a tulajdonképeni lomblevél teljesen átalakul. A fenyők tobozain a termőpikkelyeken kívül még fedőpikkelyek is vannak.

A magkezdemények (l. 492. kép) egy, ritkán két burokkal (integumentummal) vannak ellátva és lehetnek atrop vagy anatropon helyzetűek. A magkezdemény belének (nucellus) hosszten-



490. kép.

B az *Abies alba* termővirágzatának felső része: A a virágtengelyről *sp* leválasztott fedőpikkely a termőpikkellyel; C a termőpikkely a magvakkal: c fedőpikkely, s termőpikkely, sk magkezdemény, sa mag, f magszárny. Schacht után.

gelye menetében fekvő sejtek egyike igen erősen megnagyobbodik (l. 493. kép), négy sejtre osztódik redukciós sejtsztódással (l. 85—87. oldal). A keletkezett sejtek egyike\*) szabad sejtsztódás után embriózássá fejlődik. Az ezt kitöltő parenchymatikus szövetet elsődleges endospermiumnak vagy előtelepnek nevezzük és megfelel az Archegoniaták macroprothalliumának (l. 494. kép).

Az elsődleges endospermiumban a micropyle felé eső oldalon archegóniumok képződnek (l. 494. kép). Az archegóniummá fejlődött sejt itt is, mint az Archegoniatáknál, egy harántfal által egy nagyobb belső és egy kisebb külső sejtre oszlik, az elsőből lesz az archegónium hasi sejtje, az utóbiból pedig a nyaki része (l. 494. kép). Az archegónium hasi részében foglal azután helyet a petesejt, amelyet a magkezdeményre

jutó virágporban kifejlődő spermatozoida, illetőleg spermamag termékenyít meg. Az archegóniumok száma egy magkezdeményben a Cupressaceákon 5—30, az Abiesekén 3—5, a tiszafán 3—8. Összehasonlítva a magkezdeményt az edényes virágtalanok fejlődésében való jelenséggel, úgy a magkezdeményt makrosporan-

\*) Neve „a primär endosperm anyasejtje”. A makrospórának felel meg.



giumnak, az embriózsákot makroprothalliumnak kell tekintennünk, amelyen belül fejlődik az előtelep az archegóniumokkal. A petesejt megtermékenyítése után fejlődik ki a petesejtből az embrió, amely bizonyos ideig tartó nyugalom után a tagolt növényné, illetőleg ivartalan ivadékká fejlődik ki.

#### A zárvatermők virágfejlődése.

A zárvatermők virágai már magas fejlettségi fokon állanak, miután itt a termő- és a porzólevelek teljes módosulásán kívül még a többé-kevésbé módosult levelekből álló virágtakarót is megtaláljuk.

A zárvatermők virágai rendszerint az ú. n. virágkezdeményekből, a bimbókból veszik eredetüket.

A fejlődés alkalmával a bimbó tengelye csak kevésbé nyúlik meg, törpe marad, gyakran megvastagodik, vagy kiszélesedik, hogy a módosult levélnemű szerveknek helyet adhasson és képezi a v a c k o t (receptaculum; l. 477. kép), amely sokszor csőalakúan is megnyúlik, amikor is a leíró növénytanban a csészéhez tartozó kelyhet\*) (hypanthium) alkotja meg; pl. *Narcissus*, *Oenothera*.

A vackon állanak majdnem körben összeszoruló csavarvonalakban, vagy örvökben a viráglevelek, amelyek átalakulásuk foka és célja szerint egymástól különböznek. A vegetatív levelektől való eltérés alulról felfelé erősebb lesz és rendszerint ugrásokkal történik, aminek folytán a virágleveleknek egymástól eltérő több emeletét lehet megkülönböztetni, amelyeket tájaknak mondhatunk. E tájak közül a külsők a védőszervek, a takarólevelek (perianthium), a belsők pedig a tulajdonképeni ivarszervek, illetőleg spórákat fejlesztő sporophyllumok. A legkifejlettebb és hiánytalan virágokban négy tájat különböztetünk meg, amelyek alulról felfelé a következők:



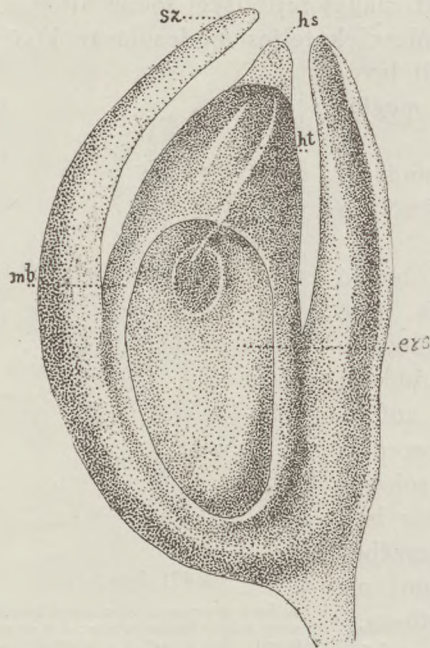
491. kép.

A *Juniperus communis* termővirágzatának hosszmetszete; *b* a virágtengely alsó levelei, *c* a termőlevelek, *sk* a magkezdemények, *kk* a magkezdeménybél, *i* a magkezdeményburok. 12-szeresen nagyítva. Sachs után.

\*) A kehely és a csésze természetesen nem azonosak, hanem morfológiailag mindegyik különböző képződmény.



csésze (calyx), pártá (corolla), porzó-, vagy hímtáj (androeceum) és termő-, vagy nőtáj (gynoeceum; l. 495. kép). A csésze és a pártá a virágtakaró (perianthium). Mindkettőnek levelei lehetnek szabadok vagy összenöttek. De lehetnek a virágtakaró levelei egyneműek is, amikor azt lepelnek (perigon) mondják. A csészét a csészelevelek (se-



492. kép.

A *Picea excelsa* magkezdeményének hosszmetsete a virágzás ideje alatt; *mb* magkezdeményből, *sz* embryosák. *hs* pollenszemecske, *ht* pollentömlő, amely már a petesejtig hatolt, *sz* magkezdeménynyílás. Nagyítva. Strasburger után.

pala), a pártát a szirmok (petala), a hímtajt a porzók (stamina), a nőtajt a termőlevelek (carpella) alkotják, amely utóbbiak egyenként, vagy mindnyájan egymással összenöve képezik az ú. n. magházas növényeken a termőt, amelyből a gyümölcs, vagy a termés lesz.

Ha a virágnak mind a négy tája megvan, akkor az hiánytalan (flos completus; l. 477. és 495. képek), ha valamely tája hiányzik, hiányosnak (fl. incompletus) mondják. Ha a szirmok sokkal nagyobb számban jelennek meg, mint rendesen, pl. a porzónak szirmokká való módosulása folytán a rózsán, akkor a közéletben a virágot teljesnek (fl. plenus) mondják. Amely virágon a virágtakaró (csésze,

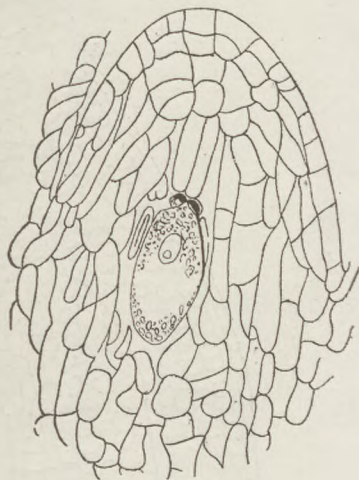
pártá, vagy perigon) hiányzik, azt csupásznak (fl. nudus; pl. a *Fraxinus excelsior* virága) mondják; ha pedig a pártatáj hiányzik, szirmotalan (apetal) a virág.

Az egy tájhoz tartozó levelek, amelyeket a táj tagjainak mondanak, látszólag egy vagy majdnem egy magasságban állanak és rendesen az egyes tájak közti tengelyrészek is nagyon törpék szoktak maradni; de néha észrevehetően, sőt feltűnően



megnyúlnak. A virág különböző tájainak a termőhöz viszonyított állását insertiónak mondják. Így pl. észrevehetően nyúlik meg a csésze és a pártá közti rész a Silenen, amelyet akkor szíromtartónak (anthophorum) neveznek; vagy megnyúlhat a pártá és a hímtej közti rész, mint pl. a Passiflórán, amely ekkor ivartartónak (gynandrophorum) mondható (l. 496. kép); vagy megnyúlik néha a hímtej és a termő közti rész, amely termőtartó (gynophorum) nevet nyer; előfordulhat végre a porzós virágoknál az is, hogy a virágtakaró és a porzók közti rész nyúlva meg, az csak a porzótájt viseli és úgy hímertartó (androphorum) a neve.

A vackoknak különböző fejlődése szerint a külső tájak helyzeti és magassági viszonya a nőtájhoz, illetőleg a termőhöz (vagy termőkhöz) változik. Ha a virágtengely csúcsa a fejlődés egymásutánjának megfelelően magasabban áll az öregebb részeknél, akkor a termő (vagy termők) legmagasabb helyzetbe jöven, azt felülállónak, vagy felső állásúnak (germen superum), a porzókat és a többi levéltájakat pedig alulállónak (hypogyn) mondják (l. 477., 495. és 496. képek). Igen gyakori eset azonban, hogy a virág tengelyének azon öregebb részei, amelyeken a külső tájak állanak, kiemelkednek, ellenben a közepe, amelyen a termőlevelek állanak, besülyedve marad; ez esetben a porzók (ezekkel együtt a szirmok és csészelevelek) termőkörüliek, vagy körülállók (perigyn; pl. Prunus); vagy végre a virág tengelyének növe csúcsa felett záródik a viráglevéltájakat viselő felemelkedett gyűrű és az így képződött üreg tetején állanak a virágtakaró levelei, porzók és termőlevelek, mely utóbbiak alsó részei a magházüreg tetejének beboltozására

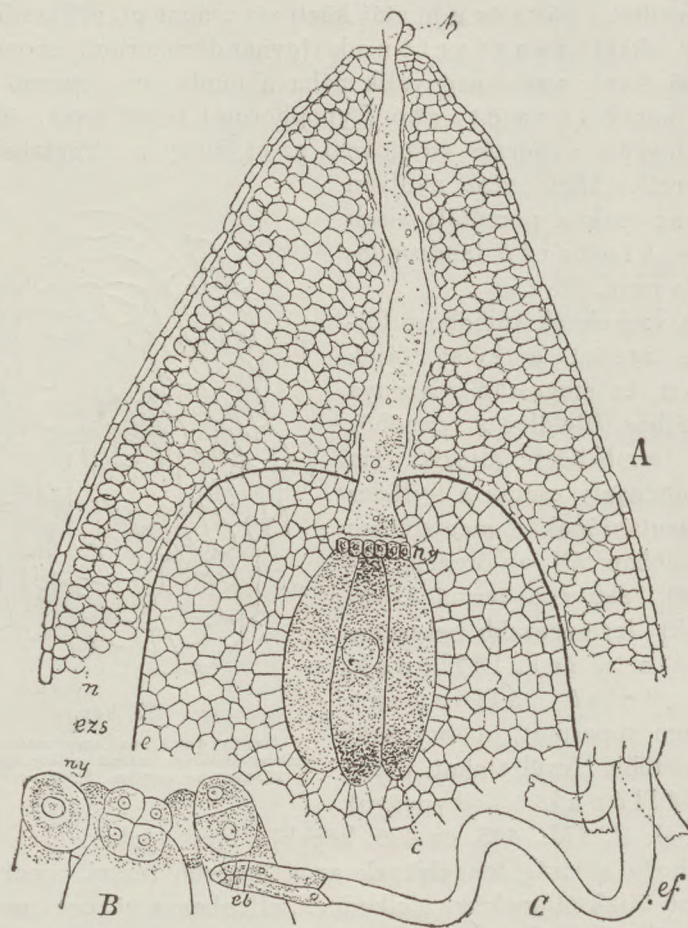


493. kép.

A *Larix decidua* embriósákjában az előtelep fejlődése szabad sejtkepződés útján. 230-szorosan nagyítva. Strasburger után.



szolgálnak (l. 474. kép), ez esetben a magház alulálló, vagy alsó állású (germen inferum), a porzók (és a többi viráglevelek) pedig felül állók (epigyn, l. 474. kép).



494. kép.

A a *Juniperus virginiana* magkezdeménybelének és embriozsákjának hosszszelvénye a termékenyítés kezdetén. 100-szorosan nagyítva. B u. a. nyaki sejtjei az osztás különböző stádiumában felülről nézve. 250-szer nagyítva. Strasburger után. C a *Pinus Strobilus* embriója a csirafüggesztővel. 100-szor nagyítva. Hofmeister után. *n* a magkezdeményből szövete, *ezs* az embriozsák endospermiumja, *c* archegonium, *ny* nyakisejtek, *h* pollentömlő, *eb* embrió, *ef* csirafüggesztő.

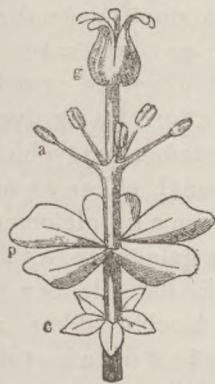
A virágtakaró és a termő közt kisebb-nagyobb kiterjedésben a vacok gyakran gyűrű-, vagy korongalakban feldagad; e kép-



zödményt vacokpárnának, vacokkorongnak (discus) szokás nevezni, amely állhat a magház alatt vagy felett (l. 474. kép).

A viráglevelek állása többnyire örvös (körös, fl. cyclicus), ritkán egészen csavaros (fl. acyclicus; l. 497. kép), gyakran részint örvös, részint csavaros, amidőn azt félörvösnek (hemicyclicus) mondjuk (l. 454. kép).

Az örvös virágokon az örvök száma egy és ugyanazon a fajon rendszeren határozott és általában 1 (Carex) és 15–16 között váltakozik (Aquilegia). Sokszor minden tájra egy örv esik, vagy a hím tájra kettő, a többire egy. De sokszor a



495. kép.

A hiánytalan virág meghosszabbított tengellyel rajzolva; *c* a csésze, *p* a pártá, *a* a porzótáj, *g* a termőtáj. Frank-Leunis után.



496. kép.

A *Passiflora Loudoniana* virága; *d* d szírszerű levelek, *e* porzók, *p* termő, *d* és *e* közt az ivartartó. Duchartre után.

csészére két, vagy több örv esik, pl. a sóskafaféléken; a keresztetek csészelevelei két kéttagú örvben állanak (l. 469. kép). Ritkábban találunk két-, vagy többtagú örvöt a pártán (füstikefélék, mákfélék, sóskafélék, stb.). A porzók igen gyakran állanak két örvben, pl. sok egyszikűn, vagy több örvben, pl. az Aquilegián, a rózsavirágúakon, stb. A termőlevelek két, vagy néha több kört képeznek némely Butomusfélén, Alismafélén, stb., de ha nagyobb számban fordulnak elő, gyakrabban vannak csavarosan elhelyezve (l. 477. kép).

Egy és ugyanazon örvben a tagok száma kettőtől harmincra

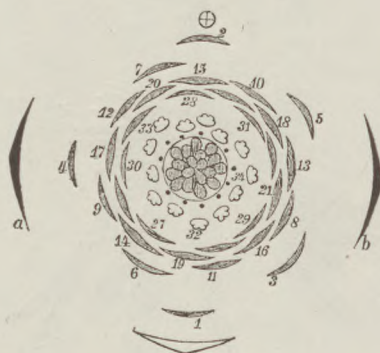


emelkedhetik, eltekintve az ú. n. hasadás által létrejövő meg-sokasodástól. Leggyakoribbak az öt-, négy- és háromtagúak; a háromtagúak az egyszikűeken, az öt- és négytagúak igen közön-ségesek a kétszikűeken; kéttagúak az örvök a füstikeféléken, a keresztes virágúakon a csésze és a pártá levelei, stb., hattagúak sok Lythrumféléknél és így tovább.

Az örvök lehetnek egyenlő tagúak (isomer), vagy különböző tagúak (heteromer). Ha a virágban mindegyik örv egyenlő tagú, akkor a virág eucyclicus, vagy isocyclicus, ellenkező esetben heterocyclicus. Az utóbbi virágokon is rendszeren könnyű felismerni bizonyos alapszámot, amely a virág szabványán (typus) uralkodik és amely egy vagy

több örv tagjainak számában nyilvánul, pl. az ötös szám a galagonya virágában; de némely örv a számtól eltér. Ha az ilyen örv tagjainak száma nagyobb a szabályos számnál, akkor az örvöt soktagúnak (pleiomer) mondjuk, pl. a galagonya, a szilva porzóköréi; ha ellenben a tagok száma kisebb, akkor az örvöt kevéstagúnak (oligomer) nevezzük, pl. az egy- vagy kéttagú termőlevél a galagonyán vagy a zelnicén.

Az oligomeria és pleiomeria lehet tipikus, de létre jöhet el-



497. kép.

A *Calycanthus floridus* virágának alaprajza: *a b* a levélszerű előlevelek; a számok a virágtagjainak genetikus sorrendjét jelölik. A 21. számtól kezdve csak egyesek vannak jelölve. Eichler után.

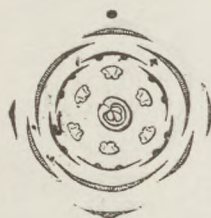
maradás, vagy elágazás és megkettőződés, stb. által is. Így pl. a kétszikűeken igen gyakori a szabályos kevéstagúság a termő-örvben (pl. a csonthéjasokon, az ernyősvirágúakon, a fészkeseken, stb.); szabályos kevéstagúságot találunk az olajfafélék porzótájában (kőris, fagyal, orgona); szabályos a soktagúság sok mályvaféle termőtájában, némely rózsaféle porzótájában, stb. A kevéstagúság többnyire egyes tagok elmaradásából, vagy összenövéséből, a soktagúság pedig elágazásból, széthasadásból, stb. származik. Így pl. elmaradás által lesz kevéstagú a *Polygala* pártája, a fűzek porzótája, épen úgy az ajakosoké, az *Orchideáké*, stb.



Többszágosság áll be pl. a porzók kettéhasadása által is az *Adoxa moschatellinán*, amit az is bizonyít, hogy a portokok tulajdonképpen egy-egy fél portoknak felelnek meg, épen úgy a mogyoró porzóvirágaiban is (l. 471. kép); a porzók megkettőződése által jön létre a sokszágosság sok *Phytolaccafélén*, elágazás által sok *Tiliafélén*, stb. Az egymásra következő egyenlő tagú örvök tagjai egymással váltakozva szoktak állani; ha pedig egyenlőtlen tagúak, akkor úgy szoktak elrendezkedni, hogy a váltakozó állás legalább megközelítőleg legyen elérve. Állhatnak azonban tényleg az egymásra következő tájak tagjai egymás előtt is (superponálva), ami a közbeeső örv kimaradása által jöhet létre, pl. a nőszirmon. A sóskafeán is a csésze hat levele előtt áll a hat szirm és ezek előtt a hat porzó. De a kifejlődés megfigyelése bizonyítja, hogy itt tulajdonképpen háromtagú örvökkel van dolgunk, amelyek egymással szabályosan váltakoznak (l. 498. kép). Ha a porzók akkora számban vannak jelen, mint a csésze és a pártá levelei összesen, akkor ezek fele a csészelevelek előtt áll (episepal), másik fele a szirmok előtt (epipetal). Ha a porzótáj csak egy körből áll, amelynek tagjai a pártakör tagjaival váltakoznak, akkor haplostemonnak mondjuk. Más esetben a porzótáj két kört képez, amelyek közül a külső tagok episepalok, a belsők epipetalok, az egész porzótáj pedig diplostemon; harmadik esetben a porzótáj obdiplostemon, amidőn az epipetal tagok a külső, az episepal tagok pedig a belső körben állanak.

Egészen csavaros szerkezetű virágok ritkák. Ilyenek fordulnak elő a magházasak között a *Calycanthus*- és némely *Ranunculufélén*. De a *Silenefélén* is gyakoribb az az eset, hogy a virágtakaró örvös, a termőlevelek állása pedig csavaros.

A viráglevelek számát, állását és egymáshoz való helyzeti viszonyát legvilágosabban tünteti fel annak vázlatos alaprajza, amelyet diagrammának (l. 497. és 498. képek) neveznek. Ezen nemcsak a virágnak a száron való elhelyezése, a fellevelek és különösen az egyes tájak tagjai vannak megállapított módon jelölve, hanem a csavaros, vagy örvös állás, össze-



498. kép.

A *Berberis vulgaris* virágának alaprajza. Eichler után.



növés, netaláni vacokpárna, mézfajtók, stb. csészeszerűen feltüntetve. A csavaros állású tagok sorrendjét célszerűen lehet számokkal feltüntetni.

A virágnak valósággal meglevő tagjait előtüntető tapasztalati diagrammákon kívül szerkesztenek még olyanokat is, amelyek — a virág fejlődésének megfigyelése és a rokon nemek és családok összehasonlítása nyomán a fajki-fejlődés folyamán a már többé-kevésbé, vagy teljesen kitörlődött, eltűnt tagokat és viszonyokat is feltüntetik. Az ily alaprajzokat elméletieknek (theoretikus) mondják. A 499. kép pl. a juharok virágának elméleti diagrammája, ahol a ki nem fejlődő porzók helye keresztekkel van jelölve. Hogy itt porzók maradtak kifejezetlenül, azt a virágtakaró ötös állásából, a rokon



499. kép.

Az *Acer pseudoplatanus* virágjának alaprajza. Eichler után.

nemek virágaiból és a hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) virágfürtjének csúcsvirágából kell következtetnünk, amelyben minden csészelevél és minden szírom előtt egy-egy porzó áll. Valamely növényfaj kifejezetlen virágleveleinek a diagrammába való beillesztése által ez utóbbi más rokon fajok teljesen kifejezett virágaihoz válik hasonlóvá; így pl. a fűnek diagrammája a liliomfélék tapasztalati diagrammájához hasonló.

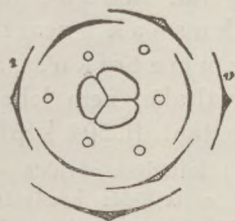
Kevesebb átnézetet adnak, de rövidség okáért mégis használják a virágok leírásánál a képleteket, amelyekben az egyes tájakat a latin, illetőleg a görög elnevezések kezdőbetűivel, ú. m. perigon = P, calyx = K,\*) corolla = C, androeceum = A, gynoeceum = G; a tagok számát az utánuk tett számmal szoktuk jelölni. Ha azt is ki akarjuk tüntetni, hogy valamely táj több örvből (körből) áll, akkor az örv tagjai számát annyszor ismételjük, ahány az örv és a számokat + jellel kötjük össze; pl. A 5 + 5 azt jelenti, hogy a porzótáj (androeceum) két ötös körből áll; K 3 + 5 azt jelenti, hogy a csésze (calyx) két körből áll, amelyek külseje három-, belseje öttagú. Ha a kör tagjai össze vannak növe, akkor a számot zárójel közé foglaljuk, pl. C (5) oly pártát (corolla) jelent, amelynek öt szirma össze van növe, illetőleg egyesülve. Ha valamely táj hiányzik,

\*) A német Kelch szó kezdőbetűje után a K jelzés nemzetközivé vált.



azt az elmaradás kitüntetése végett 0-val lehet jelölni; ha a tagok száma sok ezt  $\infty$  jellel fejezzük ki.

A porzóknál a gyakori megkettőzést vagy a többszörös elágazás által keletkezett csoportokat vagy porzónyalábokat úgy jelöljük, hogy a csoportok vagy nyalábok száma fölé hatványmutatóul azt a számot tesszük, amellyel az alapszámot megszorozva kapjuk az összes porzók számát, pl. A  $5^2$  azt jelenti, hogy a szabályszerű öt porzó kettőzés által tízre szaporodott. Ha a termőtáj felül álló, a G betű (gynöceum) után a tagok számát egy vízszintes vonal fölé, ha alul álló, akkor e számot egy vízszintes vonal alá írjuk; pl. G  $\overline{5}$  alul álló öt összenőtt termőlevélből alakult magházat jelent, pl. az almán.



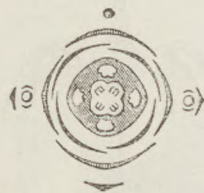
500. kép.

A *Lilium bulbiferum* virágának alaprajza. Eichler után.



501. kép.

A *Tilia grandifolia* virágának alaprajza. Eichler után.



502. kép.

Az *Evonymus europaeus* virágának alaprajza. Eichler után.

Alljanak itt példaképen a következő képletek a megfelelő alaprajzokkal együtt:

A liliomé (l. 500. kép): P  $3 + 3$ , A  $3 + 3$ , G  $\overline{3}$ .

A hársfái (l. 501. kép): K 5, C 5, A  $5\infty$ , G  $\overline{5}$ .

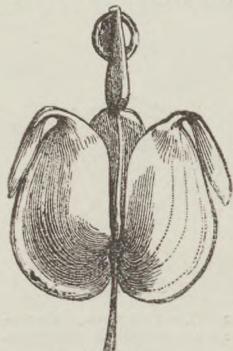
Ezenkívül a porzóvirágokat a virágképlet elé tett ♂, a termővirágokat ♀ jellel jelöljük, míg a hímnős virágok jele ♀; így pl. a bükk porzóvirága: ♂ P (4—7), A 8—14, ami azt jelenti, hogy a hímvirág leplének levelei összenöttek, számuk 4-től 7-ig, a porzók száma 8-tól 14-ig változik. Ugyanannak nővirága: ♀ P (5—6), G  $\overline{3}$ .

Hogy a virág bármely tagjának a szárhoz való helyzetére nézve magunkat tájékozhatunk, a virágban különböző, annak alapsíkjára függélyes és a központon átmenő síkokat különböztetünk meg. Azon síkot, amely valamely oldalt álló virág központján és az azt tartó kocsányon megy át, medián síknak, az erre merőlegeset laterális síknak, az ezek által bezárt de-



rékszögeket felező síkokat pedig diagonális síkoknak mondják. A közönséges kecskerágó (l. 502. kép) virágának két csészelevele (illetőleg felfüggesztésük középpontja) a medián síkban, a másik kettő a laterális síkban áll, ellenben a szirmok a diagonális síkokban állanak.

A virág egyes levélnemű szervei többnyire szabályosan vannak a tengely körül elhelyezve úgy, hogy kettőnél több (a tengelyt magában felvevő) sík által lehet azt egymásnak megfelelő, egyenlő részre osztani; az ilyen virágot sugáros virágnak (fl. actinomorphus) mondják; ha a virágot csak egy, vagy legfeljebb két egymásra merőleges sík által lehet két egymásnak megfelelő részre osztani, akkor szimmetrikusnak vagy



503. kép.

A *Dicentra spectabilis* virága. Thomé-Borbás után.

zygomorphnak\*) mondjuk, mégpedig ha egy szimmetria síkja van mono-, ha kettő biszimmetrikusnak nevezük (l. 503. kép). A szimmetrikus a virág akkor, amidőn egyáltalán nem lehet részarányos részekre osztani (l. 504. kép).

A virágporszemecske\*\*) fejlődése röviden a következő: A fiatal portok a fejlődés kezdetén egyforma parenchymasejtekből áll, amelyet epidermis (exothecium) borít. A portok fejlődését az epidermis alatti sejtréteg vezeti be, amely tangenciális osztódással több réteget különít el a belső virágporszemecskékké fejlődő szövettől, az archesporiumtól. Közvetlen az epidermishez csatlakozó réteg az endothecium vagy fibrozus réteg, amelynek sejtjei radiálisan futó lécekkel megvastagodnak és később a portok felnyílását okozzák. Ez alatt van a tapétaréteg, amely érés után vagy megmarad vagy feloldódik. Az archesporium sejtjei ezen folyamat alatt nagyon megszaporodnak és a virágpor-anyasejteké lesznek, amelyek mindegyike redukciós sejtosztódással négy virágporszemecskét hoz létre.

A virágporszemecske eleinte egysejtű, sejtfa két hátyából áll, a kutinizált exosporiumból (exin) és a pektinben gazdag endosporiumból (intin); majd még a portokban vagy a bibére jutva ketté osztódik és ezzel a vegetatív és az antheridiális anyasejt különül el benne, anélkül azonban, hogy az elválasztó cellulózsejtfalak kifejlődnének. A virágporszemecske a bibén pollentömlőt hajt, amely vagy a micropylen keresztül (porogamia), vagy azt

\*) Az actinomorph virág jele  $\ast$ , a zygomorphé  $\uparrow$ .

\*\*) Az Archegoniaták microspórájának felel meg, míg a portok a microsporangiumnak.



megkerülve, a nucellus szöveti részein átnöve (chalazogamia), jut az embriózsákhhoz, miközben az antheridiális anyasejt két generatív sejtmagra osztódik. Ezek végzik a tulajdonképeni megtermékenyítést. A vegetatív sejtmag felhasználódik a fejlődés alatt.

A Gymnospermákkal szemben rá kell mutatnunk a prothalliumsejtek, a sterilis testvérsejtek teljes hiányára, továbbá a pollentömlőben válaszfalak nélküli generatív sejtmagvak fellépésére.

A magkezdemény fejlődésében a Gymnospermákétól eltérés akkor áll be, amidőn a nucellus anyasejtjeinek redukciós sejtosztódás útján keletkezett négy sejtje közül az egyik nem fejlődik, miként a Gymnospermánál, elsődleges endospermiummá, amely az archegóniumokat létrehozza, hanem maga az egysejtű elsődleges embriózsákot alkotja meg és amely az Archegoniaták macrospórájának felel meg. Az elsődleges embriózsáknak egy sejtmagja van, amely ketté osztódik és a leánysejtmagok a két pólusra vándorolnak. Itt mindegyik kétszer egymásután következő osztódással négy sejtmagot hoz létre, összesen nyolcat. Ezek közül kettő (sarki sejtek) ismét a középre vándorol és ott a megtermékenyítés előtt vagy után egyesül és a másodlagos embriózsákmagot alkotja meg. A többi plazmával és sejtfallal veszi magát körül és sejtekké alakul. A micropyle felé eső pólusnál lévők közül a középső a petesejt, a két mellette lévő a segítő sejtek vagy synergidák. Az ellenkező póluson lévőket pedig ellenlábás sejteknek vagy antipodáknak nevezzük. Az embriózsákokat itt is körülveszi a nucellus, ezt pedig két, a belső és külső integumentum takarja (l. 484. kép).

A megtermékenyítésnél a pollentömlőn át az embriózsákhöz jutott két generatív mag közül az egyik az egyik segítő sejten keresztül, amely ezáltal elpusztul, a petesejttel egyesül és az embryót hozza létre; a másik genera-



504. kép.

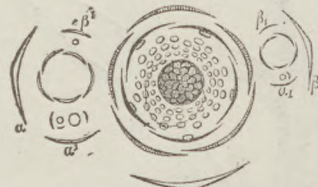
A *Canna indica* virága; *k' k''* az első és második csészelevél, a harmadik nem látható; *c' c''* az első és második szirmlevél, a harmadik nem látható; *a* a porzó és portokja, *ap* annak szirmoszerű  $\alpha$  és  $\beta$  pedig annak szárnyoszerű függeléke; *l* ajak, *g* magház, *g'* bibeszál. Eichler után.



tív mag pedig a két sarki sejttel, vagy pedig ha azok már előzőleg egyesültek, a másodlagos embriózsákmaggal egyesül, amely utóbbinak osztódása a mag táplálósövetének, az endospermiumnak kifejlődését indítja meg.

### A virágzat.

Azoknak a virágoknak összegét egy ágon vagy a szár végén vagy a szár végén álló ágazaton, amelyek nincsenek egymástól lomblevelek által elválasztva, a hozzájuk tartozó felvelekkkel (murvakkal) együtt virágzatnak mondjuk.



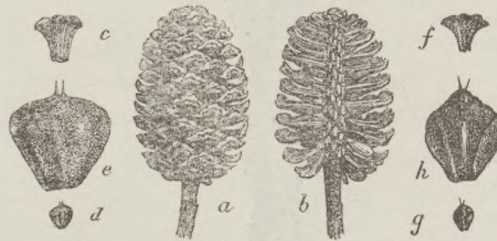
505. kép.

A *Ranunculus acris* hónalj dichasiumának alaprajza, az elsődleges virág teljes alaprajzával. Eichler után.

A virágzat vagy a virág tengelyén, mindjárt a tartóleveleken felül fellépő levélkéket előleveleknek (Vorblätter) nevezik (l. 505. kép).

A két előlevél fejlődése a két-szíkúeken igen gyakran nem egy időben veszi kezdetét. Ilyenkor

az idősebbet  $\alpha$ -val, a fiatalabbat  $\beta$ -val jelöljük. Gyakran egyik vagy mindkettő kimarad, máskor megint több rendbeli előlevél halmozódik össze, azaz jut közvetlen egymás mellé az által, hogy a tartólevél hónaljából eredő ágacska tövén



506. kép.

Az *Alnus incana* érett áltofoza *a* és u. a. hosszmetszete *b*; *c* a murva, *d* a mag természetes nagyságban, *e* u. a. nagyítva. Az *Alnus glutinosa* murvája *f*, a magja *g*, u. a. nagyítva *h*. Nobbe után.

megint elágazik. Ezek egymással és a tartólevéllel össze is nőhetnek, pl. az égeren (l. 506. kép), a mogyorón, stb. A virágzatot néha egy, vagy több tartólevél egészen beburkolja; ezen takarót virágzati buroknak (spatha) mondják (*Calla* és *Aroideák* virágzata; l. 401. kép), a kukorica torzsás, vagy csutkás női virágzata és terméságazata, vagy csöve (szemes csutkája). Sokszor a tömött virágzatok tövén (pl. a fészkes virágzatúakon) kimaradnak a virágok a legalsóbb és erősen kifejlődött murvák



hónaljában és azáltal az egész virágzat alját körülfogó közöscsészévé, takaró kehellyé (anthodium; l. 402. kép) torlódnak össze. Az ernyős virágúakon az egyes magasságban eredő elsőrendű oldalágak alatt a murvák örvet képeznek, amelyet gallérnak (involucrum) mondanak, az ernyőcskéket képező másodrendű oldalágak alatt állók képezik a gallérkát (involucellum; l. 507. kép). Ilyen gallért néha magános virág alatt is találunk (Pulsatilla). Eichler szerint a makk, vagy makkok alján erősen kifejlődő és összenövő előlevelek alkotják a kupacsot (tölgy, bükk, gesztenye; l. 404. kép) és alkupacsot (mogoró, gyertyán). A fűfélék kalászkáját beborító száraz, pikkelyszerű murvákat pelyváknek nevezik (l. 403. kép).

A szár végén, vagy a levelek hónaljában állhat a virág egyedül is (magános virág), vagy pedig csoportosan, tulajdonképeni virágzatot, vagy virágos ágazatot alkotva, amelynek fő tengelyét (radius) és különböző rangú melléktengelyeit (ágait) különböztetjük meg. A fő-tengelynek a legalsó ágak alatti részét kocsánynak (pedunculus), közvetlen a virágot tartó ágacskát kocsánykáának (pedicellus) mondják; ha azonban a virág magános, akkor annak szárát egyszerűen kocsánynak szokás mondani.

A virágzat állhat a szár végén (inflorescentia terminalis), vagy annak oldalán (inflorescentia lateralis). Ha a virágzat fő tengelye földalatti törzsből, vagy közvetlen a növény tövében ered, tehát rajta közönséges lomblevelek nincsenek, akár egy, akár több virágot viseljen, tőkocsány (scapus, Schaft) a neve.



507. kép.

A *Hedera helix* ága három ernyővirágzattal.  
Fekete-Mágócsy után.



Igen sok virágzat kifejlése alkalmával a főtengely — amint ez a vegetatív szár fejlődésénél is rendes eset — tovább fejlődik, mint a melléktengelyek és épen úgy a főbb oldaltengelyek is tovább, mint az alsóbb rendű oldaltengelyek. Az ilyen virágzatok csúcsán többnyire nem is fejlődik virág (korlátlan, vagy nyílt virágzat); néha a virágzat főtengelye a virágzaton felül megint leveles hajtásba nyúlik ki, mint az ananász virágzatán, mindig és kivételesen a kukorica és a vörösfenyő nővirágzatán. De ha a csúcson van is virág, a virágok kinyílásának sora rendszeren alulról felfelé halad, vízszintes vetületben pedig kívülről a középpont felé, azért központ felé törekvő



508. kép.

A *Salix viminalis* himbarkája a természetes nagyságban; c d egyes virágok, a murvapikkely, b mézlejtő. Nobbe után.

folysatják, mint az őket tartó főtengely. Az ilyen virágzat csúcsán mindig virággal elzárt (korlátolt) és a főtengely csúcsán álló virág nyílik leghamarább, az oldaltengelyeken pedig annál később, mennél távolabb állanak azok a központhoz, a fakadás sora tehát a központtól távozó (inflorescentia centrifugalis). Vannak azonban olyan virágzatok is, amelyek főtengelyén a virágfakadás sorrendje más, mint az oldalágain. Az ilyenek a vegyes virágzatok (inflorescentia mixta). Egyébiránt a fentebbi sajátosságok sok virágzatban egymásba mennek át.

A virágzat tengelyének elágazása általában ugyanezen főszabályoknak hódol, mint a növény szára (l. 356. kép); a köz-

(inflorescentia centripetalis). A virágzatok más csoportjánál, az úgynevezett bogas virágzatoknál ellenben a főtengely csúcsa korábban záródik virággal, mint a melléktengelyé, amely eset a melléktengelyeken is többször ismétlődhetik egymásután. Így a melléktengelyek növekvésüket tovább



alaps és az áltengelyes elágazás a legnagyobb változatosságban mutatkozik.

A fentebbi viszonyok, de különösen a főtengey elágazása szerint a virágzatnak főbb alakjait a következőképpen csoportosíthatjuk:

### I. Egyszerű virágzatok.

#### A) Fürtszerű virágzatok (inf. botryticae vel racemosae).

A virágfakadás majdnem mindig központ felé törekvő, a főtengey többnyire korlátlan növekedésű, az ágak száma határozatlan. Az elsőrendű ágak az egyszerűeknél nem ágaznak el, az elágazás közalapos.

1. Füzér (spica). A virágok vékony főtengeyen igen rövid kocsányon ülnek. Ide tartozik a barka (amentum, Kätzchen); főtengeye hajlékony, virágai aprók és rendszeren sűrűn állanak; elvirágzás (porzás), vagy érés után (termő virágzatok) az egész barka a tövén leválik és lehull; pl. a fűzfélék virágzata (l. 508. kép).

2. Torzsavirágzat (spadix). A főtengey vastag, húsos, a virágok ülők, sőt néha bemélyedők, az egész virágzat burokba (spatha) van takarva, pl. a kontyvirágfélék és a kukorica termővirágzata (l. 401. kép).

3. Fürt (racemus, Traube). A virágok a rendes vastagságú főtengeyen körülbelül egyenlő kocsányokon vannak, pl. vörös ribiszke (l. 509. kép), fái zanót, sóskacserje. Gyakran a fürt, míg a felső fele nincs kinőve, tehát fiatal korában, tetején kúpalakú, vagy ernyőszerű, pl. sok keresztes virágon.



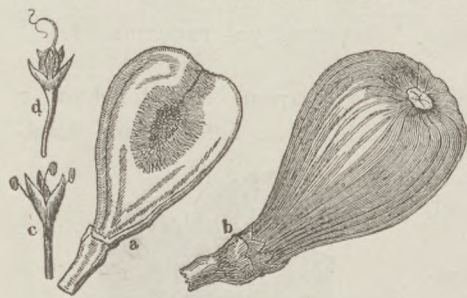
509. kép.

A *Ribes rubrum* fűrtvirágzata; *a* az alsó állású magház, *b* a rügypikkely term. nagyságban, *c* a virág hosszmetsege nagyítva. Nobbe után.



4. Ernyő (umbella, Dolde). A főtengely azon része, amely a kocsányokat viseli, annyira megrövidül, hogy utóbbiak egy magasságban látszanak eredni; pl. Hedera, húsos som (l. 507. kép).

5. Fészek (calahium, Blütenkorb). A megrövidült, de egyszersmind megvastagodott és kiterült virágzati tengely domború, sík vagy homorú és rajta foglalnak helyet az ülő, néha besülyesztett virágok murváikkal vagy azok nélkül. Ezt a köz-



510. kép.

A *Ficus carica* érett termése *b*, *a* u. a. hosszmetszete; *c* porzós-, *d* termővirág nagyítva. Hager után.



511. kép.

A *Sedum reflexum* többes bogvirágzata (pleiochasium); *f* a végső virág, *c* a négy oldaltengely virágjai, amelyek monochasiumot és pedig forgót képeznek. Frank-Leunis után.

zös vackot (receptaculum) alúlról a fellevelékből, ú. n. fészekpikkelyekből alakult közös csésze (involucrum) veszi körül. Főként a fészkesek családját jellemzi e virágzat (l. 402. kép). Hasonlít ehhez a fügeszerű virágzata (hypanthodium), ahol a kiöblösödő és felül összeszűkülő közös vacok belső oldalán ülnek a virágok — abba bezárva (l. 510. kép); továbbá a Dornsteniának ú. n. lepényvirágzata (coenanthium), amelyet a lepényalakban kiterjedő vacok jellemez.

6. Gomb (capitulum, Köpfchen). A megrövidült, de jelentékenyen ki nem terülő főtengelyen igen rövid kocsányú virágok ülnek egymásmellé szorulva, pl. a lóhere virágzata.

7. Toboz (conus). Ilyen a fenyők termővirágzata, amelynek tengelyén (orsó) örvösen, vagy csavarosan, tömötten vannak elhelyezve a murvák (fedőpikkelyek) és ezek hónaljában áll egy-egy nyílt termőlevél (termőpikkely), amelyen vagy



amelynek tövében a magkezdeményeket találjuk\*) (l. 490. kép). A lombfák között is van némelyiknek (égerfa termővirágzata) ilyen tobozszerű virágzata (áltoboz; l. 506. kép), de ez lényegesen különbözik az előbbi tobozvirágzattól és tulajdonképpen nem is tartozik ide, mert hiszen összetett virágzat. Az égerfa tobozvirágzatának főtengelyén ülnek a murvák — azok előleveleivel való összenövéséből származó tobozpikkelyek és ezek hónaljában a kis bogvirágzatok (l. 506. kép).

### B) *Bogas virágzatok* (inf. cymosae).

Az elágazás *bogas*, azaz a főtengelyt virág zárja le, amely alatt a főtengelyen egy, két, ritkán több ág fejlődik ugyanazon magasságban, amelyek megint virággal záródnak és többnyire újból hasonló módon ágaznak el és csak ritkán maradnak ágatlanok. Az elágazás áltengelyes.



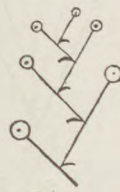
512. kép.

A *Cerastium triviale* kettős bogvirágzata. Frank-Leunis után.



513. kép.

A kunkorvirágzat vázlatos rajza.



514. kép.

A forgó virágzat vázlatos rajza.

Az ágak szerint a következőket különböztetik meg:

1. *Többs bog* (pleiochasium), amidőn az ágak száma a csúcsvirág alatt kettőnél több. Az ilyen virágzat igen ritka. Előfordul pl. a *Sedumon* (l. 511. kép).

2. *Kettős bog* (dichasium). A csúcsvirág alatt két ág

\*) Az újabb nézetek szerint a termőpikkely nem azonos a módosult termőlevéllel. Ez utóbbi rendszerint teljesen fel lesz használva a magkezdemény felépítésére. Ezen nézet szerint a termőpikkely csak egy másodlagos képződménynek tekintendő. — Viszont van olyan felfogás is, amely a tobozt termővirágzatnak tartja, ami a leghelyesebbnek látszik. A fedőpikkely és a termőpikkely voltaképpen egy levél kettéhasadásából alakul, amelynek egyik fele termő, a másik fele meddő. Ennek homológiája volna a *Botrichium*, *Ophioglossum* növény levele.



ered, amelyek gyakran több ízben hasonlóan ágaznak el, pl. a mécsvirágon, Silenén és más szegfűféléken (l. 512. kép).

3. **Egyes bog** (monochasium). A csúcsvirág alatt mindig csak egy ág ered, de ez az elágazás többször ismétlődik — felváltva két, vagy mindig csak egy oldalon. Ennek következő alakjait különböztetik meg:

a) Az oldalág saját főtengelye és az azt tartó tengely által képezett síkra, a mediánsíkra keresztben áll.

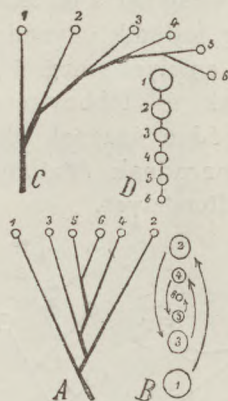
z) A következő oldalágak viszonylagosan, főtengelyüknek mindig egy és ugyanazon oldalán keletkeznek: **kunkor** (bostryx, Schraubel; l. 513. kép).

β) Az oldalágak az őket tartó ágaknak egymásután egyszer jobb, máskor bal oldalán állnak: **forgó** (cincinnus, Wickel; l. 514. kép).

b) Az oldalágak tartóáguk síkjába esnek.

α) Oldalágak felváltva, tartó ágaiknak hol a külső, hol a belső felén erednek: **legyező** (rhipidium).

β) Oldalágak, tartóáguknak mindig a külső felén állanak: **sarló** (drepanium, Sichel).



515. kép.

A a legyező virágzat, B u. a. alaprajzban vázlatosan; C a sarlóvirágzat, D u. a. alaprajzban vázlatosan. Luerissen után.



516. kép.

Az összetett fűrtvirágzat.

E virágzatok vázlatos alaprajzát, illetőleg oldalképét mutatja az 515. kép. Egyébiránt ezek is átmehetnek egymásba.

Gyakori azon eset, hogy a bogas virágzat legelső elágazása kettős, de ezután mindkét ág egyes bogas virágzattá fejlődik. Így származik a kettős forgó, kettős kunkor, stb.

A bogas virágzatokat az ernyős virágzatokkal való hasonlóságuk miatt még álernyős virágzatoknak (Trugdolde) is nevezik. Ennek a megjelölésnek azonban különös diagnostikai jelentősége nincsen.

## II. Összetett virágzatok.

A fentebb felsorolt egyszerű virágzatok, illetőleg az azokat jellemző elágazási módok, a legkülönbözőbb összetételekben



(kombinációkban) egyesülhetnek. Alábbiakban néhány gyakori esetet fogunk ismertetni. Eltekintve a többszörös összetételektől, csak a kétszeres kombinációkat soroljuk fel. A megnevezéseknél az előrebocsátott melléknév a másodrangú, a főnév az elsőrangú elágazást jellemzi.

A) *Az első- és a másodrangú elágazás fürtszerű.*

Ide tartozik a *kalász* (pl. a búzán), amely pelyvás füzérekéből füzéresen van összetéve (l. 403. kép); az összetett fűrtnek elsőrangú ágai megint fűrtösen ágaznak el (l. 516. kép); az összetett ernyőnek ernyőszerű elsőrendű ágai végükön kisebb ernyőket viselnek, amelyeket *ernyőcskének* (umbellulae) neveznek, ilyen virágzat jellemzi az *er-*



517. kép.

Az összetett ernyővirágzat vázlata.



518. kép.

A *Fraxinus ornus* virágzata.

*nyősök* családját (l. 517. kép). A füzéres fűrt elsőrangú ágai a fűrt elágazási törvényeinek hódolnak, míg a virágokat tartó másodrangú ágak füzéreket alkotnak, pl. a sáson; füzéres gombvirágzata van némely pálfafélének (Cyperaceae), ahol a füzérkéek gombot képeznek; fészkes fűrtöt képeznek némely fészkes virágúak fészke (Petasites).

B) *Az elsőrangú elágazás fűrtszerű, a másodrangú elágazás bogas.*

Ide tartozik a *forgós fűrt*, ahol a fűrt törvényei szerint álló elsőrangú ágak forgókban végződnek, pl. a lógeszte-



nyén; a bogas barka a nyíren és az égeren, ahol a barka tengelyén kettős bogvirágzatocskák állanak sűrűen. Itt azonban a női virágzatnak az előlevelekkel összenőtt murváit (barkapikkelyek) megfásodnak és később az áltobozt alkotják (l. 506. kép).

C) *Az elsőrangú elágazás bogas, a másodrangú fürtszerű.*

Ide tartozik a fészkes bog, némely fészkes virágon és a Dipsacaceákon; a fészkes kunkor (Cichoriumon); a fürtös forgó (fürtökből összetett forgó, Phytolacca); ernyős forgó, ernyőkből összetett forgó, pl. Chelidonium).

D) *Mindkét rangú elágazás bogas.*

Ide tartozik pl. a forgós kunkor, amidőn t. i. a forgók kunkort képeznek (Alchemilla); a kunkoros forgó, amidőn t. i. a kunkorok forgóban vannak összenőve (Geranium); az összetett forgó, amidőn a forgók megint forgószerűen vannak egyesítve (némely Solanum-félén, stb.).



519. kép.

A *Luzula alba* ecsetvirágzata; *t* a tengely végálló virága, *a, b, c, d, e* oldal-tengelyek, amelyek ismét ecsetvirágzatot képeznek. Frank-Leunis után.

A felsoroltakon kívül még más, többnyire gazdagabb elágazású és magasabb összetételű virágzatok neveivel is gyakran találkozunk az irodalomban, amelyek inkább a virágzat külső alakjára, mint elágazásának törvényeire vonatkoznak; ilyenek:

B u g a (panícula, Rispe), amely alatt dús elágazású, gúlaalakú virágzatot értünk, amelynek legalább elsőrendű elágazásai és

néha a következők is fürtösek, de a virágzat csúcsa egyszerű fürt, pl. szőlő, orgona. Ide számítjuk a köris virágzatát is (l. 518. kép).

S á t o r (corymbus, Doldentraube) a neve oly dús elágazású virágzatnak, amelynek legalább elsőrangú ágai a fürtös elágazást követi, virágai egy, vagy majdnem egy síkba esnek, pl. a mezei juharon.



**Ecset** (anthela, Spirre) oly virágzat, amelynek mellékágai túlnőnek a főágakon és a főtengelyen és ezenkívül legkülső ágai magasabbra nyúlnak a belsőknél, amelyek a központhoz közeledve mind kisebbek lesznek és körülbelül egy üres kúpfelületet képeznek. Egyébként az ecsetvirágzatok termete sokszor határozatlan és ámbár nagyjából a bogas virágzatokhoz tartoznak, némely fürtös virágzatba is gyakran képeznek átmenetet. Ecsetvirágzata van a palkának, a legyező bajnócának, stb. (l. 519. kép).

**Bogas sátor** (Trugdoldenrispe, álernyő, bogernyő) alatt a bodzán és a bangitán (*Viburnum*) előforduló olyan sátorszerű virágzatot értünk, amelynek főágai a virágzati kocsánynak majdnem egy pontjából erednek, alsóbbrendű mellékágai pedig kettős és egyes bogas virágzatokat alkotnak (l. 520. kép).

**Mínthogy** a terméságazat (dispositio fructuum) a virágzattól származik, alakjára és elágazási módjára utóbbival meg kell hogy egyez-

zék, de gyakran emennél egyes virágok és termések időelőtti lehullása miatt hiányosabb. A terméságazat is lehet tehát fürt, füzér, barka, kalász, torzsa, ernyő, egyes bog, kettős bog, stb., egyszerű és összetett és így tovább. A bogas barkák a barkapikkelyek megfásodása által — mint fentebb említve volt — néha tobozszerű termésbe (áltoboz) mennek át (égerfa; l. 506. kép); a fenyők tobozvirágzatából a meddő- és főképen a termőpikkelyek, továbbá a főtengely kinövése és megfásodása által származik a toboz (l. 536. oldal).



520. kép.

A a *Sambucus nigra* bogassátor (bogernyő) virágzata, B u. a. egy virága. Nobbe után.



### A mag (semen).

A megtermékenyítés után nemcsak a magkezdemény embriózsákjában történik változás, de az egész magkezdemény, sőt maga a termő is változásnak indul. Amint a petesejtől az embrió, az embriózsák többi részeiből az endospermium (belső magfehérje), a magkezdemény beléből a perispermium (külső magfehérje) fejlődik, amelyek együttevén a magbelet (nucleus seminis) alkotják, úgy fejlődik a magkezdemény burkaiból a magburok\* (tunica seminis), amely utóbbi az előbbivel együtt a magot képezi, vagyis a magkezdeményből fejlődik a mag. A magkezdemenyszínorból lesz



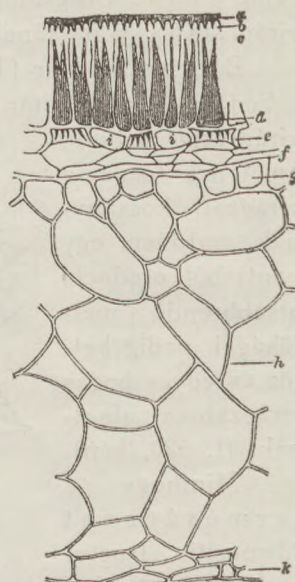
521. kép.

A *Catalpa bignonioides* szárnyas magva.  
Thomé-Borbás után.

a magzsinór (funiculus), a magkezdemenyalapból pedig a köldök (hilus, umbilicus). A magzsinór a magot a magtányához (chalaza) erősíti és érésig elszárad. Lehet rövid vagy hosszabb, egyenes vagy görbe, amely utóbbi esetben többnyire a mag egyik élével van összenőve (raphe, varrat, forradás). A köldök lehet kicsiny vagy nagy, néha kiterjedése és fénytelenége miatt feltűnő foltot képez, pl. a lógesztenye magján.

A köldök folytatását képezi kívülről a magburok, amely a magkezdeményburkok száma szerint lehet egyszerű vagy kettős, t. i. külső burok (testa) és belső burok (tegmen). A dión a csontházból kivett friss magról egy külső, vastagabb, bőrszerű és egy belső, sokkal finomabb hártyás burkot hámozhatunk le.

\* ) A magburokot jó magyarsággal még maghéjnak is nevezik.



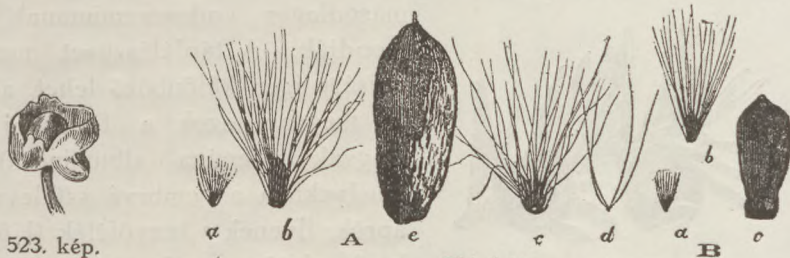
522. kép.

A *Trifolium pratense* magburokának keresztmetszete; *a* a kutikula, *b* az epidermis sejtek hegye, *d* pedig az alapja; *c* a fénylő vonal, amely folytonosan cellulóz-anyagból áll; *e* oszlopos sejtréteg, *i* az ezek közti ürök; *f* p.renchyma, *g* fehérjéreteg, *h* és *k* dagadó réteg; *g*, *h*, *k* már a mag endospermiumához tartozik. 365-szörösen nagyítva. Nobbe után.



Általában a magburok annál vastagabb, szilárdabb és keményebb, minél puhább a termés fala, különösen azokon a terméseken, amelyeken ez utóbbi felnyílik és a magvak kihullanak; ellenben, ha a termés fala szilárd és ha a magvakat csirázásig zárva tartja (dió, csonthéjak, makk), akkor a magburok vékony és puha marad. A magburok egyes pontokon kiszélesedhetik és szárnyat képezhet (pl. a Catalpán), amidőn a magot szárnyasnak (semen alatum) mondjuk (l. 521. kép). A fenyők magjain a szárny a termőpikkely felső szöveti rétegének az érés alkalmával való elválása által képződik (l. 490. kép).

Minden magburoknak, de különösen a kihulló magvakénak többnyire jól megkülönböztethető epidermise van (l. 522. kép), amelynek különböző alakulásától függ a magburok felületének



523. kép.  
Az *Evonymus verrucosus* magja az arillusszal. Bill után.

524. kép.  
A (a, b, c nagyítva) a *Populus nigra* magja, c a magköpenyből fejlődött gallér (coma), d egy szőrnyaláb. B (a, b, c nagyítva) a *Salix repens* magja (b és c nagyítva). Nobbe után.

minősége; ez lehet síma (paszuly), vagy pedig ripacsos, tüskés, kiálló erektől hálós (mák), stb., sőt lehet szőrös is, így pl a gyapotcserje magja egész felületén hosszú szőrszálakkal (l. 97. kép) van fedve, ellenben az *Asclepias* és az *Epilobium* magja csak csúcsán bír szőrszálpamaccsal (üstökös mag).

Némely magon a burok nyálkás sejtrétegeket tartalmaz, amelyek vízben megdagadnak és a magot nyálkával veszik körül (birsalma). A magburok azon helyén, ahol a magkezdemény micro-pyléje volt, néha az utóbbinak megfelelő kis nyílást lehet észrevenni, máskor ellenben ez az észrevehetetlenségig össze van növe.

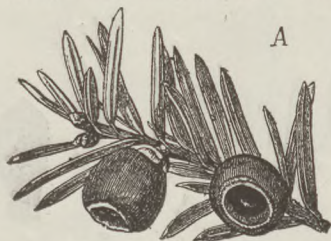
A magburkon kívül, rendszeren már a megtermékenyítés után, néha egy különös burok is képződik a fejlődő mag körül, kiindulva a mag köldöke tájáról, ez a magköpeny (arillus, maglepel), amely összefüggő burkot képezhet, pl. a kecskerágón



(l. 523. kép), vagy széthasadozott takarót, pl. a szerecsendión, sőt a magot elfedő és annak aljáról felemelkedő, hosszú szőrszálakból álló gallért (coma) is alkothat, mint a fűzféléken (l. 524. kép).

A ternyő tiszafa arillusa piros, húsos takaró, amely a mag csúcsát szabadon hagyja (l. 525. kép).

A magbél magában foglalja a mag leglényegesebb részét, az embrió, amely körül, vagy amely mellett gyakran még a magfehérje, vagyis a táplálósövet (albumen) is található. A táplálósövet rendszerint a nucellus átalakulása folytán jön létre. Ilyenkor perispermium a neve. Ha azonban képzésében a magkezdemény ú. n. elsődleges endospermiuma, illetőleg az embriózsák szövetei is szerepet játszottak, akkor



525. kép.

A a *Taxus baccata* leveles szára termésekkel. Willkomm után.

másodlagos endospermiumnak is mondják. A táplálósövet mennyisége igen különböző lehet, ahol ez megvan, azok a fehérjés magvak (semina albuminosa),\*) amelyekben az embrió sziklevei aprók; ilyenek a fenyőfélék (l. 526. kép), platán, eperfa, hárs, bodza, som, stb. Mennél nagyobb a magban a táplálósövet, annál kisebbek maradnak az embrió sziklevei.

A magfehérjénélküli magvakban (semina exalbuminosa) ellenben a sziklevek aránylag nagyok és húsosak (tölgy, gesztenye, bükk, dió, mandula, szilva, stb.; l. 527. kép). Egyébként lehet a mag emellett aránylag igen apró is, pl. nyír, szil, fűzfélék, stb.

A magfehérje (albumen) sejtjeiben a csiranövény első fejlődéséhez szükséges táplálóanyagok vannak felhalmozva, ú. m. szénhidrátok, keményítő, cukrok, zsírok, fehérjék, stb.

A magfehérjenélküli magvakban a táplálóanyagok főképpen a sziklevekben vannak meg.

A magfehérje többnyire csak endospermiumból áll, ritkán perispermiumból (Canna), vagy peri- és endospermiumból (Nym-

\*) Ez az elnevezés természetesen nem jelenti azt, hogy ezek a táplálósövetek fehérjéből állanak. Bennük túlnyomó részben szénhidrátok vannak és csak emellett fordulnak elő a fehérjék.



phaeaceák). Állománya igen különböző; lehet puha, lisztes, nyálkás, csontkemény, stb.

A mag leglényegesebb része az embrió\*) (l. 526. kép), amelyen a növény főbb vegetatív szerveit már föltaláljuk, ú. m. a gyököcskét (radicula), amely hengeres vagy kúpos és gyökérsüveggel van ellátva, ennek folytatását képezi a hengeres száracsk (cauliculus), amelyen megkülönböztethetjük a szikalatti (hypocotyl) részt és a szíkfeletti, rendesen nagyon kicsi, néha ki sem vehető részen (epicotyl), az ú. n. lombocskát (népiesen szivet, plumula). A szikalatti szárrész viseli a szíklevelkeket (cotyledones), amelyek fölött a plumulán néha még lomblevelkek kezdeményeit is ki lehet venni (paszuly).

A lombocska csúcsán van a tenyészőkúp. Az embrió a magban mindig úgy van elhelyezve, hogy a gyököcske a micropyle felé



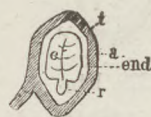
526. kép.

A *Pinus silvestris* magjának hosszmetsete, nagyítva és vázlatosan. Luerssen után.



527. kép.

A *Fagus* termésének keresztmetsete;  $\alpha$  perikarpium,  $\beta$  endospermium,  $a$  és  $b$  a [redős] szíklevelkek. Nobbe után.



528. kép.

Az *Evonymus europaeus* magjának hosszmetsete,  $a$  arillus,  $t$  testa,  $end$  fehérje,  $r$  gyököcske,  $c$  szíklevél. Vázlatosan, Haeger után.

néz, úgyhogy az egyenes magkezdeményből fejlődött magnál az embrió (e. inversus seu superus) gyököcskéje a mag felfüggesztési pontjától el van fordítva, míg ellenben a visszafordult magkezdeményből fejlődött embrió (e. erectus s. inferus) gyököcskéje a felfüggesztési pont felé fekszik. Az embrió csirázáskor áttöri a mag burkát és úgy szabadul ki a magból.

A gyököcske többnyire igen kicsiny és elágazhatik már a magban is, mint az egyszikűeken, ahol a főgyökér többnyire eltörpülve marad, vagy pedig csak a magon kívül ágazik el, mint a legtöbb virágos növényen.

Legtöbb esetben csirázáskor a szíklevelkek tövének megnyúlása által a lombocska is kitolódik a magburokból. A szíklevelkek csirá-

\*) Az embriót jó magyarsággal csirának nevezzük.



záskor vagy kihúzódnak a magból és ekkor ugyanazon növényen a lomblevelektől eltérő alakot vesznek fel (pl. a hárs ujjas szíklevei), vagy pedig bent maradnak a magban (pl. tölgy; l. 398. kép). A szíklevek többnyire húsosak (tölgy), némelyeknél a húsos szíklevek összeolvadnak, úgyhogy alig különböztethetők meg egymástól, pl. a vadgesztenyén. A magban való helyzetük is különféle lehet, többnyire lapultak (c. planae; l. 528. kép), de lehetnek redősek (c. plicatae) is, amit igen szépen mutat a bükkmakk keresztmetszete (l. 527. kép), behengeredettek (cot. contortuplicatae; l. 529. kép) és egymásra fekvők (c. conduplicatae; l. 530. kép).

A telepesek és az archegoniáták szíklevelekkel nem bírnak; egyszíklevelűek a pázsitfűvek, a liliomok, stb.; kétszíklevelűek a lomblevelű fáink; tűlevelű fáink többnyire sok szíklevelűek, utóbbiak közül azonban soknál csak kettő a szíklevél, így pl. a Thuján



529. kép.

A *Koelreuteria paniculata* magja a behengeredett embrióval. Fekete-Márgocsy után.



A



B



C

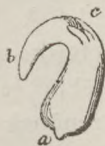
530. kép.

A az *Acer* csirája, B a *Brassica campestris* egymásra fekvő, redős szíklevei. C az *Atropa belladonna* magjának hosszsmetszete. Seubert után.

és a tiszafán, 4—5 a feketefenyőn, 5—9 a vörösfenyőn és a lucfenyőn. Az embrió alakját tekintve lehet egyenes (erectus), pl. a kecskerágóé (l. 528. kép), a fenyőké (l. 526. kép); lehet görbe (e. curvatus), pl. a *Hyoscyamus*é, a konkolyé (l. 530. k.); de lehet bepödrődött (e. spiralis) is, pl. a *Koelreuteria*é (l. 529. kép), stb. Lehet azonban a gyököcske és a szíklevek egymáshoz való helyzete is változó. Ha pl. a gyököcske az egymásra fekvő szíklevek közötti részhez fekszik, akkor oldali (rad. lateralis), ekkor az embrió oldalgyököcskéjű (emb. pleurorhizeus, O=), a szíklevek pedig oldalfekvők (cot. accumbentes); ha ellenben a gyököcske az egyik szíklevél hátára fekszik, akkor hátinak (dorsalis), a szíkleveket pedig ráfekvőknek (cot. incumbentes) és végre az embriót háti gyököcskéjűnek (emb. notorhizeus O=) mondják.



Képezhetnek azonkívül a sziklevelek 2—3 redőt, amelyben az embrió van elrejtve (emb. orthoploceus; l. 530. kép), végre hozzá fekkhetik a gyököcske a megpödört sziklevelekhez (e. spirulobus; l. 529. kép) is. Ezekre az alakokra különösen jó példát szolgáltatnak a keresztcs virágúak. Általában mondhatni, hogy a kétszikű növényeken a sziklevelek, az egyszikűeken a tengelyrész van jobban kifejlődve; ha utóbbi túlnyomó nagyságra nő, az embrió a nagytelepűnek (e. macropodus) nevezik, pl. a Ruppiaé, a Potamogetoné (l. 531. kép). Érdekes a fűfélék ú. n. korongalakú embriója (e. disciformis), amelyek-



531. kép.

A Potamogeton csirája hosszmetben; a a radícula, b a sziklevel, c a tenyészőcsúcs. Seubert után.



A



B

532. kép.

A a Paeonia officinalis tüszőkből álló társas termése, B a tüszőnek keresztmetsete, a a hasi forradás. Duchartre után.

nél a sziklevel részben pajzsalakú (e. scutelliformis).

Az embriónak a táplálósövethez való fekvési viszonyát illetőleg megkülönböztetjük a központi fekvésű embrió (e. centralis, fenyő; l. 526. kép), ha az a táplálósövet, a magfehérje közepén fekszik; a kerületit (e. perifericus), ha az a táplálósövetet körülveszi (l. 530. kép); az oldalfekvésűt (e. lateralis), ha a táplálósövet oldalán van, pl. a fűeké, amelyeké egyúttal a táplálósöveten kívül is fekszik (embryo externus) és a pajzs (scutellum) által érintkezik a magfehérjével.

#### A termés.

A magkezdeményben elrejtett petesejtnek a pollenszemecske által való megtermékenyítése után a virágnak egyes, már szükségtelessé vált részei — pl. a párta, a porzók és többnyire a



bíbeszál és a bibe is — el szoktak fonnyadni vagy lehullani, ellenben a magkezdemény és a virágnak ezt közvetlen körülvevő részei fokozott fejlődésnek indulnak, a magot vagy a magvakat legalább érésig bezárják, védelmezik és azzal együtt a termést (fructus) alkotják, amelyet gyümölcsnek nevezünk, ha nyersen megehető és az emberek mint ilyent használják.

A nyitvatermőkön a termőlevelek tudvalevőleg nem alkotnak magházat, hanem nyitva maradnak. A tiszafán a magkezdeményekből képződött magot a húsos arillus veszi körül, amely a magkezdemény aljából származó lepel és amely a mag



533. kép.

A *Clematis erecta* társas, bajuszos makkocskas termése. Duchartre után.

csúcsát szabadon hagyja. Az így képződött álbogyó kinő a tövét körülvevő pikkelyszerű képletek közül. A borókán a tobozka pikkelyei a további fejlődésnél összenőnek a magvak felett, húsos tobozbogyót képezve; a többi Coniferán a fedő és a termőpikkely összenövése által képződött tobozpikkelyek, vagy főképen csak a termőpikkelyek — a toboz tengelyének megfelelő megnyúlása mellett — tetemesen megnőnek, a magvak felett összezáródnak és csakis azok teljes megérése után nyílnak megint szét, hogy a magot kihullassák (l. 490. kép). Ezen utóbbi termés a valódi toboz (conus, strobilus). A kétféle felfogás alapján, amelyek szerint a nyitvatermők termővirágait egyetlen virágnak vagy több virágból álló virágzatnak tekintjük, a tobozt vagy egyes termésnek vagy terméságazatnak nevezhetjük.

A zárvatermőkön — egy- és kétszikű növényeken — megkülönböztetjük a valódi és az áltermést. Valódi a termés akkor, ha annak alakításában a magon kívül csak a termő vesz részt; ellenben ha más virágrészek is — ú. m. a lepel, a

csúcsát szabadon hagyja. Az így képződött álbogyó kinő a tövét körülvevő pikkelyszerű képletek közül. A borókán a tobozka pikkelyei a további fejlődésnél összenőnek a magvak felett, húsos tobozbogyót képezve; a többi Coniferán a fedő és a termőpikkely összenövése által képződött tobozpikkelyek, vagy főképen csak a termőpikkelyek — a toboz tengely-



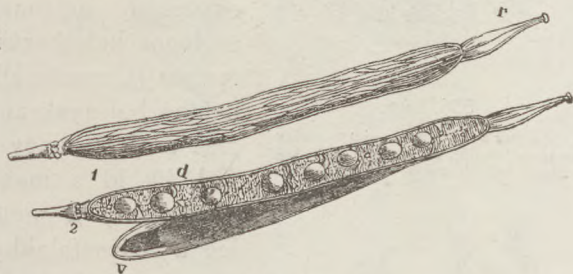
virágtengely, vagyis a vacok, csésze, vagy a murvalevek — résztvesznek abban, akkor *áltermésnek* mondjuk. Ha a virágban csak egy termő volt (pl. a mák, a tölgy, a fűz, az ákác virága), akkor a termés kocsánya — mely a virág kocsányából lett — csak egy termést tarthat, amelyet ezért *magányos termésnek* mondunk; ha ellenben a virágban sok volt a termő (pl. a Silenen, a Clematison, a Spiraeán, stb.), akkor a termés tengelye is több termést fog viselni, azért az ilyen *társas termésnek* (apocarpium) szokták nevezni (l. 532. és 533. képek). Az egyetlen virág több termőjéből keletkezett *társas* terméstől meg kell különböztetnünk az úgynevezett *terméságazatot*, amely a virágok egész csoportjának termésait egyesíti egy közös tengely ágain, pl. az eperfa gyümölcse (l. 534. kép).

#### A valódi



534. kép.

A *Morus nigra* álterméságazata. Hágér után.



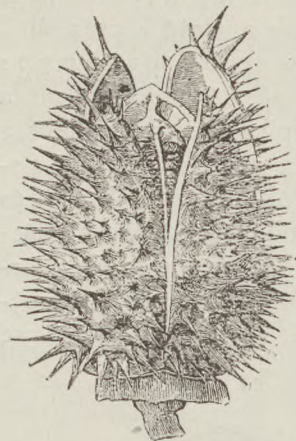
535. kép.

1. a *Brassica oleracea* ép becője, 2. u. a. egyik kopácsának (v) eltávolítása után, miáltal az álválaszfal (d) látható; r a becő csőre. Hágér után.

termés a magból vagy a magvakból és az ezt vagy ezeket körülvevő magházból áll. A termés magházának falában (pericarpium) többé-kevésbé három réteget lehet megkülönböztetni, ú. m. a külsőt (epicarpium), a középsőt (mesocarpium) és a belsőt (endocarpium). A termés falának külső és belső rétege gyakran epidermisszerű; a középső fejlődésére nézve igen különböző; néha jelentékeny réteget sem képez, máskor rostos, erős, olykor húsos (csonthéjas), máskor egy húsos és egy csontkemény rétegre különül el (szilva). A magházon meg lehet különböztetni a termőlevelek összenövésének, illetőleg a termés leendő felnyílásának a vonalait, amelyeket *forradásnak* (varratoknak) neveznek. Megkülönböztetik a háti-, hasi- és a többlevelű termőből alkotott magházon az oldali forradá-

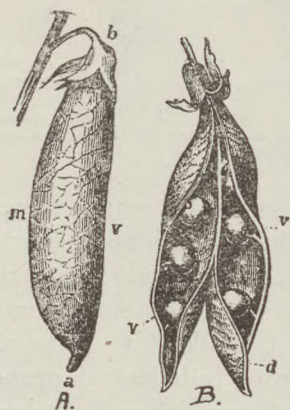


sokat. A többmagvú termések a forradásokon, többnyire a termés hosszában szét szoktak nyílni. A szétnyílt termés falának



536. kép.

A *Datura stramonium* négy kopáccsal nyíló, válaszfaltól való kovádással felnyíló tokja. Thomé-Borbás után.



537. kép.

A *Pisum sativum* hüvelyének hegye *a*, *b* alapja, *v* hasi, *d*, *m* háti forradása. A az ép, B a felrepedt hüvely. Hager után.

a terméseket felnyílóknak nevezzük. Végre vannak olyan zárt termések is, amelyek mindenik rekesze egy magot tartalmaz,

egyes részeit ilyenkor kopácsoknak (valvae) mondjuk; pl. az ákác hüvelye, a káposzta becője két kopáccsal nyílik (l. 535. kép), a *Datura stramonium* tüskés termése négy kopáccsal nyílik (l. 536. kép). Amit a termőtáj ismertetésekor a magház rekeszeiről és üregeiről mondtunk, az itt is érvényben marad, hiszen a virág magháza csupán fiatal állapota a termés magházának. Ritkán lesz együregű magházból, álválaszfalak utólagos keletkezése által, többüregű termés (*Cassia*); ellenben a többüregű magházból gyakran lesz együregű termés azáltal, hogy csak egy üregben fejlődik ki a mag és a többi magkezdemény a magházüreggel, illetőleg a rekeszfalakkal együtt elnyomódik, elsatnyúl, úgyhogy a termés együregű és egymagvú lesz (hárs, tölgy, bükk, éger, mogyoró, stb.).

Némely termésnek, kiváltképpen az egymagvúnak fele érés után sem nyílik fel, hanem a magot mint héj védelmezi és csak a csirázáskor nyílik szét, vagy legalább reped meg a csúcsán annyira, hogy a kilépő csirának helyet adjon. Az ilyen termést zártnak mondjuk. Más termések ellenben egy vagy több repedést, fellest kapnak, ami gyakran a kopácsok rögtöni felszakadásával és ennek folytán a mag kiszóródásával jár; ezeket



ezen rekeszek egymástól szépen elválnak, minden oldalról elzárván a magukba rejtett magot. Ezek az úgynevezett szét-  
hasadó termések. Az ilyen termések rekeszfalai gyakran  
álrekeszfalak és keresztben is fekkhetnek, pl. cikkeshüvelyek és  
a cikkesbecő keresztfalai. A fentebb felsorolt jellegek alapján  
és aszerint, amint a termés felső-, vagy alsóállású magházból  
keletkezett, a nyitva- és zárvatermők terméseinek különböző  
alakjait a következőképpen csoportosíthatjuk:

I. Valódi termések, amelyek falát csak a mag-  
ház képezi.

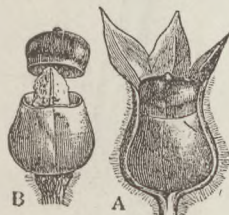
A) Tokféle vagy felnyíló termések.

E termések éréskor különbözőképpen repednek fel és a mag-  
vakat kihullatják. Résztint felső, résztint alsó állású magházból  
fejlődnek. Ide tartoznak a következők:



538. kép.

1. a *Capsella bursa pastoris* becőkéje, 2. a felnyílt becőke. Nagyítva. Hager után.



539. kép.

A a *Hyoscyamus niger* termése, B annak felnyílási módja. Vázlatosan; a maradó csésze el van hagyva. Frank-Leunis után.



540. kép.

A *Primula 10 foggal nyíló tokja*. Thomé-Borbás után.

1. Hüvely (legumen, Hülse), felső állású magházból, egy levélből alakul, egy- vagy sokmagvú, a magvak a hasi varraton függnek (l. 537. kép). Társas termést sohasem képez és rendszeren a hasi vagy a háti forradásnak a csúcson kezdődő szétfeslése által két kopáccsal kovad (ákác, borsó); az egymagvú (lóhere) vagy a húsos hüvelyek (*Ceratonia*) azonban nem kovadnak. Ide tartozik még a cikkeshüvely (lomentum), amely egymagvú darabokra (cikkek) hasad szét (pl. *Coronilla*, *Hedysarum*).

2. Tüsző (foliculus, Balgfrucht), előbbtől azáltal különbözik, hogy csak a hasi forradáson kovad és többnyire társas termést képez (*Xanthoxylon*, *Paeonia*, *Spiraea*; l. 532. kép).

3. Becő (siliqua, Schote), amely keskeny és legalább három-



szor hosszabb, mint széles (l. 535. kép) és a *b e c ö k e* (silicula; l. 538. kép), amely széles és rövid. Mindkettő két levélből alakult felső állású magházból, álválaszfal által két üregre különül; a magvak fali állásúak, mind a két üregben két sort képeznek. A termés két kopáccsal kovad alapjától felfelé és pedig úgy, hogy az álválaszfal a tengelyen marad. Ilyen termései vannak a keresztes virágúaknak.

4. *T o k* (capsula, Kapsel) alatt értünk minden az említettekhez nem tartozó, kovadó, száraz termést, amely két- vagy többlevelű, de különben akár alsó (capsula infera), akár felső (c. supera) állású magházból alakul, egy- vagy többüregű és kis



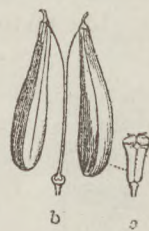
541. kép.

Az *Aesculus hippocastanum* háromüregű magházának keresztmet-szete; *b* a magkezdemény, *a* az üreges kovadás helye, *c* a válaszfal. Nobbe után.



542. kép.

A *Chelidonium majus* felnyíló tok-termése. Haeger után.



543. kép.

Az *Anthriscus silvestris* kettős kaszatja; *a* a termő, *b* a részekre váló termés a terméstárral (carpopodium). Természetes nagyság. Frank-Leunis után.

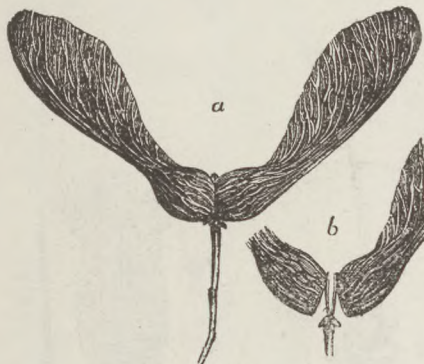
magvú (mák, nőszirm). A tok felnyílása ritkán történik — látszólag — szabálytalan szétrepedéssel (*Nycandra*); néha tetején kupakszerű darab válik le szabályosan, ez a *k u p a k o s* vagy *c s a l m á s* nyílás (*dehiscencia circumscissa* s. *operculata*), pl. az *Anagallis* és a *Hyoscyamus* tokja (l. 539. kép); a tok felnyílása azonban leginkább a forradásokon történik, tehát hosszában. Ha a termőlevelek csúcsuktól tövükig, vagy legalább jó darabig elválnak egymástól, akkor a kovadás *k o p á c s o s* (*dehiscencia valvata*); ha a hasadások csak kis darabra terjednek a csúcstól, akkor a termőlevelek hegyei fogakat képeznek, ez a *f o g á s k o v a d á s* (*d. dentalis*), pl. a szegfűn, a kankalinon



(l. 540. kép); néha a szétválás terjedése oly csekély, hogy csak lyukak támadnak a tok felső részén, pl. a mák tokján.

A többüregű tok felnyílása lehet üreges (d. loculicida), amidőn az egyes üregek külső fala két válaszfal között hasad el (Aesculus; l. 541. kép); elválhatnak egymástól az egyes termőlevelekből alakult üregek is úgy, hogy a válaszfalak is meghasadnak egészen a tengely vonaláig és az így egymástól elvált üregek belső élükön nyílnak fel, ez a válaszfallal való kovadás (d. septicida, Azalea; l. 561. kép); végre a válaszfalak épen maradhatnak és csak a termőlevelek válnak le róluk és nyílnak szét egymástól, ez a válaszfaltól való kovadás, pl. a Callunán, a Daturán (d. septicida, Datura; l. 536. kép).

A *Chelidonium* (l. 542. kép) hosszú, becőalakú tokja alúlról fölfelé elváló két kopáccsal nyílik; keresztválaszfalak által egymagvú izekre osztott tokok is vannak, amelyek egymagvú darabokra hasadnak szét (Hypecoum).



544. kép.

Az *Acer pseudoplatanus* széthasadó szárnyas termése (a), b u. a. a terméstartón függő szétvált résztermésekkel. Nobbe után.

#### B) Széthasadó termések (Schizocarpia).

Tágabb értelemben ide szokták sorolni a keresztben darabokra (helytelenül: cikkekre) törő, úgynevezett cikkes hüvelyt és a cikkes becőt is, előbbit azonban a hüvelyekhez, utóbbit pedig a becőkhöz számítjuk. A többi, szorosabb értelemben vett hasadó termések, mind hosszában sugár irányban hasadnak szét olyformán, hogy a válaszfalak is ketté hasadván, az egymagvú üregek egymagvú zárt résztermésekké (mericarpia) válnak szét. Nevezetesebb hasadó termések: a mályvái, ahol a kerek sajtalakú magház makkocskákra hasad szét; az ernityös virágúaké, amelyeket kettős kaszatkának (diachaeium, ikertermés) neveznek, ez alsó állású, kétüregű magház-



ból származik, amelyeken az üregek válaszfala a tengelyt is felveszi magába és érés után nemcsak a válaszfal, hanem a tengely (carpophorum) is két ágra hasad, amely két ág hegyéről függ le azután a két kaszatszerű résztermés (l. 543. kép); a juhar kétszárnyú, kétüregű, kétmagvú termése közepén kétfelé hasad és így két egymagvú szárnyas makk keletkezik (l. 544. kép); az ajakos virágúak és érdes levelűek két levélből alakult négyüregű, négymagvú termése négy makkocskára hasad szét (l. 545. kép).



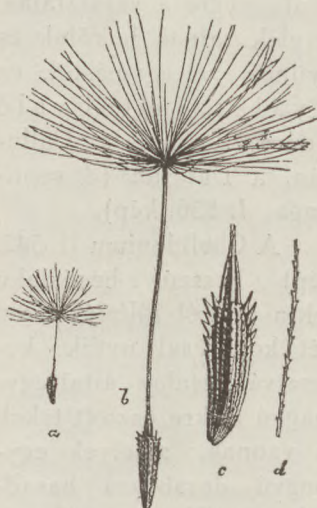
545. kép.

A *Salvia officinalis* termése; *d* a vacokkorong, *nuc* résztermések, *st* a hervadó bibeszál. Hager után.



546. kép.

A *Centaurea cyanus* kaszatja; *a* a természetes nagyság, *b* u. a. nagyítva, *c* a bóbíta szőrszála. Nagyítva. Nobbe után.



547. kép.

A *Taraxacum officinale* nyeles kaszatja; *a* a természetes nagyság, *b* u. a. nagyítva, *c* a kaszat bóbíta nélkül, *d* a bóbíta szőrszála. Nobbe után.

### C) Zárt száraz termések (Achaenia).

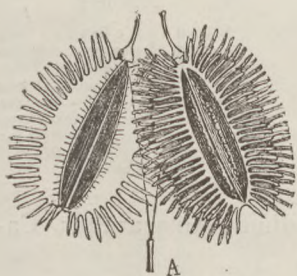
Ezek felső vagy alsó állású, együregű és egymagvú termések száraz, többé-kevésbé megfásodott fallal. Ilyenek:

1. A kaszat (achaenium), amely alsó állású magházból fejlődik, termés- és maghéja össze van növe és felületén gyakran hosszanti kiemelkedéseket, bordákat (costae) és ezek között mélyedéseket, árkokat (valeculae) különböztetünk meg. Előfordul a fészkeseken, ahol a kaszat tetején rendszeren a



bóbita (pappus) van, amely állhat szőrszálakból vagy pikkelyekből, vagy tüskékből, vagy a satnya csésze széléből.

A bóbíta alkotása jellemző az egyes növényfajokra és fajokra; így állhat egy vagy több sorban (p. uni-, multiseriatus), eredhet közvetlen a kaszat tetejéből, amidőn ülő (pappus sessilis; l. 546. kép); állhat a termés csőralakú nyúlványán (rostrisuffultus), pl. *Scorzonera*, *Chondrilla*; vagy lehet nyeles (p. stipitatus; l. 547. kép). A bóbítát alkotó szőrszálak különböző jellege szerint megkülönböztetnek egyszerű (pappus pilosus), tollas (p. plumosus), stb. bóbítát. Az ernyősök kettős kaszatjáról (diachenium) már a hasadó termések kö-



548. kép.

A a *Daucus carota* szétváló kettős kaszatja; jobboldali kép az egyik kaszat keresztmetszete, *b*, *d*, *c* bordák, *v* barázdák, *o* olajjáratok, *a* maghéjra. Nagyítva. Hager után.



549. kép.

A *Fagus* rendellenesen megkettőzött kupacsa. Nobbe után.

zött volt szó (l. 548. kép). Ezeken is jellemzők a hosszanti bordák és barázdák.

2. A szemtermés (caryopsis, aszmag), felső állású egy levélből alakult és vékonyfalú termés, amely szorosan a maghoz záródik és vele összenő vagy ahhoz szárad, pl. a füveké (Gramineae).

3. A makkoska (Nux), felső állású, keményfalú, egy vagy több levélből alakult, de együregű termés, amelynek fala szorosan a maghoz simul, de azzal össze nem nő. Előfordulhat magányosan, pl. a bükk, a tölgy és a mogyoró makkja (l. 404. és 549. képek) és társasan is, pl. a boglárkákon; némelyeknél csőrös (rostratus), pl. a *Geum*, amidőn bibeszálból alakult, többekévébő görbe nyúlványba megy ki, de lehet a nyúlvány hosszú



és hajlékony (pl. a Clematison), amidőn a makkocska bajúszos (n. caudatus; l. 533. kép).

4. A szárnyas termés (samara, lependék), felső állású, egy vagy két levélből alakult makk, amelynek külső fala hártvás szárnyává van kiszélesedve (pl. a szil, a köris, a nyír, az éger és a juhar ikertermései; l. 544. kép).

4. A szütyő (utriculus, Schlauchfrucht) együregű, egy- vagy kétmagvú, felső állású, tágabb üregtermés, amelynek fala



550. kép.

Az *Amaranthus caudatus* szütyőtermése (a); kettémetszve b. Hager után.



551. kép.

A *Rubus idaeus* társas termése (a), b u. a. hosszmetsete. Hager után.



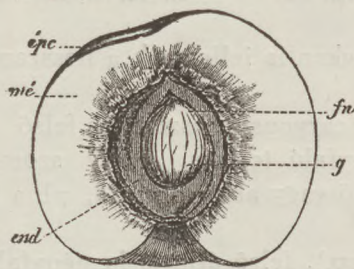
552. kép.

A *Prunus cerasus* magházának keresztmetsete nagyítva; a a külső, a' a belső, később csontosodó része a termőlevélnek; b' a magkezdemény, c a csökevényes magkezdemény, d a hasi forradás, e a magház ürege. Nobbe után.

nem simul szorosan a maghoz (*Chenopodium*, *Amaranthus*, *Carex*; l. 550. kép).

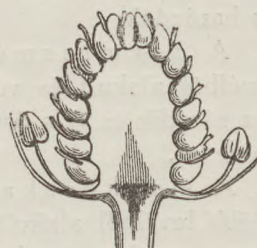
#### D) Bogyótermések (Baccae).

A bogyófélék olyan zárt termések, amelyek falának belső



553. kép.

A *Prunus persica* termésének hosszmetsete; epc epicarpium, me mesocarpium, end endocarpium, illetőleg a mesocarpium csontosodó része, a csonthéj, g a mag, fn funiculus. Duchartre után.



554. kép.

A *Fragaria* átermése hosszmetsetben. Hager után.

rétegei és sokszor a válaszfalak is dúsnedvű szövetű fejlődnek és képezik a termés húsát (pulpa).



1. A tulajdonképeni bogyó (bacca, Beere), alakulhat egy termőlevélből (b. monocarpica, pl. Berberis), de alakulhat több termőlevélből (b. composita, pl. Vitis) is; lehet felső állású (Atropa; l. 450. kép) és lehet alsó állású (ribiszke, áfonya; l. 562. kép).



555. kép.

A *Rosa canina* csipkebogyójának hosszmet-szele, Hager után.

Előfordulhat magányosan (áfonya) és társasan (Rubus; l. 551. kép).

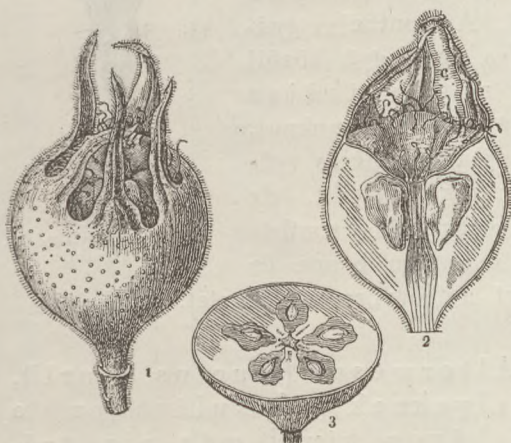
2. A narancs (*Hesperidium*, Orangenfrucht), a narancsféléken fordul elő, tulajdonképen fel-



556. kép.

A *Malus pumila* termésének kereszt-metszete, Emery után.

ső állású, többüregű bogyó, bőrnemű külső fallal és húsos mesocarpiummal, amelyből az üregekbe hártyás függelékek hatolnak be és dúsnedvű szövetet fejlesztenek.



557. kép.

1. a *Mespilus germanica* almagyümölcse, 2. u. a. hosszmet-szete és 3 a keresztmet-szete; c a hervadt kehelylevelek. A kereszt-metszeten az 5 csontos makk keresztül van metszve a csíra feltüntetése végett. Hager után.

3. A kabak vagy tök (peponium, Kürbisfrucht), tulajdonképen a bogyónak csak egy neme, amelyen a válaszfalak a magház közepéig hatolnak és onnan azok újból két lemezre szétválva, mindenik a mag termőlevele felé visszakanyarodik és az ugyanazon elsőrendű válaszfal két oldalától jövő lemezek új-

ból egyesülnek és azt új válaszfallal osztják úgy, hogy a három termőlevelű magháznak hat ürege van (tökfélék); a válaszfalak elhúsosodhatnak (görögdinnye), ellevesedhetnek (sárga dinnye, ugorka), vagy szétfoszolhatnak (uritök).



E) *Csonthéjas termések.*

A csonthéjas termés (drupa, Steinfrucht) egy- vagy két-  
üregű zárt termés, amelynek mesocarpiuma húsos, endocarpiuma



558. kép.

A *Juniperus communis*  
tobozbogyója (álbogyó), 3-szo-  
rosan nagyítva. Fekete-Mágocsy  
után.



559. kép.

Az *Erodium cicutarium*  
termése természetesen nagyság-  
ban és nagyítva. Nobbe után.

pedig csontkemény (l. 552. kép). Alakul-  
hat a csonthéjas termés vagy egy levélből  
(*Prunus*; l. 553. kép), vagy kettőből (olaj-  
fa), lehet felső állású (*Celtis*) és alsó állású  
(*Cornus*). A dió is csonthéjas termés  
(csonthéjas dióféle, *Juglandium*), amely-  
nél azonban a külső hú-  
sos fal rendszeren föl-  
repedezik, a csonthéj  
(putamen) pedig csirá-  
záskor kétfelé hasad.  
Némely dión azonban  
(*Juglans nigra*) a húsos  
burok nem repedezik  
szét. A csonthéjas gyü-  
mölcs és bogyó között  
áll a csonthéjas  
bogyó (*nuculanium*),  
amely a csonthéjas gyü-  
mölcshez hasonlít, de  
két, vagy több csonthé-  
jas mag van benne és  
ezért a bogyóra emlékeztet.



560. kép.

A *Fagus rugifacada*,  
Willkomm után.

II. Áltermések (*fructus spurii*),  
amelyeknek alakulásához a  
magházon kívül más virágré-  
szek is járulnak.

A) *Egy virágból alakult áltermések.*

1. Sok szem van a húsos vacokba be-  
ágyazva, pl. a szamócán (l. 554. kép).

2. Sok bogyócska van a húsos vacokkal álterméssé egye-  
sülve, pl. a málnán (l. 551. kép).

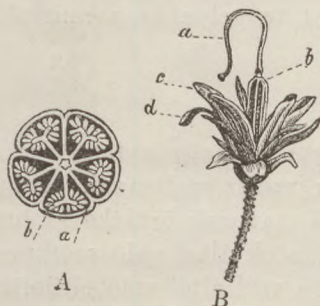


3. Csipkebogyó (*cynosbatum*), a rózsán, ahol a kiöblösödött vacok a sok apró makkocskát mint húsos burok veszi körül (l. 555. kép).

4. Alma (*pomum*), amelyen a húsos vacokkorong a magháznak falával összenőtt. Az egyes termések vagy porcos üregeket képeznek (*Malus*; l. 556. kép), vagy pedig keményfalú makkokat (*Mespilus*; l. 557. kép), vagy pedig falai csak hártýásak és a termés bogóóhoz lesz hasonlóná (*Sorbus*).

5. A meghúsosodott lepel a termést körülvéve álbogyót képez (*Hippophaë*).

6. Kupacsos makk (*Glans*, *Eichel*). Egy vagy több makkot az alján a murvákól, az előlevelekből és azok emergenciájából képzódött kupacs



561. kép.

A az *Azalea pontica* 5 üregű magházának keresztmetszete; *a* a termő fala, *b* a magkezdemények. B a felnyílt termés; *a* a bibeszál, *b* a columella, *c* a kopácsok, *d* a hervadt szirmok. Nobbe után.



562. kép.

A a *Ribes rubrum* bogyótermés ágazata. B a bogóó hosszmetzetben. Nagyítva. Duchartre után.

vesz körül (tölgy), vagy azt tokszerűen elborítja egészen (bükk, gesztenye; l. 549. kép).

Ezen vastagfalú burkoló szerveket valódi kupacsoknak is nevezik; ha ellenben a maradó és kinövő murva előleveleivel együtt, vagy csak az utóbbiak, inkább levélszerűek maradnak vagy legalább meg nem fásodnak, akkor az álkupacsot képezik (pl. gyertyán, mogoró).

7. Az arillus meghúsosodása folytán álbogyó származik a tiszafán (l. 525. kép).



8. A tobozpikkelyek elhúsosodása és összenövése folytán lesz a tobozbogyó a Juniperuson (galbulus, álbogyó; l. 558. kép).

B) *Terméságazatokból származó átermések* (Coenocarpia)

számos virágból, illetőleg virágzatból származnak, ha egy közös áterméssé egyesülnek.

Ilyen a füge termése (l. 510. kép), amelyen a virágzatnak serlegszerűen kiszélesedő, fent összezáródó közös vacca, számos egyes termést zár magába; az eperfa hengeres, bogyószerű termése, amelyen a sűrűn álló virágocskák perigonjai húsosodnak el és nőnek össze (l. 534. kép); az éger álboboz, amelyen a murvák (és előleveleik) kinőnek, megfásodnak és a lapos makkocskákat elfödve, felettük érésig összezáródnak (l. 506. kép), stb. Ide számíthatók a fenyők tobozai is, az 525. oldalon említett második felfogás alapján, mert ezeknél is a termés képzésében résztvesz a virágzat tengelye és a murvák is (l. 490. kép).

A termés és a magvak legnagyobb részén a természetnek célszerű intézkedéseit találjuk azok szétszóródásának elvégzésére; így pl. a húsos bogyók magja a madarak ürülekével jut el mindenfelé, a tüskék, a horgok az állatok által való széthurcoltatásra, a szárnyak, pelyhek, bóbiták a szél által való elröpítésre szolgálnak. Sok termés érés után magját jelentékeny erővel szórja ki messzire, sőt egyes terméseknél az elvetényülést elősegítő szerkezettel is találkozunk, pl. a Stipa, az Erodium (l. 559. kép), amelynek csavarosan pödört szálkája, ha megnedvesedik, kinyúlik és mivel ezen kipödrödés alatt a felső görbült hegy a környező esetleges akadályokba ütközve nem enged, a mag kénytelen mozogni, minek folytán a földbe jut.



# FÜGGELÉK.

A Cormophyták szaporodási szerveinek homológiája és az ivaros és ivartalan uton létrejött nemzedékváltozás átnézete.

Bryophyták Mohok		Isospor	Heterospor	Gymnospermák (Nyitvatermők)	Angiospermák (Zárvatermők)
Pteridophyták (Harasztfélék)					
Spora Protonema és a belőle fejlődött zöld növény Antheridium Archegonium Spermatozoida Petesejt Embryo Sporogonium A sporogonium sporatermő része Spora anyasejtje	Spora Prothallium Antheridium Archegonium Spermatozoida Petesejt Embryo Leveles zöld növény Sporophyllum Sporangium Spora anyasejtje	Microspora Macrospora Microprothallium (Hím prothallium) Macroprothallium (Női prothallium) Antheridium Archegonium Spermatozoida Petesejt Embryo Leveles zöld növény Microsporophyllum sporophyllum Microsporangium Macrosporangium Microsporák anyasejtje	Virágpor-szemecske Vegetatív sejt Primár endosperm Generatív sejt Archegonium Spermatozoida (Cycas Ginkgo) v. Spermamag (hím) Embryo Leveles zöld növény Hímvirág Nővirág Virágporzacskó Nucellus Virágpor anyasejtje A nucellus egyik osztódó sejtje	Virágpor-szemecske Vegetatív mag Érett embriozsák Antheridialis Petesejt, syneranyasejt gyúdnak, antipodák Generatív mag Petesejt (hím) Embryo Leveles zöld növény Virág Hímtej Nőtáj Virágporzacskó Nucellus Virágpor anyasejtje Az embriozsák anyasejtje	Virágpor-szemecske Vegetatív mag Érett embriozsák Antheridialis Petesejt, syneranyasejt gyúdnak, antipodák Generatív mag Petesejt (hím) Embryo Leveles zöld növény Virág Hímtej Nőtáj Virágporzacskó Nucellus Virágpor anyasejtje Az embriozsák anyasejtje

Jegyzet: R a redukciós sejtosztódást jelenti.



## BETŰSOROS TARTALOMJEGYZÉK.

### MAGYARÁZAT:

Dűlten nyomtatott szám képet jelent.	med. = median (középen át).
an. = alúlnézet.	on. = oldalnézet.
évgy. = évgyűrű.	rad. = radiális (sugárirányú).
fn. = felülnézet.	s. = sejt.
g. = genus (nem, nemzetség).	sf. = sejtfal.
h. = helyett.	skl. = sklerenchyma.
hm. = hosszmetszet.	tang. = tangenciális (érintőirányú).
km. = keresztmetszet.	vast. = vastagodás.
l. = lásd.	vzl. = vázlatosan.

### a) TÁRGYMUTATÓ.

Abietinsav 50.	Álgeszt 340, 341.
Abszorpciós szövetek 123, 176, 245.	Alifatikus aminok 57.
Acaulis növény 400.	Alisarin 56.
Achenium 542.	Alkaloidák 8, 31.
Acropetális levéldudorképződés 217, 415.	Alkoholok 8, 55.
— növekedés 384, 414.	Álkupacs 547.
— — gyökéren 390.	Allevél 434.
Adventiv tag 384, 412.	Allylmustárolaj 57.
Aërenchymaszövet 203.	Almatermés 547.
Acropetális növekedés 384.	Almasav 34.
Aesculin 32.	Álparenchyma 206.
Aesculetin 56.	Álszövetek 95.
Aetherikus olajok és gyanták 49.	Áltermés 537,* 546.
Ágállás 444.	— egy virágból 546.
— csap 375.	— terméságazatból 548.
— leválás 374.	Áltoboz 525.
— kacsok 414.	Álvó rügy 412, 447.
— tövis 413.	Amandin 30.
Ajakos virág 492.	Amentum 523.
Aktinomorph 384.	Amidok 8.
Alapképletek 213.	Aminósavak 8.
— szövet 139, 169, 200.	Amöbaszerű mozgás 13.
Álbogyó 536, 547.	Amylopektin 36.
Albumen 532.	— plasztid 40.
Albuminok 30.	Amylóz 36.
Álbélsugár 302.	Analóg tag 383.
Aldehydekek 55.	Anastomosis 433.
Áledény l. Tracheida	Anatómia 1.
Álernyő 529.	Anatrop magkezdemény 503.
Álernyős virágzat 526.	Androeceum 486, 494.
Aleuron szemecskék 43, 45, 176.	Androphorum 511.
Algák 207.	Anizotrop 74.
— festőanyaga és színe 208.	Anthela 529.
	Anthera 494, 496.



- Antheridium 460, 471, 473.  
 Antheridiális sejt 507.  
 Anthochlor 34.  
 Anthocyan 33, 104.  
 Anthodium 521.  
 Anthophorum 511.  
 Anthoxanthin 34.  
 Antifermentumok 35.  
 Antiklin fal 100.  
 Anyaszál 471.  
 Apex 420.  
 Apocarpium 537.  
 Apogamia 480.  
 Aposporia 480.  
 Apotrop magkezdemény 504.  
 Appositio növekedés 67.  
 Arabin 70.  
 Arbor 406.  
 Arbusculus 406.  
 Archegoniaták szaporodási szervei 472.  
 Archegonium 473, 474, 475, 508.  
 Archesporium 518.  
 Archicus edénynyaláb 147.  
 Ararium 29.  
 Arillus 531.  
 Aromatikus szénhidrátok 55.  
 Articuláció 417, 430.  
 Asparagin 29.  
 Aspidin 55.  
 Asszimiláló sejt 221.  
 — szövetek 170.  
 Astrosklereida 200.  
 Aszimmetrikus tag 385.  
 Atavismus 461.  
 Áteresztő sejtek 165.  
 — — gyökérben 252.  
 — szöveti zónák 166.  
 Atöröklés 461.  
 Atrop magkezdemény 503.  
 Atropin 31.  
 Autochton keményítő 38.  
 Autotroph életmód 205.  
 Avenin 45.  
  
 Bacca 544.  
 Bacterioid szövet 257.  
 Barka 523.  
 — pikkely 528.  
 Basifugális növekedés 384.  
 Basipetális sejtosztódás 101, 416.  
 Basis 417, 420.  
 Bassorin 70.  
 Bast 142.  
 Bastard 463, 464.  
 Becőke 540.  
 Becőtermés 539.  
  
 Belső szőrszálak 202.  
 Benzaldehid 56.  
 Benzoésav 56.  
 Beporzás 357.  
 Berberin 31.  
 Betain 29, 57.  
 Betulin 32.  
 Belfoltok 303.  
 Belső 168.  
 — hüvely 268.  
 — korona 268.  
 — diaphragma 270.  
 Bélsugár 139, 268, 300, 301.  
 — álbélsugár 302.  
 — gyantajáratokkal 302.  
 — másodlagos hancsban 284.  
 — sejtek 294.  
 — szám 303.  
 — tracheidák 302.  
 Bibe 498.  
 — szál 498.  
 Bicollaterális edénynyalábok 145.  
 Bimbó 484.  
 Biuret-Millon f. reagens 8.  
 Bóbita 488, 543.  
 — egyszerű 543.  
 — tollas 543.  
 Bogas barka 528.  
 Bogas sátor 529.  
 — virágzat 525.  
 Bogernyő 529.  
 Bogyótermés 544.  
 — valódi 545.  
 — sokbogyós 546.  
 Borkősav 34.  
 Borostyánkősav 34.  
 Borulás 453, 455.  
 Börszövet 102, 278.  
 — többbrétegű 126.  
 Bracteae 436, 484.  
 Brasilein 74, 339.  
 Bryophyták szaporodása 472.  
 Búga virágzatok 528.  
 Bulbus 401.  
 Bulbulus 401.  
 Buroklel 437.  
  
 Calamus 405.  
 Calathium virágzat 524.  
 Calciumoxalat kristály 43.  
 Calix 485, 486, 487.  
 Callus 371, 372.  
 Cambium l. Kambium.  
 Campher (kámfor) 49.  
 Capitolum 524.  
 Capsula 540.



- Carpella 486, 510.  
 Carpophorum 542.  
 Carvacrol 55.  
 Carvon 49.  
 Caryopsis 543.  
 Caspary f. csikok 165.  
 — — pontok 252.  
 Caudex 405.  
 Cauliculus 533.  
 Cauloid 211.  
 Caulom (caulis) 214, 382.  
 Cellobióz 42.  
 Celluláz 35.  
 Cellulóz 68, 104.  
 Centrális vizszövet 172.  
 Centrifugális növekedés 61.  
 Centriola 17.  
 Centripetális növekedés 61, 169.  
 Centrozómák 17.  
 Cerin 56.  
 Chalaza 503, 530.  
 Chalazogamia 519.  
 Chinin 32.  
 Chinonok 56.  
 Chitin 69, 205.  
 Chlorophyll chemotaktikus ingere 365.  
 — színe 20.  
 — testek 18, 19, 108, 171.  
 Chloroplaszták 18, 21, 103.  
 Chlorophylláz 20, 35.  
 Cholesterin 56.  
 Cholestol 56.  
 Cholin 57.  
 Chondriozómák 25, 206.  
 Chrisin 74.  
 Chromatophora 18, 33.  
 — osztódása 80.  
 Chromoplaszták 25, 430.  
 Cicatrix 374, 432.  
 Cinnus 526.  
 Citral 55.  
 Citromsav 34.  
 Citronellol 55.  
 Collaterák 455.  
 Collum 398.  
 Columella 475, 502.  
 Coma 532.  
 Coniferin 32, 71.  
 Conjugáció 465.  
 Connectivum 494, 496.  
 Conus 524, 536.  
 Copulatio 465.  
 Cormophyta 383.  
 — szaporodása 459.  
 — vegetatív szerveinek anatómiája 212.  
 Corolla 485, 486, 490.  
 Corona 493.  
 Corosio 39.  
 Corymbus 528.  
 Cotyledon 1. Sziklevél.  
 Cönobium 92, 209, 386.  
 Cribrális rész 142, 143, 156.  
 Crotonylmustárolaj 57.  
 Cukor 174.  
 Culmus 405.  
 Cumarin 56.  
 Cuoxamin 68.  
 Cupula 437.  
 Cyanophyll 19.  
 Cyclos 441.  
 Cymol 55.  
 Cynosbátum 547.  
 Cystocarp 471.  
 Cystolith 54, 62.  
 Cytáz 35.  
 Cytisin 31.  
 Cytológia 1.  
 Cytoplazma 7, 364.  
 — osztódása 80.  
 Csalmás nyílás 540.  
 Csatlóereszték 494, 496.  
 Csatornasejt 480.  
 Csatornás vastagodás 64.  
 Csavarmenetes vastagodás 63.  
 Cserje 406.  
 — zuzmók 212.  
 Cserepes kéreg 132.  
 Cseravtartalom 284, 339.  
 — tömlők 185.  
 Cserzőanyagok 32.  
 Csésze 485—489, 509, 510.  
 — levelek 487, 510.  
 — — anatómiája 240.  
 Csikoltság 66.  
 Csipkebogyótermés 547.  
 Csomó 399.  
 — köz 202, 384, 399.  
 Csomós főgyökér 392.  
 Csonthéjas bogó 546.  
 — termés 546.  
 Csontorka (forgács, szilánk) 378.  
 Csöves szár képződése 100.  
 — fűszár 405.  
 Csuklók 107.  
 Csúcs felé haladó növekedés 384.  
 — növekedés 383.  
 — rügy 445.  
 Daphnetin 56.  
 Decylaldehyd 55.



- Dermakalyptrógén 220.  
 Dermatogén réteg 99, 215, 220.  
 Desmogén 274.  
 Diagramm 515, 516.  
 — theoretikus 516.  
 Diakinézis 87.  
 Diaphragma 202, 481.  
 Diasztáz 35, 176.  
 Dichasium 525.  
 Dichotomikus elágazás 217, 408.  
 Didynamia 496.  
 Diffúziós felület 151.  
 Dimorph gyökér 256.  
 Diploid 86.  
 Diplostemon 515.  
 Disaccharidák 27.  
 Divergencia 441.  
 — fősor 443.  
 — melléksor 443.  
 Dorziventrális szervek 385.  
 — levél 224, 226, 227, 430.  
 Drepanium 526.  
 Drupa 546.  
 Dulcit 55.  
 Ecsetvirágzat 529.  
 Edestin 30, 45.  
 Edény l. Trachea.  
 — méretei kor, fmagasság szerint 313.  
 — nyaláb 138, 143, 351.  
 — — alapformák vzl. 148.  
 — — elrendeződés phylogenetikai-  
 lag 148.  
 — — fejlődés egyszikűekben 276.  
 — — lefutási típusok 140.  
 — — phylogenetikai leszármazása  
 vzl. 152.  
 — — sugárirányú hm. 91.  
 — — zárt 145, 276.  
 — tagok 151.  
 — tracheida 292.  
 Egyes bog 526.  
 Egyéb berakódások 73.  
 Egyalakú növény 485.  
 Egysejtű mirigyek 184.  
 Egyszerű növekedés 61.  
 — virágzat 523.  
 Egyszikűek edénnyaláblefutása 140.  
 — prokambiumnyalábképződése 168.  
 Eisodiál nyílás 106.  
 Ektoplazma 7.  
 Elágazási módok 444.  
 Előpitvar 106.  
 Előtelep 472, 476, 477.  
 — hím 481, 482.  
 — női 482.  
 Elnyálkásodás 70.  
 Előlevél 520.  
 Elparásodás 72.  
 Elsőlevelek l. Levelek első.  
 Elsődleges kéreg 99, 279, 280.  
 — phloem 253.  
 — sejtek (rajzósejtek) 465.  
 Elsőrendű bélsugár 268.  
 Elválasztó réteg 135.  
 Embryo 484, 519, 532.  
 — kerületi fekvésű 535.  
 — központi fekvésű 535.  
 — korongalakú 535.  
 — nagytelepű 535.  
 — oldalfekvésű 535.  
 Embryósák 504.  
 Emergencia 126, 454, 455.  
 Emésztő mirigyek 125.  
 Emodin 56.  
 Emulsin 186.  
 Endocarpium 537.  
 Endodermis 163, 164, 250.  
 — sejt rad. falának Caspary f. csikok-  
 kal való ábrázolása 165.  
 — sejtformák 165.  
 Endogén fejlődés 390.  
 Endospermium 123, 175, 530.  
 — másodlagos 532.  
 Endosporium 518.  
 Endothecium 518.  
 Enyves mirigy 455.  
 Enzyme 8, 35.  
 — -et tartalmazó sejtek 186.  
 Ephedrin 57.  
 Epiblém 123.  
 Epicarpium 537.  
 Epicotyl 533.  
 Epidermis 103.  
 — fényingerfelfogása 366.  
 — függelékek 125.  
 Epigyn 512.  
 Epinastikus ágak 325.  
 Epipetal 515.  
 Epiphyta növények 125, 128.  
 Episepal 515.  
 Epithél sejtek 181.  
 Epithém szövet 115.  
 Epitrop magkezdemény 504.  
 Epitrophia 325.  
 Epixil ágak 325.  
 Ernyővirágzat 524.  
 Ernyőske 527.  
 Ernyős forgó 528.  
 Erősítő réteg 137.  
 Érett fa 337.



- Érzőgödörkék 64, 355.  
 — papillák 355.  
 — serték 356.  
 — szőrszálak 356.  
 Etiolin 23.  
 Évgyűrű 306, 310, 319.  
 — excentricitása 321.  
 — keletkezése 308.  
 — kettős évgyűrű keletkezése 321.  
 — szélessége 315, 316.  
 Excentricitás 321.  
 Excretum 177.  
 Exine 506, 518.  
 Exodermis 165, 250.  
 Exogén ágképződés 408.  
 — levélképződés 216, 415.  
 Exosporium 518.  
 Fa 406.  
 — első-, másod-, harmarendű 406.  
 — korona 405.  
 — koronájának alakja 411, 412.  
 Fácska 406.  
 Fagummi 71.  
 Fali forradás 499.  
 Falvastagodás l. Vastagodás.  
 Faparenchyma 302.  
 — sejt 144, 154, 291.  
 — tápanyagszállító szerepe 300.  
 Farész 142, 143, 149.  
 — elsődleges 253.  
 — — elemei 167.  
 Farost 143, 154, 291.  
 Fás gyökér 393.  
 — növények 407.  
 Fasciculáris kambium 268.  
 Fásodás 198, 296.  
 Fatest anatómiája 285.  
 — edényeinek hossza 289.  
 — — átmérője 290.  
 — elemeinek eloszlása 296.  
 — szövetelemei és rendeltetésük 285, 287.  
 Fatörzs (truncus arboreus) 405, 406.  
 — alakja 334.  
 — alakjának fejlődését befolyásoló tényezők 325.  
 — anatómiai szerkezete és minősége 330.  
 — fajsúlya 331, 332.  
 — mechanikai igénybevétele 343, 348, 349, 351, 353.  
 — — szerkezete 342.  
 — rugalmassága 344.  
 — szilárdsága 331.  
 Fattyúhajtás 412.  
 Fedőlevelek 436, 484.  
 Fehérjék 42, 174.  
 Fehérjeszállító elemek 159.  
 Fehérjés mag 532.  
 Felálló cserje l. Cserje.  
 Fellevelek v. murvalevelek 436, 484.  
 Felnyíló termés 538, 539.  
 Felületi (szélességi) növekedés 384.  
 Fenyőtű szöveti szerkezete 222.  
 Fenyő vörös fája 325.  
 Festőanyagok 33.  
 Félcserje 406.  
 Fényhatás a fanövekedésre 324.  
 Fészekpikkely 437, 524.  
 — virágzat 437, 524.  
 Fészkes bog 528.  
 — fürt 527.  
 — kunkor 528.  
 Fibrillák 368, 397.  
 Fibrovazális nyaláb 142.  
 Filamentum 494.  
 Filicin 55.  
 Filmaron 55.  
 Fiókhagyma 401.  
 Fiókrost 89, 294.  
 Flavon org. festőanyag 73.  
 Florideakeményítő 208.  
 Flos 483.  
 Fluoreszkálás 19.  
 Fogamzási folt 480.  
 Folliculus 539.  
 Forgó 525, 526.  
 Forgós fürt 527.  
 — kunkor 528.  
 Formalaldehid 55.  
 Forradás 503, 530, 537.  
 — hasi 499.  
 — háti 499.  
 — oldali 537.  
 Forradási szövet 371, 372.  
 Forrtlevelű csésze 488.  
 Forgács 378.  
 Főgyökér 389, 391.  
 — csomós vagy mogyorós 392.  
 — fonálalakú 392.  
 — gumós 392.  
 — orsóképi 392.  
 — retelalakú 392.  
 Fructus 536.  
 Frutex 406.  
 Fulánk 454.  
 Funiculus 502, 530.  
 Fügetermés 548.  
 Fűnemű növény 407.  
 Fürt 523.  
 Fürtös forgó 528.



Fürtszerű virágzat 523.

Füzér 523.

Füzéres fürt 527.

— gomb 527.

Fűszár 405.

— csöves 405.

— tömött 405.

Galaktán 174.

Galbulus 548.

Gallér 521, 524.

Gallérka 521.

Gally vagy galy fogalma 411.

Gaméták 465.

Gemma l. Rügy.

Gemmula 484, 500.

Generatív sejtmag 519.

Geszt 280, 337.

Gesztes fák 337.

— (színes) fenyők 339.

Gesztesedés 280, 337, 340.

Gesztesítő anyagok 73.

Gesztfestő anyagok 339.

Glandulae 455.

Glans 547.

Gliadin 30, 45.

Globoidok 43.

Globulinok 30.

Glukodepsid 32.

Glutein 45.

Gluteinkasein 45.

Glycerid 46.

Glykogén 28.

Glykoproteidek 30.

Glykozida 8, 32.

Gombok 205.

— sejtfala 69.

— szövetéke 206.

Gombvirágzat 524

Gonidium 211.

Gödörkés vastagodás 63.

Grána 19.

Gumi (tragantgumi) 70.

Gumó 402, 483.

— törzs 404.

Gumócskák 472, 476.

Gumós rügy 483.

Guttapercha 180.

Gynandria 495.

Gynandrophorum 511.

Gynophorum 511.

Gynostemium 495.

Gynöceum l. Termőtáj.

Gyanták 50.

Gyantaalkoholok 50.

Gyantákat tartalmazó váladéktartók 180.

Gyantajáratok 50, 180, 305.

— csomók 305.

— tömlők 181.

— phenolok 50.

— savak 50.

Gyökér 214, 217, 382.

— ágak 391.

— — száma csiranövényen 390.

— átmeneti képletek 390.

— burok 255.

— dimorph 256.

— edénynyalábjai 255.

— élősködők 394.

— és szár fateste közötti különbség 259.

— fás állományú 393.

— fásodás 260.

— geotropikus ingermozgása 363.

— gumók 256, 394.

— hajsálak l. Gyökérszörzálak.

— húsos állományú 393.

— jellegzetességei 389.

— károsítók 395.

— keresztmetszet 249.

— képletek rendesei 388.

— — módosultak 394.

— másodlagos vastagodása 258, 263.

— módosulás táplálékraktározásra 256.

— pudvásodás 260.

— rostok 368, 397.

— rügyek 404, 448.

— sarjak 398.

— süveg 217, 244.

— szálcák l. Rhizoid.

— szörzálak 123, 245, 396, 457.

— — élettartama 247.

— — földrészekkel 248.

— — keletkezése és élettartama 247.

— szövetek elhelyeződése 253.

— támasztó 352.

— vastagodása 260.

Gyökérzet 391.

Gyökfő 397, 399.

— többfejű 400.

Gyököcske 533.

Gyöktörzs 404.

— korlátolt növekedésű 404.

— korlátlan növekedésű 404.

Gyümölcs 510, 536.

Gyűrűs likacsú fa 307.

— kéreg 132.

Habitus 384.

Hadrocentrikus edénynyalábok 146.

Hadrom l. Farész.

Hadromál 71.



- Haematein 74.  
 Haematoxylin 339.  
 Haemoglobin 30.  
 Hágcsós perforáció 151.  
 — vastagodás 150.  
 Hagyma 401—403, 435.  
 — kelő 483.  
 — rügyek 448.  
 Hajtás elsődleges elemei 280.  
 — fogalma 410, 431.  
 — hosszú 411.  
 — lezárása rügy által 450.  
 — törpe 411.  
 Hajszálfüggelék l. Szőrszálfüggelék.  
 Hálózatos kéreg 132.  
 Hamvasság 105.  
 Háncs csersavtartalma 284.  
 — másodlagos 281.  
 — parenchymasejt 156, 162, 369.  
 — rész 142, 143, 156.  
 — rost 143, 156, 162.  
 — — valódi 196.  
 Hangyasav 34.  
 Haploid 86.  
 Haplostemon 515.  
 Haptotropikus ingerek 356.  
 Harasztok gyökérképződése 219.  
 — szaporodása 476.  
 Haraszsavak 55.  
 Hasi forradás 499.  
 Hasoncélú tag 383.  
 Hasonszerű tag 383.  
 Háti forradás 499.  
 Hátsó pitvar 106.  
 Haustoriumok 207.  
 Hegedés dugványokon 380.  
 — levágott jegegyetuskón 378.  
 Hegedési párkány 380.  
 — szövet 371, 372.  
 — — áglemetzéskor 377.  
 — — fagyáskor 376.  
 Heliotropizmus 365.  
 Helyváltozó mozgás 12.  
 Hemicellulóz 69, 174, 207.  
 Hesperidium 545.  
 Heteromer zúzmók 212.  
 — virágörv 514.  
 Heterotroph 205.  
 Heverő cserje 406.  
 Héjkéreg 131.  
 — képződés ideje 134.  
 Hialoplazma 7.  
 — ingerközvetítése 368.  
 Hilus 530.  
 Hímrag 484.  
 — por l. Virágpor.  
 — spora l. Microspóra.  
 — táj 486, 494.  
 — — egyfalkás 495.  
 — tartó 511.  
 — virág l. Virág.  
 Histonok 30.  
 Homológ tag 383.  
 Homömer zúzmók 212.  
 Hordenin 30, 45.  
 Hormonok 161.  
 Hosszú hajtás l. Hajtás.  
 Húsevő növények 125.  
 Húsos szemölcs 456.  
 Hüvelytermés 539.  
 — cikkes hüvely 539.  
 Hydathodák 114.  
 Hydroidok 149, 262.  
 Hymenium 206.  
 Hypanthium 509.  
 Hypanthodium 509, 524.  
 Hypha 89, 205, 387.  
 Hypoderma 103, 127, 172.  
 — vízraktározó 233.  
 Hypocotyl 254, 533.  
 Hypogyn 511.  
 Hyponastikus ágak 325.  
 Hypotrophia 325.  
 Hypoxyl ágak 325.  
 Hysterogén sejtközők 96.  
 Idioplasztok 174, 178, 186, 202.  
 Ikergumók 403.  
 Illanó olajok 49.  
 — olajokat tartalmazó váladéktartók 180.  
 Imbibició 74.  
 Indák (sarmenta) 412.  
 Indigó 57.  
 Indolderivátok 57.  
 Iniciális sejtek 99, 161, 215.  
 Inkluziumok 270.  
 Inkrusztáló anyagok 70.  
 Inozithexaphosphorsav 44.  
 Insertió 415, 511.  
 Integumentum 504.  
 Intercelluláris üregek l. Sejtközi.  
 — ingervezetés 367.  
 Interfascikuláris kambium l. Kambium.  
 Interkaláris növekedés l. Növekedés közbeeső.  
 Internodium l. Szártag.  
 Intin 506, 518.  
 Intususcepció növekedés 67.  
 Inulin 28, 174.  
 Invertin (invertáz) 35.



- Involucrum 521, 524.  
 Isolaterális levél l. Levél.  
 Isomer virágörv 514.  
 Isotrop sejttal 205.  
 Ivadékcseré (metagenesis) 459, 472, 476.  
 — ivaros 459.  
 — ivartalan 459.  
 Ivaros szaporodás l. Szaporodás.  
 Ivarpárna 478.  
 Ivartalan szaporodás l. Szaporodás.  
 Ivartartó 511.  
 Íz l. Szártag.  
  
 Jaccard törzsfajlódási elmélete 326, 327, 328, 329.  
 Járomspóra l. Zygospora.  
 Járulékos tagok l. Tagok.  
 — gyökér 392, 393.  
 — rostos vagy bojtos 392.  
 — rügyek (adventív) l. Rügyek.  
 Jugum 427.  
  
 Kabak termés 545.  
 Kacs l. Levélkacs.  
 Kalász 527.  
 Kallóz 160.  
 Kalluszlapp 160.  
 Kalyptra l. Gyökérsüveg.  
 Kalyptrógén szövet 220.  
 Kambiform sejtek 161.  
 — szövet 276.  
 Kambium 100, 258, 276.  
 — alakulási típusok 274, 275.  
 — elmélet 273.  
 — fascikuláris 268.  
 — gyűrűk alakulása 369.  
 — interfascikuláris 268.  
 — leánysejtek 272.  
 — sejtek 271.  
 — — tang. hm. 273.  
 Kapaszkodó cserje l. Cserje.  
 Kapilláris sejt 221.  
 Karógyökér 391.  
 Karos palliszád 172.  
 Karotin 20.  
 Kaszat 542.  
 Kaucsuk 53, 180.  
 Kehely l. Csésze.  
 Kelő hagyma 483.  
 — rügy l. Rügy.  
 — sejt 459.  
 Kemény hancs 156, 282.  
 Keményítő 36, 41, 108, 174.  
 — autochton vagy asszimilációs 38.  
 — hüvely 267.  
 — réteg 163, 363.  
 — tranzitórius vagy vándorló 38.  
 Keresztezett fa 463, 464.  
 Kereszteződés 463.  
 Keresztmetszet 285.  
 Keringő mozgás 11.  
 Kerületi erek 211.  
 Ketonok 54.  
 Kettős bog 525.  
 — kaszat 541.  
 Kezdetleges hancs 167.  
 Kéreg elsődleges 99, 279, 280.  
 — másodlagos 280.  
 — edénynyalábok 269.  
 — zuzmók 212.  
 Kétlakúság 458.  
 Kétlakú növények l. Növények.  
 Kétszikűek és nyitvatermők prokambiumnyaláb képződése 168.  
 Kétszikűek és nyitvatermők gyökerének vastagodása vzl. 142.  
 — szárának másodlagos vastagodása vzl. 141.  
 Kocsány 406, 483, 521.  
 — ka 521.  
 Koenzimok 35.  
 Koffein 32.  
 Kollaterális edénynyalábok 145.  
 Kollenchyma 127, 189, 193, 348, 351.  
 — rostok 349.  
 Kolleterák 122, 239.  
 Kolloidális állapot 10.  
 Kolofonsav 50.  
 Kombináció 461.  
 Koncentrikus edénynyalábok 146, 253.  
 Konglutin 45.  
 Kopács 497, 538.  
 Kormofiták l. Cormophyták.  
 Koszorú ligulákból 493.  
 Kovadás fogas 540, 541.  
 Kovasav 54, 73.  
 Kovasavas sejt 188.  
 Köldök 530.  
 — zsinór 530.  
 Kösejtcsoportok 199.  
 Közbeeső l. Növekedés.  
 Közép alakok 463.  
 Közös nyalábok 139.  
 Központi henger 268, 279.  
 — sejt 480.  
 Kribrális rész l. Hancsrész  
 Krystalloid 43.  
 Kunkor 525, 526.  
 Kunkoros forgó 528.  
 Kupacs 437, 521.  
 Kupacsos makk 547.



- Kupakos nyílás 540.  
 Kutikula 104.  
 Kutikulás réteg 104.  
 Kutin 72, 104.  
 Kutinosodás 72.  
 Külső csésze l. Csésze.  
 — morphológia l. Morphológia.  
 Kürt l. Levélkürt.
- Lágycsőr 156, 282.  
 — szár 405.  
 — szárú növények l. Szárfütemű.  
 Lariciresinol 50.  
 Laurinaldehyd 55.  
 Lecithin 8, 49.  
 Legumen 539.  
 Legumin 45.  
 Legyező 526.  
 Lejolisia ivaros szaporodása 470, 471.  
 Lenticella l. Paraszemölcs.  
 — kambium 136.  
 Lepel (perigon) 486, 487, 510.  
 Lepényvirágzat 524.  
 Leptom l. Hancsrész.  
 Leptocentrikus edénnyalábok 146.  
 Leptoidok 156, 221, 263.  
 Leucin 29.  
 Leukoplaszták 24.  
 Leukozin 31.  
 Leukozómák 46.  
 Leválasztó réteg 135, 371.  
 Levegőgyökerek 204.  
 — nyílás 103, 105, 114, 223.  
 — — hossza 110.  
 — — száma 112.  
 — — típusok 108.  
 — tartalmú sejtközők 96.  
 Levelek, burok- v. takarólevelek 437.  
 — elhelyezkedésének szabályozása 444.  
 — elsőlevelek 428, 435.  
 — őszi színváltozása 26, 430.  
 — rendesek 414.  
 Levél 214, 216.  
 — alak 417.  
 — — csipdelkés v. kacúros 426.  
 — — sallangós 426.  
 — — tenyeres vagy szárnyas 426.  
 — — többször hasadt 426.  
 — — — osztott 426.  
 — alap 417, 430.  
 — állás 438, 442.  
 — — alapcsavarvonala 443.  
 — — átellenes 438.  
 — — átmeneti szöge 440.  
 — — csavaros 439.  
 — — csomós 439.  
 — — diagramm 440, 441.  
 — — divergenciális szöge 440, 441.  
 — — keresztben átellenes 438.  
 — — kétsorban átellenes 438.  
 — — kétsorban váltakozó 439.  
 — — közép (medián) síkja 440.  
 — — meghatározása 439, 440, 441.  
 — — mellécsavarvonala 443.  
 — — menete 441.  
 — — örvös 438.  
 — — rózsásan álló 439.  
 — — superponált 440.  
 — — szórt 438.  
 — — szöge 443.  
 — — váltakozó 438.  
 — — vázlata 440.  
 — általnőtt 423.  
 — átölelő 423.  
 — borulás 453, 455.  
 — bőrnemű 430.  
 — buroklevél 437.  
 — csúcs 421.  
 — deressége (glaucedo) 429.  
 — dorziventrális 224, 226, 227, 430.  
 — dudor apicalis része 417.  
 — — basalis része 417, 435.  
 — edénnyaláb végződése 228.  
 — egyenlő színű oldalakkal (concolor) 429.  
 — egyszerű 420.  
 — előlevél 520.  
 — erek 227, 432.  
 — — erek lefutása 432, 433.  
 — él 423, 424, 426.  
 — ér 432, 433.  
 — gerinc 427.  
 — hamvassága 429.  
 — hártás 430.  
 — hasadt 424, 425.  
 — hasábok (lobi) 425.  
 — húsos 430.  
 — hüvely 417, 418.  
 — isolaterális 224, 230, 430.  
 — ízület 417, 430.  
 — kacsok 436.  
 — karélyok 425.  
 — kél: 426, 427.  
 — képletek 382, 414.  
 — — feladata 416.  
 — kitartó 430, 432.  
 — koncentrikus 224, 232.  
 — kürt 418.  
 — lágycsőr 430.  
 — lefutó 423.  
 — lehulló 430.  
 — lemez 419.



— — alakja 422, 423.  
 — — alap 417, 420—422.  
 — — állása 444.  
 — — alsó (háti, fonáka) old. 420.  
 — — átlíkgatott 421.  
 — — csúcsa 420.  
 — — csöves 420.  
 — — felső (hasi, színe) old. 420.  
 — — gordós 420.  
 — — symmetriája 420.  
 — majdnem ülő 419.  
 — maradó 430.  
 — mezophyllja 224.  
 — mirigyek l. Mirigyek.  
 — nyeles 419.  
 — nyelvecske 418, 493.  
 — nyél 419, 432.  
 — — anatómiája 235.  
 — — izelt 419.  
 — nyomnyaláb 140, 266.  
 — osztott 425, 427.  
 — osztatlan 424.  
 — öblök 425.  
 — ölbefogó 428.  
 — ölbefogóerű 433.  
 — összetett vagy fűzött 426.  
 — pajzsoszerű 433.  
 — pálhácska 427.  
 — pár 427.  
 — párna 417.  
 — ripacs 374, 432.  
 — rügy l. Rügy.  
 — sor 439.  
 — szárnyak 428.  
 — szárnyacska 428.  
 — szárnyaszerű 433.  
 — szárszálak l. Szórszálak.  
 — szeldelt 424, 425.  
 — színváltozatai 430.  
 — szövetek org. tart. részei 242.  
 — takaró 437.  
 — tartó 410.  
 — tenyereszerű 433.  
 — típus szárnyas 427.  
 — — ujjas 427.  
 — többször összetett 428.  
 — tövisek 241, 413, 436.  
 — türemlés 451, 452.  
 — ülő 419.  
 — viráglevél 240, 437, 485, 509.  
 Légcsatornák 201, 296.  
 — gyökerek 393.  
 — rés 106.  
 Lélekzőgyökerek 394.  
 — udvar 106.  
 Lépcsőzetes phellogen 132.

Libriform rostok 143, 196.  
 — sejtek 291.  
 — — elhelyeződése 305.  
 Lichenes 211.  
 Lichenin 212.  
 Ligninanyagok 71.  
 Ligula l. Levélnyelvecske.  
 — koszorú l. Koszorú.  
 Likacsgyűrűs fa l. Gyűrűs likacsú.  
 Likacsos kollenchyma 194.  
 Limbus 491.  
 Limonen 49.  
 Lipáz 35.  
 Lipoidok 8.  
 Lombfák elsődleges és másodlagos  
 szövetelemei 298.  
 Lomhullató növények l. Növények.  
 Lomblevelek (folia frondosa) l. Levél.  
 Lomblevél anatómiája Bryophytákon  
 221.  
 — — Gymnospermákon 222.  
 — — Pteridophytákon 221.  
 — — kunkorodó vagy összehajló  
 levélnél 234.  
 — — szukkulens növényeken 232.  
 — védelmi berendezése 353.  
 Lomblevelűek 423.  
 Lombocska 533.  
 Lombzuzmók 212.  
 Lomentum 539.  
 Lysigén sejtközök l. Sejtközök.  
 Maceráció 60, 289.  
 Macroprothallium 509.  
 — spora 481, 484.  
 — sporangium 481, 508.  
 Mag 539.  
 Magfal 17.  
 Magház 497.  
 — alulálló 498, 512.  
 — alválaszfal 500.  
 — egy-, két-, többüregű 500.  
 — felülálló 498.  
 — rekesz 500.  
 Magkezdemény 484, 500.  
 — alap 503.  
 — bele 504.  
 — burok 504.  
 — egyenes 503.  
 — elfordult 504.  
 — faliállású 501.  
 — felálló 503.  
 — függő 503.  
 — hozzáfordult 504.  
 — meggömbült 504.  
 — nyílás 505.



- tengelyállású 501.
- visszafordult 503.
- zsinór 502, 530.
- Magnedv 17.
- Magosztódás 75.
- Magtanya vagy magléc 500.
- Magtestecske 17.
- Magváz 17.
- Magzó kor 460.
- Makk 521.
- Makkocska 543.
- bajuszos 544.
- csőrös 543.
- magányos 543.
- társas 543.
- Makroprothallium l. Macroprothallium.
- Mandolaolaj 186.
- Mangrove formáció 204.
- Mannán 174.
- Mannit 55.
- Másodhajtás 411.
- Másodlagos hancs l. Hancs.
- kéreg l. Kéreg.
- szövet 100.
- Másodrendű bélsugár l. Bélsugár.
- lomblevélpárna 238.
- Mechanikai sejtek l. Szilárdító sejtek.
- szövetek l. Szilárdító szövetek.
- Meddő pikkely 529.
- porzó 497.
- Megfásodás 70.
- Megtermékenyítés 458.
- Mellékpárta 494.
- Mellékrügyek l. Rügyek.
- Menthol 49.
- Mericarpia 541.
- Merisztematikus szövetek 97, 271.
- Mesocarpium 537.
- Mestom 142.
- Metaderma képződés 239.
- Metatracheális faparenchyma l. Faparenchyma.
- Methylamin 57.
- Metzger törzsfajlódási elmélete 325.
- Mészkristály l. Calciumoxalat krist.
- Mézfejtő mirigyek 487, 493.
- Mézga edények 185.
- járatok 185.
- tartók 185.
- Mézgyűjtő 494.
- Micella 67.
- Micropyle l. Magkezdeménynyílás.
- Microprothallium l. Hímprothallium.
- Microspóra 481, 484.
- Microsporangium 481.
- Microzóma 7.
- Mikorrhiza 247, 248, 249.
- Minimális felület 102.
- Mirigy 455.
- vizet kiválasztó 115.
- Mirigy felület 126, 239.
- sejtek 181.
- szőrszálak 122, 239, 454.
- szövetek 176, 429.
- Mitochondriák 23.
- Mitozis 76.
- Modifikáció 461.
- Módosult képletek l. Tagok.
- gyökerek l. Gyökér.
- Mohok szaporodása 472.
- Monocarp növény 408.
- virág 499.
- Monochasium 526.
- Monomer termőlev l. Termőlevél egyl.
- Monopodiális elágazás l. Szárelágazás.
- Közalapos.
- Monostelia 148.
- Morin 74, 339.
- Morphin 31.
- Morphologia belső l.
- külső 382.
- Mozzatok 027.
- Mozaikbastard 464.
- Mozdulatlan sejtek 465.
- Murvalevelek l. Fellevelek.
- Murváskodó levél l. Levél, tartólevél.
- Mustár 186.
- Mutáció 461.
- Mycelium 387.
- Mykorrhiza l. Mikorrhiza.
- Myrosin tömlők 126.
- Narancstermés 545.
- Nátron eljárás 71.
- Nektáriumok 123.
- extra florális 123.
- florális 123.
- nuptiális 123.
- Nemi szaporodás l. Szaporodás.
- Nervus l. levélér.
- Négyes osztódás 87.
- Nikotin 31.
- Niktinasztikus mozgás 238.
- Nitrogéntartalmú tartalmi részek 29.
- Nodus l. Csomó.
- Normális tag l. Tag rendes.
- Női előtelep l. Előtelep.
- Nőtáj l. Termőtáj.
- Növekedés, csúcs felé haladó 384, 414.
- felületi 384.
- közbeeső 61, 101, 384.
- vastagsági 384.



- Növény, egylaki 485.  
 — egyszerűtermő 408.  
 — kétlaki 485.  
 — lombhullató 408.  
 — polygam növekedés 485.  
 — örökzöld 408.  
 — felület elnevezése 456, 457.  
 — élettartama 408.  
 — érzékszervei 354.  
 — — fény felfogására 364.  
 — — mechanikai ingerek felfogására 355.  
 — — nehézségi erő felfogására 342.  
 — termete 384.  
 Növényi nyálkák 35.  
 — szervek 382.  
 — test részei általában 382.  
 Nővirág l. Virág.  
 Nucellus (nucleus) l. Magkez. bele.  
 Nuclein 15, 30.  
 Nucleolus 17, 79.  
 Nucleoplazma 15.  
 Nucleoproteidek 15, 30, 45.  
 Nucleus 15.  
 Nuculanium 546.  
 Nux 543.  
 Nyák 398.  
 Nyékréteg 173.  
 Nyeltes virág 492.  
 Nyílás, csalmás 540.  
 — kupakos 540.  
 Nyílt edénnyaláb 144.  
 Nyitvatermők fájának elsődleges, másodlagos elemei 297.  
 — porzóinak fejlődése 505.  
 — termőlevél fejlődése 507.  
 — virágfejlődése 505.  
 Obdiplostemon 515.  
 Ochrea l. Levélkürt.  
 Octylaldehyd 55.  
 Oedogonium fonál 470.  
 Oldalágak keletkezése 217.  
 Oldalrügyek l. Rügyek.  
 Oldott tartalmú részek 27.  
 Oligomer 514.  
 Oogonium 460, 469.  
 Oospóra 470.  
 Opisthiál nyílás 106.  
 Opium 180.  
 Orcin 55.  
 Organikus savak 34.  
 Organographia l. Morphologia külső.  
 Ortostichon l. Levélsor.  
 Osazónok 28.  
 Ostorindák 482.  
 Oszlop 475, 502.  
 Osztdó szöv. l. Merisztematikus szöv.  
 Ovarium l. Magház.  
 Oxalsav 34, 53.  
 Oxalsavas mész 187.  
 Öröklés 458.  
 Örökzöld növények l. Növény.  
 Örvlevelek l. Fészekpikkelyek.  
 Ős merisztéma 97.  
 — stele 184, 262.  
 Összenőtt termő 499.  
 Összetett ernyő 528.  
 — forgó 528.  
 — fűt 526, 527.  
 — virágzat 526.  
 Pajzsocska 241.  
 Pálhalevél anatómiája 239, 418.  
 — levélnemű 418.  
 — levélnyelhez nőtt 418, 419.  
 — összenőtt 418.  
 — szabad 418.  
 — száraz 418.  
 — szárra futó 419.  
 Pálhatóvis 436.  
 Palissádsejt, tölcsealakú 171.  
 Pálkaszár szövet 171, 405.  
 Pálmatorzs 405.  
 Panachirozott 461.  
 Panicula 528.  
 Papayotin 35, 180.  
 Papilla 456.  
 Pappus 488, 543.  
 Para l. Suberin.  
 — corolla 494.  
 — kambium 128.  
 — kéreg (periderma) szövet 128.  
 Paramylum 208.  
 Parasejtek 100.  
 Parastichon 443.  
 Paraszemölcs 103, 135, 456.  
 Paratracheális faparenchyma l. Faparenchyma, paratracheiák.  
 Parenchymahüvely 163.  
 — sejtek 4, 88, 143.  
 Parthenogenesis l. Szűznemzés.  
 Párta 485, 486, 490.  
 — ajakos pártás 492.  
 — ásitó 492.  
 — cső 491.  
 — csöves 491.  
 — csukott szájú 492.  
 — eres 491.  
 — ereszes 491.  
 — forrtszírmú 490.  
 — harangalakú 491.



- kerek 491.
- korsóalakú 491.
- sarkantyús 492.
- torok 491.
- tölcséres 491.
- váltzirmú 491.
- Párvás 465.
- sejtfallal bíró sejteknél 467.
- Pectin 68.
- Pedicellus 521.
- Pedunculus l. Kocsány.
- Pelyva 437, 521.
- pikkely 455.
- Pentozánok 69.
- Peponium 545.
- Pepsin 35.
- Perforáció 151, 289.
- Perianthium l. Virágvédőszerv.
- Peribléma 99, 214.
- Periciklus 135, 253, 268.
- Periderma 130, 278.
- Perigon l. Lepel.
- Perikambium 135, 253, 390.
- Periklin fal 100.
- Perispermium 241, 530, 532.
- Perigyn l. Porzók körülállók.
- Petala l. Sziromlevél.
- Petesejt 458, 460, 475, 519.
- Petespóra l. Oospóra.
- Petiolus l. Levélnvél.
- Phacophyll 23.
- Phaseolin 45.
- Phelloderma 100, 128.
- Phellogén 100, 128, 130, 279, 372.
- Phelloid szövet 130.
- Phellom 128.
- Phenolok 55.
- Phloem elsődleges 253.
- primánensok 167.
- rész l. Háncsrész.
- Phloroglucin 55.
- Phloroglykotannoid 185.
- Phosphorproteidek 30.
- Phycocyan 23.
- erythrin 22.
- Phyllocladum 269, 413.
- Phyllodium 419.
- Phylloid 211, 387.
- Phyllo l. Levélképletek.
- Phylum 205.
- Phytin 44.
- Phytosterin 8, 56.
- Piglon 56.
- Pikkely 455.
- barkapikkely 528.
- lehulló 455.
- maradó 455.
- meddő 529.
- termőpikkely 525.
- levél 434.
- — feladata 416.
- Pimársav 50.
- Pinen 49.
- Pinna l. Levélkék.
- Pinoresinol 50.
- Pinoresinotannol 50.
- Pistillum l. Termő.
- Placenta l. Magtanya.
- Plasztida 47.
- Plazma l. Protoplaszma.
- Plazmodezmák 14, 67, 157, 354.
- Plazmodium 9.
- Pleiochasium 525.
- Pleiomér 514.
- Pleroma 99, 166, 215.
- Plumula l. Rügy.
- Pneumathoda 204.
- Polaritás 338.
- Polioplazma 7.
- Pollen l. Virágpor.
- tömlő l. Virágportömlő.
- Polycarp virág l. Virág.
- növény l. Növény sokszortermő.
- Polyarch gyökér 253.
- Polyenergida sejt 15.
- Polymer termő l. Termő többlevelű.
- Polysaccharidák 28.
- Polystelia 148.
- Pomum 547.
- Populin 32.
- Porcogós kollenchyma 184.
- Porogamia 518.
- Portok 494, 496, 497.
- Porzacskó 505.
- Porzó (porzólevél) 484, 486, 494, 510.
- alulálló 511.
- felülálló 512.
- egyfalkású 495.
- kétfalkású 495.
- körülálló 511.
- meddő 497.
- többfalkás 495.
- Porzótáj l. Hímáj.
- Pótlógyökér 396.
- rost 293.
- Praeventiv rügy 412, 447.
- Primär endosperm anyasejtje 508.
- kéreg l. Kéreg elsődleges.
- Procarpium 471.
- Prokambiumnyaláb 100, 167, 274.
- Prolaminok 30.
- Protaminok 30.



Proteidek 30.  
 Proteinek 30.  
 Prothallium l. Előtelep.  
 Protoderma 221.  
 Protogén sejtközp. 96.  
 — nema l. Előtelep.  
 — plazma 2, 7, 36, 354.  
 — phloem 167.  
 — xylem 167, 264.  
 Prozenchymasejt 44, 143.  
 Pseudoparenchyma 387.  
 Pteridophyták l. Harasztfélék.  
 Putamen 546.  
 Pyrenoidok 22, 45, 208.  
  
 Quercetin 73.  
  
 Racemus 523.  
 Radiális edénnyalábok 147, 253.  
 — metszet 245.  
 — szervek l. Tagok sugarasak.  
 Radicellae 391.  
 Radicula 533.  
 Radix l. Gyökér.  
 Rafidok 53, 188.  
 Rajzó mozgás 13.  
 — sejtek 13, 465, 468.  
 Raktározó tracheida 173.  
 Rami l. Fatörzságak.  
 Raphe l. Forradás.  
 Receptaculum l. Vacok.  
 Redukált gyökerek 396.  
 Redukciós sejtosztódás l. Sejtosztód.  
 Rekeszes sklerenchyma 196.  
 Rekeszhártya l. Diaphragma.  
 Rendes gyökerek l. Gyökerek.  
 — képletek l. Tagok rendesek.  
 — levelek l. Levelek rendesek.  
 — sejtosztódás l. Sejtosztódás.  
 Resinek 50.  
 Resinogén anyagok 122.  
 — réteg 50, 182.  
 Répagyökér 256, 394.  
 Részaránytalán szervek l. Tagok.  
 Részterméskék 541.  
 Rétegzettség 66.  
 Rhamnol 56.  
 Rhexigén sejtköz l. Sejtköz.  
 Rhipidium 526.  
 Rhizicom 382.  
 Rhizoma l. Gyöktörzs.  
 Rhizoid 211, 243, 387, 457, 472.  
 Robinin 32.  
 Rostacsó élettartama 160.  
 — lapok 156.  
 — sejtek 4, 89, 156, 282.

Rostedénnyaláb 142.  
 — phloem vagy cribrális rész 142.  
 — xylem vagy vazális rész 142.  
 Rostlefutás fatörzsben 312.  
 Rostméretek 198.  
 Rostos kéreg 132.  
 Rostsejtképződés 198.  
 Rosttracheida 292.  
 Rotáció l. Keringő mozgás.  
 Rotholz l. Fenyő vörös fája.  
 Rovarfogó szervek 361.  
 Rövid hajtás 411.  
 Rügy 389, 431, 445.  
 — alakja és nagysága 448, 449.  
 — állása 445.  
 — alvó rügy 412, 447.  
 — bélsugár 300.  
 — csúcsa 217.  
 — csúcsrügye 445.  
 — fakadás 450.  
 — gumós rügy 483.  
 — gyöktörzsrügy 404, 448.  
 — hónaljrügy 445.  
 — járulékos 412, 447.  
 — kelő 458, 459, 473, 476, 482.  
 — kis rügy 447.  
 — lomb- vagy levélrügy 445.  
 — mellékrügy 446.  
 — páros csúcsrügy 446.  
 — pikkely 238, 435, 449, 451.  
 — rejtett 448.  
 — rendes 445.  
 — sarjrügy 448, 477.  
 — ülő 448.  
 — vegyes rügy 445, 484.  
 — virágrügy 445, 484.  
 — zárt 449.

Salicylsav 56.  
 Salicin 32.  
 Samara 544.  
 Santalin 339.  
 Sapinsav 50.  
 Sarjadzás 83.  
 Sarjagymák 402.  
 — rügyek l. Rügyek.  
 Sarló 526.  
 Sarki sejt 519.  
 Sarkos vastagodás l. Vastagodás.  
 Sátor 528.  
 Scapus 521.  
 Schizocarpia 541.  
 Schizogén sejtköz l. Sejtköz.  
 — lysigén sejtköz l. Sejtköz.  
 Scutellum 241.  
 Sebforradás l. Hegedés.



- gyógyulás 371.
- para 128.
- záródás 377.
- Sebzési ingerek 100.
- Segédsejt 106.
- Sejtcsalád 386, 465.
- Sejttal 2, 59.
- bomlás l. Sejtköz, lysigén.
- elektromos vezetőképessége 74.
- hasadás l. Sejtköz schizogén.
- fajsúly 74.
- felszívódás 91.
- higroszkopikusága 74.
- vastagodás l. Vastagodás.
- Sejtfonál 95, 210, 386.
- hasáb 210.
- kolónia 6, 92, 209, 386.
- köz 95, 200.
- — lysigén 95, 177.
- — rhexigén 96, 178.
- — schizogén 96, 178.
- — schizo-lysigén 96, 184.
- közti járatok 200.
- — üregek 96, 105, 200.
- lemez 79, 95, 210, 389.
- mag 15, 16.
- — generatív 507.
- — vegetatív 16.
- — osztódás fajai 82.
- — különleges 82.
- — meiotikus 85.
- — redukció 85, 508.
- — rendes 75, 85, 465.
- — tetradikus 87.
- összeolvadás 84.
- tan 1.
- tartalmi részei 26.
- test 95, 387.
- töltő 136.
- Sejtek alakja 87.
- keletkezése 75.
- Sekretum 177.
- Sekundár szövet l. Másodlagos szöv.
- Semen 530.
- Sepala l. Csésze.
- Serlegvirágzat 524.
- Serte 454.
- Sikér réteg 176.
- Siliqua 539.
- Sitosterin 56.
- Skatol 17.
- Sklerenchyma gyűrű 199, 348, 351.
- hüvely 165.
- rost 127, 143, 189, 195, 199, 343.
- sejt 127, 143, 189, 199.
- Sklerotium 207.
- Soksejtképződés 83.
- Sorbit 55.
- Spadix 523.
- Spatha l. Virágzati burok.
- Sphaerit 41.
- Sphaerokristály 29.
- Spermamag l. Sejtmag generatív.
- Spermatozoida 460, 484.
- Spica 523.
- Spikuláris sejt 200.
- Spina l. Tövis.
- Splint 280.
- Spóra aplanospóra 459.
- endospóra 459.
- exospóra 459.
- képződés 459.
- rajzó 459.
- termés 471.
- termőréteg 475.
- — levél l. Sporophyllum.
- tok 475.
- zoospóra 459.
- Sporangium 459, 477.
- Sporogonium 475.
- hüvely 475.
- süveg 475.
- Sporophyllum 484.
- Squamae l. Allevelek.
- bulbi l. Hagymapikkelyek.
- Stamina l. Porzó.
- Staminodium l. Porzók meddők.
- Statocysta 362.
- Statolith 362.
- Stelärelmélet 148.
- Stereida 189, 200.
- Stigma l. Szemfolt.
- Stimulátor l. Szórszál érző.
- Stipula l. Pálhalevél.
- Stygma 498.
- Stylus 498.
- Subacaulis l. Szárnélküli.
- Subepidermális erősítőöv 353, 354.
- Suberin 72, 129, 165.
- Succedán osztódás 81.
- Sugaras edénynyaláb l. Edénynyaláb.
- Sukkulens növények 414.
- Superponált tag 515.
- Sylvestren 49.
- Sympodiális elágazás l. Szárelágazás áltengelyes.
- Synapsis 87.
- Syncarp termő l. Termő összenőtt.
- Syringin 32.
- Szabad sejtképződés 82.
- Szájfolt 468.



- Szállító szövet l. Szövet.  
 Szaporodás és szervei 457.  
 — isogamikus 460.  
 — ivaros 451, 460, 465.  
 — ivartalan 458, 467.  
 — virágos növényeknél 460.  
 Szár 214, 382.  
 — anatómiája 262, 263, 266, 267.  
 — barázdált 407.  
 — bélnyalábjai 270.  
 — bókolo 407.  
 — csikolt 407.  
 — csöves 407.  
 — dúsnedvű 407.  
 — egyenes 406.  
 — elágazás 444.  
 — — alakjai 409, 410.  
 — elsődleges kérge 268, 269.  
 — éllel ellátott 407.  
 — farész elrendeződése msdl. 272.  
 — fásodó 107.  
 — felemelkedő 407.  
 — földreterülő 407.  
 — fűnemű 407.  
 — geotropikus mozgása 363.  
 — gyökerező 407.  
 — hajlongó 407.  
 — hengeres 407.  
 — heverő 407.  
 — kapaszkodó 407.  
 — képletek módosultak 401.  
 — — rendesei 398.  
 — kéregedénynyalábok 269, 270.  
 — koncentrikus nyalábjai 271.  
 — központi hengere 268.  
 — kúszó 407.  
 — lágy 407.  
 — lefüggő 407.  
 — merev 406.  
 — nélküli növekedés 400.  
 — pikkelylevelei 435.  
 — rostacsőnyalábjai 271.  
 — rügy 398.  
 — síma felületű 407.  
 — száraz 407.  
 — tag 202, 384, 399.  
 — tekerődő 407.  
 — tömött 407.  
 — úszó 407.  
 — vastagodása msdl. 271, 276.  
 Száraczka 533.  
 Száras növény 383.  
 — — vegetatív szerveinek anat. 212.  
 Szárnyas mag 531.  
 Szárnyas termés 544.  
 Szélességi növekedés l. Felületi növ.
- Szemcsés plazma 7.  
 Szemfolt 26.  
 — fényérzékelése 367.  
 Szemölcs l. Emergentia.  
 Szemtermés 543.  
 — sokszemtermés 546.  
 Szerv 213.  
 Szervetlen anyagok 50.  
 Szélességi növekedés l. Növekedés felületi.  
 Szélirány hatása a fára 345.  
 — befolyása a fára 321.  
 Szénhidrátok 8, 27.  
 Szénhidrátot raktározó elemek 162.  
 — szállító elemek 162.  
 Szénsavas mész 54.  
 Szétáramló mozgás 12.  
 Széthasadó termés 539, 541.  
 Szijács 280, 337.  
 — fák 337.  
 Szikalatti szár 389, 398.  
 Sziklevél 240, 389, 398, 433, 533.  
 — alakja és elhelyezése 534.  
 — — föld alatt csirázó növény 434.  
 — — — felett csir. növényeken 434.  
 — száma 433, 434.  
 Szilánk l. Csontorka.  
 Szilárdító elemek, 3, 142, 343.  
 — — lefutása 312.  
 — sejtek 143.  
 — szövetek 188.  
 Szilárdsági adatok 190.  
 Szilárdságmérő 188.  
 Szimultán osztódás 80.  
 Sziromlevél (szirom) 486, 490, 510  
 — anatómiája 240.  
 — ép 493.  
 — fogas 493.  
 — tartó 511.  
 Szivacsparenchymaszövet 171.  
 Szívgyökér 392.  
 Szívgyökér 393.  
 Szívókák 207.  
 Szórtlikacsú fa 307.  
 Szórszál 117, 429, 454, 455.  
 — érző 358.  
 — függelék 115, 116, 382, 454.  
 — kapaszkodó 121.  
 — védő 118.  
 Szövet elemek átmeneti alakjai 292.  
 — — és fajsúlyváltozás kor szer. 322.  
 — — — törzs m. szerint 323.  
 — — fejlődése és méretei elnyomott állású fenyőben 316.  
 — — méreteinek változása 312.  
 — tan 92.



- táplálkozási 170.
- test l. Sejttest.
- transfúziós 222.
- transverzális merisztémás 220.
- trophikus 170.
- vízraktározó 233.
- Szövetek 6, 93.
- osztályozása 94.
- szállítók 138.
- táplálkozásiak 170.
- táplálóanyagokat raktározók 172, 388.

Szövetrendszerek 92.

Szulfít eljárás 71.

Szütyő termés 544.

Szűznemzés 458.

Tag aktinomorph 384.

- aszimmetrikus 385.
- bilaterális 385.
- bipoláris 385.
- dorziventrális 385.
- hasoncélú 383.
- hasonserű 383.
- járulékos 384, 412.
- módosult 382.
- monoszimmetrikus 385.
- radiális l. Tag sugaras.
- rendes 382.
- részarányos 385.
- részaránytalan 385.
- sugaras 384.
- szaporodást szolgáló 384.
- táplálkozást szolgáló 384.
- unipoláris 385.
- zygomorph 385.

Takarólevél l. Levél.

Tangenciális metszet 285.

Táplálkozási szervek telepes növényeken 385.

— szövetek l. Szövetek.

Táplálóanyagokat raktározó szövetek l. Szövetek.

Táplálószövet 532.

Tarack 412, 482.

Tartólevél l. Levél.

Társastermés 537.

Tegmen 530.

Tejcsövek 178.

Tejedények 179.

Tela contacta l. Gombanövedék.

Telep 205, 383, 385.

— — szaporodása 205, 383.

— — szaporodása 464, 465, 468.

Teljes virág l. Virág.

Tengelyképletek 382, 383.

Tentakulum 361.

Tenyészócsúcs 98, 102, 215.

— hegedési szövete 381.

— metszetének vázlata 102.

Termés 510, 535, 536.

— álbogyó 547.

— alma 547.

— álkupacs 547.

— ál 536, 546.

— ágazat 587.

— becő 539.

— bogyó 544.

— csipkebogyó 547.

— csonthéjas 546.

— felnyíló 538, 539.

— füge 548.

— húsa 544.

— hüvely 539.

— kabak 545.

— kaszat 542.

— kettős kaszat 541.

— kupacsos makk 547.

— lehullás 135, 371.

— magányos 537.

— makkocskas 543.

— narancs 545.

— nyitvatermőkön 536.

— részterméske 541.

— sok bogyó 546.

— — szem 546.

— szárnyas 544.

— szem 543.

— széthasadó 539, 541.

— szütyő 544.

— társas 537.

— tobozbogyó 548.

— tokféle 539.

— tok 540.

— tök 545.

— tüsző 539.

— valódi 536, 539.

— zárt 538.

— — száraz 542.

— zárvatermőkön 536.

Természetes alkalmazkodás 463.

Terminális rügy l. Rügy csúcsrügy.

Termő 497, 503.

— egylevelű 498.

— felülálló 511.

— gömbök l. Oogonium.

— kétlevelű 498.

— levél 486, 510.

— összenőtt 449.

— pikkely 525.

— táj 486, 497, 510.

— tartó 511.



- többlevelű 498.
- válttagú 500.
- Terpen 49, 50.
- Terpinen 49.
- Testa 530.
- Tetradikus osztódás l. Sejtosztódás.
- Tetradinamia l. Virág négy főporzós.
- Tetraspórák 471.
- Thallophyta l. Telepes növények.
- Thallus l. Telep
- Theca 494.
- Thein 32.
- Theobromin 32.
- Thujon 49.
- Thyllák (thyllisek) 152, 340.
- Thymol 55.
- Tirosin 29.
- Toboz 507, 508, 524, 536.
- bogó 536, 548.
- Tokféle termés 539.
- Toktermés 540.
- Torokpikkely 493.
- Torus 66.
- Többes bog 525.
- Többszörös növekedés 61.
- Többrétű bőrszövet l. Bőrszövet.
- Tőhajtás 412.
- Tökocsán 406, 521.
- Töktermés 545.
- Tölcséralakú palisszádsejt l. Palisszád.
- Tőlevelek 401.
- Tősarjak 397.
- Tölgy nemes tölgy 284.
- Töltő sejt l. Sejt.
- Tömött fűszár l. Fűszár.
- Törpehajtás l. Hajtás.
- Törzs anat. kétszikű fás növ. 278.
- — nyitvetermő fás növ. 278.
- fatestének gesztesedése 280.
- szöveinek kialakulása 279.
- Tővis 126, 241, 412.
- egyszerű 413.
- elágazó 413.
- Trachea 3, 144, 149, 289.
- elhelyezkedése 304, 307.
- falvastagodás 63, 289.
- — másodlagos 9, 289.
- Tracheida 3, 144, 149, 153, 288, 289.
- méretek 154.
- sugaras elhelyezkedése 304.
- vastagsága 151.
- Tragantgumi l. Gumi.
- Transzfúziós szövet l. Szövet.
- Transverzális meriszt. szöv. l. Szövet.
- Tranzitorikus keményítő l. Keményítő.
- Traube 523.
- Trichit 41.
- Trichogyn 471.
- Trichoma l. Szőrszálfüggelék.
- Trichophon 471.
- Tripsin 35.
- Trophikus szövet l. Szövet.
- Tuber l. Gumi.
- Tulajdon nyaláb 140.
- Turgor 108.
- Tuskóhajtás 412.
- Tülevelűek 423.
- virágfejlődése 505.
- Türemlés l. Levéltüremlés.
- Tüske 126, 456.
- áralakú 456.
- egyenes 456.
- görbe 456.
- Tüszőtermés 539.
- Udvaros gödörkék 64, 154.
- Új fajták keletkezése 462.
- Umbella 524.
- Umbellula 527.
- Upaszméreg 180.
- Utriculus 544.
- Üstökös mag 531.
- Vacok 483, 509.
- közös 524.
- párna 523.
- Vagina l. Levélhüvely.
- Vakuola 3, 13, 179.
- Váladékkiválasztás 122.
- Váladéktartó 96, 176.
- Valódi hancsrost l. Hancsrost.
- termés 536, 539.
- Vanillin 56, 71.
- Varrat 530.
- Vastagodás csatornás 64.
- csavarmenetes 63.
- gyűrűs 63.
- hálós 63.
- léces 63.
- lépcsőzetes gödörkés 64.
- részletes 65.
- sarkos 65.
- spirális (csavaros) 63.
- udvaros gödörkés 65.
- vermes 64.
- Vastagsági növekedés 384.
- — áterdöléskor 320.
- — rendellenes 368.
- Vazális rész l. Farész.
- Változás 461.
- Vegetatív sejt 507.



- szaporodás l. Szaporodás ivartalan.
- szervek l. Táplálkozási szervek.
- Vegyes rügy l. Rügy.
- Velamen 255.
- Vernatio l. Levéltüremelés.
- Védő hüvely 163, 164.
- öv 163.
- szőrszálak l. Szőrszál.
- Viasz 48.
- lerakódás 105.
- Vibrioidák 25.
- Villás elágazás l. Szárelágazás.
- Virág 483.
- alaprajz l. Diagramm.
- aszimmetrikus 518.
- biszimmetrikus 518.
- csupasz 510.
- diagonális síkja 518.
- egyivarú 485.
- eucyclicus 514.
- fejlődés nyitvatermőkön 505.
- — zárvatermőkön 509.
- főtengely 521.
- heterocyclicus 514.
- hiányos 510.
- hiánytalan 510, 513.
- hím 485.
- hímnős 485.
- ivarszervek 485.
- izocyclicus 514.
- kezdemény 484, 509.
- képlet 516.
- kétfőporzós 496.
- kétivarú 485.
- laterális síkja 517.
- levél 240, 437, 485, 509.
- — állás csavaros 513.
- — — félörvös 513.
- — — örvös 513.
- medián síkja 517.
- melléktengelye 521.
- monocarp 499.
- monoszimmetrikus 518.
- négy főporzós 496.
- nővirág 485.
- örv 514, 515.
- por 484, 494.
- — tömlő 507.
- polycarp 499.
- porszemecske 506.
- — fejlődése 518.
- rügy l. Rügy.
- sugaras 515.
- szíromtalan 510.
- szimmetrikus 518.
- tájak 485.
- takaró 486.
- termős 485.
- teljes 510.
- típus 514.
- védőszervek 485.
- zygomorph 518.
- Virágos növények szaporodási szervei 482, 483.
- Virágzat 520.
- álernyős 526.
- bogas 522, 525.
- — barka 528.
- — sátor 529.
- buga 528.
- centrifugális 522.
- centripetális 522.
- ecset 529.
- egyes bog 526.
- egyszerű 523.
- ernyő 524.
- ernyős forgó 528.
- fészek 524.
- fészkes bog 528.
- — fürt 527.
- — kunkor 528.
- forgó 525, 526.
- forgós fürt 527.
- — kunkor 528.
- fürt 523.
- fürtös forgó 528.
- fürtszerű 523.
- füzér 523.
- füzéres fürt 527.
- — gomb 527.
- gomb 524.
- kalász 527.
- kettős bog 525.
- korlátlan 522.
- korlátolt 522.
- kunkor 525, 526.
- kunkoros forgó 528.
- legyező 526.
- lepény 524.
- nyílt 522.
- összetett 526.
- — ernyő 527.
- — forgó 528.
- — fürt 526, 527.
- sarló 526.
- serleg 524.
- toboz 524.
- torzsa 523.
- többes bog 525.
- vegyes 522.
- Virágzati burok 437, 520.
- Visszaesés 461



Vitamin 57.  
 Vízetkiválóztó mirigy l. Mirigy.  
 Víznyílás 114.  
 — raktározó hypoderma l. Hypod.  
 — — szövet l. Szövet.  
 — szállító elemek 149.  
 — szövet 128, 172.  
 — terek 3.  
 Volutin 45.

Záró hártya 64.  
 — réteg 137.  
 — sejtek 108.  
 Zárt edénynyaláb l. Edénynyaláb.  
 — termés 538.

— — száraz 542.  
 Zárwatermők virágfejlődése 509.  
 Zein 30, 45.  
 Zuzmó 211.  
 — savak 212.  
 Zygomorph szerv l. Tag.  
 Zygospora 460, 466.  
 — párzása 466.  
 Zygota 460.  
 Zsírok 8, 46, 174.  
 Xanthophyll 19, 21.  
 Xylán 71.  
 Xylem l. Farész.  
 — primánok 167.

## b) NÖVÉNYNEVEK.

Abies 154, 282, 283, 313, 419, 450.  
 — alba 44, 49, 55, 112, 113, 134, 178, 182, 184, 200, 227, 247, 375, 378, 402, 505, 508.  
 — excelsa (Picea excelsa) 227, 510.  
 — Normanniana 44.  
 Abietaceae 283, 284, 308.  
 Abutilon striatum 358.  
 Acacia 122, 220.  
 — heterophylla 419.  
 Acer 54, 188, 283, 302, 325, 372, 375, 534, 542.  
 — campestre 528.  
 — monspessulanum 421.  
 — platanoides 112, 179, 228, 434, 450.  
 — pseudoplatanus 431, 516, 541.  
 — striatum 105, 128.  
 Acorus Calamus 55, 151, 202.  
 Adansonía 408.  
 Adoxa moschatellina 515.  
 Aesculus 32, 72, 126, 183, 260, 312, 372, 451, 521, 527, 530, 534.  
 — hypocaustanum 53, 117, 122, 240, 390, 423, 455, 456, 540, 541.  
 Aethusa Cynapium 43.  
 Agaricus melleus 206, 207.  
 Agave 408.  
 — americana 231, 460.  
 Ailanthus 457.  
 Ajuga 492.  
 Akác l. Robinia.  
 Albuca 47.  
 Alchemilla 528.  
 Aldrovanda vesiculosa 360.  
 Alismaceae 513.  
 Aljázmin l. Philadelphus.  
 Allium ascalonicum 166.

— cepa 53, 403, 483.  
 — multibulbosum 195.  
 — odorum 350.  
 — sativum 403.  
 — scorodoprasum 448.  
 Almafa l. Pirus malus.  
 Alnus 134, 260, 302, 325, 339, 451, 452, 457, 525, 528, 548.  
 — glutinosa 113, 155, 308, 448, 453, 520.  
 — incana 520.  
 Aloë 277.  
 — acinacifolia 104.  
 Amanita muscaria 57.  
 Amarantus 271.  
 — caudatus 112, 544.  
 Amaryllidaceae 110, 185.  
 Amaryllis formosissima 112.  
 Amorpha fruticosa 257.  
 Ampelopsis (Parthenocissus) 33, 275, 281, 414, 415.  
 Amphipleura pellucida 5.  
 Amphitropis paludosa 5.  
 Angiospermae 215.  
 Anagallis 501, 540.  
 Anchusa 493.  
 Anthemis arvensis 493.  
 Anthriscus silvestris 540.  
 Antiaris toxicarica 180.  
 Apios tuberosa 121.  
 Aquilegia vulgaris 489, 492, 494, 513.  
 Araceák 255.  
 Araliák 366.  
 Aranka l. Cuscuta.  
 Aristolochia 275, 495.  
 — clematitis 496.  
 — siphon 200, 349.



- Arnica 437.  
 Aroideák 366, 520.  
 Árpa l. *Hordeum*.  
 Artemisia 275.  
 Artocarpus integrifolia 74.  
 Arum maculatum 349, 437.  
 Arundinaria 223.  
 — Simonii 223.  
 Arundo 73, 405.  
 — donax 502.  
 Asa foetida 51.  
 Asarum canadense 365, 487.  
 — europaeum 502.  
 Asclepiadaceae 195, 531.  
 Ascomycetes 15, 16, 472.  
 Asparagus officinalis 245.  
 Asperula odorata 56.  
 Asphodelus luteus 231.  
 Asplenium elatum 478.  
 — falcatum 480.  
 Astragalus glycyphyllos 501.  
 Atropa belladonna 31, 487, 490, 534.  
 Avena sativa 37, 45, 461.  
 Azalea pontica 541, 547.  
 Azolla 396.  
 Atropa belladonna 31, 487, 490, 524.  
  
**Bab l. Vicia.**  
 Bacillus mycoides 257.  
 Bacterium 465.  
 — radicum 257.  
 Balanophora 48, 400.  
 Bálványfa l. *Ailanthus*.  
 Bambusa 73.  
 Barbula 244.  
 Barna alga 18, 205.  
 Basidiomycetes 15, 16, 472.  
 Banhinia 370.  
 Begonia 271, 385, 420, 427.  
 — cucullata 502.  
 — imperialis 201.  
 — inanicata 53, 188.  
 Berberis vulgaris 31, 358, 422, 436, 490, 498, 515, 523, 545.  
 Beta rapa f. altissima 175.  
 — vulgaris 57.  
 Betula 32, 131, 137, 151, 282, 314, 372, 431, 451, 455, 528, 532.  
 — alba 88.  
 — lenta 56.  
 — pendula 137, 301.  
 — pubescens 132, 248, 308.  
 — verrucosa 422.  
 Bibircses nyír l. *Betula verrucosa*.  
 — kecskerágó l. *Evonymus verrucosa*.  
 Bignoniaceae 369, 371, 489.  
 Bignonia catalpa (Cat. bign.) 530.  
 Bióta 182.  
 Birsalma l. *Cydonia*.  
 Bocoa provacensis 197.  
 Borago 494.  
 Borostyánszőlő l. *Ampelopsis*.  
 Borsó l. *Pisum*.  
 Botrydium granulatum 388.  
 Brassica campestris 534.  
 — oleracea 33, 537.  
 — napusa 57.  
 — nigra 57, 186.  
 — rapa 112.  
 Bromeliaceae 125.  
 Broussonetia 428.  
 — papyrifera 132.  
 Bryophyllum sensitivum 359.  
 Bupleurum rotundifolium 426.  
 Burgonya l. *Solanum*.  
 Butomaceae 513.  
 Buza l. *Triticum*.  
 Buxus sempervirens 195, 281, 325.  
 Bükk l. *Fagus*.  
  
 Cactaceae 188, 271.  
 Caesalpinia 74, 220, 303.  
 — sappa 339.  
 Calla 520.  
 Calluna 541.  
 Calycanthus 283, 490, 515.  
 — floridus 514.  
 Calypogeia trichomanes 249.  
 Camellia japonica 200.  
 Campanula 271.  
 — rotundifolia 491.  
 Canna indica 519, 532.  
 Cannabis sativa 196, 497.  
 Capparidaceae 186.  
 Capsella bursa pastoris 539.  
 Carex 165, 418, 513, 527, 544.  
 Carica Papaya 179, 180.  
 Carpinus 134, 282, 302, 325, 372, 410, 452, 487, 500, 521, 532, 547.  
 Caryophyllus aromaticus 185.  
 Cassia 538.  
 Cassiope tetragona 235, 236.  
 Castaliae 73, 494.  
 Castanea vesca 117, 229, 282, 303.  
 Castilleja elastica 180.  
 Casuarina 269, 271, 298.  
 Cattleya 245.  
 Caulis daucoides 121.  
 Caulerpa macrodisca 209.  
 — pinnata 209.  
 — prolifera 16, 82, 208, 209.  
 Celostreaceae 55.



- Celtis* 421, 456, 546.  
 — *australis* 73, 420.  
 — *reticulosa* 57.  
*Centaurea* 231, 358.  
 — *argentea* 125.  
 — *cyanus* 542.  
 — *jacea* 225.  
*Ceramium* 213.  
*Cerastium* 145.  
 — *triviale* 525.  
*Ceratium* 13.  
*Ceratonia* 539.  
*Ceratophyllum* 203, 216.  
*Cercis Siliquastrum* 220.  
*Cetraria islandica* 212.  
*Chamaerops humilis* 408.  
*Characeae* 208, 387.  
*Characium longipes* 5.  
*Cheiranthus Cheiri* 121.  
*Chelidonium* 528, 540.  
*Chenopodiaceae* 33, 271, 502, 544.  
*Chlamidomonas angulosa* 13.  
*Chlorophora tinctoria* 74.  
*Chlorophyceae* 205, 209.  
*Chondrilla* 543.  
*Cichoriaceae* 179.  
*Cichorium intibus* 61, 528.  
*Cikkszárfélék* l. *Polygonaceák*.  
*Cinchona* 32, 56.  
*Cinnamomum camphora* 49, 56, 184, 185.  
 — *cassia* 174.  
*Citrus Aurantium* 128, 176, 178, 184, 418, 431, 495.  
*Cladonia rangiferina* 212.  
*Cladophora glomerata* 16, 83, 95, 386.  
*Cladostephus verticillatus* 214.  
*Clematis* 124, 137, 275, 544.  
 — *erecta* 536.  
 — *integrifolia* 139.  
 — *vitalba* 358.  
*Clerodendron* 114.  
*Closterium moniliferum* 61.  
*Cocos nucifera* 199.  
*Coffea* 32.  
*Colocasia antiquorum* 365.  
*Colutea arborescens* 495, 499.  
*Commelinaceae* 188, 266.  
*Conjugatae* 208.  
*Coniferae* 154, 182, 275, 283, 288, 292, 293, 302, 325, 484, 532.  
*Convallaria* 146.  
 — *majalis* 150, 165, 407.  
 — *verticillata* 350.  
*Convolvulus arvensis* 491.  
*Coralliorrhiza trifida* 249, 389.  
*Coriandrum sativum* 44.  
*Coridalis cava* 405.  
 — *bulbosa* 495.  
*Corchorus capsularis* 196.  
 — *olitorius* 196.  
*Cornus* 281, 283, 546.  
 — *mas* 524.  
 — *sanguinea* 499.  
*Coronilla emerus* 422, 539.  
*Corylus* 283, 325, 482, 521, 543, 547.  
 — *avellana* 498.  
*Cosmarium Botrytis* 61.  
 — *margaritifera* 61.  
*Cotinus coggygria* 73, 422, 448.  
*Cotoneaster* 422.  
*Crataegus* 446, 514.  
 — *coccinea* 25.  
*Crepis vireus* 78.  
*Crocus* 403.  
*Cruciferae* 185.  
*Cucurbita pepo* 6, 11, 12, 30, 45, 65, 90, 108, 146, 149, 154, 157, 158, 336, 545.  
*Cukorrépa* l. *Beta rapa* f. a.  
*Cupressaceae* 182, 188, 282.  
*Cupuliferák* 437.  
*Cuscuta* 390.  
 — *europaea* 395.  
 — *Trifolii* 396, 397.  
*Cutleria* 13.  
*Cycas revoluta* 53, 484, 506.  
*Cyclamen europaeum* 404.  
*Cydonia* 531.  
*Cynoglossum cheirifolium* 121.  
*Cyperaceae* 358, 527.  
*Cyperus aureus* 146.  
*Cytisus* 31, 220, 293, 325.  
 — *Laburnum* 295, 488.  
*Cserezsnye* l. *Prunus*.  
*Csigolyafűz* l. *Salix purp.*  
*Dahlia variabilis* 28, 394.  
*Dasyllirion acrotrichum* 103.  
*Datolyapálma* l. *Phoenix dact.*  
*Datura* 456.  
 — *stramonium* 528.  
*Daucus carota* 21, 543.  
*Delphinium triste* 34.  
*Dentaria bulbifera* 448, 483.  
*Desmanthus nataus* 204.  
*Deutzia* 498.  
*Dianthus* 493, 540.  
 — *plumaris* 490.  
*Diatomaceae* 208.  
*Dicentra spectabilis* 518.



- Dictyotales 17.  
 Didimium serpula 12.  
 Dió l. Juglans.  
 Dionaea muscipula 356, 357, 358.  
 Dioscorea 266.  
 Diospyrus ebenum 73.  
 Diplotaxis Harra 125.  
 Dohány l. Nicotiana.  
 Dracaena 47, 277, 408.  
 Drimys Winteri 288.  
 Drosera rotundifolia 126, 361.  
 Dryopteris filix mas v. er. 480.  
 Dudresnaya coccinea 471, 472.  
  
 Ebzeller l. Anthemis.  
 Ecballium Elaterium 162.  
 Ectocarpaceae 210.  
 Egres l. Grossularia.  
 Éger l. Alnus.  
 Elaeis guineensis 43.  
 Elaeagnus angustifolia 117, 422, 495.  
 Elatine Alsinistrum 145.  
 Elodea 271.  
 Eperfa l. Morus.  
 Epilobium 405, 463, 531.  
 Epipactis palustris 81.  
 Epipogium aphyllum 249.  
 Equisetales 55, 73, 216, 476.  
 Equisetum arvense 101.  
 Ericaceae 249.  
 Erdei pajzsika l. Nephrodium f. m.  
 Ernyősök l. Umbelliferae.  
 Erodium 275, 548.  
 — cicutarium 546.  
 Evonymus europaeus 517, 533.  
 — verrucosus 455, 491, 531.  
 — vulgaris 130, 282.  
 Eucalyptus 353.  
 — globulus 406.  
 Euphorbia 40, 177.  
 — Gerardiana 444.  
 — splendens 174, 178, 179.  
 Euthallophytae 205.  
 Ezüstfa l. Elaeagnus.  
  
 Fagopyrum 220.  
 Fagus silvatica 54, 56, 71, 130, 135,  
 171, 251, 260, 282, 283, 286, 302,  
 304, 312, 325, 339, 373, 387, 410,  
 418, 431, 452, 468, 533, 543, 546.  
 Fagyál l. Ligustrum.  
 Fagyöngy l. Viscum alb.  
 Fahéj l. Cinnamomum.  
 Fegatella conica 116.  
 Fehér zászpa l. Veratrum alb.  
 Fekete bodza l. Sambucus nigra.  
  
 — nyár l. Populus.  
 Fenyők l. Abietaceae.  
 Ficaria ranunculoides 483.  
 Ficus carica 524, 548.  
 — ceriflua 48.  
 — elastica 54, 180, 393, 418.  
 Filices 453, 454, 458.  
 Filipendula hexapetala 389.  
 Fittonia Verschaffeltii 366.  
 Flagellaták 13, 208.  
 Florideák 470.  
 Fogasir l. Dentaria.  
 Fouquieria splendens 112.  
 Földi szeder l. Rubus.  
 Fragaria vesca 413, 482, 486, 544, 546.  
 Fraxinus 260, 282, 302, 308, 451, 514.  
 — excelsior 175, 446, 510.  
 — ornus 55, 446, 527, 528.  
 Fritillaria 435.  
 — imperialis 84.  
 Fucaceae 17, 209.  
 Fuchsia globosa 168.  
 Fucus vesiculosus 210.  
 Funaria hygrometrica 18, 20, 473, 474.  
 Fungi 205.  
 Furcellaria fastigiata 213.  
 Fűfélék l. Gramineák.  
 Fűlevél 416.  
 Fűz l. Salix.  
  
 Gagea 47.  
 — lutea 112.  
 Galagonya l. Crataegus.  
 Galaxaura lapidescens 213.  
 Galeopsis versicolor 492.  
 Galium aparine 121, 188.  
 Genista 31.  
 Georgia pellucida 472.  
 Geranium 528.  
 Gesneriaceák 173.  
 Gesztenye l. Aesculus.  
 Geum 543.  
 Ginkgó 129.  
 Gleditschia 428, 446.  
 — triacanthos 137, 138, 257, 308, 413.  
 Gleicheniaceák 264.  
 Gleocapsa 386, 465.  
 Gnetales 153, 371.  
 Gnetum scandens 371.  
 Gombák 458, 465.  
 Gomphonema acuminatum 5.  
 Gonocaryum pyriforme 115.  
 Gossypium arboreum 118, 119, 531.  
 Gramineae 110, 202, 418, 456, 543.  
 Graphis 212.  
 Grossularia 436.



Guajacum officinale 294.  
 Gymnocladus 220, 428.  
 Gymnospermák 78, 153.  
 Gyrophora proboscidea 215.

Gyertyán l. Carpinus.  
 Gyöngyvirág l. Convallaria.  
 Gyűrűs csodabogyó l. Ruscus.

Haematoxylon Campechianum 74.  
 Hakea pendula 112.  
 — suaveolens 107.  
 Harasztok l. Filices.  
 Hartwegia comosa 253.  
 Hedera 366, 524.  
 — helix 391, 521.  
 Hedysarum 539.  
 Helianthus 275, 437.  
 — annuus 147, 220, 254.  
 — tuberosus 28, 30, 45.  
 Helleborus 109, 170, 428.  
 Hepaticae 472.  
 Heracleum giganteum 55.  
 Hibiscus 358.  
 Hippophae 73.  
 Hippuris 271.  
 — vulgaris 99.  
 Hordeum vulgare 39, 45, 389.  
 Hottonia 271.  
 Humulus lupulus 119, 121.  
 Húsos som l. Cornus mas.  
 Hydnohytym 173.  
 Hydrocharis morsus ranae 392, 396.  
 Hydrodictyon 386.  
 Hydropteridales 480.  
 Hypanthera guapera 152.  
 Hypericum perforatum 185, 495.  
 Hyoscyamus 486.  
 — niger 539, 540.

Ilex aquifolium 436.  
 Impatiens 175, 188.  
 — Balsamina 176.  
 — parviflora 230.  
 Indigofera tinctoria 57.  
 Iris 164, 231, 515.  
 — germanica 24, 146.  
 — pseudacorus 230, 385.  
 Jatropha stimulata 120.  
 Jegenyefenyő l. Abies alba.  
 Jegenyenyár l. Populus pyram.  
 Jucca 277.  
 Juglans 270, 282, 283, 303, 449, 450,  
 530, 532.  
 — regia 197, 202, 220, 501.  
 Juhar l. Acer.

Juncus 232.  
 — conglomeratus 60.  
 Juniperus 182, 216, 548.  
 — communis 509, 546.  
 — virginiana 512.  
 Jussieua peruviana 203, 204.  
 — repens 395.

Kakaó l. Theobroma cacao.  
 Kalmusz l. Acorus cal.  
 Kankalin l. Primula.  
 Kaktus l. Cactaceae.  
 Kávé l. Coffea.  
 Kecskefűz l. Salix capr.  
 Kecskefűz l. Evonymus.  
 Kender l. Cannabis.  
 Kenyérfa l. Adansonia.  
 Keserű mandola l. Prunus amara.  
 Koelreuteria paniculata 534.  
 Kontyvirág l. Arum.  
 Korpafű l. Lycopodium.  
 Kovamoszat 5, 208.  
 Kőnáspolya l. Cotoneaster.  
 Kőris l. Fraxinus.  
 Kőrté l. Pirus comm.  
 Kukorica l. Zea.

Laburnum vulgare 257, 523.  
 Lactuca 231.  
 Laminaria 209, 210, 211.  
 Lamium 349, 492.  
 Lanaria 492.  
 Laportea gigas 120.  
 Larix decidua 50, 67, 182, 200, 247,  
 282, 302, 372, 379, 511.  
 Lathraea Squammaria 115, 394, 398.  
 Laurus 281.  
 Lavatera 358.  
 Leander l. Nerium Oleander.  
 Lecanora 212.  
 Leguminosae 32, 185, 195.  
 Lejolisia mediterranea 470.  
 Lemna 396.  
 — minor 245.  
 — trisulca 53, 367.  
 Lichenes 205.  
 Ligustrum 282, 514.  
 Liliaceae 78, 185, 188, 277.  
 Liliodendron 188, 289, 450.  
 — tulipifera 422.  
 Lilium 86.  
 — bulbiferum 444, 517.  
 — candidum 403.  
 Linum perenne 196.  
 — usitatissimum 196, 220.  
 Loasa hispida 121.



- papaverifolia 120.  
 Lógesztenye l. Aesculus.  
 Lóhere l. Trifolium.  
 Lolium temulentum 438.  
 Lonicera 281, 446.  
 — caprifolium 426.  
 Loranthus europaeus 188, 393.  
 — uniflorus 394.  
 Lúcfenyő l. Picea exc.  
 Ludhúr l. Minuartia.  
 Lupinus 45, 56.  
 Lychnis 493.  
 Lycium 281.  
 Lycopodiaceae 476.  
 Lysimachia 275.  
 Lythraceae 204.
- Maclura aurantiaca 339.  
 Macrocystis 209.  
 Magnolia 303.  
 Magyal l. Ilex.  
 Májmohok l. Hepaticae.  
 Malpighiaceák 369.  
 Malus pumila 545, 547.  
 Malvaceák 185, 541.  
 Malva silvestris 495.  
 Marattiaceák 216.  
 Marchantia 473.  
 Mécsvirág l. Viscaria.  
 Melampyrum 394.  
 — nemorosum 436.  
 Melastomataceák 173.  
 Melloa populifolia 369.  
 Melosira arenaria 5.  
 Menianthes 390.  
 Mentha arvensis 49.  
 — silvestris vagy crispa 49.  
 Mesembryanthemum 35.  
 Mespilus germanica 545, 547.  
 Mérgező ádáz l. Aethusa Cynapium.  
 Mézgás éger l. Alnus glut.  
 Mézszinű galóca l. Agaricus mell.  
 Micrasterias papillifera 61.  
 Micrococcus progrediens 4.  
 Mimosa 15, 220, 238.  
 — pudica 358, 368.  
 — spegazzinii 358.  
 Minuartia 493.  
 Mnium undulatum 110, 264.  
 Mocsári csorbóka l. Sonchus pal.  
 Mogyoró l. Corylus.  
 Molinia coerulea 349, 350.  
 Monostroma 13.  
 Monotropia 435.  
 — hygrophys 249.  
 Monstera deliciosa 420.
- Moricandia arvensis 231.  
 Mormodes Buccinator 355, 358.  
 Morus 282, 284, 308, 428, 446, 450, 532, 548.  
 — alba 113, 178.  
 — nigra 537.  
 Moszatok 207, 458, 465.  
 Mougeotia genuflexa 21.  
 Musa ensata 157.  
 Musaceae 185.  
 Myriophyllum 203, 271.  
 Myrmecodia 173.  
 Myrtaceák 204.  
 Myxophyta 205.
- Nád l. Arundo.  
 Najas marina 76.  
 Napraforgó l. Helianthus.  
 Narcissus 107.  
 — pseudonarcissus 493, 509.  
 Nasturcium palustre 505.  
 Neottia nidus avis 249, 435.  
 Nepenthes 126.  
 Nephrodium filix mas 140.  
 — molle 78.  
 Nerium 107, 128, 453.  
 Nicotiana tabacum 31, 146, 491, 492.  
 Normannfenyő l. Abies Norm.  
 Nothoscordum fragrans 17.  
 Nöszirenc l. Iris.  
 Nuphar 73, 97, 275.  
 Nycandra 540.  
 Nymphaea alba 112, 203, 489, 490, 532.  
 — candida 203.  
 — thermalis 112.
- Nyár l. Populus.  
 Nyír l. Betula.  
 Nyúlsóska l. Oxalis.
- Oedogonium 13, 21, 83.  
 — diplandrum 469.  
 Oenothera 509.  
 Olea europaea 112, 197, 200.  
 Ononis 122.  
 Opuntia vulgaris 358.  
 Orchis 172, 185, 249, 255, 396, 494, 495, 514.  
 Orgona l. Syringa.  
 Origanum majorana 49.  
 Ornithogallum 47, 63.  
 Orobanche Rapum-Genistae 399, 435.  
 Osmunda 479.  
 Ostorménfa l. Viburnum.  
 Oxalis acetosella 422.  
 Paeonia officinalis 535, 539.



- Palmella 386.  
 Pandanus 245, 352, 393, 405.  
 — odoratissimus 390.  
 Pandorina Morum 3, 6, 466.  
 Pannaria Mariana 215.  
 Papaver 452, 541.  
 — rhoeas 487, 489, 500.  
 — somniferum 31, 179, 180, 425.  
 Paris quadrifolia 496, 497.  
 Parnassia 275.  
 Pasania 175.  
 Passiflora 494, 511.  
 — Londoniana 513.  
 Paullinia 370.  
 Páfrány l. Polypodium.  
 Pázsittű 485.  
 Peltigera venosa 215.  
 Peperomia 128.  
 — incana 233.  
 — trichocarpa 173.  
 Peridium 13.  
 Peronospora Corydalis 208.  
 Persea 498.  
 Petasites 527.  
 Peziza confluens 82.  
 Phaeophyta l. Barnaalga.  
 Phallus caninus 53.  
 Phanerogamae 463.  
 Phaseolus 275.  
 — multiflorus 115, 121.  
 — vulgaris 121.  
 Philadelphus coronarius 137, 448.  
 Phoenix dactylifera 175, 195, 353.  
 Phycomycetes 206, 472.  
 Physalis 490.  
 Physarum 13.  
 Physosiphon Landsbergii 174, 175.  
 Phytelphas macrocarpa 175.  
 Phytolacca 515, 528.  
 Picea excelsa 4, 50, 71, 182, 247, 282,  
 294, 302, 305, 317, 326, 327, 328,  
 329, 375, 450, 534.  
 Pinus 281, 284, 302, 372.  
 — laricio 77, 129.  
 — montana 247, 283.  
 — nigra 50, 134, 415, 534.  
 — pinaster 172.  
 — pinea 43.  
 — silvestris 49, 55, 59, 62, 106, 112,  
 134, 154, 177, 182, 183, 218, 223,  
 247, 251, 272, 274, 302, 313, 376,  
 387, 401, 411, 532, 533, 534.  
 — strobis 443, 512.  
 — Taeda 447.  
 Pipacs l. Papaver.  
 Pirus communis 64, 158, 425, 453, 488.  
 — malus (Malus pumila) 73, 112, 130,  
 392, 489, 493, 500.  
 — nivalis 410.  
 Pisum sativum 30, 42, 45, 47, 220, 436,  
 538, 539.  
 Plantago major 582.  
 — media 402.  
 Platanthera chlorantha 252.  
 Platanus 117, 118, 131, 137, 282, 419,  
 532.  
 — orientalis 424.  
 Plectranthus fruticosus 184, 186.  
 Pleurosigma attenuatum 5.  
 Pleurothallis 174.  
 Plumaria Harveyi 213.  
 Plumbago lapathifolia 115.  
 Polygala 514.  
 Polygonaceae 418.  
 Polygonatum latifolium 138.  
 — officinale 406.  
 Polygonum orientale 417.  
 — tinctorium 57, 502.  
 Polypodiaceae 478.  
 Polypodium biorhizum 143.  
 Polyporus ignarius 89.  
 Polystichum aculeatum 223.  
 Pomoideae 55.  
 Populus 32, 52, 74, 122, 325, 374, 453.  
 — alba 112, 118, 154.  
 — balsamifera 126, 239.  
 — canadensis 126.  
 — italica 239.  
 — nigra 112, 126, 239, 421, 431, 444,  
 451, 455, 531.  
 — pyramidalis 422, 455.  
 — tremula 248, 308, 374, 431, 444.  
 Portulaca grandiflora 354.  
 Potamogeton 165, 535.  
 Primula 491, 539, 540.  
 — obconica 122.  
 — sinensis 10, 114, 122.  
 Prunoideae 55, 283, 511, 546.  
 Prunus amara 30.  
 — avium 112, 131, 452.  
 — cerasus 544.  
 — communis 186.  
 — domestica 135, 452, 499, 514, 532.  
 — laurocerasus 55.  
 — padus 431, 450.  
 — persica 199, 544.  
 Pseudotschuga Douglasii 154, 288, 297.  
 Psilotum 389.  
 Pteridophyta 146, 150, 160, 164, 480.  
 Pteris aquilina 64, 150, 263, 264, 266.  
 — cretica 480.  
 — serrulata 478.



- Pterocarpus santalinus* 197, 339.  
*Pulsatilla* 521.  
*Quercus* 4, 32, 71, 152, 260, 279, 282, 303, 372, 374, 378, 410, 431, 450, 451, 457, 463, 486, 487, 521, 532, 534, 543, 547.  
 — *cerris* 393.  
 — *hungarica* 439.  
 — *infectoria* 484.  
 — *lanuginosa* (pubesc.) 118.  
 — *robur* (pedunc.) 112, 400, 424, 435.  
 — *sessiliflora* 133, 197, 294, 438.  
 — *pseudosuber* 47, 72, 131.  
 — *tinctoria* 74.  
*Rajzósejtek* 13.  
*Ranunculus* 275, 493, 500, 515.  
 — *acris* 520.  
 — *aquaticus* 429.  
 — *ficaria* 388.  
 — *flammula* 416.  
 — *repens* 166.  
*Raphanus sativus* 186.  
*Resedaceae* 186.  
*Rezgő nyár* l. *Populus trem.*  
*Réti bérce* l. *Clematis*.  
*Rhamnus* 73, 281, 282.  
 — *cathartica* 269, 431, 446.  
 — *Purschiana* 56.  
*Rhinanthus* 394.  
*Rhizophora conjugata* 204.  
*Rhizophoraceae* 204, 352.  
*Rhododendron* 497.  
*Rhodophyceae* 210.  
*Rhodophyta* 205.  
*Rhus* 48.  
 — *toxicodendron* 482.  
*Ribes* 122.  
 — *grossularia* 117, 118.  
 — *nigrum* 130.  
 — *rubrum* 353, 523, 545, 547.  
*Ricinus communis* 42, 43.  
*Robinia pseudacacia* 4, 32, 56, 106, 113, 118, 124, 128, 131, 134, 137, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 170, 185, 188, 194, 237, 238, 242, 257, 258, 259, 260, 282, 283, 295, 296, 303, 308, 312, 325, 428, 436, 448, 450, 457.  
 — *glutinosa* 122.  
*Rosa* 463, 493, 499, 513.  
 — *canina* 418, 456, 545, 547.  
*Rubiaceae* 173.  
*Rubus* 33, 412.  
 — *idaeus* 544, 546.  
 — *odoratus* 137.  
*Ruellia Daveauana* 365.  
*Ruppia* 535.  
*Ruscus aculeatus* 413, 414.  
*Ruta graveolens* 184.  
*Saccharomyces cerevisiae* 84.  
*Salix* 32, 126, 129, 154, 220, 282, 374, 390, 449, 450, 453, 463, 486, 514, 523, 532.  
 — *alba* 197.  
 — *caprea* 425.  
 — *fragilis* 447.  
 — *holosericea* 457.  
 — *purpurea* 423.  
 — *repens* 531.  
 — *viminialis* 522.  
*Salvia* 275, 498.  
 — *officinalis* 487, 489, 542.  
 — *sclarea* 193.  
*Salvinia natans* 99, 386, 389, 481, 483.  
*Sambucus nigra* 1, 129, 136, 185, 223, 529, 532.  
*Sanguisorba carnea* 353.  
*Sapindaceae* 370.  
*Sarothamnus scoparius* 269.  
*Satureja origanum* 55.  
*Sárkányfa* l. *Dracaena*.  
*Sás* l. *Carex*.  
*Scabiosa ucranica* 231.  
*Schizophyta* 205.  
*Scirpus* 485.  
*Scorsonera hispanica* 43, 181, 543.  
*Scrophulariaceae* 55.  
*Scrophularia nodosa* 116.  
*Secale* 219.  
 — *reflexum* 524, 525.  
*Sedum acre* 112.  
 — *Martensii* 261.  
*Selaginella laevigata* 261.  
*Selaginellaceae* 480.  
*Serjania* 370.  
*Sequoia gigantea* 282, 406.  
*Silene* 489, 492, 511, 515, 525, 543.  
*Sinapis* 497.  
*Siphonales* 15, 208.  
*Smilax* 436.  
*Solanum* 37, 39, 403, 404, 483, 498, 528.  
 — *dulcamara* 497.  
 — *Lycopersicum* 114.  
*Solidago* 275.  
*Solorina saccata* 215.  
*Sonchus* 275.  
 — *paluster* 180.  
*Sonneratia acida* 204.  
*Sonneratiaceae* 204.



- Sophora 31, 303.  
 Sóskafa l. Berberis.  
 Spanyol pozdor l. Scorzonera hisp.  
 Sparmannia africana 358.  
 Spárga nyúlárnyék l. Asparagus offic.  
 Sphagnum acutifolium 471.  
 Spiraea 499, 539.  
 Spirillum volutans 46.  
 Spirogyra 21, 81, 95, 386, 467.  
 Stachys germanica 118.  
 Stanhopea oculata 256.  
 Staphylea 289.  
 Staurostrum paradoxum 61.  
 — spinosum 61.  
 Sticta 212, 215.  
 Stipa capillata 234, 548.  
 Stipocaulon 98.  
 Strychnos 15, 283.  
 Surirella striatula 5.  
 Swietenia Mahagoni 292.  
 Symphytum officinale 491, 493.  
 Synedra ulna 5.  
 Syringa 32, 310, 514, 528.  
 — vulgaris 112, 439, 446, 451.  
 Szamóca l. Fragaria.  
 Szeder l. Rubus.  
 Szegfű l. Dianthus.  
 Széleslevelű sulyfű l. Polygonatum  
 latif.  
 Sziléné l. Silene.  
 Szilva l. Prunus.  
 Szőlő l. Vitis.  
 Tabellaria fenestra 5.  
 Taeniophyllum 256.  
 Tamarindus 220.  
 Tamus 266, 267.  
 Tarackbúza l. Triticum rep.  
 Taraxacum 124, 427.  
 — officinale 364, 542.  
 Taxus baccata 134, 153, 182, 222, 227,  
 249, 281, 288, 321, 484, 504, 532,  
 534, 547.  
 Tea 32.  
 Tecoma radicans 371.  
 Tectona grandis 197, 292, 339.  
 Tengeri l. Zea M.  
 Terminalia belerica 188.  
 — paniculata 188.  
 Thein 32.  
 Theobroma cacao 32.  
 Theophrasta imperialis 353.  
 — Jussieu 353.  
 Thuja 456, 534.  
 — occidentalis 49, 182, 444.  
 Thymus 55, 496.  
 — serpyllum 103.  
 Tilia 134, 151, 176, 187, 283, 294, 321,  
 325, 410, 423, 515, 532, 534.  
 — cordata 159.  
 — grandifolia 517.  
 — platyphyllos 278, 452, 453.  
 Tillandsia usneoides 125.  
 Todea aspera 223.  
 Tök l. Cucurbita.  
 Tölgy l. Quercus.  
 Tradescantia 12, 53, 128.  
 — albiflora 24.  
 — nana 165.  
 Trifolium 524, 539.  
 — patense 530.  
 Triglochin maritimum 502.  
 Triticum 241, 388, 405, 457, 497, 527.  
 — repens 412, 482.  
 — vulgare 176, 453.  
 Tropaeolum 114.  
 — majus 487, 489.  
 Tsuga canadensis 136.  
 Ulex 31.  
 Ulmus 54, 281, 282, 283, 339, 439, 485,  
 486, 532.  
 — campestris v. suberosa 130, 188.  
 Ulothrix 13.  
 — zonata 212.  
 Umbelliferae 55, 270, 275, 418.  
 Urena sinnata 195.  
 Urticaceae 4, 195.  
 Urtica dioica 12, 119, 120.  
 — pilulifera 120.  
 — stimulans 120.  
 — urentissima 120.  
 Urvillea 356.  
 Usnea barbata 212, 214.  
 Vaccinium 173.  
 — vitis idaea 56.  
 Valeriana dioica 428.  
 Vallisneria spiralis 11.  
 Vanilla planifolia 47, 56.  
 Varjútövis benge l. Rhamnus cath.  
 Vaucheria 13, 82.  
 Verbascum 463.  
 Veratrum album 144, 404, 407.  
 Viburnum lantana 421, 448, 449, 529.  
 Vicia 262, 436, 489, 533.  
 — faba 34, 45, 123, 220.  
 — sepium 123.  
 Victoria regia 113.  
 Viola 501.  
 Viscaria 371, 526.



Viscum album 128, 231, 325, 392, 446.  
 Vitis 74, 158, 188, 282, 528, 545.  
 — vinifera 161, 401, 414, 450, 490.  
 Viziboglárka l. Ranunculus aquat.  
 Vizinövény 2.  
 Vörös fenyő l. Larix.  
 — hagyma l. Allium C.  
 — kel 33.  
 Vriesea speciosa 125.

Zab l. Avena.  
 Zamia muricata 507.

Zanót l. Laburnum.  
 Zea Mays 45, 88, 141, 146, 166, 246,  
 352, 405, 520, 522, 523.  
 Zelnicemeggy l. Prunus pad.  
 Zöld moszat 208.  
 Zuzmó 205.  
 Zygnema pectinatum 21.  
 Zygnophyta 205.  
 Zsúrlók l. Equisetales.  
 Xanthoria parietina 212, 215.  
 Xanthoxylon 539.

### c) SZERZŐK NEVE.

Ambronn 189.

Bary 273.  
 Benkovits 316—319.  
 Berchtold 102.  
 Berthelot 368.  
 Bertog 313.  
 Boros 360.  
 Braun 312, 443.  
 Büsgen 301.

Caspary 165.  
 Cieslar 325.  
 Czapek 31, 71, 159.

Darwin 462.  
 Dippel 185.  
 Döbner 450.  
 Dutrochet 368.

Ehrlich 68.  
 Eichler 521.  
 Erikson 220.  
 Erzera 29.  
 Essner 313.  
 Euler 30.  
 Ewort 289.  
 Exner 331.

Fehling 27.  
 Fenner 360.  
 Fischer A. 48, 300.  
 Fischer E. 31, 32, 41.  
 Flemming 76.  
 Frank 247, 331.  
 Freudenberg 32.  
 Friedrich 343.

Gilson 72.  
 Gnentsch 308.

Gris 304,  
 Grew 2.  
 Guignard 186.

Haberlandt 17, 94, 104, 138, 157, 161,  
 173, 176, 177, 194, 219, 223, 226,  
 287, 293, 309, 356, 362, 365, 371.  
 Hanstein 220.  
 Hartig 43, 300, 309, 310, 311, 312, 313,  
 315, 331, 375, 380.  
 Heinricher 173.  
 Hofmeister 102.  
 Hooke Robert 2.  
 Höhnelt 132.  
 Humboldt 277.

Jaccard 314, 325, 328, 336.  
 Joachimovicz 185.  
 Jost 309.  
 Jurányi 76.

Kienitz 303.  
 Knight 362.  
 Knoll 362.  
 Kostyschew 273.  
 Krabbe 308.  
 Kraus 321.  
 Krüger 339.  
 Kügler 72.  
 Kylin 23.

Linzbauer 177, 368.  
 Lutz 309.

Malpighi 2, 93.  
 Mayr 333.  
 Melin 247.  
 Mendel 461.  
 Metzger 325, 335.  
 Meyer 36, 41, 69, 142, 239.



- Moesz 360.  
 Molisch 185, 339.  
 Müller 194, 375, 376.  
 Nägeli 36, 67, 142.  
 Nemeč 249, 362, 368.  
 Nielsen 303.  
 Nikol 41.  
 Nobbe 450.  
 Nördlinger 280, 301, 303, 331, 337, 338.  
 Payer 486.  
 Pfeffer 356.  
 Prantl 34.  
 Pringsheim 37.  
 Raatz 340.  
 Reinke 9.  
 Rippel 44.  
 Rónai 321.  
 Sachs 93, 102, 273, 308.  
 Sanio 196, 272, 303, 310.  
 Schimper 26, 188, 443.  
 Schmidt 158, 159.  
 Schmitz 22.  
 Schönte J. E. 148.  
 Schroeder 302.  
 Schulze 60.  
 Schwarz 245, 306, 320.  
 Schwendener 93, 110, 142, 188, 189, 216, 343.  
 Senn 364.  
 Sprengel 142.  
 Stoll 19.  
 Strasburger 41, 76, 142, 196, 267, 268, 284, 289, 290, 308, 309, 338.  
 Trattinick 206.  
 Tschirch 34, 50, 122, 182, 188.  
 Tyndall 51, 52.  
 Van Tieghem 148, 255.  
 Verworn 362.  
 Virchow 75.  
 Vries 308.  
 Wenzierl 189, 343.  
 Wettstein 205.  
 Wieler 309.  
 Wiesner 33, 55, 70, 71, 325.  
 Wilhelm 293.  
 Willkomm 406.  
 Willstätter 19, 23, 33.  
 Windaus 56.  
 Wisselingh 72, 73.

## HELYREIGAZÍTÁSOK ÉS SAJTÓHIBÁK.

h. = helyett.  
 k. = kép.  
 old. = oldalon.  
 szöv. = szövegében.

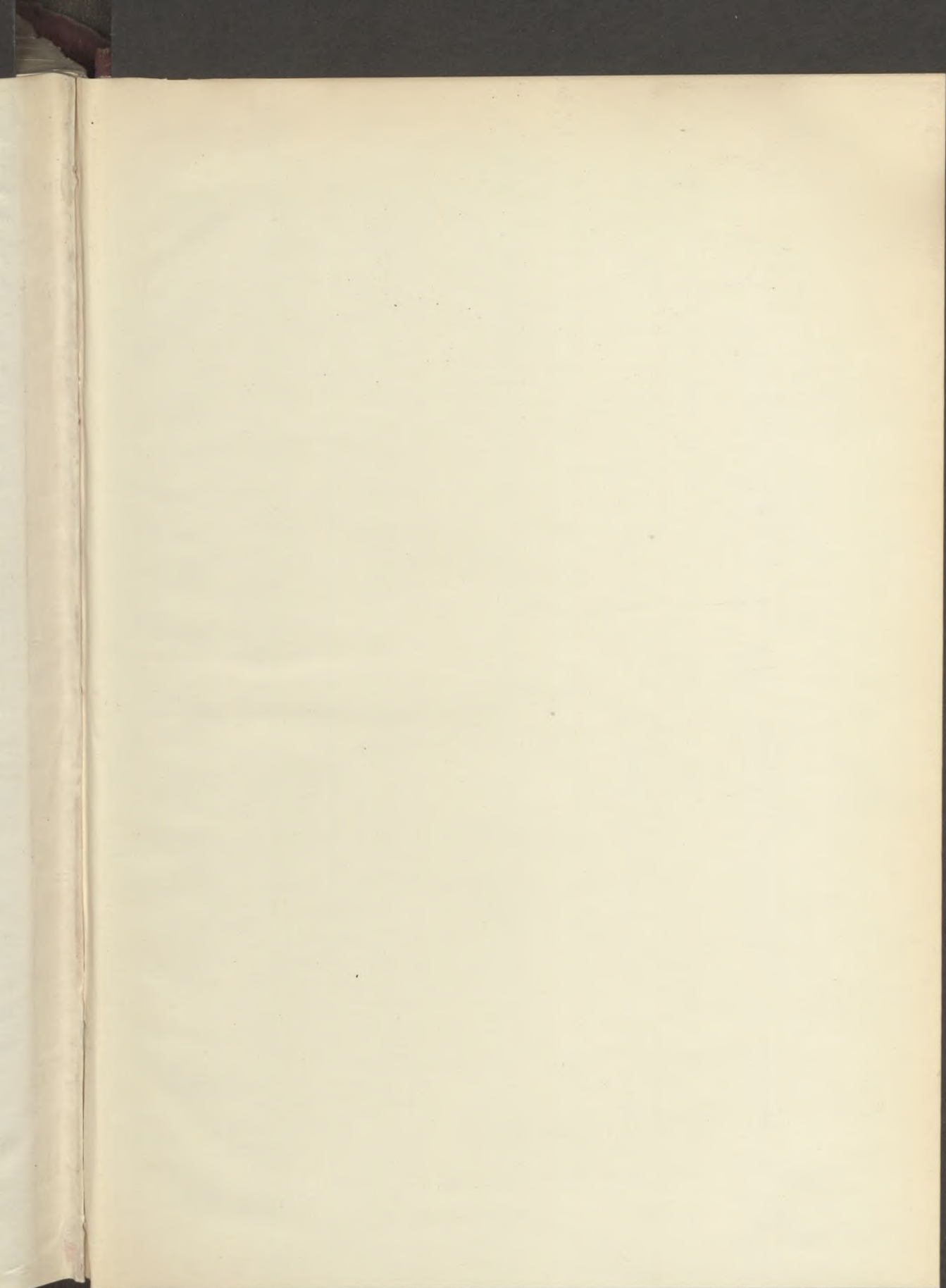
1. old. az 1. k. szöv. Samb cus h. *Sambucus*, bé sejtjei h. *bélsejtjei*.  
 5. — 4. k. szöv. Ulna h. *ulna*.  
 10. — 3. bekezdésében „suspensiók” „emulsiók” kölcsönösen felcserélendők.  
 29. — felülről 8. sor x ( $C_6H_{10}O_2$ ) h. x ( $C_6H_{10}O_5$ ).  
 35. — alulról a 17. sorban dertrozéva h. *dextrózéva*.  
 37. — felülről az 5. sorban colichenin h. *izolichenin*.  
 41. — felülről a 21. sorban világos h. *sötét*.  
 42. — alulról a 7. sorban A fehérjék h. b) *Fehérjék*.  
 43. — a 31. k. szöv. communis h. *communis*.  
 43. — alulról 12. sor guinensis h. *guineensis*.  
 45. — felülről a 15. sorban glutenkasein név alatt foglaljuk össze h. a *prolaminok és gluteninek csoportjaiba tartoznak, amely csoportot régebben Ritthausen után glutencasein névvel jelöltek*.  
 47. — alulról a 4. sorban Orintho gallum h. *Ornithogallum*.



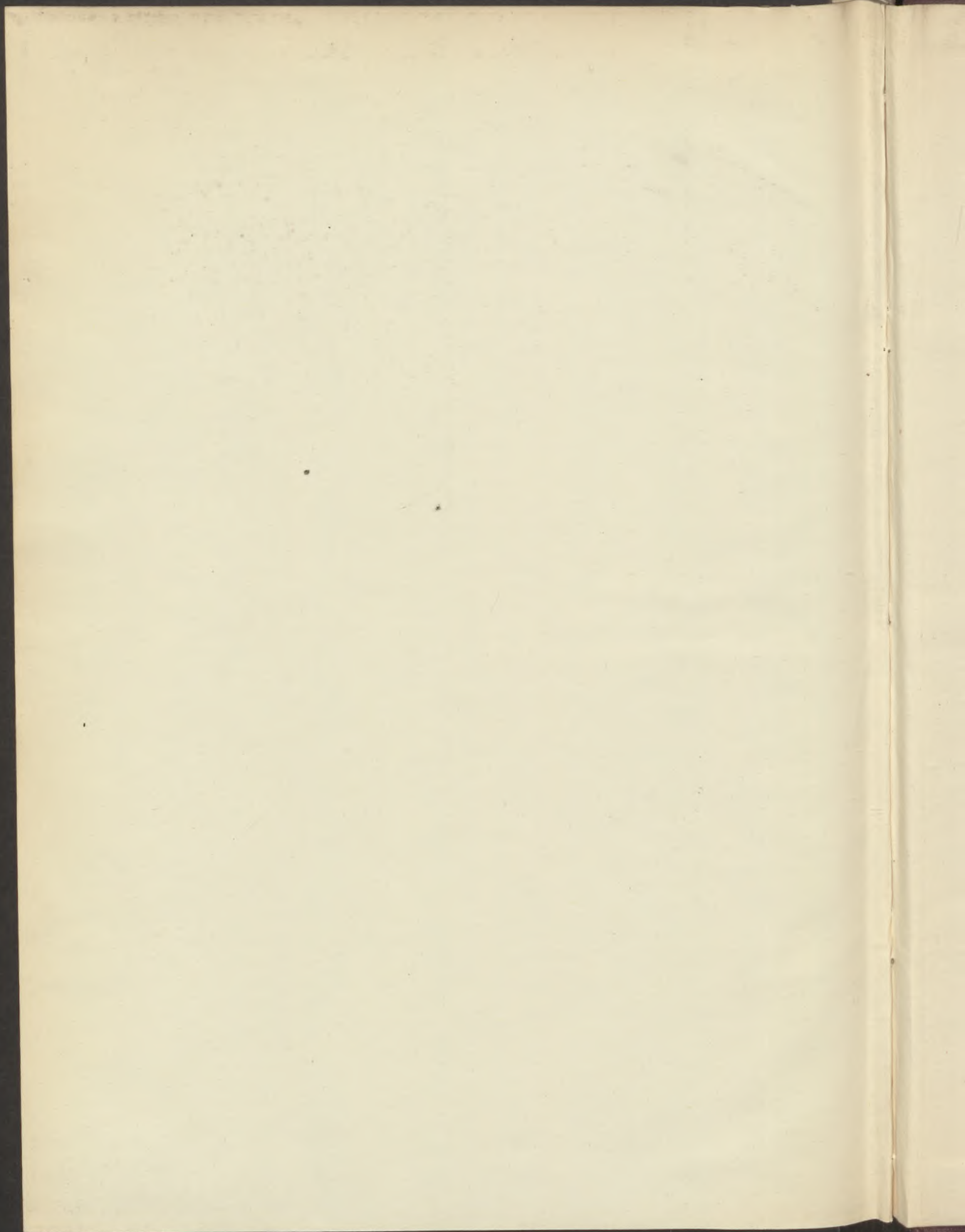
49. — felülről a 14. sorban e) h. *d*).
53. — felülről a 6. sorban f) h. *e*).
56. — alulról 8. sor Windau h. *Windaus*.
58. — felülről az 1. oszlop 4. sorából „sárgarépa” *törlendő*.
63. — a 44. k. szöv. *Ornithogulum* h. *Ornithogallum*.
65. — a 47. k. szöv. *Pepo* h. *pepo*.
69. — felülről a 3. sorban kéreg h. *réteg*.
95. — felülről a 19. sorban 191 h. 91.
97. — a kép száma 65.
99. — a 67. k. szöv. *Salvania* h. *Salvinia*.
112. — felülről a 2. sorban *Amaranthus* h. *Amarantus*.
112. — 86. k. szöv. *Fouqueria* h. *Fouquieria*.
116. — 90. k. szöv. *Fagatella* h. *Fegatella*.
121. — a 100. k. szöv. protoplaszták h. *protoplazmának*.
128. — a 107. k. a *Robinia pseudacacia* levélnyele részletének képe.
138. — a „B)” *törlendő*.
142. — a 125. k. szöv. a 3. sorban g h. g' az edénynyaláb *farésze (xylem)*;  
a 4. sorban „g” a szitacsó” *törlendő*.
147. — 1. sor *archicusok* h. *archicusok*.
171. — felülről a 9. sorban *collenchyma* h. *kollenchyma*.
228. — 205. k. szöv. *platanoides* h. *platanoides*.
239. — felülről a 21. sorban kollateréket h. *kollaterákat*.
275. — felülről a 16. sorban az „és másodlagos” h. és más másodlagos.
299. — felülről a 2. oszlopból az *Abies balsamea* *törlendő*.
311. — a táblázat 3. rovatában *tracheidák* h. *tracheidák*.
339. — alulról a 6. sorban *cseresav* h. *cseresav*.
349. — a 293. k. szöv. háncsgyűrű h. *sklerenchymagyűrű*.
350. — a 294. k. szöv. háncsgyűrű h. *sklerenchymagyűrű*.
353. — a 297. k. szöv. háncsnyaláb h. *sklerenchymanyaláb*.
360. — 304. k. *Aldrovandia* h. *Aldrovandia*.
366. — a 309. k. szöv. zárt h. *szórt*.
367. — a 310. k. szöv. zárt h. *szórt*.
406. — alulról az 5. sorban *kocsán* h. *kocsány*.
494. — d) *törlendő*.
498. — felülről a 4. sorban *stygma* h. *stigma*.
507. — l) *törlendő*.
522. — 508. k. *vimina s* h. *viminalis*.
524. — felülről 5. sor *calahium* h. *calathium*.
- Mindenütt *Robinia Pseudoacacia* h. *Robinia pseudacacia*.



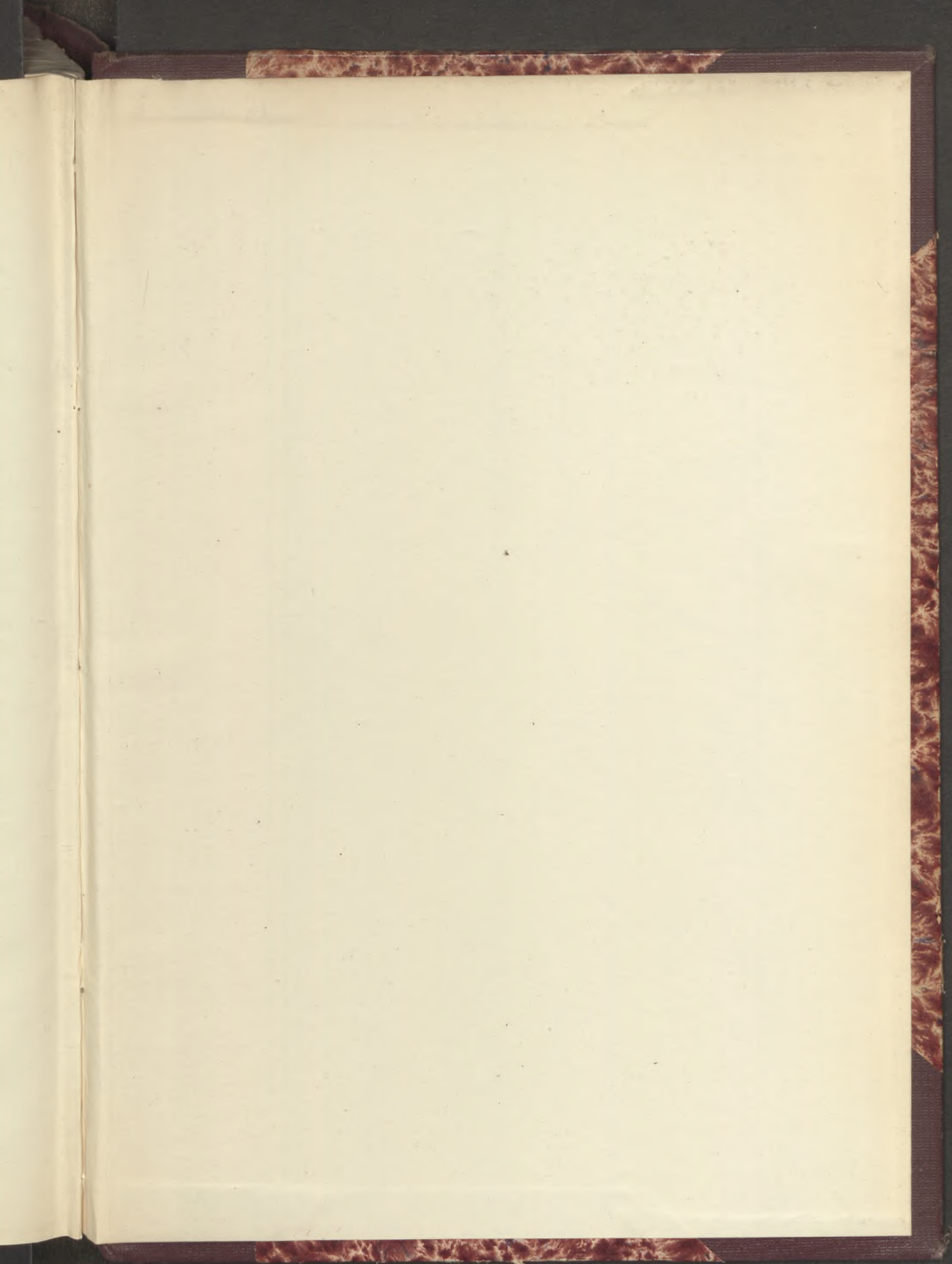




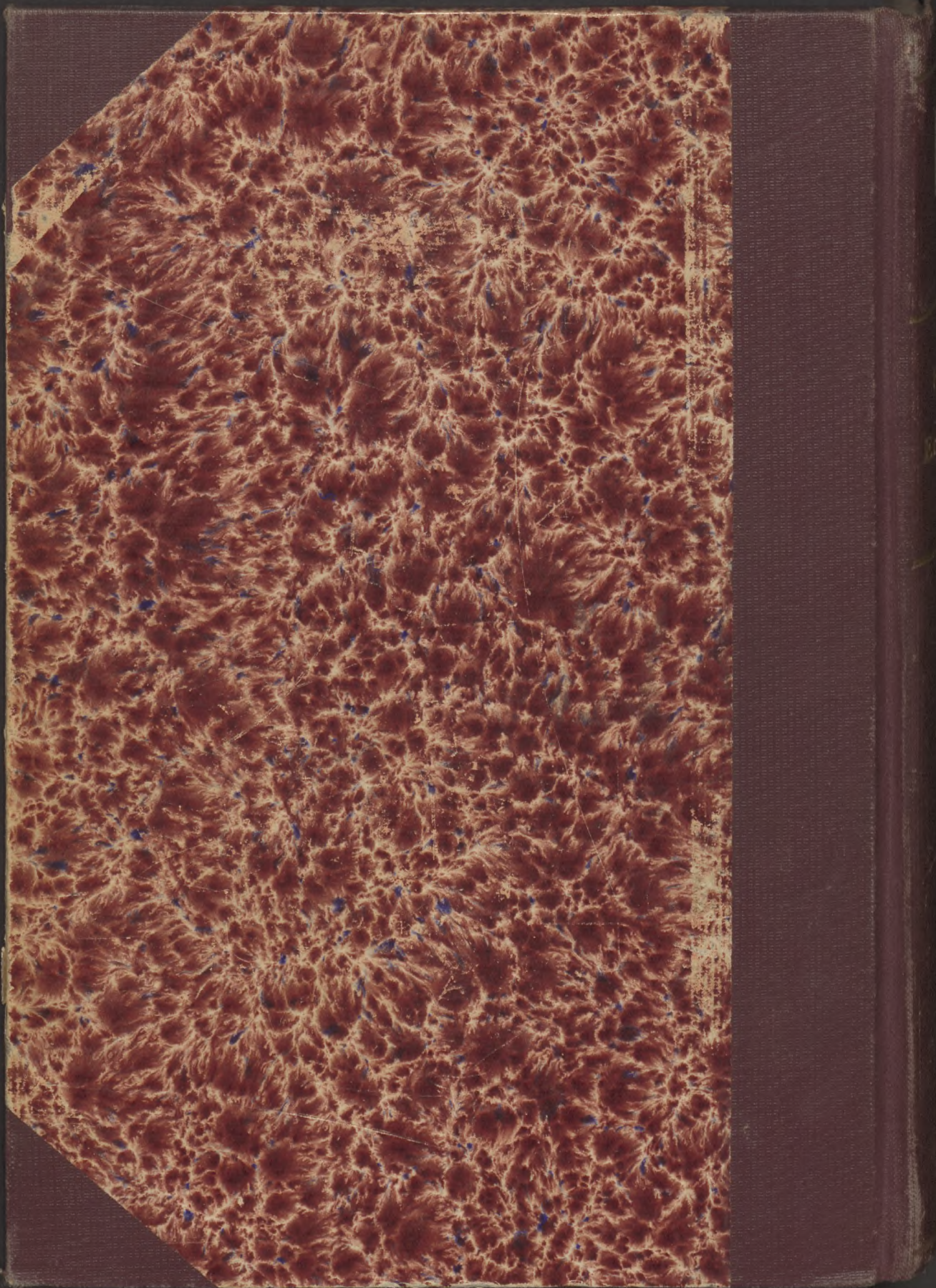














10581

Fehér-Mágocsy  
Erdészeti növénytan

I

N. M.