

MB

13244:2

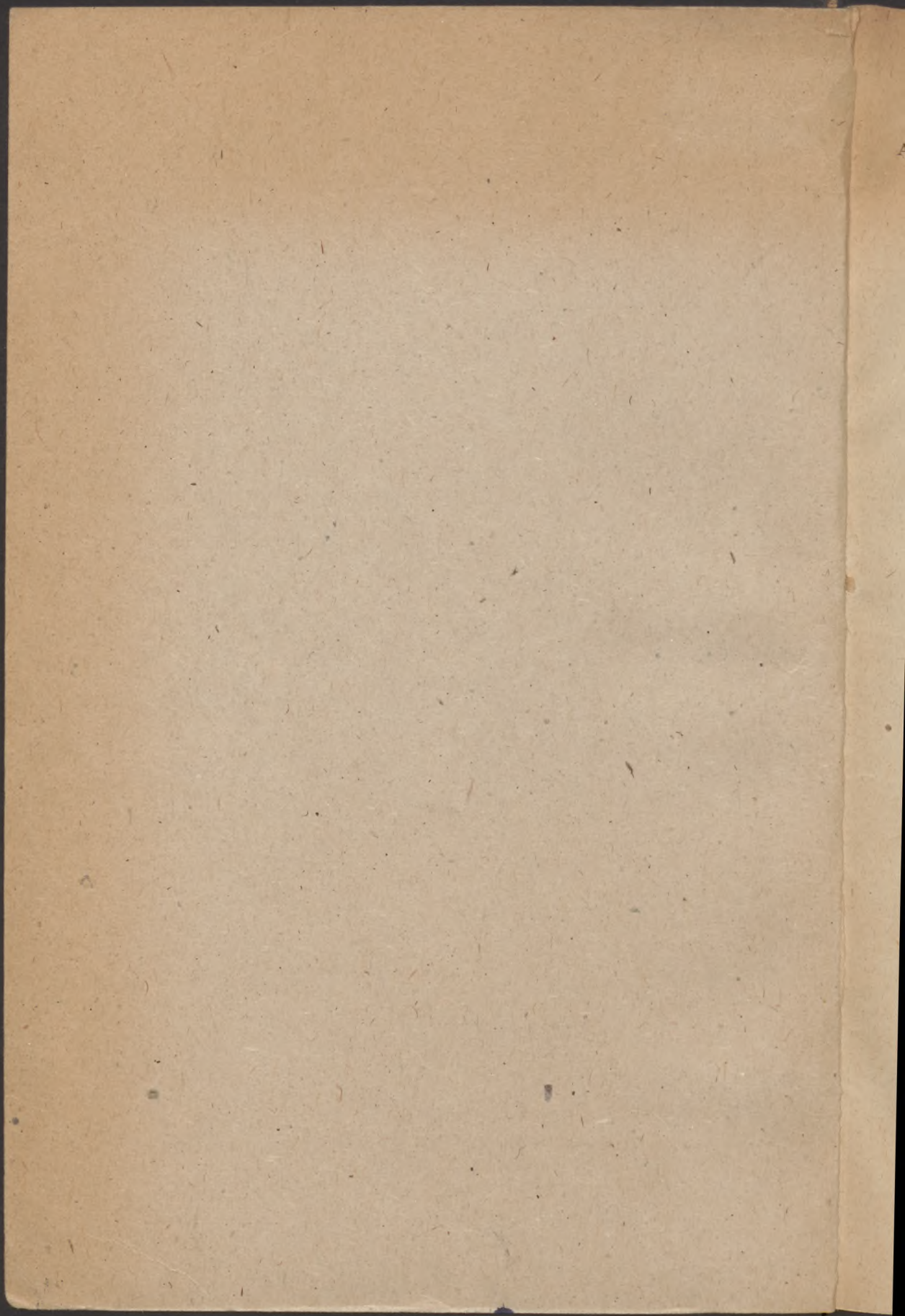
AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM AGRONÓMIAI ÉS ÁLLATTENYÉSZTÉSI KAR
(1952/53. TANÉV 1. FÉLÉV)

ÁLTALÁNOS ÁLLATTAN

Dr. KELLER OSZKÁR
EGYETEMI TANÁR ELŐADÁSAI

KÉZIRAT

AZ AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM MEGBÍZÁSÁBÓL KIADJA A
MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ
BUDAPEST 1952



AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM AGRONÓMIAI ÉS ÁLLATTENYÉSZTÉSI KAR
(1952/53. TANÉV I. FÉLÉV)

ÁLTALÁNOS ÁLLATTAN

Dr. KELLER OSZKÁR
EGYETEMI TANÁR ELŐADÁSAI

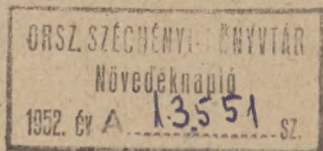
KÉZIRAT

AZ AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM MEGBÍZÁSÁBÓL KIADJA A
MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ
BUDAPEST 1952



MB 13.2.44:2

045374



Felelős kiadó: a Mezőgazdasági Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat igazgatója

Felelős szerkesztő: dr. Keller Oszkár

Kézirat nyomdába adva: 1952. VIII. 15. Megjelent 640 példányban, 8¼ ív terjedelemben.

— 305.287 —

Készült MNOSZ 5601-50 A és 5602-50 A szabványok szerint
4771. — Globus Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Kósa Zoltán

Az állattan feladata és ágai

Az állattan (zoológia) a biológiai tudományoknak az az ága, amely az állatokat a bűvárkodás összes mai módszereivel minden irányban tanulmányozza és az így módon elért eredményeket rendszeresen összefoglalva törekszik az állatok megismerésére és ezen cél érdekében az állati test törvényszerűségeinek kiderítésére.

Az állattan ma már nem elvont tudomány. Az élők világával foglalkozik s szoros kapcsolatban áll a biológia más ágaival, így az állatélettan, boncolástannal, agrobiológiával stb. A fejlődés alapján áll s a természet materialista dialektikája jut benne kifejezésre, vagyis a fejlődés mennyiségi és minőségi változásainak dialektikus egysége világosan tükröződik biológiai formájában.

Az állattannak a következő részeit ismerjük:

Alaktan (morphotógia) az állati test külső és belső alak- és szerkezetbeli sajátosságait vizsgálja.

A *leíró állattan* az állatokat külső alakjegyik szerint írja le és osztja be rendszerbe.

Boncolástan (anatómia) az állati test belső részeinek alakbeli viszonyait kutatja. Mind az ember-, mind az állatboncolástan lehet *leíró boncolástan (anatomia descriptiva)* és *tájboncolástan (anatomia topographica)*. A leíró boncolástan az egyes szervekkel külön-külön foglalkozik és azokat külső alakjuk, színük, nagyságuk stb. szerint ismerteti, ellentétben a *tájboncolástannal*, amely a szervek egymással való érintkezését, összefüggését, azok fekvését tárgyalja, tekintet nélkül azok különböző szerkezetére és működésére, végül bizonyos testtájakat különböztet meg az állati és emberi testen.

Összehasonlító boncolástan (anatomia comparativa) feladata, hogy összehasonlítások alapján megállapítsa az egyes testrészek morfológiai rokonságát és ennek alapján kimutassa az állatok rendszerén belül a hasonló rokonszervek módosulását és fejlődését.

Sejtten (cytologia) és *szövetten (histologia)* az állatok testének szabad szemmel nem látható elemeit, a sejteket, szöveteket mikroszkóp segítségével vizsgálja.

Fejlődéstan vagy egyéni fejlődéstan (ontogenia vagy embryologia). Az állatok külső és belső morfológiai sajátosságainak leírását egészíti ki. Ismerteti az állatoknak egyszerű alakból összetettebb alakká való fejlődését, amidőn egy sejtől több sejt, vagyis állati szövet keletkezik s ezáltal az egysejtű élőlényből többsejtű állat lesz. A fejlődéstani általában véve

embriológiának is hívják, az embriológia azonban csak az állatok születés előtti fejlődésével foglalkozik, míg a születés utáni, sokszor bonyolult változásokat figyelmen kívül hagyja. Ezért ajánlatosabb az egyénfejlődéstan (ontogenia) elnevezés, ez a fejlődő állat mindkét előbb említett fejlődési szakát figyelembe veszi.

Ősállattan (paleozoologia) a föld különböző geológiai koraiban élt és a földrétegekben eltemetett állatmaradványok kutatásával foglalkozik.

Törzsfejlődéstan (phylogenetica) az élő és kihalt állatok ismerete alapján s a közöttük lévő rokonsági viszonyok figyelembevételével azok családfáját, rendszertani helyét vizsgálja.

Állatrendszertan (systematica) a külső és belső rokonsági viszonyok alapján foglalja az állatokat egyes csoportokba. Ennek segítségével lehetséges a mai élő állatok nagy tömegében helyes és biztos tájékozódást szerezni.

Állatélettan (zoophysologia) az állatok életkörülményeit, szerveinek működéseit fizikai és kémiai alapon tanulmányozza.

Állatháztartástan (oecologia) az állatoknak a külvilághoz való viszonyát vizsgálja. Ezen tudomány kutatja az állatok élettani, táplálkozási, tenyésztési, párzási, szaporodási módjait, háztartási és egyéb szokásait, tartózkodási helyét, vándorlását, szerelmi és családi életét stb.

Állatlélektan (zoopsychologia) az állatok szellemi működésével és szokásaival foglalkozik, ilyenek pl. ravaszság, vakmerőség.

Elterjedéstan (chorologia) a szülők és ivadékok sajátságainak egymáshoz való viszonyát, kapcsolatát vizsgálja. Szoros kapcsolatban áll a biológia többi ágával. A szovjet tudomány forradalmi alapot adott e biológiai tudományágnak, gyökerestől megdöntötte az eddig fennálló reakciós örökléstan jelleget s ezzel új kapuk nyíltak meg e fontos tudomány gyakorlati megvalósításai előtt.

Az állattani tudományt a gyakorlatban felhasználja az *alkalmazott állattan*; az emberhez való viszonyuk, hasznos vagy káros voltuk szempontjából vizsgálja az állatokat. Az alkalmazott állattan ágai a mezőgazdasági, erdészeti, vadászati, orvosi, gyógyszerészeti, ipari, kereskedelmi állattan. A bennünket érdeklő *mezőgazdasági állattan* a mezőgazdaságra nézve káros és hasznos állatokkal foglalkozik. Ismerteti azok életét, fejlődését, kártételét és mindazokat a védekezési, irtási módokat és eljárásokat, amelyekkel a káros állatokat pusztítani lehet, a hasznosakat viszont védeni és elszaporítani.

Az állattan története

A görög és római bölcseleket nem az állatvilág részletes megismerése, hanem általános jelentőségű problémák érdekelték.

A középkorban az arab főiskolák foglalkoztak orvosi szempontból az állattannal, míg ezen időben megjelent állattani munkák itt-ott már valót, de még több mesés dolgot mondtak el az állatokról. A XVI. és XVII. században Gessler, Silviani, Rondelet, Aldrovandi munkái már az egész állat-országot és az állatvilág egyes csoportjait tárgyalják.

Az ember anatómiájának művelői, mint *Vesalius*, *Eustachius*, *Fallopia* stb. mellett az állatok bonctanát is számos bűvár *Malpighi*, *Harvey*, *Swammerdam* és *Tulpius* gazdagították.

Jan Janssen és fia *Zacharias* 1590-ben megszerkesztik az első mikroszkópot. Egyes bűvárok *Hook*, *Malpighi*, *Grew*, *Swammerdam*, *Leeuwenhoek* felismerik ezen találmánynak a biológiai tudományokban való nagy fontosságát és számos felfedezést végeznek vele.

Az állattannak a vérkeringés felfedezésével *Harvey* ad új irányt, míg *Albert Haller* az élettan elemeit tárgyaló nagy művét írja meg. Ezen munka az ember és az állatok élettanának, összehasonlító anatómiájának alapvető forrása.

Linné (1707—1778) volt az első, aki a rendszertani kategóriákat pontosan körülírta s az egész állattországot osztályok, rendek, nemek és fajok, esetleg varietások szerint röviden, de élesen és könnyen felismerhetően jellemezte s minden állatot kettős, nem- és fajnéven iktatott be rendszerébe. *Linné* szerint az állatok természetes rendszere csak azok belső szervezetén alapulhat. Ha rendszerét még biztos alapra nem is építhette, ennek oka korának hiányos ismerete. A „teremtés“ elmélet alapján egyes kategóriák tagjait változatlanak, öröktől-fogva levőnek tartotta. Az állattország természetes rendszerét *Cuvier* alapította meg. Nincs állatesoport, amelynek anatómiáját ne gazdagította volna felfedezéseivel s így megvetette alapját a modern összehasonlító anatómiának. Az állatok gyűjtésére tudományos expedíciókat szervezett és az állatokat szervezetük szerint különböző típusokba osztotta. Az állattországnak négy típusa a következő: 1. gerincesek (*Vertebrata*), 2. a lágy állatok (*Mollusca*), 3. izeltállatok (*Articulata*), 4. sugaras állatok (*Radiata*). Ezen első természetes rendszer nem minden részében volt ugyan hibátlan, mert a fajok változtathatatlanságának hirdetője volt és a véletlent, valamint a csodákat tette a természet evolúciójának alapjává. Szerinte minden geológiai korszaknak megvolt a maga jellemző állata, azonban ezek a „nagy katasztrófák“ alatt kipusztultak és az új geológiai korszaknak megfelelő új állattípusok jöttek létre. Az állatrendszerezés alapelvei azonban helyeseknek bizonyultak, így *Siebold*, *Leuckart*, *Huxley*, *Ray-Lankaster* és mások által tisztázott mai rendszer csakis a *Cuvier*-féle felosztás alapján épülhetett fel.

A vitalizmust az első csapás 1828-ban érte. *Wöhler* orvos egyik kísérletében ciánsavas ammoniumot (amelyet ásványi eredetű anyagnak tekintettek) hevített és karbamidot kapott. Mindaddig a karbamidot emlős állatok vizeletéből, vagyis az állati szervezetek életműködési termékeiből állították elő.

Ch. Darwinnak a fajok természetes eredetéről szóló tana (*descendentia* — vagy *evolutio* — elmélet) újkeletű, jellegében forradalmi volt. A fajoknak egymásból való fejlődését már az ókor bölcselei is hirdették Darwinhoz hasonlóan, azonban a szervezetnek a megélhetéséért való küzdelmében keresték a fajok megváltozásának okát. A fajok természetes eredetét hirdette *I. Lamarck* is, aki az első evolúciós elmélet megalapítójának tekinthető. Fejlődéseméletének alapja a szerzett tulajdonságok öröklődése s ezzel új irányt mutatott a biológiai tudományok. Munkájának hiányossága onnan ered, hogy a magasabbrendű állatok fejlődésében túlságosan sokat tulajdonít a fizikai tényezőknek. A változások okait a szervek nemhaszná-

lás okozta elsatnyulásában kereste, úgyszintén a két *Geoffroy Saint-Hilaire* is, kik a variálás és az új fajok keletkezésének okait a külvilágban létesülő változásokkal hozták kapcsolatba. Darwin fellépésekor az összehasonlító anatómia, a fejlődéstan, a paleontológia, az állatok föld- és helyrajzi elterjedése és egyes állatcsoportok részletes rendszertani feldolgozása sok olyan adatot halmozott fel, melyek a fajok egymásból való fejlődését a legnagyobb mértékben valószínűvé tették.

Darwin kimutatta, hogy a faji jegyek nem állandóak, hanem ugyanazon fajbeli egyének ismeretlen okokból kisebb-nagyobb változások jönnek létre. Ha e változások a létért, a megélhetésért való küzdelemben az egyénre bármely tekintetben előnyösek, hasznosak, öröklés útján átszármaznak az utódra. Az előnyben lévő állategyének mellől pedig azok, amelyek ezen előnyös változások nem fejlődtek ki, kipusztulnak. Az előnyös egyedeknek, alakoknak ezen kiválogatódása nemzedékek során ismétlődik s végre az eredeti fajtól egészen eltűnő faj jön létre. Darwin kiválogatódás (selectio) útján való fajkeletkezéstanát számos adattal bizonyítja.

Darwin tanának egyik legfontosabb fogatékossága az volt, hogy a fejlődést egyoldalúan, mint pusztán evolúciós folyamatot értelmezte. Nem volt hirtokában a materialista dialektikának, nem tudott eljutni odáig, hogy az élő szervezetek és fajok fejlődési folyamatát két forma, az evolúció és revolúció (fokozatos és ugrásszerű fejlődés) egysége határozza meg. Darwin fejlődési elmélete csupán a mennyiségi változások, tehát növekedéshez vagy csökkenéshez vezető változásokból indul ki, de nem ismeri el a változások egyik minőségi állapotából a másikba való átmenetnek törvényszerűségét. Már pedig enélkül nincs fejlődés, sem egyes fajoknak más fajokká való átalakulása, csak mennyiségi változás, amit általában növekedésnek nevezünk.

A nagyszámú orosz és szovjet kutató közül különösebb érdemeket szerzett *A. Kovalevszkij*; aki bebizonyította, hogy a most élő állatok a régi geológiai korokban éltek és ma már csak kőületekben ismert állatoktól származnak. *A. A. Káverznyev*, a XVIII. század legkiválóbb és legelső fejlődéstan, evolúciós elméletének megalkotója volt, míg az embriológia alapját *K. F. Rutije* rakta le. *K. M. Beer* 1826-ban fedezte fel az emlősök petéit és ezt a felfedezést *Engels* a tudományos világ kialakulásából igen fontos fordulópontnak tartotta. *A. Kovalevszkij* és *I. Mecsnyikov* fedezték fel a fehérvérsejtek azon tulajdonságait, hogy a szervezetbe került idegen anyagokat képesek felfalni. Tőle ered a falósejt (phagocyt) és fagocitózis elnevezés. *A. M. Szevercov* Darwin fejlődéselméletének materialista alapjait fejlesztette ki. *Szeccsenov*, a nagy materialista élettani bűvár, az öntudatelméletet derítette fel; *I. P. Pavlov* eleinte a hasnyálmirigynek és vándorának állandó elkülönítésére kutatásaival eljárást dolgozott ki, majd kidolgozta a gyomor-nyelv előállítására szolgáló módszerét, bevezette a látszólagos táplálást, amikor a táplálék a kísérleti állat hassebén át eltávozik, mielőtt még a gyomorba jutna. A feltétlen és feltételes reflexek tanulmányozása terén is nagy érdemei vannak. Ezekután Pavlov az öntudat legbonyolultabb kérdéseit oldotta meg és a szimpatikus idegrendszer és a magasabb idegtevékenység törvényeit derítette fel. A materialista szovjet tudomány nagy győzelemre vitte a felsőbb idegtevékenység pavlovi módszereit.

Világhírűek *I. V. Micsurinnak*, a gyakorlati szovjet-darwinizmus meg-
alapítójának kutatásai. A legtermékenyebb munkásságot a Nagy Októberi

Szocialista Forradalom utáni korszakban fejtette ki, amikor a szovjet kormány is nagy mértékben támogatta tudományos munkásságát. Micsurin megállapította a növényi és állati szervezetek *változtathatóságának törvényeit* és ezek lehetővé teszik ezeknek a szervezeteknek az emberiség érdekében történő tervszerű *megváltoztatását*. Arra a meggyőződésre jutott, hogy nem elég két kiválasztott fajt egyszerűen keresztezni, hanem tanulmányoznunk kell a szülőpár egész leszármazását. Az élő szervezetnek nincs örök, egyszersmindenkorra adott tulajdonsága. A tulajdonságok változásai és az új tulajdonságok megjelenése a környezeti feltételek hatásának eredménye. Éppen ezért az ember a környezeti feltételek megváltoztatásával magát az élő szervezetet is megváltoztathatja a neki kívánatos irányba.

Micsurin eszméinek és kutatásainak méltó követője volt tanítványa *T. D. Liszenko*. Tökéletesen felépített biológiai megalapozását adta a növényi szervezetek fejlődésében észlelhető szakaszosságnak és meghatározta a fejlődés alapvető szakaszait. Kiderítette azt is, hogy milyen feltételek szükségesek ahhoz, hogy a növényi szervezetek fejlődésük során az egyes szakaszokat befussák. Ezen elméletének alapvető igazságait számos tényvel bizonyította be s ezzel megteremtette az új szovjet tudományt, az *agrobiológiát*. A legújabb idők nagy zoológusai között említhetjük *I. N. Pavlovskijt*, akinek nagy érdeme a káros atkák tanulmányozása és ellenük való védelem, amit a Távol-Kelet tajga vidékein alkalmazott eredményesen. Világhírűek *K. I. Szkrjabin* Sztálin-díjas akadémikus állatorvos-, professor helmintológus a parazitológia terén tett kutatásai.

A magyar állattan terén nagy érdemei vannak *Petényi J. Salamonnak*, aki különösen a hazai madarak tanulmányozásával szerzett a külföldön is elismerést. Az akkori kor vezető tudósaival, leginkább ornitológusaival, *Neumannal*, *Brehmmel* és *Baldamussal* állandó levelezésben állott és hazánk állatvilágának, főképen madarainak tanulmányozása terén vizsgálatai és megfigyelései alapvetőknek mondhatók. Említést érdemelnek még *Hanák Kér. János*, *Friwaldszky János* és *Imre*.

A modern magyar tudományos állattan megteremtője *dr. Margó Tivadar* budapesti egyetemi tanár volt, aki az első magyar tudományos állattani intézetet létesítette és az állattant az egyetemen összehasonlító anatómiai és fejlődéstani szempontok szerint tanította. Utódja volt az 1919-ben elhunyt *dr. Entz Géza*, aki a véglényeket kutatta. Nagy érdemeit szerzett a magyar állattani, de leginkább madártani kutatások terén *Herman Ottó*. Ő állította fel a hazai madártan fejlesztésére a Madártani Intézetet, de a magyar halászat és néprajz is sokat köszönhet fáradhatatlan munkásságának. Nincs hazánk állatvilágának egy csoportja sem, amelynek kutatása terén valami maradandót és eredetit ne alkotott volna. A volt kolozsvári egyetemen állattani, főképen állatszövettani kutatásaival *dr. Apáthy István* szerzett világhírnevet. Különösen idegszövettani vizsgálatai korszakalkotóknak mondhatók. Ezeken kívül igen sok kiváló magyar zoológusról lehetne még beszélni, akik elévülhetetlen érdemeket szereztek a magyar állattani tudománynak. A mai magyar zoológusok már a haladó szellemű szovjet társaik nyomában haladva szakítanak a régi elvont idealista szellemű irányzattal és a modern szovjet darwinizmus materialista világnézete alapján a gyakorlat támogatása érdekében vizsgálják és kutatják az állatvilágot.

Az állati test kémiai alkotórészei

Az állati test felépítéséről és biokémiai folyamatairól csak vázlatosan beszélünk. A részletes ismereteket a biokémiai előadásokban kapiják meg hallgatóink.

Az élő anyag kémiai felépítésében részt vevő elemek két csoportba oszthatók aszerint, hogy az élő anyagra nézve nélkülözhetetlen-e vagy sem. Három évtizeddel ezelőtt *Vernadskij*, a szovjet geo-biokémia megalapítója bebizonyította, hogy az eddig ismert elemek közül 46 fordul elő az élő szervezetekben. Kutatásai bebizonyították, hogy szoros kapcsolat van az élő szervezetek elemi összetétele és a talaj geológiai származása között. A 46 elem közül 24-et következetesen megtalálunk az élő szervezetekben. Azóta a biokémiai kutatás megállapította, hogy pl. eddig ismeretlen rendeltetésű fémek, így Mo, V, Co, stb. fontos enzimek alkotórészei. A mai ismereteink állását az alábbi táblázat rögzíti.

A) Nélkülözhetetlen elemek			B) Esetlegesen előforduló (nélkülözhető?) elemek	
I. rendű 1—60% között	II. rendű 1,0—0,05% között	III. rendű 0,05% alatt (mikro- v. nyomelemek)	Mikro-elemek	Szennyezés
H C N O P	Na, K, Ca, Mg, Fe, S, Cl,	J, Br, F, B, Si, Cu, Zn, Mn, Al, Mo, Co, V,	Li, Rb, Cs, Ba, Sr, Be, Cr, Ni, Sn, Ti, Pb, Cd, Ag, As, Ge,	He, A, Se, Bi, Tl, Hg, Au,

Az élő szervezetek elemi alkotórészei

A mikro-elemek nagy része az ismereteink további bővülésével valószínűleg átkerülnek a nélkülözhetetlen elemek csoportjába, amit a táblázatban lévő néhány mikro-elem is igazol. A nélkülözhetetlen elemek bebizonyítása is csak az újabb idők kifinomodott biokémiai és biofizikai eljárások segítségével sikerülhetett, így a további kutatásokkal valószínű, hogy az idekerülő elemek száma növekedni fog.

Az élő szervezetet felépítő anyagok túlnyomó része szerves vegyület, csak néhány százalék szervetlen vegyület. A szerves vegyületekben legnagyobb arányszámban a következő elemek szerepelnek: C, O, N, H és kisebb arányszámban a S és P.

Az élő szervezet szerves vegyületeit három nagy csoportba szokták osztani, a fehérjékre, szénhidrátokra és lipidoikra (zsírok, foszfatidák, szterinek).

Az anorganikus vegyületek közül sohasem hiányozhatnak a kloridok, szulfátok és foszfátok, amelyekben mint kationok legtöbbször K, Na, Ca és Mg fordulnak elő. Az egy- és kétértékű kationok aránya a citoplazma kolloidális részeinek fizikai állapotát határozzák meg. Az élő citoplazma sok vizet tartalmaz, általában 50—70%-ot, olykor még többet is. Az, hogy a citoplazma mennyi vizet tartalmaz, függ a szervezet fejlődéstani (minél

fiatalabb, annál több vizet tartalmaz), fiziológiai és ökológiai (vizben élő szervezetek citoplazmája vízben dúsak) állapotától. A víz szerepe az állati testben rendkívül sokoldalú. Így részt vesz a kolloidok duzzadásánál, a kémiai reakciók lefolyásánál (pl. hidrolízis), valamint oldó és szállító szerepe stb. is van. A táplálékfelvételnél az állati szervezet a vízhiányra hamarabb reagál, mint a táplálékhiányra. A szem üvegtestének víztartalma 99%, a nyál, veríték, vizelet is sok vizet tartalmaznak. A magzatban a víztartalom 90%-on felül van, a csontszövetben 16%.

Az élő szervezetben állandó kémiai átalakulások mennek végbe, ezeket a kémiai átalakulásokat nevezik *anyagcserének*. Az életjelenségek tulajdonképpen az anyagcserefolyamatokban nyilvánulnak meg. Az anyagcserefolyamatok befolyásával történik az élő szervezetek átalakítása is. Az anyagcserefolyamatok szabályozásában három fontos biokatalizátornak nevezett vegyületcsoport játszik irányító szerepet: I. enzimek, II. hormonok, III. vitaminok.

I. Az *enzimek*. Nagymolekulájú fehérjetermészetű vegyületek, amelyek katalizátorként működnek, vagyis az anyagcserefolyamatok lefolyását gyorsítják. A megfelelő enzimek hiányában ezek a folyamatok olyan lassan folynak le, hogy gyakorlatilag teljesen megállnának.

Az enzimekre jellemzők a következők:

a) minthogy fehérjék, állapotuk az oldatban a hőmérséklettől függ, egy bizonyos hőmérsékleten denaturálódnak és az oldathól kicsapódnak. Katalizáló hatásuk tehát egy bizonyos hőmérséklet szakaszhoz van kötve, legkedvezőbb hatást az állati szervezetekben, rendszeren az állati test hőmérsékletén tudják kifejteni.

b) Minthogy a fehérjék amfotér elektrolitek, azaz a közeg kémhatásától függően savanyúan vagy lúgosan disszociálódnak, legkedvezőbb hatást egy bizonyos pH sávon belül fejtenek ki.

d) Az enzimek katalizáló hatása nagy mértékben specifikus. Egy bizonyos enzim csak egy bizonyos kémiai reakciót tud katalizálni.

Néhány fontosabb enzim, amelyek az emésztési folyamatokat katalizálják.

Az *amiláz* keményítőt bontó enzim, nagyobb mennyiségben a nyálban fordul elő, s a keményítőt bontja le cukorra. A *pepszin* és *tripszin* fehérjebontó enzimek, más fehérjebontó enzimékkal együttesen a fehérjéket bontják le aminosavakig. A *lipáz* nevű enzim a zsírokat bontja le glicerinné és zsírsavvá. Az élő szervezetben természetesen igen sok enzim fordul elő, hiszen az egyes enzimek általában egyes folyamatokat végeznek és az élő sejtek működése közben rengeteg sok folyamat megy állandóan egymás mellett végbe.

Szovjet kutatók, Oparin, Kurszanov, Rubin és munkatársai kiderítették, hogy a felépítést és lebontást ugyanazon enzimek végzik. A lebontási folyamatoknál az enzim a sejtmedvében oldva van, míg a felépítésnél valamely sejtalkotórészhez kapcsolódva működik.

II. *Hormonok*. Az élő szervezetnek ezeket a hatóanyagait a magasabbrendű állatok életjelenségeinek kutatásainál ismerték meg. A magasabbrendű állat egész testének működését a középonti idegrendszer (agy és gerincvelő) irányítja. Vannak azonban a szervezetnek olyan részei is, ahová az ideghálózat nem jut el, azonban a szervezetnek ezen részei is tökéletes összhangban vannak a többi szervekkel. Ez azért lehetséges, mert a szervezet egyes mirigyei rendszeren a vér útján olyan anyagokat juttatnak

el a ideghálózattal nem rendelkező testrészekbe, amelyek ezek működését irányítják. Ezeket a vegyületeket nevezték el hormonoknak. A szervezet nagyságának, nemiségének, színének, ingerlékenységének és más tulajdonságoknak a kialakításában nagy szerepet játszanak. A legújabb biokémiai kutatások alapján föltételezzük, hogy a hormonok az enzim-rendszeren keresztül is hatnak. Egyes hormonok fehérjékkel kapcsolva enzimekként működnek vagy az enzim-termelést irányítják.

A pajzsmirigyben található a *tiroxin* nevű hormon. Ez az anyagcsere szabályozza. Ha a szükségesnél kevesebb termelődik belőle, az anyagcsere-folyamatok lelassulnak. Ellenkező esetben, ha túlsok termelődik, meggyorsulnak ezek a folyamatok és így a szervezet túlélénkké, idegessé válik és a hőséges táplálkozás mellett sem tud meghízni. Kevés tiroxin jelenlétében a golyvás betegség alakul ki. Az *inzulin* nevű hormon a cukornak a májban való elraktározását szabályozza. A szükségesnél kisebb mennyiségben való jelenlétében a cukor nem raktározódik el a májban, hanem a vizeletbe kerül. Ilyenkor lép fel a cukorbetegség. A *nemi mirigyek* termelte *hormonok* szabályozzák a nemi tevékenységet és alakítják ki a megkülönböztető nemi vonásokat. Természetesen a szervezet összhangját a felsoroltakon kívül még igen sok hormon szabályozza. Későbbi vizsgálatok során kiderült, hogy a hormonok nemcsak a magasabbrendű állatoknál, hanem az alacsonyabbrendűeknél is fontos szerepet töltenek be. A hormonok igen kis mennyiségei elegendők ahhoz, hogy a szervezet szükségletét ellássák.

III. Vitaminok. Ismerünk olyan biokatalizátorokat, amelyek az állati szervezet számára életfontosságúak, de saját maga nem képes előállítani. Táplálkozás közben más, főleg növényi szervekből veszi át őket. Ezeket a biokatalizátorokat *vitaminoknak* nevezzük. Hiányuk betegséget okoz. Sok közülük hőérzékeny, vagy levegőn állás közben elhomlik. Állás közben lassan tönkre mennek, ezért a friss takarmány vitamintartalma mindig magasabb, mint a szárítotté. Valószínű, hogy a vitaminok fehérjékhez kapcsolódva enzimekké alakulnak. Nagyon sok enzimmél kimutatták már, hogy hatógyökük tulajdonképpen vitamin. A legjobban ismertek ezek közül a szénhidrátokat feldolgozó enzimek (B vitamin-csoport).

A vitaminokat az ABC nagybetűivel jelölik és oldhatóságuk alapján két csoportba osztják:

1. vízben oldható vitaminok (B, C),
2. zsírban oldható vitaminok (A, D, E, K).

„*A*” *vitamin*. A növényi színező anyagokat tartalmazó sejtekben fordul elő. Nagyobb mennyiségben a sárgarépában s egyes halolajokban (csukamájolaj) található. Gazdag „*A*” vitaminban a zöldtakarmányon tartott tehenek vaja is. Hiánya a fejlődési korban a növekedés gátlására, szembetegségekre és a különböző betegségekkel szembeni csökkent ellenállásra vezet.

„*D*” *vitamin*. Nagyobb mennyiségben a csukamájolajban található. Egyes vegyületekből (ergoszterin) napfény hatására a szervezetben is keletkezhet. Ennek a vitaminnak a hiánya a csontképződést zavarja meg és az ú. n. angolkórt okozza. Fontos főként a növekedő állatok lehelőség szerinti szabadban tartása és a téli időben „*D*” vitamin-készítmények adagolása a takarmányhoz.

„*E*” *vitamin*. Tekintélyes mennyiségben tartalmazzák a növényi magvak csírarészei. Hiánya egyes állatoknál meddőséget okoz.

„K“ vitamin. Zöld növényekben, zöld főzelékekben található. Hiánya esetén a vér nehezen alvad meg.

„C“ vitamin. Általában a zöldtakarmányokban, főzelékekben található, de megvan a paprikában, csipkebogyóban, citromban és a gyümölcsökben is. Hosszabb ideig való raktározás vagy magasabb hőmérsékleten való főzés alkalmával elbomlik. A burgonyában lévő „C“ vitamin a főzésnek aránylag jól ellenáll. Hiánya fogynysorvadást, skorbutot okoz és a szervezet ellenálló-képességét csökkenti.

„B“ vitamin. Több vitaminból álló csoport. Jelentős mennyiségben van az élesztőben, a gabonamagvak csírájában és a héjalatti részben. Hiányuk ideg- és bőrbetegségek fellépését idézi elő.

Az állatok szervezete, élete és fejlődése

Az állati sejt általában

Minden állat fejlődése kezdetén egyetlen sejtből áll. Ismerünk azonban olyan állatokat is, amelyek egész életükben egysejtűek, ezek az egysejtű szervezetek a *véglények* (*Protozoa*). Szemben a véglényekkel a többi állat teste csak fejlődésének kezdeti szakában áll egy sejtből, később azonban

follytonos oszlódással nagyszámú sejt keletkezik s ezek különböző differenciálódott csoportosulás-ban alkotják az állat testét. A sejt tehát *elemi szerkezet*, magában is képes mindazokat az életmű-ködések elvégezni, amelyeket az állati szervezet elvégez. Így az anyagfelvétel és áthasonítás (*assimilatio*), az elhasznált anyagok kiküszöbölése (*dissimilatio*), ingerlékenység, mozgás, növekedés, szaporodás és az elvesztett részek újjáépítése (*regeneratio*) mind olyan jelenségek, amiket az állati sejt önmagában is el tud végezni. A külső tényezők formáló hatása befolyásolja a sejteket is, a haladó szellemű biológia megállapítja, hogy nem a sejtek alakítják át az állati szerveket, hanem a külső tényezők formáló hatása érvényesül azokra is.



1. ábra. Különböző sejtalakok.

1. petesejt, 2. vörösvérsejt, 3. köbhámsejt, 4. hengerhámsejt, 5. kehelysejt, 6. esernyősejt-alak, 7. síma izomsejt, 8. kötőszöveti sejt, 9. csontsejt, 10. idegsejt.

A sejtek nagysága és alakja

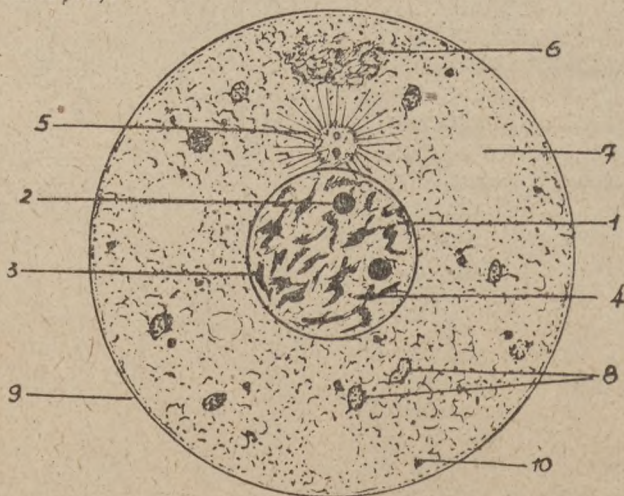
Az állati test sejtjei nagyság tekintetében nagy változatossá-

got mutatnak. A legtöbb sejt csak 300—400-szoros nagyítással látható. Van-
nak igen nagy, 100—200 mikron nagyságú sejtek, így pl. a csigolyaközölli
dúcok sejtjei, míg a vérlemezkék igen aprók, 3 mikron (egy mikron a mil-
liméter ezredrésze) nagyságúak. Az állati sejt nagysága átlagosan 10—20
mikron. Amilyen változatos a sejtek nagysága, olyan változatos azok alakja
is (1. ábra). A tipikus sejthalak a gömb, ennél a belső nyomás (turgor) és
a felületi feszültség kiegyenlíti egymást (petesejt). A sejtek legnagyobb
része ezen eredeti alakját többé-kevésbé megváltoztatja és a legváltoza-
tosabb alakot mutathatja. Az állati sejtek ezen alakváltozását rendszerint
az egymás mellett lévő sejteknek és sejtcsoportoknak működésével járó
differenciálódás idézi elő. A nagyszámú sejthalak közül megemlíthetjük a
következőket: hosszú orsóalakjuk van a sima izomsejteknek, csillagalakúak
az idegsejtek, laposak a testüregeket kibélelő sejtek, gyakoriak a henger-,
kőb-, korong-, kúp- és sokszögű stb. sejthalakok.

A SEJT ALKOTÓRÉSZEI

A sejteknek fontos és állandó alkotórészei (2. ábra):

1. a citoplazma, félig folyékony élőállomány,
2. a citoplazmában lévő sejtmag (nucleus), a sejt szaporodásánál ját-
szik fontos szerepet,
3. a citoplazmában elhelyezett vezérlőtest vagy sejtközpont
(cytocentrum).



2. ábra. A sejt részei vázlatosan.

1. sejtmag, 2. sejtmagyacska, 3. maghárló, 4. a mag kromatikus állománya, 5. cito-
centrum, 6. Golgi-féle rece, 7. vakuola, 8. paraplazmás képletek, 9. sejthártya, 10.
plasztozoma.

A citoplazma (protoplaszma)

A citoplazma a sejtestest plazmaanyaga s a sejtnak főalkotórésze. A fiatal
sejtek egyedül ebből állanak, később azonban a sejt rendeltetésének meg-
felelően a citoplazmában bizonyos elváltozások mennek végbe. A citoplazma
félig folyékony kolloid-rendszernek tekinthető. A citoplazma kocsonyaszerű,
vízben oldhatatlan, kis mennyiségben áttetsző, nagyobb tömegekben átlát-

szatlan, szürke, finoman szemcsézett élőállomány. A citoplazma kémiai igen bonyolódott összetételű. A kolloidális oldatban az oldott részt az oldó közegtől fizikai értelemben vett felületek választják el s ezeket az egymással nem keveredő anyagrészeket Gibbs és Ostwald szerint *fázisoknak* nevezték.

A legtöbb bűvár a fázisos rendszer szerint vizsgálta a citoplazma kémiai felépítését, de a citoplazmában ezeket a határfelületeket elválasztani nem lehet. A citoplazmában ugyanis a benne lévő szerves és szervetlen anyagok elrendeződése a plazmán belül sohasem lehet azonos, mert a sejt különböző életjelenségeinél az elrendeződés, az egyes kémiai anyagok, mindig más alakban és tartalomban találhatók.

A citoplazmában megtaláljuk mindazon kémiai elemeket, vegyületeket, amik az egész állati test felépítésében részt vesznek. Legnagyobb részben, mintegy 60—70%-ban a víz alkotja s ebben találjuk oldott állapotban a különböző szervetlen vagy anorganikus anyagokat, mint mészsókat. Ugyancsak oldott állapotban vannak benne a különböző szénhidrátok, így keményítő, cukrok, mint energiatartalékok. A citoplazmában vannak a zsírok emulzió alakjában és más szerves anyagokkal alkotott vegyületei. Szerves anyagaik között a fehérjéknek van a legnagyobb szerepük, mert a citoplazma fehérjetartalmú kolloidális anyag.

A citoplazma nem folyékony, nem szilárd anyag, áramlani képes és bizonyos fokig rugalmas is. Ha egyszerűbb szerkezetű sejtet mikroszkóp alatt fedőlemezrel lefödünk, ez szétlapul és ha azt levesszük róla, visszanyeri eredeti térfogatát. A P-tartalmú fehérjék, mint nukleo-proteidek és a P-nélküliek mindig megvannak a citoplazmában és a vízzel, valamint más anorganikus anyagokkal együtt nagy szerepet játszanak a citoplazma kolloid-halmazállapotjának fenntartásában. A citoplazma tehát kolloid-halmazállapotban lévő szerves anyagok labilis tömege.

A citoplazma fontos részei a micellák, ezek apró szemcsés részecskék, fizikai hatásokra nagyobb képletekké egyesülhetnek s gömb- vagy rostos fibrilláris alakot mutatnak. Ezekről a sejt paraplazmás részeinek tárgyalásánál emlékezzünk meg. A citoplazma fehérjeanyaga igen változatos és bonyolódott vegyület s összetétele egyes állatfajok szerint, sőt egy és ugyanazon állatfaj különböző sejtjeiben is változik.

A citoplazma szerkezete

A citoplazma szerkezetéről többféle nézet uralkodik. Igen jellemző tulajdonsága, hogy félszilárd halmazállapotból folyékony halmazállapotba tud átmenni, tehát labilis s külseje a szilárdabb halmazállapotú *ektoplazma*, a belső folyékonyabb *entoplazmát* körülveszi. Ez az oka, hogy a citoplazma bár áramlik, mégsem folyik szét, mint a vízcsepp. A citoplazma halmazállapota az életműködésekre folytonosan változik s addig él, amíg labilitása megvan, a labilitás viszont a fehérjétől függ.

A citoplazma szerkezetére többféle elmélet van. Ilyen a *Bütschli-féle habelmélet*. Eszerint a citoplazma finom, szappanhabszerű, lépes, habos szerkezetet mutat és ilyen módon a citoplazma állományában apró üregek (alveolusok) keletkeznek.

Flemming szerint a citoplazma szilárd, finom, rövid, kúszált fonalacskákból áll, ezeket *mitonoknak* vagy *filáris-állománynak* nevezi és ezek közeit a szerkezetnélküli *paramiton* vagy *interfiláris-állomány* tölti ki.

A *Spongioplazma-elméletet* Leydig állította fel, szerinte a citoplazma szivacszerű durva *vázrendszerből* vagy *spongioplazmából* áll s ennek hézagait az egynemű, hígabb, *hialoplazma* tölti ki.

Altmann szerint a citoplazma hígabb alapállományból áll és az ebbe beágyazott egyes apró szemcsékből, granulumokból.

Ezen elméletek nem adhattak világos képet a citoplazma valódi szerkezetéről, mert mindegyik hűvár más-más sejt plazmáját vizsgálta s nem az élősejt citoplazmáját, hanem már előbb elölt (fixált) sejt citoplazmáját s a különböző készítményekben más-más fixáló szert is használtak, így kapták a különböző eredményeket, ezek azonban lényegileg azonosak voltak.

A legújabb kolloid- és biokémia az elektromikroszkópos kutatásokkal mind közelebb jut a citoplazma tökéletes megismeréséhez. Megállapították, hogy a plazma viszkozitása lényegesen nagyobb a víznél, labilis állapota változik a könnyen folyó „sol” és a sűrű kocsonyás „gel” között. Morfológiailag a plazma alapanyaga fehérjemolekulákból álló kúszált hálózathoz és ezek közeit kitöltő egyéb, a már említett anyagok molekuláris granulumából összetett s ezen összetétele állandóan változik. Eszerint a citoplazmának nincs is állandó összetétele, hanem az a különböző élettani működések szerint folytonosan változik s fonálszerű vagy szemésézett.

A sejthártya

M. Schultze és Fr. Leydig vizsgálatai kimutatták, hogy az állati sejtnak nincsen olyan kifejezett sejthártyája, mint a növényi sejteknek. Találunk ugyan az állati sejt citoplazmájánál is vékonyabb, tömöttebb szegélyszerű részt, de ez nem is annyira morfológiai, mint inkább fizikai és kémiai képződmény és ezt *Pfeffer plazmahártyának* nevezte. Ez a plazmahártya a sejt teste felé nincsen élesen elhatárolva. Előfordulhat azonban az az eset is, hogy ezen hártya, bár a plazma felé még nincsen élesen elkülönítve, a sejt kerülete felé, mint élesebb körvonalú képződmény kifejlődött, amikor *kéregről (crusta)* beszélünk. Lehetséges az is, hogy egyes sejtekben befelé is világosan elkülönült sejthártya fejlődik ki, amikor *hártyácskának (pellucula)* hívjuk. Ilyent látunk a zsírsejteken. Képződhetik egyes állati sejteken, különösen azok szabad felszínén egynemű, vastagabb réteg is, az ún. *kutikula*. A petesejtnél a külső, tömöttebb citoplazma *fénylő burkot (zona pellucida)* alkot.

A sejtben lévő különböző alkotórészek

A sejt citoplazmájában legtöbbször különböző alkotórészek és testecskék fordulnak elő és ezeket *paraplazmás részeknek* nevezzük. Ide sorolhatók: 1. a *deutoplazmás részek*, 2. a *sejt-mikroszomák*, 3. *mitokondriumok*, 4. *belső sejt-differenciálódások (fibrillák)*, 5. *Golgi-féle sejtrece*, 6. a *trofosporgiumok*.

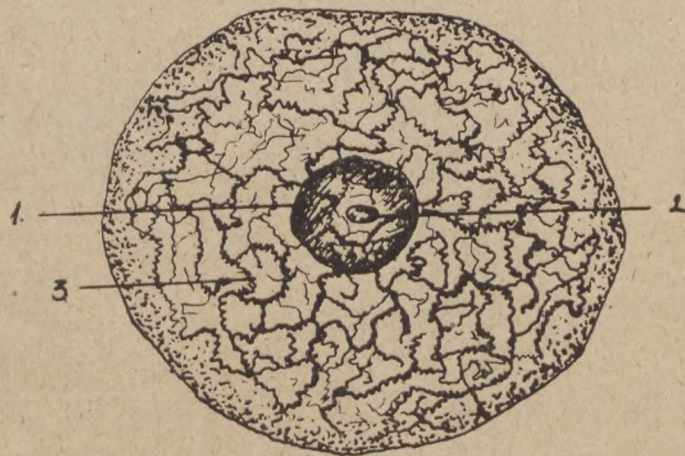
1. A *deutoplazmás részek* a sejt életfolyamataiban nem aktíve szereplő alkotórészei a citoplazmának. Ilyenek a sejtben lévő *váladékcseppek*, *folysók*, *festékszemcskék*, *fehérjekristályok*, *zsír- és glikogén szemcsék* stb. Ezek egy része, mint az anyagcsere végső terméke, nem marad meg állandóan a sejt belsejében, hanem ezeket a sejt citoplazmája onnan előbb-utóbb

ellávolítja. Vannak a sejten olyan deutoplazmás részek is, amelyek *állandóan a sejten maradnak*.

2. *Sejt-mikroszomák* a citoplazmába beágyazott s élő sejten is látható szemcsék, ezeket a citoplazma állandó alkotórészeinek lehet tekinteni. Általában a sejtek aktív részeinek tekintik őket, de élettani működésüknek pontos meghatározása nehéz. Ilyenek pl. az idegsejt citoplazmájában található *tigroid-szemcsék*, melyeknek valódi jelentőségük nincs pontosan megállapítva, valószínűleg a citoplazmában felhalmozott táplálóanyagok.

3. *Mitokondriumok* egyes sejtekben rövid, középvastagságú, különféle-képen kanyarodott fonálszerű képződmények. 1897-ben Benda fedezte fel őket. Újabban ezen fonalakat majdnem minden állati sejten sikerült ki-mutatni s *Meves plasztózómáknak* nevezi őket. Ezen fonalak különböző festékanyagokkal (vashaematoxylin) élénken színeződnek. Nem egyszer nagyobb csomókban, ritkábban szemcseszerűen ismerhetők fel, leginkább a fejlődésben lévő fiatal állatok sejteiben. Egyesek a sejtekben végbemenő vegetatív működéseknél tulajdonítanak nekik szerepet, így belőlük kelet-keznének a zsír- és olajcseppek, nagy jelentőségük volna továbbá a vála-dékok létrehozásában és felszívásában is.

4. *Sejt-differenciálódások* a sejtek citoplazmájában finom, fonálszerű fibrillák s Meves vizsgálatai szerint a plasztózómákból keletkeznek s külön-böző állati sejtekben találhatók, így a hám- és kötőszöveti sejtekben a *lámásztó rostokat* (tonofibrilla), az izomsejtekben és izomrostokban az *összehúzódható izomfonalakat* (myofibrilla), az idegsejtekben az *idegfono-lakat* (neurofibrilla) alkotják. A sejtmag osztódásakor keletkező magorsó húzórostjai és a sarkokon létrejövő citoplazma-sugárzat szintén ezen cso-



3. ábra. Golgi-féle sejtrece.
1 sejtmag, 2. magvacska, 3. Golgi-féle sejtrece.

portba tartoznak. A csillószőrök és az alapjukból kiinduló s a mag felé húzódnó fonalak szintén hasonló alkotásúak.

5. *Golgi-féle sejtrece*t Golgi Camillo olasz bűvár a csigolyaközüti dú-cok idegsejtjeiben találta (3. ábra) s ezek durva, laza hálózatot alkotnak a mag körül, azzal azonban nem érintkeznek. Némely sejten durva szem-csék vagy különálló fonalak tömege. Működéséről nincs biztos tudomásunk.

6. *Trofospongiüm* a csigolyaközötti dúcsejtekben lévő csatornarendszerű képződmény, Holgren svéd bűvár fedezte fel és a sejt láplálkozása szempontjából tartotta fontosnak.

A sejtmag

A *sejtmagot* (*nucleus*) növényi sejtekben először *Brown Róbert* 1831-ben fedezte fel. A sejtmag a sejt életéhez szükséges, bár a magjuktól megfosztott sejtek sem pusztulnak el azonnal. A sejtmag egyforma fénytörésű a citoplazmával, így bizonyos kezelés nélkül nem igen tűnik fel a frissen vizsgált sejtekben. Ha azonban a sejtet bizonyos anyagokkal, így pl. hígított ecetsavval, jóoldattal stb. kezeljük, akkor a sejtmag és a citoplazma különböző fénytörésűek lesznek és a sejtmag élesen előtűnik. A sejtmag legjobban látható akkor, ha rögzített készítményeken bizonyos festési eljárásokkal kezeljük. A mag ugyanis a különböző festékeket erősen leköti és élénken színeződik (haematoxylin). A sejtek általában egymagvúak, de vannak két-, sőt többmagvú sejtek is. Így pl. a májsejtek között akadnak két-hárommagvúak is, míg a csontvelő óriássejtjei sokmagvúak.

Ha a sejt osztódásakor a mag többszöri osztódásával a citoplazma nem osztódik, *plazmódiumok* jönnek létre, ilyenek a máj- és izomsejtek, a mellékvese kéregsejtjei, viszont ha több sejt összeolvad, *szünciciumok* (*syncytium*) keletkeznek, ilyen a szívizom. Mindkét esetben több sejtmagvú sejteket találunk.

A legtöbb sejtmag 5–10 mikron nagyságú. Vannak kis- és nagymagvú



4. ábra. Sejtek különböző alakú sejtmagokkal.

1. Vorticella véglény kolbászalakú sejtmaggal, 2. kürtállatka gyöngysorszerű sejtmaggal, 3–4. agancsosan elágazó sejtmag a hernyó szövőmirigyből.

sejtek. Így pl. egyes idegsejtekben nagy a sejtmag, míg pl. a száj nyálkahártyájának hámsejtjeiben kis sejtmagvak találhatóak. Gömbalakú sejtekben a mag kb. a sejt középső részén található, ellenben nem ritka ugyan csak hámsejtekben a magnak a sejtek különböző magasságában való elhelyezkedése sem. Leggyakoribb a gömbalakú mag, hosszúkás sejtekben a mag tojásdad, elliptikus, orsóalakú lesz, lapos sejtekben a sejtmag is ellaposodik, viszont a hosszúra megnyúlt sejtekben, pl. az izomsejtekben a mag is pálcikaszerűvé válik. Nem ritka a vese-, félhold-, szarv-, gyöngysor stb. (1. ábra) sejtmag alak sem.

A mag alkotórészei

A magban találjuk a *magvázat* vagy *magrecét*, a *magvacskát* és végül a *magnedvet*. A magot kívülről élesen elkülönült *maghártya* veszi körül. A maghártya fehérjetartalmú anyagokból áll. A magváz vagy magrece két részből áll, a szerkezet nélküli nem festődő anyagból (*achromaticus* vagy *linin-állomány*) és a festődő (*chromaticus*) állományból. A kromatikus-állomány apró szemcséiből lesznek a fonátszerű *kromoszomák*. A kromoszomák belsejében találjuk a spirális kettős fonalat, a *kromonémákat* s ezeket körülveszi a *kalimma* vagy *matrix-réteg*. A kromoszomák bázikus festékekkel erősen festődő és gyöngysorszerűen elrendezett kromatin-rögökből felépítettek. Fontos szerepük van a közvetett sejtosztódásnál (mitosis). A kromoszomák száma minden állatfajra állandó pl. az ember kromoszomáinak száma 48, a ló belében élő nagyfejű bélgiliszta (*Ascaris megalocephala univalens*) kromoszoma-száma 2, míg a levéllábú rákokhoz tartozó sóféregnek (*Artemia salina*) kromoszoma-száma 168. A leggyakoribb kromoszoma-szám általában 10—50 között változik.

A *magnedv* félig vagy egészen folyékony része a magnak, a magrece üregeit tölti ki és kifeszíti a maghártyát.

A *magvacska* (*nucleolus*) a mag közepén, mint gömbalakú szilárd testecske található. Egy sejtmagban rendszerint egy magvacska van, nem ritka azonban olyan sejtmag sem, amelyben 5—8 magvacska fordul elő. Az indirekt sejtosztódáskor (mitosis) a magosztódás kezdeti szakában a magvacska feloldódik, de az osztódás végén újra feltűnik finom cseppecske alakjában.

A mag kémiai szerkezete

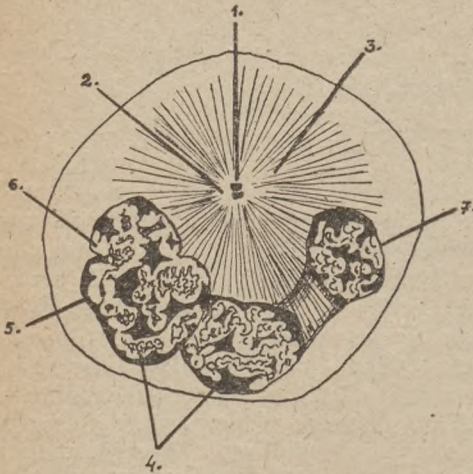
A mag főalkotórészét *nukleoproteidák* alkotják. Ezek leginkább a mag kromatinjában találhatóak, de a citoplazmának is fontos alkotórészei. Ha a nukleoproteidát pepszin hatásának tesszük ki, akkor a molekula két részre bomlik, nuklein + fehérje rész. A nuklein-rész még mindig fehérjetulajdonságokat mutat és ha a nukleint újabb enzime, a tripszin hatásának tesszük ki, az tovább hasad és felszabadul egy további molekula fehérje és egy fehérjementes rész, amit nukleinsavnak nevezünk. A nukleoproteid-molekula szerkezete durván a következő lenne:

fehérje — nukleinsav — fehérje.

A nukleinsav komplikált felépítésű vegyület, szétbontható foszforsav molekulákra, 5 szénatomos cukrokra és kis molekulasúlyú nitrogén-tartalmú egyéb vegyületekre. Összetétele a sejt tevékenységétől függ, molekulasúlya 1—2 millió között ingadozik.

A sejt középpont vagy vezérlőtest (cytocyentrum)

A citoplazmán és a sejtmagon kívül a cytocyentrum is (5. ábra) a sejt állandó alkotórésze. A petesejtben csak akkor lesz cytocyentrum, amikor a megtermékenyítéskor az ondósejttel oda bekerül. A csontvelő óriás sejtjeiben több cytocyentrum is van. A cytocyentrumnak a sejtben különböző helyzete lehet. Amíg a gömbalakú sejtben a sejt középpontjában foglal



5. ábra. Vezérlőtest (cytocyentrum) a barlangi gőte fehérvérsejtléből.

1. centriolum (jelenleg diplosoma), 2. centroszféra, 3. asztroszféra, 4. sejtmag, 5. a mag kromatikus állománya, 6. akromatikus állomány, 7. maghártya.

A cytocyentrum jelentősége a sejtekben végbemenő mozgásokkal áll összefüggésben, a sejt mozgásbeli, kinetikai középpontja s benne dr. Lenhossék szerint mindazok az erők összpontosulnak, amelyek a sejtek mozgásainál, mint eleven erők szabadulnak fel. A növényi sejtekben csak a barna moszatokban található cytocyentrum.

Az állati sejt életjelenségei

Az életjelenségeket nemcsak az élő többsejtű szervezeteken, hanem az azokat felépítő elemi alkotórészekben, a sejteken is észlelhetjük. A sejtek egyrészt saját erejükből, másrészt a külvilág behatására megváltoznak, energiákat termelnek s ily módon szerves anyagok elhasználódnak és újak képződnek. A sejtek szerves anyagainak ez a folytonos pusztulása és állandó újraképződése az, ami az életet főképen jellemzi.

Az egész szervezet élete épenúgy, mint a sejtek élete, különféle jelenségek együtteséből áll s ezekről csak akkor tudunk igazi képet alkotni, ha sikerül őket egyszerűbb jelenségekre szétbontani.

Nagy általánosságban az állati sejt a következő főbb életjelenségeket

mut
tehá
érzé

hetil
pódi

irán
(6. á
A ci
folye
diun
stádi
moz



ben s
gástíp

amely
igen
kere
bőrfe
fordu

R
gokat
szabb
(kinet
(1—8

mutathatja: 1. bizonyos körülmények között alakját és helyét változtatja, tehát *mozog*, 2. minden sejt *táplálkozik*, 3. belső és külső ingerek iránt *érzékeny* és 4. *szaporodik*.

A SEJTMOZGÁSOK, HELYVÁLTOZTATÁS

A helyváltoztatás, vagyis az állati sejtek mozgása kétféleképpen történhetik: *a)* állábak vagy pseudopódiumokkal, *b)* plazmaszálak vagy undulipódiumokkal.

Állábak (pseudopodiumok) a metabol-sejtek felületén különféle irányban az entoplazma áramlásával létrejött nem állandó nyúlványok (6. ábra). A citoplazma áramlását a változó felületi feszültség teszi lehetővé. A citoplazma nagyon tág határok között változtatja halmazállapotát, azaz a folyékonyabb szol (sol) stádiumból átmehet a szilárdabb ú. n. gél (gel) stádiumba. A mozgásnál a kisebb feszültségű felületeken a belső nyomás a szol-stádiumban levő entoplazmát áramoltatja a mozgás irányába. Így tudnak mozogni, tovakúszni az amőbák, némely ostoros véglény és a többsejtűek.



6. ábra. Emlős fehérvérsejtjének amöbaszerű mozgása és alakváltozása.
a. állábak (pseudopodium).

ben számos sejtfeleség, különösen a fehérvérsejtek (leucocyta). Ezt a mozgástípust *amöbaszerű mozgásnak* is nevezzük.

Az *undulipódiumok* a mozgás szolgálatában álló olyan sejt-szervek, amelyek nemcsak véglényeken, így az ostorosokon és csillangósokon, de igen gyakran alacsonyrendű gerincteleneken (laposférgek, örvénylőférgek, kerekesszerűek), sőt magasabbrendű gerincteleneken (puhatestűek, tüskésbőrűek vagy csak fiatalabb fejlődési szakokban vagy kifejlett korban előfordulnak).

Kétféle undulipódiumot ismerünk: 1. *ostorokat (flagella)* és 2. *csillangókat (cilia)*. Az *ostorok* rendszerint a test leghosszabb átmérőjénél is hosszabb, fonálszerű képletek s az entoplazmában levő ú. n. ostormagból (kinetonucleus vagy blepharoplast) indulnak ki. Számuk rendszerint kicsiny (1—8), ritkán több. Az ostorok az ú. n. ostoros véglényeknek (Flagellata)

legfontosabb mozgató sejt szervei, de előfordulnak ritkábban a többsejtűek némely sejtjein is pl. a hímsírasejt. Nevezetes ostoros véglények pl. a tripanozómák (egy ostorral), a trichomonász-fajok (3—5 ostorral), a giardia-fajok (8 ostorral). A csillangók rendszerint jóval rövidebbek s számuk általában igen nagy. Legszembetűnőbbben a csillangós véglények (Ciliata) osztályában fordulnak elő. Minden csillangó egy-egy bazális testecskeből indul ki s ezek sűrű sorokban az ektoplazmában foglalnak helyet. A csillangók mozgása ritmikus, csoportos és az enyhe szélben ringó búzatáblához hasonlítható. A helyváltoztatáson (alacsonyrendű metazoákban vagy többsejtűekben is) kívül fontos szerepük lehet különösen némely metazoában a táplálékszerzésnél. A többsejtűeknél is vannak olyan sejtek, amelyeknek csillangóik vannak, így pl. a légutakban, gégében, a légcsőben, hörgőkben találni csillangós hengerhámot. Ezek mozgást, áramlást tartanak fel s feladatuk a bekerült idegen anyagok kiküszöbölése. Csillangós hámsejteket találunk a női nemiutakban, ahol ugyancsak fontos szerepük van, ott ezek is állandó áramlást tartanak fenn. Egyes többsejtűek fejlődési alakjain is találunk csillangókat, pl. a közönséges májmétely (*Fasciola hepatica*) miracidium-álcái csillangókkal mozognak.

A SEJTTÁPLÁLKOZÁS

Minden sejt táplálkozik. A táplálóanyagok az ektoplazmán át kerülnek a sejtbe. Minden sejt, illetve test *gáznemű*, *folyékony* és *szilárd* halmaz-



7. ábra. Béka fehérvérsejtje, amint egy baktériumot megtámad (a) azt testébe zárva (b), emésztetni kezdi (c).

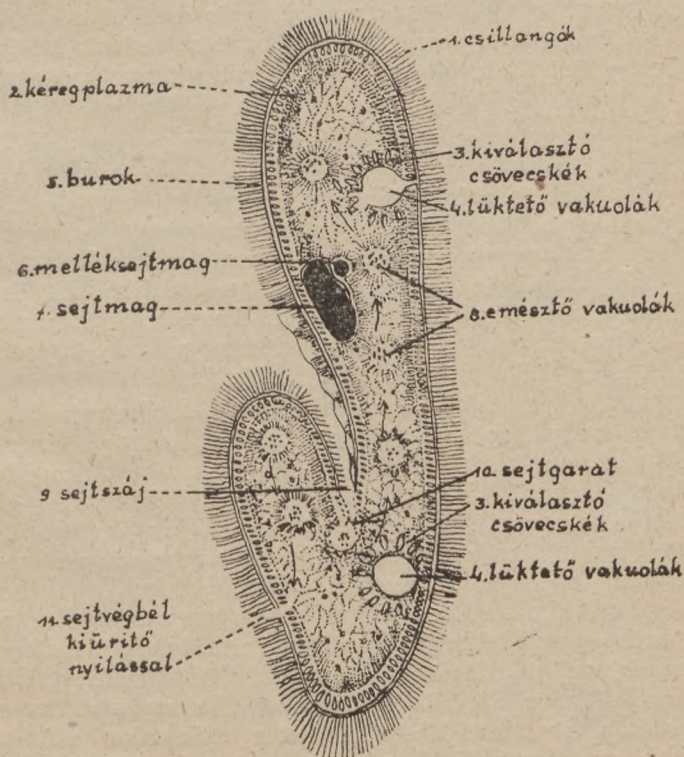
állapotú anyagokat tud felvenni. A gáznemű és folyékony anyagokat rendszerint abban az esetben, ha azok diffúzióra kész állapotban vannak. A citoplazma által felvehető gázhalmazállapotú anyagok közül meg kell említenünk az O_2 -t, CO_2 -t. Ezek közül különösen fontos az O_2 , erre az oxidációs folyamatoknál van szüksége a sejtnak s felvétele lélekzéskor történik (l. később lélekzés alatt).

Folyadékok felvétele. A sejt a szövetnedvekkel veszi fel a különböző anyagokat s ezek a sejthártyán, vagyis az ektoplazmán keresztül juthatnak be a sejtbe. Ez a probléma azonos a sejthártya permeabilitásával. A sejthártya egyes anyagok számára átjárható, mások számára nem. A vízben oldódó kis-molekulájú anyagok könnyebben bejut-

nak a sejtekbe, mint a nehezen vagy egyáltalán nem oldódó nagymolekulájú anyagok. A folyadékok felvételével a biokémiai előadások keretében fognak hallgatónk megismerkedni.

Szilárd halmazállapotú anyagoknak felvételi módjait a véglényeken tanulmányozhatjuk, bár a többsejtűek metazoák némely sejtjei, pl. a fehérvérsejtek (phagocyták) is képesek a szilárd anyagok felvételére (7. ábra). Nem kétséges, hogy az utóbbiak szilárdanyagfelvétele más céllal tör-

ténik, mint pl. a véglényeké. A véglények a szilárd anyagokat (baktériumokat, vörösvérsejteket és egyéb organikus anyagokat, mint táplálékot, ha metabol-sejtről van szó, ahol az ektoplaszma nem olyan szilárd, hogy alakját nem tudná változtatni, a sejtestet bármely részén állábakkal (pseudopodiumokkal) való körülölyés, illetőleg bekebelezéssel felveheti. Így táplálkoznak az amóbák, így tudnak a fehérvérsejtek (phagocyták) szilárd, idegen testeket (baktériumokat és egyéb organikus vagy anorganikus testeket) bekebelezni, hogy azokat ártalmatlanná tegyék. A nem metabolsejtek szilárd anyagokat az e célra kialakult sejt szervén (8. ábra), a *sejtszáj*on (cytostoma) át tudnak entoplazmájukba juttatni.



8. ábra. Papucsállatka (*Paramecium caudatum*) szervezete.

1. csillangók, 2. kéregplazma, 3. kiválasztó csövecskék, 4. lüktető vakuolák, 5. burók (cuticula), 6. melléksejtmag (micronucleus), 7. sejtmag (macronucleus), 8. emésztő vakuolák, 9. sejtszáj (cytostoma), 10. sejtszáj (cytostoma), 11. sejtvégéből kiürítő nyílással (cytopyge).

A sejtszáj rendszerint az ún. *sejtszáj* (cytostoma) is bővül s ritka esetekben az entoplazmába jutott táplálék a *sejtbélben* (cytoenteron) megemésztődik. A fel nem használható része a felvett szilárd tápláléknak rendszerint a sejt meghatározott részén látható *nyíláson* (cytopyge) át ürítődik ki. Az ilyen sejtszervek a legnagyobb differenciálódást mutató véglényekben, a csillangósokban (Ciliátákban) gyakoriak, de előfordulnak az ostoros véglényekben (Flagellátákban) is.

A *többséjtűek* (*metazoák*) fagocitái az amőbákéhoz hasonló táplálkozási módon, de természetesen nem táplálkozás céljából vehetnek fel különféle szilárd halmazállapotú idegen testeket és anyagokat, ha ezek a szervezetbe bármilyen módon bejutottak. Különösen fontos a szövetekbe behatoló káros baktériumoknak a fagociták által való kiküszöbölése. A fagociták az idegen anyagot pl. kormot, festékszemeséket, kiömlött vért, elpusztult sejteket és sejtörmelvényeket is nagy mohósággal pusztítják el, ezért nevezik a fagocitákat a szervezet utcaseprőjének. De az élettani folyamatok némely részleteiben is aktív részt vesznek és tevékenykednek a fehérvérsejtek. Feladatuk az ú. n. fiziológus csonkítás végrehajtása. Az ebihal (hékalárva) provizórikus szervei közül az úszófarok az átalakulással napról-napra rövidül s a szerepét már betöltő szerv helyébe egy magasabb fejlettségű mozgásszerv, a végtagok alakulnak ki. A feleslegessé vált úszófarok eltüntetésében éppen a fehérvérsejteknek van szerepük.

A SEJT ÉRZÉKENYSÉGE (IRRITABILITÁSA)

A sejt citoplazmája a különböző ingerekre érzékeny és azokra reagál. A sejteknek azt a tulajdonságát, hogy meghatározott ingerre specifikusan reagálni képes, *érzékenységnak* nevezzük. Az inger, amely a sejtre s annak citoplazmájára hat, sokféle lehet. Általában mechanikai-, kémiai-, hő-, fény-, elektromos ingerekről beszélhetünk. Legtöbb sejtben nem tudjuk, hogy ezek az ingerek milyen változást idéznek elő a citoplazmában, csak az ingereknek a mértékét, effektusát vesszük észre.

Az effektus, a reakció sokszor specifikus tevékenységében nyilvánul meg, ezt *taxis* vagy *tropizmus* névvel jelölhetjük meg. Ezzel kifejezzük a sejtnek vagy valamely alacsonyabbrendű szervezetnek reá nézve jellemző biológiai tulajdonságát. Ezen tulajdonságok körülírására a *taxis* vagy *tropizmus* szót az ingerfeleség nevével kapcsoljuk össze pl. kemotaxis, hidrotaxis, galvanotaxis stb. Az ingerre adott válasz sok esetben lehet pozitív vagy negatív és ebben az esetben valamely tulajdonság körülírásában ennek kifejezést is kell adni. Valamely sejt vagy szervezet pl. keresheti vagy kedvelheti a fényt, ebben az esetben ezt a tulajdonságát pozitív fototaxis (fototropizmus) névvel jelöljük meg. Ha kerüli a fényt, akkor negatív fototaxist árul el, azaz fotofóbiáról van szó. Sokan nem tesznek különbséget a *taxis* és a *tropizmus* között, holott a *taxis* szóval még nem jelöltük meg tulajdonképpen a reakció lényegét, irányát, míg a *tropizmus* szó pozitív irányú reakciót jelent. Természetesen vannak ingerek s ezekre valamely sejt mindenképpen pozitívan reagál, ebben az esetben egyformán használhatjuk a *taxis* vagy *tropizmus* kifejezést. Pl. az elektrotaxis és elektrotropizmus egyaránt megjelöli némely véglénynek azt a tulajdonságát, hogy az elektromos áram hatására a pozitív vagy a negatív sarok felé, tehát valamelyre pozitívan mozog. Annak megjelölésére, hogy a valóságban milyen irányú a sejtnek elektrotaxisa vagy elektrotropizmusa, akármelyik elé a pozitív vagy negatív jelzõt kell tenni (l. az elektrotaxisnál).

Mechanikai ingerek. A közönséges mechanikai ingerekre (szorítás, nyomás, rázkódtatás) adott reakció annál kifejezettebb, minél intenzívebb maga a behatás. Ha egy amőba állárait megérintjük valamilyen tárggyal, állárait azonnal behúzza, akár csak kiömlött tapogatóit a csiga. Ha erőteljesebb ez a mechanikai inger, akkor a sejten sérülés, szakadás követ-

kezelhetik be. Ilyen ingerhatások megjelölésére nem szoktuk a taxis vagy tropizmus kifejezést használni. Vannak azonban különleges mechanikai ingerek is, amelyekre egyes sejtek vagy szervezetek specifikusan reagálnak, ez esetben a tulajdonság megjelölésére a taxis szó használatos.

Ilyen specifikus mechanikai ingerre adott reakció a *reotaxis*. Ez némi állatnak (pl. halak) vagy sejtnak (pl. hímcsirasejt) az a tulajdonsága, hogy valamely áramlásadta ingertől stimulálva, az árammal szemben mozgásra kényszerülnek. A reotaxis különösen a folyóvízben élő halaknak nevezetes tulajdonsága s ha ez hiányozna, előbb vagy utóbb olyan környezetbe (tenger) kerülhetnének, ami nem felelne meg élelfeltételeiknek. A magasabbrendű állatok hímcsirasejtjei a női nemi utakba jutva, azoknak bizonyos szakaszaiban a csillangós hengerhántól létesített áramlásba ütköznek. Ez az áramlás stimuláló-hatással van rájuk és az az eredménye, hogy az áramlást leküzdve töreksenek a petesejt elérésére.

Kémiai ingerek. A kémiai anyagok az élő sejt citoplazmájára sokféleképpen hatnak. Vannak kémiai anyagok, amelyek iránt a sejt közömbösen viselkedik, mások viszont pozitív vagy negatív irányban hatnak a sejtre s emiatt a sejt ezeket az anyagokat vagy keresi vagy kerüli. A sejtnak kémiai anyagokhoz való viszonyát *kemotaxisnak* nevezzük s ez lehet pozitív és negatív. Közismert dolog, hogy a sejteknek az oxidációs folyamatok céljából oxigénre van szükségük és ez a szükséglet teszi oxigénéssé a sejteket. A sejtek egyik ősi tulajdonsága a pozitív kemotaxis. Ha pl. egy desztilláltvízzel megtöltött hengerbe csillangós ázalékállatkákat (*Ciliata*) teszünk és a hengert finoman lyukacsos parafadugóval lezárva közönséges vízzel telt edénybe süllyesztjük, a csillangós véglények mind át fognak menni a közönséges vízbe, mert keresik az oxigént. A pozitív kemotaxisra tanulságos példa a hímcsirasejtek viselkedése a petesejtekkel szemben. Ezt legjobban az ú. n. szabad vagy külső megtermékenyítés szemlélteti a halaknál és tüskésbőrűeknél. Ha külön-külön edénybe vízben tartott petesejteket és hímcsirasejteket összekeverünk, rövid időn belül a hímcsirasejtek egyre növekvő számban egy-egy petesejt felé mozognak, hogy azt megtermékenyítsék. Mi az a vonzóerő, ami erre készteti a hímcsirasejteket? Bizonyára az a kémiai inger, amit a petesejt létesít és amelyre a hímcsirasejt pozitív kemotaxisával reagál.

A rovaroknál kemotaxisal az élelem keresésénél és a másik nem felkutatásánál stb. találkozunk. Az erjedő melasz éppen a kemotaxis révén csalogat magához nagyszámú rovar. A különböző védekezési eljárásoknál a pozitív vagy negatív kemotaxist használják fel védekezési módszernek. A rovaroknál a kemotaxis a szagló- és valószínűleg az ízlelőszervekkel kapcsolatos. Negatív kemotaxist váltanak ki a rovaroknál a naftalin, nikotin és karbolsav, ezek gátlólag hatnak a rovarokra, ezért használhatók fel eredményesen a védekezésnél. Pozitív kemotaxist tapasztalhatunk a vetési bagolyepkénél. Ha erjedő melasszal telt nyitott edényt kihelyezünk, abban a beleröpülő lepkék tömegesen fulladnak meg és ez a pozitív kemotaxis a vetési bagolypille elleni védekezésnek egyik módja.

A kémiai ingerektől létesített taxisok közé tartozik a *hidrotaxis* is. Ez is lehet pozitív és negatív. Az első esetben a szervezet keresi a vizet, az utóbbiban kerüli. Vannak esetek, amikor ugyanaz a szervezet (pl. egy véglény) hol pozitív, hol negatív hidrotaxist mutat, attól függően, hogy milyen a fiziológiai állapota az illető sejtnak, illetve szervezetnek.

Hőingerek. A szervezetek életére fontosak a hőmérsékleti viszonyok is s élet is csak akkor lehetséges, ha a hőmérséklet bizonyos határértékeket akár felfelé, akár lefelé nem lép túl. Az, hogy melyek ezek a határértékek, amelyeken túl a citoplazma élete megszűnik, függ az állat törzsfejlődéstani (phylogenetikai) fejlettségétől, részben fiziológiai állapotától, a magas vagy alacsony hőfok behatási idejétől és egyéb tényezőktől. A magasabbrendű szervezetek citoplazmájára a 40—50 C° hőmérséklet rendszerint destruálólag hat, viszont ismerünk alacsonyrendű növényi és állati szervezeteket, ezek jóval magasabb hőfokon is élnek és szaporodnak. A baktériumok spórái igen magas (80—100 C°) hőfokon sem pusztulnak el azonnal és vitalitásuk ilyen magas hőfok behatására csak bizonyos idő alatt szűnik meg.

A hideghatás más elbírálás alá esik. Az a körülmény, hogy valamely sejtet vagy szövetet megfagyasztunk, nem jelenti egyben a sejt vagy szövet életképességének megszűnését. Ellenkezőleg régi tapasztalat, hogy a fagypont alatti hőmérsékleten különösen bizonyos sejtek aránylag hosszú ideig életben maradnak (peték, lárvák stb.). Minél alacsonyabb a hőfok és minél hosszabb ideig tart annak hatása, annál inkább válik ez a sejtekre halálössé. Ezen a tapasztalaton alapszik olyan húsféléknek (sertés, szarvasmarha), melyekben az emberre ártalmas paraziták (trichinella, borsóák) vannak, fagyasztással az emberi fogyasztásra alkalmassá tétele. Trichinellás húst pl. legalább 15 napig kell — 10—13 C°-on tartani, amíg benne az összes trichinella-lárvák elpusztulnak.

Hőoptimum az a hőmérséklet, amely valamely szervezet életfeltételeinek legjobban megfelel. Az optimális hőnek a sejtekre gyakorolt hatása igen szembetűnően mutatkozik a sejtek szaporodási folyamataiban. Hertwig Oszkár német zoológus végzett ebben az irányban alapvető kísérleteket a gyepi béka (*Rana fusca*) megtermékenyített petéjével s különben két kísérlete bizonyult tanulságosnak. Az egyikben a békapetéket 24 és 15 C° hőmérsékletű vízben tartotta és vizsgálta, hogy a három osztódás (barázdálódás) mikor fejeződik be s azt tapasztalta, hogy

a 24 C°-os vízben az I. osztódás	2 óra 10 perc alatt
a II. „	2 „ 40 „ „
a III. „	3 „ 25 „ „
a 15 C°-os vízben az I. „	3 „ — „ „
a II. „	4 „ 10 „ „
a III. „	5 „ 35 „ „

fejeződött be, vagyis az első három osztódási folyamat megtörténtéhez a 15 C°-os vízben közel kétszer olyan hosszú időre volt szükség, mint a 24 C°-os vízben.

Egy másik kísérletben azt vizsgálta, hogy ha a békapetéket három napon át 10, 15, 20 C°-os vízben tartotta, azok e különböző hőmérsékletű vizekben milyen előrehaladást tettek az embrionális fejlődésben. Kiderült, hogy amíg a 10 C°-os vízben az ébrény csak a gasztrula-stádiumot érte el, addig a 15 C°-osban már kialakult a medulláris-lemez is, a 20 C°-osban már láthatóvá váltak a szemfolt, a kopoltyú és az izomszelvények kezdeményei stb. A 24 C°-osban az ébrény már az ebihal alakját mutatta

s a kopolytűk előrehaladott fejlettséget értek el épenúgy, mint egyéb szer-
vek is.

Mindkét kísérlet világosan igazolja a kedvezőbb (magasabb) hőmér-
sékletnek a sejtosztódásra kifejtett befolyását, a kedvezőbb (magasabb)
hőfok élénkíti a barázdálódást. Ezeket az ismereteinket számos vonatko-
zásban a gyakorlatban is felhasználhatjuk (mesterséges tojáskeltetés).
Ha valamilyen hőforrást (pl. villanylámpát) helyezünk el egy atkás
gabonagarniadába, akkor az atkák köralakban helyezkednek el a hőforrás
körüli meghatározott távolságban a hőforrástól. Ez a kör az az optimális
hőmérséklet, amelyet az állatok tartózkodásul kiválasztanak. Az atkák itt
ismertetett termotaxisán alapulnak azok a különböző műszerek is, amelyek
a gabona fertőzöttségét mérik.

Fényingerek. A fény, különösen a napfény, számos életjelenségre (sejt-
osztódás, anyagcsere, mozgás stb.) kedvező befolyással van. Az állati sejt-
ekre gyakorolt fényhatás nem annyira észrevehető, mint a növényi sejte-
ken. Állati vonatkozásban inkább azt tapasztalhatjuk, hogy az erős nap-
fény egyes sejtekre jó, másokra rossz hatással van, egyesek keresik, mások
kerülik a napfényt. Például egy nagytestű édesvízi amőba, a *Pelonyxa*
palustris, ha árnyékban van, széles állábakat bocsát ki testéből, de ha
direkt fény éri, azonnal behúzza azokat. A gerinctelen és gerinces állatok
bőrének pigment-sejtjei szintén nagyon élénken reagálnak a fényhatásra.
Ezek az ún. *kromatofórok*. Színező anyag, azaz pigment előfordulhat a
bőr különböző részeiben (izetlábúak kutikulája gyakran színes, színyanyag
lehet a hámsejtekben is). Ez a pigment helyhez kötött és csak huzamos
fényhatásra gyarapszik (pl. az ember bőrének lesülése). Vannak fekete-
színű melanofórok, sárgászínű xantofórok, vörösszínű lipofórok stb. Ha a
fényhatásra az apróbb testű, de élénkebben mozgó irizáló testecskék
(iridocyták, guanophorok) akár pigmentnélküli, akár pigmentes sejtek
felett mozognak, ún. interferencia- vagy reflex-színek jönnek létre. Ez azt
jelenti, hogy az állat a környezethez való alkalmazkodásért színét is vál-
toztathatja (mimikri-színek, a Camaleon-gyík színjátéka), ha testének
helyzetét a fény beesési iránya szerint változtatja.

Azt a tulajdonságát az állati szervezeteknek, hogy fényhatásra reagálni
képes, *phototaxisnak* vagy *heliotaxisnak* nevezzük. Ez lehet pozitív, ekkor
foto- vagy *heliotropizmus*ról beszélünk és lehet *negatív*, amikor *foto-*
vagy *heliofóbia*nak nevezzük. A szervezet az első esetben keresi, az utóbbi-
ban kerüli a fényt. A legtöbb állat az erős közvetlen napsugár elől elmenek-
kül. Ezért testüknek élet fordítják a fényforrás felé vagy a szétszórt
(diffúz) fényt úgy próbálják abszorbeálni, hogy széles testfelülettel for-
dulnak a fényforrás felé. Nemcsak a véglényeken, hanem a többsejtű szer-
vezeteken is megfigyelhetjük ezt a jelenséget.

Vannak szervezetek, amelyek csak diffúz-fényben, a sötétség beállta-
val mutatnak bizonyos életjelenségeket (számos éjjeli lepke, baglyok,
denevérek stb.), mások teljesen áttértek a diffúz-fény melletti életmódra
(barlanglakó gerinctelenek).

A rovaroknál nagyon erős a pozitív fototaxis, ezért a fény felé töre-
kednek. Sötét holdfény nélküli éjszakákon a különböző fényforrások ha-
talmas rovartömegét csalogatnak össze. A rovarok a fototaxis látószerveik-
kel érzékelik s a rovaroknak fénnel való összefogdosását éppen a pozitív
fototaxis teszi lehetővé. A negatív fototaxis a rovaroknak különféle búvó-

helyekre, így fákra helyezett rovargyűrűk alá csalogatására is felhasználják.

Elektromos ingerek. Számos kutató kiderítette, hogy a citoplazmára az elektromos áram milyen ingerhatást fejt ki. Ezek a vizsgálatok beigazolták, hogy a különböző szervezetek különbözőképpen viselkednek az elektromos áramra és különbségek mutatkoznak az effektusban is. Az alacsonyabbrendű szervezetek (baktériumok, véglények) nagyon reagálnak az elektromosáram minőségére. Ha például egy fehérvérsejtet vagy egy amőbát gyenge indukciós ütésekkel izgatunk, úgy viselkednek, mintha egyszerű mechanikai inger hatna rájuk. Ha a citoplazma áramlása megszűnik, mozgásukat beszüntetik s állábaikat visszavonják. Ha az indukciót abbahagyjuk, a rendes életjelenségek tovább folytatódnak. Abban az esetben, ha erősek az indukciós ütések, az állábak behúzásával nemcsak a sejt válik gömbölyűvé, hanem előfordulhat az is, hogy a sejt megreped és citoplazmája szétesik. Az elektromos inger effektusa másképpen nyilvánul meg, ha elektromosáram hatásának tesszük ki a sejtet. Jelen esetben az áram a sejtet bizonyos irányú mozgásra készíti. A baktériumoknak és számos véglénynek ezt a tulajdonságát *elektrotaxisnak* vagy *elektrotropizmusnak* nevezzük. A véglények, baktériumok fájával járó konstrukciója szerint ez is lehet pozitív vagy negatív. Ha egy csepp vizet teszünk egy tárgylemezre és abba néhány papucsállatkát (*Paramaccium caudatum*), akkor ezek a véglények az elektromos áram hatására a negatív pólus (katód) felé ívalakú pályán haladnak, ezen a póluson gyülekeznek s így negatív elektrotaxist mutatnak. Ha akvárium vizébe, ahol különféle véglények, baktériumok tenyésznek, elektromos áramot vezetünk, az eddig ott rendszertelenül és keverten a víz minden részében lebegő véglényeknek és baktériumoknak bizonyos fajtái a negatív, mások a pozitív sarok felé vonulnak és gyülekeznek aszerint, hogy elektrotaxisuk negatív vagy pozitív.

Geotaxis. A föld nehézségi ereje is ingerképpen hat az élőlényekre s az erre adott reakció a *geotaxis*. A föld nehézségi erejének minden test engedelmeskedik és a testek legnagyobb része bizonyos testtartásban van. Az alacsonyabbrendű szervezetekben az nem úgy érvényesül, mint a magasabbrendűeknél. Például a véglényeknek mindegy, hogy az oldalukon vagy hátukon fekszenek.

Egyes alacsonyabbrendű állatoknál fontos a pozitív vagy negatív geotaxis. Sok féregnél fontos tudni azt, hogy milyen a geotaxisa, mert ebből következtethetünk a fertőzés eredetére. Például a *Strongilus vulgaris* a ló vastagbélében előforduló fontos élősködő. Ennek kétszer vedlett lárvája felmászik a fűre és innen jut legeléskor a lóba. Ezeknek a lárváknak negatív geotaxisuk van és ez a geotaxis bármikor nem jöhet létre, csak akkor, ha harmatos a fű, ha kisüt a nap, akkor a lárvák levonulnak a fű tövébe. Mindezekből láthatjuk, hogy a *Strongilus vulgaris* lárváinak geofobeája, hidrotropizmusa és heliofobeája van.

A SEJTEK SZAPORODÁSA

A sejtek táplálkozás és növekedés után szaporodni is képesek s az eredeti sejthez hasonló új sejtet tudnak létrehozni. A sejtek szaporodásának folyamatai beható kutatásokra ösztönözték a bűvárokat, így Virchowot

is, aki a kórszöveti kutatások terén nagy érdemeket szerzett és 1858-ban kimondotta, hogy „minden sejt sejtől lesz“ („omnis cellula e cellula“). Ez a nézet szakított ugyan a régi elavult teóriás sejtszaporodási módokkal, azonban nem oldotta meg teljes egészében a sejtszaporodás minden problémáját.

A legújabb kutatások beláthatatlan perspektívát adnak e biológiai tudomány számára. A szovjet tudomány élenjárói, így O. B. Lipesinszkaja kimondotta, hogy nemcsak a sejt az a legkisebb morfológiai egység, amely életműködésre képes és nemcsak sejtől képződhet sejt, hanem képződhet minden élő fehérjéből is (Citoplazma koacervátumok), annak sejté alakulásával. Kimutatta, hogy a tyúktojás sárgájából és a halpeték szikállományából kiszakított sejtagnélküli élőállomány továbbtenyésztve, belőle új maggal bíró sejt keletkezett s az eddig ismeretes sejtosztódás nélkül tovább szaporodott.

Dr. Törő Imre akadémikus a csecsemőmirigy sejtjeiben figyelte meg, hogy a sejten belül a citoplazmában új kis sejtmag képződött és ez, egy darab citoplazmával kiszakadva, új sejté alakult. Dr. Törő Imre ezt a folyamatot *neonukleáris sejtosztódásnak* nevezte és ezzel a felfedezésével alátámasztotta és megerősítette O. B. Lipesinszkaja felfedezéseit.

A sejtosztódásnak ismert módja: a közvetlen (amitosis) és közvetett sejtosztódás (mitosis), valamint a legújabban felfedezett *neonukleáris sejtosztódás*.

Közvetlen (amitosis vagy direkt) sejtosztódáskor (9. ábra) a sejtmag befűződése oly módon történik, hogy azt a sejtmag szerkezetének semmiféle előzetes megváltozása nem előzi meg. A magosztódásnak ezen alakját egyes esetekben a sejt testének kettéválása nem is követi. Így jönnek létre a *sokmagvú sejtek (plasmodiumok)*. Ezen folyamatnál ugyanis a mag befűződéssel két vagy több lebenyűvé válik s az így keletkezett egyes maglebenyek elválhatnak egymástól és a közöttük lévő megszorodott citoplazmában helyezkednek el. A sejt ezen esetben nem darabolódik fel. Az amitotikus sejtosztódás másik alakjánál a mag kettéválását magának a sejttestnek megoszlása is követi. Így szaporodnak a fehérvérsejtek, az egysejtű állatok (protozoa), a puhatestű és izeltlábú állatok egyes sejtfeleségei, a magasabbrendű állatoknál az embrionális korban lévő sejtek és a kiöregedett sejtek is.

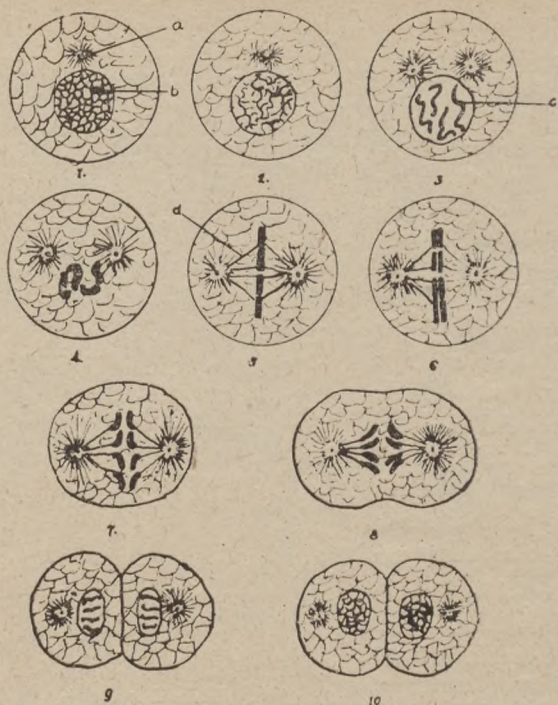
Közvetett, szakaszos sejtosztódás (mitosis) (10. ábra) a sejtosztódásnak az a módja, amely négy fázisban és több stádiumban megy végbe. Egyik stádiumot élesen elválasztani a másiktól nem lehet, bár minden



9. ábra. Közvetlen vagy amitotikus sejtosztódás. 1. nyugvó sejt, 2-3 a citoplazma és mag meggyűlik s középen kezd befűződni, 4. a mag és plazma két sejté különül.

stádiumon belül fontos folyamatok vannak. A sejtosztódás négy fázisa a következő: I. profázis, II. metafázis, III. anafázis, IV. telofázis.

I. fázis (*prophasis*) 1. stádium. Nyugvó mag stádiumában a kromatin a sejtmagban a fajra nézve jellemző elrendeződésben van. 2. stádium. Az osztódásnak induló sejt és magja megduzzad, kromatin-állománya megszaporodik s a sejtközéppontban (cytocyentrum) a centriolum lassankint



10. ábra. Közvetett vagy mitotikus sejtosztódás.

1. nyugvó mag-stádium, a. vezérlőtest, b. sejtmag a benne lévő kromatin- és linin-fonallakkal, 2, 3. profázis, a kromatin kromoszómákká alakul s maggomoly (monospirema) lesz belőle (c), 4, 5. metafázis, a vezérlőtestek végleges helyükre vándorolnak s a kromoszómák a közepén helyezkednek el (az equator síkjában), közöttük kialakul a magorsó (d) és az egyszerű csillag alakot monaszter létesítik, 6, 7, 8. anafázis, a kromoszómák hosszában kettéhasadnak és a húzórostok a kromoszómákat a sarkok felé húzzák, így alakul ki a kettős csillag alak a diaszter, 9, 10. telofázis, a mag kettéválk a plazmával együtt s visszaalakul a mag kromatinja, majd újra a nyugvó mag-stádium lép fel.

kettőszlik vagy ha diploszofma volt jelen, a két centriolum eltávolodik egymástól, közöttük orsósalakú halványan színeződő rostokból a *magorsó* vagy *centrális orsó* fejlődik ki. A két centriolum az orsóval együtt eleinte a mag oldalán helyezkedik el s e folyamat közben a magban bonyolódott változások történnek, a magvaeska felszívódik s a maghártya feloldódik. A magban eddig szivacszerű, hálós szerkezetű, erősen festődő kromatin-állomány egyes részei megvastagodnak, más részei elvékonyodnak, majd ezen állomány kezd tömörülni, sűrűsödni kromoszómákká, ezeknek száma ugyanazon állatfajra mindig állandó. 3. stádium. A megnyúlt és többszörösen hajlott kromoszoma-fonalak gomolyszerűvé válnak és az *egyszerű gomolyalakat* (*monospirema*) létesítik.

II. fázis (*metaphasis*) 4. stádium. A kromoszomák kialakulása közben eleinte a mag oldalán elhelyezkedő centriolumok végleges helyükre, a sejt két ellentétes pólusára vándorolnak. Ezen megszabott sejtpólusok között a citoplazmában a kromoszomák a középsíkban (*aequator*) helyezkednek el és a két centriolum között létrejött magorsóval együtt a csillagalakú ún. *egyszerű csillagalakot* (*monaster*) alkotják.

III. fázis (*anaphasis*) 5. stádium. A tulajdonképeni sejtosztódás csak ezután következik be oly módon, hogy a kromoszomák egyenként hossz-
lengelyük irányában középen kettéhasadnak és közben a mag kromatikus rostjai a sejtben köpenyszerűen helyezkednek el, alkotva a *köpeny-* vagy *húzórostokat*. Az egyes húzórostok egyik végükkel rátapadnak a kromoszomákra, másik végükkel a pólusok körül lévő asztroszféránál végződnek. A kromoszomák kettéosztódásával létrejött fiók-kromoszomák a magorsó egyenlítőjétől a sarkokra húzódnak és a két póluson az új centriolummal és a húzórostokkal együtt a kettős csillagalakot (*diaster*) létesítik.

IV. fázis (*telophasis*) 6. stádium. A sejtosztódás végső szakaszában a már előbb a középen befűződött sejtest az egyenlítő síkjában körbarázdával mind mélyebbre fűződik, végre két teljesen különálló sejt jön létre és az ily módon keletkezett két sejt mindegyikében lévő fiókmagvak a nyugvó magra jellemző átalakuláson mennek keresztül. Ugyanis minden egyes újonnan keletkezett sejtben a maghártya újra kiképződik és a magvakban lévő kromoszomák ismét gomolyszerű elhelyezkedést mutatnak, sokszor végeikkel össze is olvadnak és a *kettős gomolyalakot* (*dispiraema*) alkotják. Végül a kromatin szabálytalan rögökre és kötegekre darabolódik fel és a linin-hálózat kifejlődésével a magvak a nyugvó magra jellemző alakot mutatják. Ezalatt a citocentrum körül kifejlődött sugárszerű rajzolat is eltűnik és a sejtmag rendes alakú lesz.

A kötőszövetekben a sejtosztódás 30—40 perc alatt zajlik le. H-ion koncentráció, oxigén és a különböző hőmérséklet stb. befolyásolják a szakaszos sejtosztódást, úgyszintén a különböző vegyszerek is, bomlás-termékek, mérgek (colchicin, tryptaflavin, oxigén-tartalmú szerek) viszont megállíthatják az osztódást, különösen a metafázisban.

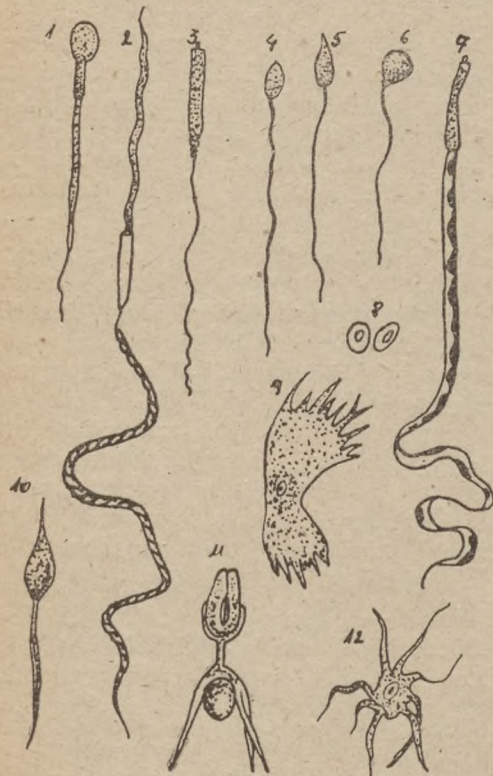
Egyéni fejlődés (ontogenesis)

Az állati test szöveteinek megismeréséhez előbb ismernünk kell azokat a folyamatokat, amelyek során az önálló sejtekből differenciálódott többsejtű szövetek keletkeznek. Erre tanít bennünket az *egyéni fejlődéstan* (*ontogenetica*). Minden állat kezdetben egy sejtből a *petesejtből* fejlődik. A legtöbb állatban a termékenyítés alkalmával két ivarsejt, a női ivarsejt a *petesejt* (*ovum*) és a hím ivarsejt, az *ondósejt* (*spermium*) egyesülése útján megindult osztódási folyamatok eredménye az állati test szöveteinek keletkezése.

A petefészek csirahámjából keletkezett gömbölyű női petesejt (ivar-sejt, csirasejt) megtermékenyítésre még nem alkalmas, hiszen az anyaatlra jellemző teljes (diploid) kromoszoma-számmal rendelkezik, ezért egy redukciós (számesökkentő) osztódásnak kell bekövetkeznie, hogy a

petesejt megtermékenyíthető legyen. E folyamat a petesejt érése (ovogenesis).

A petesejt érése úgy megy végbe, hogy a csirahámból keletkezett gömbölyű ovogoniumokból indirekt osztódással újabb ovogoniumok jönnek létre, ez a *csirázó szakasz*. Ezekben az ovogoniumokban sok tartalék- táplálóanyag raktározódik és ú. n. ovocitákká alakulnak s még mindig a női ivarú állatra jellemző, teljes kromoszoma-garnitúrájuk van, ez a *növekedési szakasz*. Ezután következik a tulajdonképeni *redukciós osztó-*



11. ábra. Különböző állatok ondósejtje.

1. ember, 2. rája, 3. sirály, 4. esiga, 5. meduza, 6. csuka, 7. csíkbogár, 8. rák, 9. bolharák (Daphnea), 10. tüdőshal, 11. folyami rák, 12. főnalféreg.

formativus) és a tápláló vagy szikállomány (*vitellus nutritivus*). E két állomány mennyisége, aránya és elhelyezkedése szerint osztjuk fel az állati petéket. A szikállomány mennyisége szerint megkülönböztetünk *szikmentes*, *kevésszikű* és *sokszikű* petéket.

Ha a sejtest képző- és szikállománya egyenletesen eloszolva foglal helyet a petesejtben, akkor a pete *izolecitális* pete; ha pedig a két állomány a pete két ellentétes pólusán különül el, *sarkos poláris telolecitális* petéről, végül ha a képzőállomány a szikállományt kéregszerűen veszi körül, középponti szikű *centrolecitális* petékről beszélünk. Azokban a petékben, amelyekben a két állomány poláris elhelyezkedésű, egy *animális* és egy *vegetatív* pólust különböztetünk meg.

dási szakasz, amikor két indirekt osztódási folyamat- tal kisebb és nagyobb sejtek keletkeznek. A második indirekt osztódás, ami abban különbözik az előző rendes mitotikus osztódástól, hogy a kromoszómák hosszirányban nem hasadnak ketté, hanem csak az eredeti számú kromoszómák feleződnek meg, így az újonnan keletkezett petesejtekben feleannyi számú kromoszóma lesz, mint az érési folyamat előtt. Ezért nevezik ezt a sejtosztódást *csökkentő osztódásnak*. Az így keletkezett négy petesejt közül azonban csak egy lesz alkalmas a megtermékenyítésre, három elpusztul.

A petesejt sejtthártyáján vagy fénylőburkán (*zona pellucida*) belül annak sejteste van s ennek közepén a *sejtmag* (*vesicula germinativa*) és ebben a *sejtmagvaeska* (*macula germinativa*) található. A sejtestben két állomány ismerhető fel és pedig a *képzőállomány* (*vitellus*

Az ondósejt (11. ábra) a hím ivarú állat heréjében (hím gonád) keletkezik s hasonlóan redukciós osztódás útján hozza létre a megtermékenyítésre alkalmas hím ivarsejtet. A folyamatot a hím ivarsejt érésének (*spermiogenesis*) nevezzük. A csirahámból levált elsőleges csirasejtek (spermiogoniumok) indirekt osztódással szaporodva a három fázison keresztül haladnak (csirázó, növekedési, redukciós szakasz) s feleződött kromoszoma-számú (haploid) hím ivarsejteket hoznak létre (egyből négyet). A keletkező sejt egyenlő értékű és nem pusztul el belőlük egy sem. Ezek még a második, redukciós osztódás után sem alkalmasak a termékenyítésre, hanem csak akkor, amikor a mozgás energetikai, kinetikai központja (cytocentrum) kialakul bennük.

Az így keletkezett s a megtermékenyítésre alkalmas ondósejt egyik végén a gömb- vagy körtealakú megvastagodott *sejt részt* látjuk, ez megfelel a sejt magjának, ezután a *nyaki részben* a citocentrumot találjuk, a *farki rész* pedig az, ami a sejt protoplazmájának felel meg. Ez csavarodott, elvékonyodó és mozgékony része az ondósejtnak. Az ondósejtek valódi sejtértékűek, önálló mozgásuk van és a szervezettől függetlenül is képesek életműködésüket végezni.

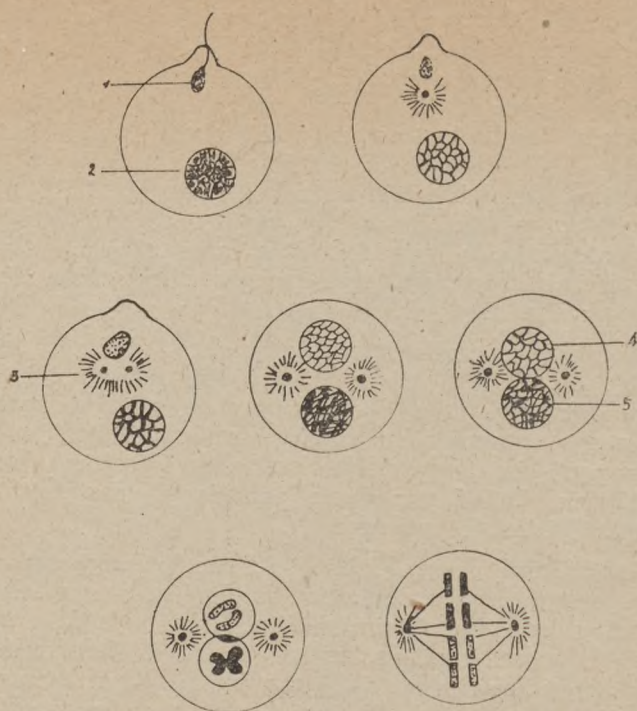
A fentiekből kitűnik, hogy az éretlen ivarsejt magjában az illető állatfajra jellemző számú kromoszoma található pl. az emberben 48. Érés folyamata nélkül a megtermékenyítés után létrejött új sejtekben nem az osztódáshoz szükséges kromoszoma-mennyiség állna elő, hanem annak kétszerese s emiatt az osztódás nem is következne be. Ezért az érési folyamat alatt az ivarsejtek magjának kromoszomáiból annak csak a fele, példánkban tehát 24 marad meg. A megtermékenyítéskor a hím- és női ivarsejtek egyesülnek s a megtermékenyített petesejt magjában újra az illető állatfajra jellemző és állandó kromoszoma-szám található, jelen esetben 48, melynek fele apai, a másik fele anyai eredetű.

A MEGTERMÉKENYÍTÉS

A megtermékenyítés lehet *külső* vagy *belső*. Külső megtermékenyítés a nőnemű állat testén kívül történik, valami külső közegben, így a tenger- vagy a folyóvízben oly módon, hogy a hím állat az ondóját a vízbe löveli. Az ondó a víz áramlása és az ivarsejtek egymásra való ingerhatása útján a vízbe lerakott petékhez (melyeket legtöbbször kocsonyás anyag vesz körül) jut s így azokat megtermékenyíti. Ilyen külső megtermékenyítést találunk a halaknál, a kételtűeknél.

A legtöbb állatfajnál belső megtermékenyítést találunk, amikor az ivarsejtek a nőnemű állat testén belül egyesülnek (hüllők, madarak, emlősök, rovarok nagyrésze stb.). A belső megtermékenyítést közösülés vagy párzás előzi meg, amikor a hím ivarú állat az ivarsejtjeit a női ivarú állat ivarvezetékébe löveli. Az ivarsejtek egyesülése oly módon történik, hogy az ivarsejt vagy áttöri a petesejt hártóját vagy pedig annak egy már előbb is meglevő nyílásán, a fogamzási dombon keresztül hatol be annak belsejébe.

Általában egy ondósejt (12. ábra) jut be a petesejt belsejébe, azonban az újabb szovjet kutatások eredményeképpen *Kusnyer* megállapította, hogy megtermékenyítéskor több ondósejt hatol be a petesejtbe (13. ábra) s



12. ábra. A termékenyítés folyamata vázlatosan.

1. a petesejtbe behatoló ondósejt, 2. a petesejt magja, 3. vezérlőtest, 4. hím-előmag (pronucleus masculinus), 5. női előmag (pronucleus femininus).

ezekből egyesek közvetlenül a megtermékenyítésben vesznek részt, míg a többi ondósejt a plazmában feloldva gyarapítja a plazma állományát s mint merociták a szikállomány rezorpciójánál szükségesek az embrió testének felépítésére. Több ondósejt bejutása a szikában gazdag petéknél szükséges is, mert a sok szikállomány gátolja az ondósejteket mozgásukban és így biztosítva van, hogy a petesejt magjánál legalább egy ondósejt az osztódást megindítja.

A petesejtbe behatoló ondósejtnak a feje és nyaki része jut be a pete-



13. ábra. Az ondósejtek behatolása a petesejtbe.

sejtbe, ellenben a farki rész, egyesek szerint már a befúródás pillanatában elpusztul, mások szerint a petesejt állományában feloldódik. A behatolt ondósejt tehát elveszti sejtjellegét és csak a magja és citocentruma marad meg. A megtermékenyítés után a petesejt hártás burkot választ ki, miáltal több ondósejt már nem juthat be a belsejébe.

A hím ivarsejt feje és nyaka a petében megfordul, hogy a nyaki rész, amelyben a centriolumok találhatók, a petesejt magja felé, míg a feji rész a petesejt burka felé fordul. Az ilyen megtermékenyített petesejtben a termékenyítés folyamata közben két magot találunk és pedig a

petesejt eredeti magját vagy női előmagot (*pronucleus femininus*) és az ondósejt magját, vagyis a hím előmagot (*pronucleus masculinus*). Később az ondósejt nyaka két centriolumra osztódik és ezek a petesejt két sarkára húzódnak. Az ondósejt feji része kromatinból áll, hálózatos szerkezetűvé válik lassanként mind nagyság, mind szerkezet tekintetében hasonlóvá lesz a petesejt magjához.

A BARÁZDÁLÓDÁS

A hím és női előmagvak egyesülése után a keletkezett sejt mitotikus úton osztódik és ezekben a pete felületén barázdák, majd egyes különálló golyócskák ismerhetők fel és ily módon megindul a megtermékenyített petesejt azon fontos élett folyamata, amit *barázdálódásnak* vagy *szegmentációnak* nevezünk. A barázdálódáskor keletkezett új sejteket *barázdálódási sejteknek* vagy *blasztoméráknak* nevezzük. A barázdálódás különböző lehet aszerint, hogy szikmentes-, kevés- vagy sokszínű peték barázdálódnak.

A kevészikű peték barázdálódásakor a keletkező blasztomérák egyenlők s ezért ezt a barázdálódást *egyenlőnek* (*segmentatio aequalis*) mondjuk (emlősök).

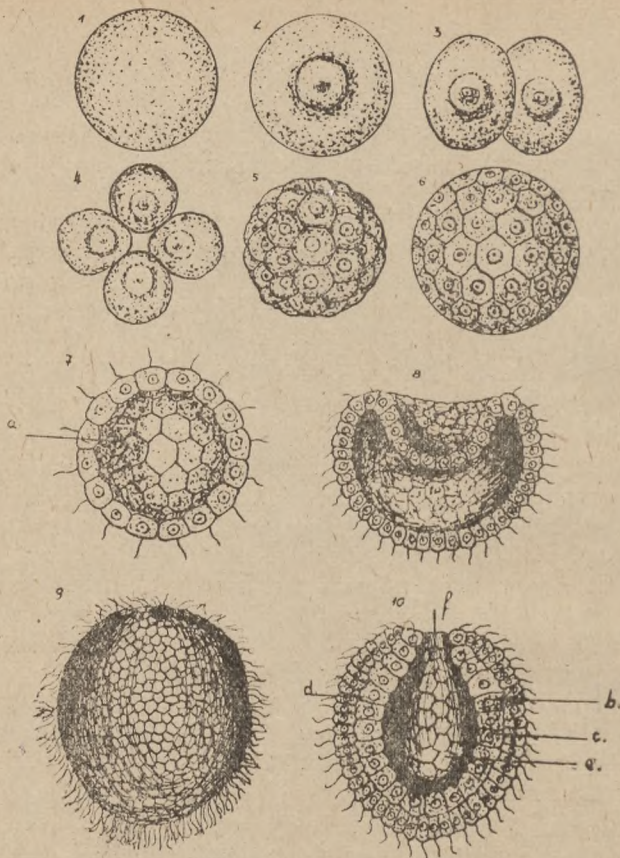
A sarkos, telolecitális peték barázdálódásakor *egyenlőtlen barázdálódásról* (*segmentatio inaequalis*) beszélünk, ahol egy animális és egy vegetatív pólust különböztetünk meg; ebben az esetben a barázdálódás nagyrészt az animális póluson történik. A kifejlődött barázdák általában nem mélyek és a vegetatív póluson sekélyebbek, mint az animálison. Az ilyen petéken nemcsak a barázdálódás, hanem maga az egész barázdálódási alap is sarkos jellegű, amennyiben az animális területen lévő barázdálódási sejtek, blasztomérák kisebbek és nagyobb számban találhatóak, mint a vegetatív póluson kifejlődő nagyobb blasztomérák. Így barázdálódik a kétélűek petéje, amelyen a két sarkot az ellérő színeződés is elárulja, amennyiben az animális pólus fekete színű, míg a vegetatív pólus szürkessárga.

Az egyenlőtlen barázdálódásnak egy másik alakja a *részleges barázdálódás* (*segmentatio partialis*), amelyet a sokszikű vagy telolecitális petéken láthatunk. A nagy sziktartalom miatt nem barázdálódik az egész petesejt, hanem annak vegetatív része osztatlan állapotban marad. Ha a petének barázdálódó része aránylag igen kicsiny és mint korongalakú részecske foglal helyet a nagy szikállományú pete felületén, akkor a barázdálódást a felületen helyet foglaló csirakorongról *korongszerű barázdálódásnak* (*segmentatio discoidalis*) nevezzük. A barázdálódásnak ez az alakja gyakori a madarakon. Viszont ha a sokszikű, középponti szikállományú vagy centrolecitális petékben a nem barázdálódó rész a pete közepén található s ezt a pete barázdálódó része kéregszerűen borítja be, úgy a részleges barázdálódásnak ezt az alakját *felületi barázdálódásnak* (*segmentatio superficialis*) nevezzük. Ilyen barázdálódás jellemző az izeltlábiákra.

Bármilyen menetű legyen is a barázdálódás (14. ábra), végeredményben több-kevesebb barázdálódási sejtből, golyóból álló *szederalakú csira*, *morula* keletkezik. A szederalakú csira belsejében a sejtek eleinte sűrűn egymás mellett találhatóak és közöttük semmiféle üreg nincsen. Később

a szederalakú csira belsejében sejtjeinek folytonos, gyors osztódása folytán ú. n. *barázdálódási üreg* (*blastocoel*) keletkezik. Az ilyen egy rétegből álló csirát *hólyagalakú csirának* (*blastula*) nevezzük.

A sejtek folyamatosan tovább osztódnak és az egyrétegű hólyagalakú csira hasi részén az ott lévő sejtek gyorsabb osztódása révén *betüremkedés* (*invaginatio*) keletkezik s ez folytonos növekedésével eléri az egy-



14. ábra. A pete barázdálódása és a csigarétegek kialakulása.

1, 2. a magtermékenyített pete vázlatos képe, 3, 4. új sejtek, 5, 6. szederalak (morula), 7. hólyagalakú csira (blastula), a benne lévő barázdálódási üreggel (blastocoel), 8. betüremkedés (invaginatio), 9. bélesíra (gastrula), 10. a. bélesíra, b. ekto-, c. ento-, d. mezoderma, e. ősbárázdálódási üreg (archenteron), f. gasztrula-száj.

rétegű blasztula szemben lévő falát. Ily módon a kétrétegű *bélcsira* vagy *tömlőalakú csira* (*gastrula*) keletkezik, amelynek belsejében az *ősbélürcg* (*archenteron*) jön létre és ennek a külvilággal közlekedő nyílását a *gasztrula-szájának* (*gastroporus*) nevezzük. A bélesírán ekkor már két réteget különböztetünk meg s ezek közül a külsőt *külső csiralemeznek* (*ectoderma*), a belsőt pedig *belső csiralemeznek* (*entoderma*) nevezzük.

Az eddig vázolt három fejlődési szakaszon az összes soksejtű állatok keresztülmennek, egyesek azonban, mint a tömlősállatok (Coelenterata) egész életükön át a gasztrula-stádiumban maradnak meg. A gasztrula két

csira-
szerv

ebben
idő-
leme-
ból e-
kat m

vei é

végbe
hámj

ú. n.
hámj

szerv-
szöve

den
tok,
(Prot
sejt-
szapo-
a me-
mely-
tatja-
nagy-
tek t
sok l
vég-
veti s
A sz-
M

nem
arra,
A ré-
gyal-
A
vetek
tozik
épitő

csiralemezéből fejlődnek ki ezeknek az állatoknak az összes szövetei és szervei.

A többi soksejtű állat csak igen rövid ideig marad meg a fejlődésnek ebben a szakaszában a kétrétegű gastrula-stádiumában, mert bizonyos idő után a bélesíra két csiralemeze között egy harmadik, a *középső csiralemez* (*mesoderma*) is kifejlődik, és pedig oly módon, hogy az entodermából egyes sejtek leválnak és bevándorolnak a két csiralemez közé alakjukat megváltoztatják és létesítik a *mezodermát*.

E három csiralemezéből fejlődnek a többsejtű állatok szövetei és szervei és pedig:

a) az *ektodermából* fejlődik a bőr hámja, mirigyei és függelékei, a végbél hámja, a húgyeső egy részének hámja, az érzékszervek érzéki hámja, a szemlencse, az idegrendszer stb.,

b) az *entodermából* fejlődnek a középbél és annak mirigyei és az ú. n. entodermás hám (a máj, a tüdő hámja), a gerinchúr, a húgyhólyag hámja,

c) a *mezodermából* fejlődnek a mezodermális hámok (belső nemi szervek, nemi mirigyek és kivezető csöveik hámja), a kötő- és támasztószövetek, vér- és nyirokerekek, vérsejtek, izomszövetek, nyirokesomók.

Az állati szövetek

Az állatok fejlődésük kezdetén egy sejtből állnak. Az élőlények minden életmegnyilvánulása a sejtek munkája. Vannak azonban egyes állatok, melyeknek teste egész életükön át csak egysejtű, ilyenek a véglények (Protozoa). Ebben az esetben a véglény egész szervezetét alkotó egyetlen sejt az, ami az összes életjelenségeket (táplálkozás, mozgás, érzékenység, szaporodás) végzi. A magasabbrendű többsejtű (Metazoa) állatok teste a megtermékenyítéssel petesejt folytonos osztódása folytán sok sejtből áll, melyek eleinte egyformák, később a munkamegosztás alapján megváltoztatják alakjukat és élettani működésüket, tehát differenciálódnak és kisebb-nagyobb csoportokat alkotnak és az állati test *szöveteit* létesítik. A *szövetek* tehát olyan elkülönült és differenciálódott sejtcsoportok, amelyek sok hasonló szerkezetű sejtből állnak és csak bizonyos élettani működést végeznek. Az egyes átalakult és csak bizonyos élettani funkciót végző szöveti sejtek bizonyos anyagokat is elválasztanak, ez a *sejtközi állomány*. A *szövettan* (*histologia*) a szövetekkel foglalkozik.

Négy alapszövet van, a hám-, kötő-, izom-, idegszövet. Előadásaimban nem kívánok a szövetekkel behatóbban foglalkozni, szükség van azonban arra, hogy az alapszövetek fogalmával és feladatával megismerkedjünk. A részletes szövettant a háziállatok anatómiája c. tárgy keretében tárgyalják.

Az alapszöveteket két nagy csoportba osztjuk. Vannak *vegetatív szövetek*, ezek a növény- és állatvilágban egyaránt megtalálhatók, ide tartozik a hám- és kötőszövet. Az *animális szövetek* csak az állati szervezet építőelemei s ezek az izomszövet, idegszövet.

Ha figyelembe vesszük a sejtek eredetét és a szövetekben való elhe-

lyezkedésük módjait, akkor a szöveteket a következő három csoportba oszthatjuk:

1. *epithelialis szövetek* a külső és belső testfelületeket borítják be a legősibb alakjuk a blasztula-stádium blasztodermája vagy a gasztrula ekto- és entodermája,

2. *epitheloid szövetek* az ősi hámszövetből (ectoderma és entoderma) leválva alakultak ki és epitheliális jellegüket többé-kevésbé megtartották. Ilyenek a máj-, vesesejtek, némely tömlős állat (Coelenterata), izmai stb.,

3. *mezenchimális szövetek* sejtjei a primér csiralemezek egyikéből (pl. ectoderma, entoderma) vándoroltak ki és végleges differenciálódásuk előtt amőboid-jelleget mutatnak (kötőszövetek, izomszövet).

Az általunk röviden tárgyalt általános szövettani részt a következő beosztásban tárgyaljuk:

Vegetatív szövetek:

A) hámszövetek

1. alak szerint:

- a) laphám*
- b) köbhám*
- c) hengerhám*

2. működés szerint:

- a) fedőhám*
- b) csillangóshám*
- c) mirigyhám*
- d) csirahám*
- e) pigment-hám*
- f) érzéki hám*
- g) felszívóhám*

B) kötő- és támasztószövetek

1. kötőszövetek:

- a) kocsonyás kötőszövet*
- b) recés kötőszövet*
- c) rostos kötőszövet*
- d) zsírszövet*

2. támasztószövetek:

- a) poreszövet*
- b) csontszövet*

Animális szövetek:

A) izomszövet

1. sima izomszövet

2. harántcsíkolt izomszövet

- a) közönséges harántcsíkolt izomszövet*
- b) szívizomszövet*

B) idegszövet

1. az idegsejtek alakjai, nyúlványai
2. az idegrost, végfácska (telodendron)
3. neuron-elmélet, glia-szövet

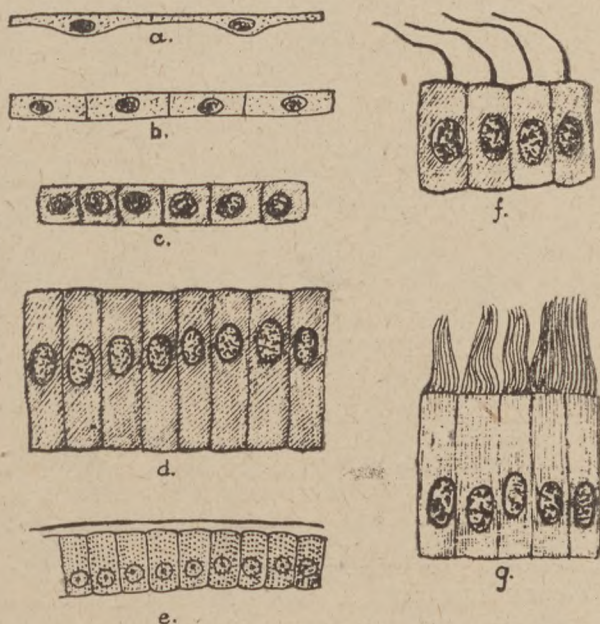
Folyadékok jellegzetes sejtekkel

Vér és nyirok

VEGETATÍV SZÖVETEK

Hámszövet

A hámszövet a legősibb szövettípus, többnyire az elsődleges csira-
lemezekből (ectoderma, entoderma) fejlődik ki, ezek sejtjeinek jelenték-
telen átalakulásával. Van azonban mezenchimális eredetű hámszövet is.
Az állatok felületeit borítja be, ezenkívül az összes állati szervek belső
üregeit is kibéleli. A hámszövet, mint összefüggő ellenálló réteg védi az
alatta lévő szöveteket a külső káros behatások és baktériumok ellen.
A hámszövetet alkotó sejteknek sejtközötti (intercellularis) állománya alig

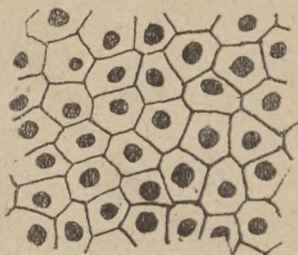


15. ábra. a. és b. laphám, c. köbhám, d. hengerhám, e. kutikulás hám, f, g. csillangóshám.

van vagy csak igen csekély. Az egyes sejtek szorosan egymás mellett fog-
laldnak helyet. Jelölésük aszerint történik, hogy milyen feladatot végeznek
(fedő-, mirigy-, érzéki hám). A fedőhámot alkotó hámsejtek szabad felü-
letén a citoplasma keskeny homogén szegélyt fejleszt, ez a *kutikula*.
(17., 18. ábra). A fedőhámsejtek kutikulájának összeolvadásából takaró
fejlődik ki s ezt ugyancsak kutikulának nevezzük (lásd „köztakaró“)

alatt). A hámsejteken különféle függelékek is vannak (ostorok, csillangók), más esetekben speciális funkciók végzésére átalakulhatnak, elszarusodhatnak vagy pikkelyek (hüllők), körmök, karom, paták kialakításában is részt vehetnek.

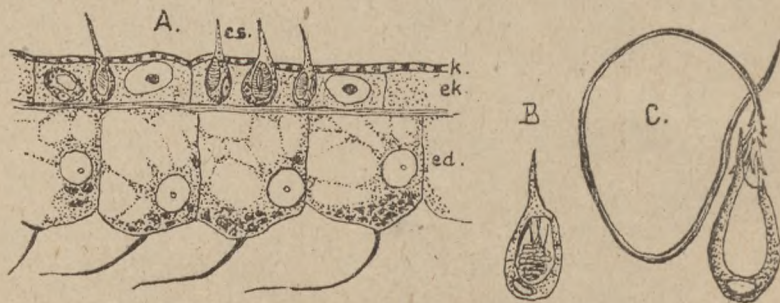
A hámsejtek alakja nagyon változatos. Leggyakrabban gömbszerű, sokszögletes, hengeres, kockaalakú s pikkelyszerű hámsejtek fordulnak elő (15. ábra).



16. ábra. Fedőhám felülről nézve.

A hámsejtek vagy egyrétegűek vagy több rétegben helyezkednek el egymás felett s eszerint egy- vagy többretegű hámshólyagot különböztetünk meg.

A hámshólyagra jellemző, hogy a hámsejtek közé véredények nem



17. ábra. Az édesvízi hidra csőlszerve.

A. testfalának keresztmetszete, k. kutikula, ek. a külső hám (ectoderma), ed. a belső hám (entoderma), cs. a csőlsejt, B. csőlsejt nagyítva az érzékeny nyúlvánnyal, C. ugyanaz a kipattant fonállal.

hatolnak be, hanem az egyes sejteket a sejtközötti réseken át beszívargó szövetnedv és a kötőszövetekben lévő erek táplálják. A hámshólyag mindig kötőszöveti alapon nyugszik és felületén az elhalt hámsejtek pótlása a hámshólyag mélyebb rétegeiben történő újabb sejtosztódással történik.

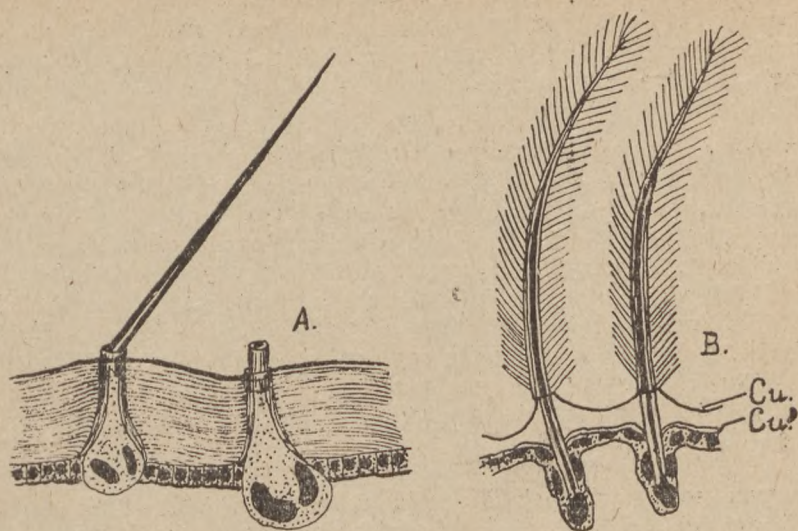
A hámshólyagok csoportosítása történhetik alak (morphologia) és működés (physiologia) szerint is.

Alak szerint van: lap-, kőb-, hengerhám (15. ábra).

Működés szerint lehet: fedő-, csillangós-, mirigy-, csira-, pigment-, érzéki- és felszívóhám.

A fedőhám (16. ábra) beborítja az állati test külső felületét és kibéleli annak belső üregeit, ezenkívül védi az állati testet. Van egy- és

lőbbretegű hámszövet. A fedőhám részt vesz a köztakaró (bőr) kialakításában, a testüregek (mell-, hasüreg, szívburok) kibélelésében s mint endotél, a vér- és nyirokerekek, ízületek kibélelésében, végül a csőves szervek (lélekző-, emésztőutak, kiválasztószervek vezetékei) kibélelésében. Sok állat fedőhámja kutikulából (17., 18. ábra) erős kitinből álló



18. ábra.

A. Hernyó kutikulás hámja két méregmirigysejttel, B. alsóbbrendű rák (Branchipus) kutikulás hámja a vedlés időszakában, Cu. kutikula tollasan elágazó szőröket, Cu' megújult kutikula a levett régi kutikula helyét foglalja el vedlés után.

összefüggő páncélt fejleszt s ezt a rovaroknál, rákoknál, pókoknál, százlábúaknál látjuk. A kagylók és csigák köpenyét borító hámsejtek konchiolínból álló szilárd csiga- vagy kagylóhéjat választanak ki s ez az állat puha testét védi a káros külső behatásoktól. Az egyes hámsejtek között a bőrben helyenkint mérget elválasztó sejtek is találhatók s ezek váladéka az állat védelmét hathatósan előmozdítja.

A csillangóshám olyan hámsejtekből áll, amelyek szabad felületükön csillangókat vagy ostorokat viselnek. Feladata igen változatos. Ha a köztakarón fordul elő, akkor védelmi feladatán kívül a mozgás, helyváltoztatás, esetleg a tápláléknak a szájba terelésére is szolgál. Például a méteyek első lárváformájának, a miracidium-nak felületét részben vagy egészben csillangós fedőhám borítja s ennek segítségével úszik a vízben. A szívacsoknál, kagylóknál a vízben élő apró mikroszkópikus kicsinyességű szervezeteket tereli be az állat szájnyílásába, viszont másoknál a hasznavehetetlen anyagokat kiküszö-



19. ábra. Egysejtű mirigyek a csiga (Helix pomatia) bőréből.

böli az állat testéből. Csillangós hámot találunk még a légutakban, női nemi utakban (petevezető uterus), gerincvelőben, agykamrákban stb. Egyes mirigyek váladékát is csillósörök továbbítják mozgásukkal.

A *mirigyhám* (19. ábra) az állati szervezetben bizonyos anyagokat termel, illetőleg választ ki. A mirigyek olyan sejtszaporulatok, amelyeknek feladata különleges célra szolgáló váladékok (nyál, emésztő nedvek stb.) termelése. Ezeket az anyagokat általában *váladékoknak*, *szekrétaimoknak* nevezzük. Ha a mirigyhám által termelt anyagok az állati szervezet számára hasznavehetetlenek, *ürülékek* vagy *exkrétumok* származnak.

Az el- és kiválasztó hámsejtek lehetnek *egysejtű hámsejtek*, ezek a nyálkahártyán lévő s a többi hámsejtek közé beiktatott egysejtű, nyálkát elválasztó helysejtek. Lehetnek *több sejtű* állók, amikor a hámsejtek a felületről betüremkednek és a különböző alakú és nagyságú mirigyeket létesítik. A mirigyeket csoportosíthatjuk egyrészt felépítésük, másrészt működésük szerint. Felépítésük szerint ismerünk egysejtűből és soksejtűből álló mirigyeket, továbbá *csöveseket* (*tubulosus*), *bogyósokat* (*alveolaris*). Lehetnek a mirigyek *egyszerűek és összetettek*, *elágazók vagy el nem ágazók*. Összetett csöves mirigy pl. a máj, vese. Működés szerint szokás külső elválasztású (*exocrin*) és belső elválasztású (*endocrin*) mirigyeket megkülönböztetni.

Nagyon sok mirigynek kivezető csöve van, egyeseknél azonban a kivezető cső hiányzik. Azokat a mirigyeket, amelyeknek nincs kivezető csövük és elválasztott anyagaikat közvetlenül a véráramba bocsátják, *belsőelválasztású* vagy *endokrin-mirigyeknek*, termékeiket *hormonoknak* vagy *inkrétumoknak* nevezzük.

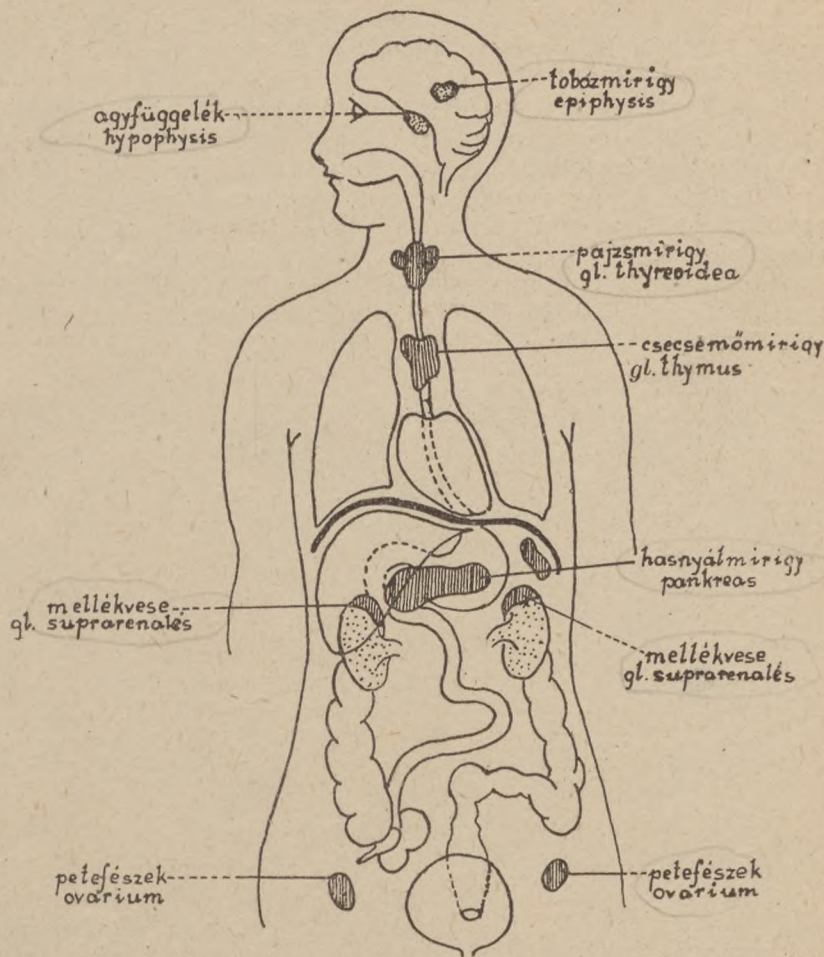
Az endokrin-mirigyeknek (20. ábra) két csoportját különböztetjük meg. Vannak olyan belsőelválasztású mirigyek, amelyeknek a hormontermelésén kívül egyéb feladatuk nincsen, pl. a pajzsmirigy (gl. thyreoidea), mellék pajzsmirigy, mellékvese, agyfűggelék (hypophysis), tobozmirigy (epiphysis). Viszont vannak olyan külső elválasztású mirigyek, amelyeknek belső elválasztású funkciójuk is van pl. a pankréász, gonádok. A belső elválasztású mirigyek az *ontogéniai fejlődésre* is kihatással lehetnek. Így pl. a pajzsmirigy hormonjának hiánya törpenövést okoz. Az ivari kétfalakúságban a *szexuális dimorfizmust*, az ú. n. *másodlagos ivarjelleg* kialakítását is hormon okozza (gonádok). Ha az állatot fiatal korban, még a másodlagos ivarjelleg kifejlődése előtt megfosztjuk ivarmirigyeitől, akkor nemi jellege a későbbiek során sem fog kialakulni. *Törzsfejlődési* szempontból is különleges hatásúak az endokrin-mirigyek. A fajta kialakulása jórészt ennek köszönhető. Az epifízis túltengésével jöttek létre a rövidcsontú kutyafajták (mopsz és bulldog), a hipofízis túltengése viszont a hosszúcsontú kutyafajtákat hozta létre (agár). A *nyugalmi periódusok* létrehozásában is nagy szerepet játszanak a belsőelválasztású mirigyek. Ismerünk téli, nyári, szárazsági, éhségi, nyugalmi periódusokat. Ezeket bővebben a „téli álmom“ c. fejezetben tárgyaljuk.

A belsőelválasztású mirigyeknek úgyszólván minden életfolyamatra van befolyásuk.

A belsőelválasztású mirigyek termékei befolyással vannak:

1. az egyén fejlődésére (ontogeniára),
2. a másodlagos ivari jelleg (sexualis dimorphismus) kialakulására,
3. a filogéniai (törzsfelődéstani) fejlődésre
4. a nyugalmi periódusokra.

A csirahám. Az állategyed fennmaradását biztosító ivartermékeket a csirahám termeli. Ezt a funkciót a tömlősöktől eltekintve, a többsejtű



20. ábra. Belsőelválasztású- vagy endokrin mirigyek.

állatok csiraképző szervei, a gonádok végzik (l. fajfenntartó- vagy ivadék-forgalmi szervek).

A pigment-hám. A fényingerekkel kapcsolatban már szó volt arról, hogy a színező anyag (pigment) előfordulhat a fedőhámokban is. Ezenkívül fontos szerepe van a pigment-hámnak a látószervekben is, ahol a pigment a legalacsonyabb fokon is a káros fénysugarak elnyelésére szolgál. A hám-szövetben előfordul az a pigment, amely a fénysugarak iránt érzékeny

érzősejtekkel kapcsolatos. Erősebben pigmentezett a szem a rovaroknál (ocellus), a gerinceseknél a recehártyában (retina) van pigment.

Az *érzéki hám* a külső ingerek felfogására való és leginkább az érzékszervekben fordul elő. Mindenféle hámszövetfélések ősi tulajdonsága, hogy érzékeny, mégis vannak a hámsejtek között olyanok, amelyek a különleges érzékelés szolgálatában állnak s ezeket az érzéki sejteket nevezzük *receptoroknak*. Ezen sejteknek különleges érzékenysége és működése szerint, a fényingerek iránt — *fotoreceptorokat*, hanghullámok iránt — *fonoreceptorokat*, a hő- és hidegingerek iránt — *kaloreceptorokat* különböztetünk meg.

A *felszívó (resorptios) hám* (21. ábra) a hámszöveteknek külön fajtát alkotja s rendeltetése a vízben oldott és a felszívódásra alkalmas anyagokat az állat vérébe juttatni. A felszívódás a bélsatornának *felszívó-hámja* útján történik. A felszívóhám a megemésztett anyagokat részben a vérkapillárisoknak adja át (fehérjék és szénhidrátok), részben a nyirokrendszer chilus-edényeinek (zsír). A felszívó hámsejtek a felszívandó tápláléanyagokat ozmotikusan veszik fel. Ilyen hám béleli a bélsatorna belső részét, míg az élősködő állatok tápláléanyagukat külső testfelületükkel veszik fel, a felszívó hám ezeknél a test külső felszínét borítja.



21. ábra. Felszívó hám bélgiliszta (*Ascaris megalocephala*) beléből.
p. sz. palcsikás szegély, f. sz. felszívó plazmaréteg, v. sz. váladékszemcsék, t. felszívott táplálékrögök, m. sejtmag, a. h. alaphártya.

Kötő- és támasztószövet

Ez a szövetfélések a test belsejében fordul elő. Az eddig tárgyalt hámszövetek és a kötőszövetek között lényeges eltérés van. A hámszövetben a sejt a főelem, a sejtközi állomány kevés vagy alig van, ellenben a kötőszövetekben a sejtközi (intercellularis) állomány az uralkodó. Az említett két szövetfélések között szoros a fejlődéstani összefüggés, mert a hámszövet létesíti a kötőszövetet s míg a hámszövetek az elsődleges csiralemezből (ecto- és entoderma) származnak, addig a kötőszövetek a másodlagos vagy közbülső csiralemezből (mesoderma) fejlődnek ki.

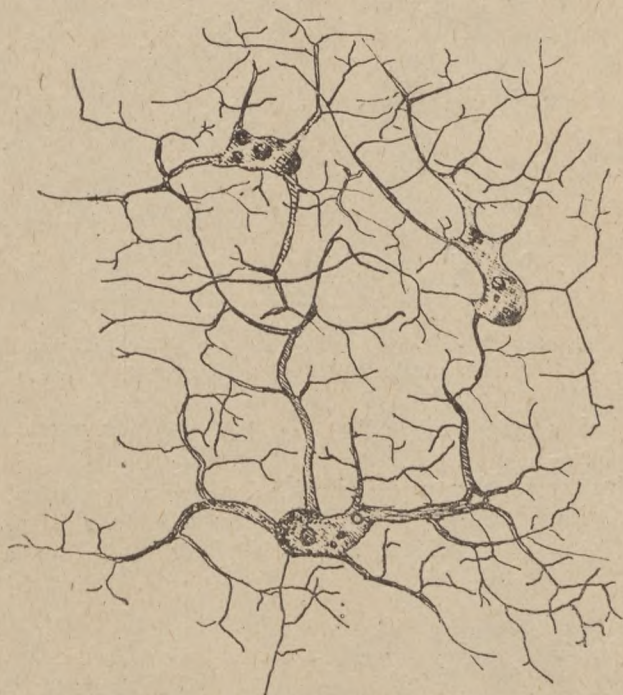
A kötőszövet befedi az állati szervezet felületét (a bőrben lévő írhártya vagy corium), részt vesz a szervek beburkolásában és szállításában, táplálja a szervek szöveteit, a szervek belső vázát alkotja (porcos, csontosváz) és végül a szövetrések kitöltésében, a testfelületek kipárnázásában (zsír) is szerepel.

Megkülönböztetünk: kötő-, zsír-, porc- és csontszövetet. A fejlődés bizonyos szakában a három szövetfélések egymást felváltja. Például a

gerincesállatok váza először kötőszöveti, majd porcos, végül csontos lesz. A kötőszövet sejtközötti állománya a sokirányú életműködés szerint különböző kifejlődésű lehet.

Alapállományuk szerint a kötőszöveteknek három fajtát különböztetjük meg: 1. kocsonyás, 2. recés, 3. rostos kötőszöveteket, továbbá 4. porc-szövetet, 5. csontszövetet, 6. zsírszövetet.

A kocsonyás kötőszövetnek (22. ábra) alapállománya kocsonyás anyag s ebben vannak a csillagalakú kötőszöveti sejtek. Leginkább az alsóbbrendű gerinctelen állatok szöveteit alkotja, a magasabbrendű



22. ábra. Kocsonyás kötőszövet a havasi *iturus alpestris*) farkából. 500-szoros nagyítás.

gerinceseknél a kocsonyás kötőszövet az embrionális kornak a kötőszöve. Kifejlett korban már ritkán fordul elő, így pl. a köldökzsinórban a Warton-féle kocsonya alakjában s a két köldök-artériát (arteria umbilicalis) és vénát (vena umbilicalis) fogja körül. A szemben található még meg, mint az üvegtest anyagát alkotó kocsonyás kötőszövet.

A kötőszövetek második faja a recés kötőszövet. Ezt a kötőszövetet hálózatos kötőszövetnek is nevezik. Sejtjei hálózatosan függenek össze egymással és csillagalakúak, nyúlványai hálózatos receszerű vázat adnak. Ilyen kötőszövetet találunk a nyirokcsomókban, lépben, csontvelőben stb.

Rostos kötőszövetre jellemző, hogy homogén alapanyagban különböző irányban lefutó rostok és kötőszöveti sejtek vannak. A rostok kétfélek lehetnek: a) *enyvadó* (collagen) és b) *rugalmas* (elasticus) rostok. Aszerint, hogy milyen rostok fordulnak elő, megkülönböztetünk laza és tömölt rostos kötőszöveteket.

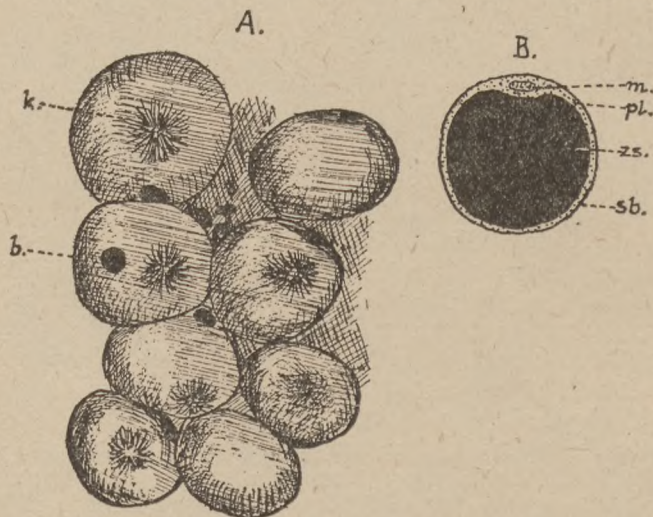
Laza kötőszövetet (23. ábra) találunk a szervek belsejében (intersticiális kötőszövet) és az egyes szervek között, laza kötőszövet köti össze egymással a szerveket és ezek egyes részeit. Tömött, rugalmas kötőszövetből áll a háziállatok tarkószalagja (ligamentum nuchae superior), ez igen



23. ábra. Laza rostos kötőszövet, 140 szeres nagyítás.
k.r. kötőszöveti rostok, r.r. rugalmas rostok, m. a rostokat létrehozó sejt magja.

nagy szilárdságú s nagy megterhelésre, hosszának kétszeresére is nyújtható.

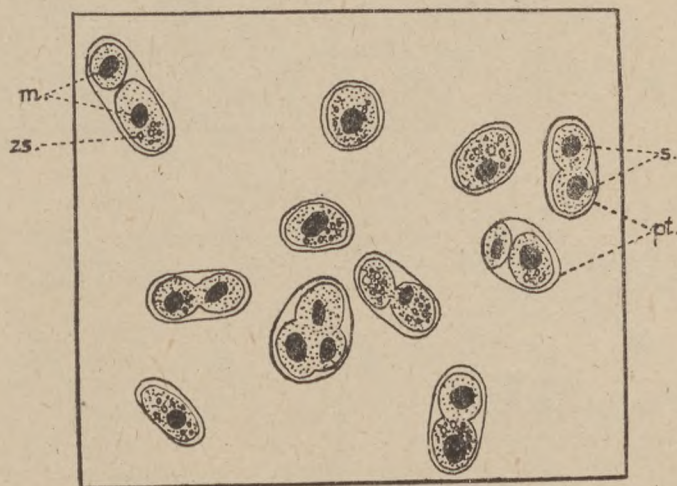
Igen fontos szerepe van a laza kötőszövetnek más szövetek táplálásánál is. Az ezekből kiszivárgó tápláló nedv először a kötőszövetbe kerül és onnan megy át más szövetbe. A kötőszövet *vízartója* a szervezetnek



24. ábra. Zsír szövet.
A. az ember szemüregéből. k. zsírsejt kristályok, b. a zsírsejt burka, B. egy zsírsejt vázlatosan, m. a zsírsejt magja, pl. a zsírsejt citoplazmája, zs. a sejtet kitöltő és ozmiumsavval megfeketített zsír, sb. zsírsejtburok.

és valószínűleg szabályozza is a vízforgalmat. Ha a kötőszöveti nedv elszállításában zavar áll be, pl. szívbetegeknél, akkor a kötőszövet megduzzad és *vizenyő* (*oedema*) jön létre. A kötőszövet védi meg a szervezetet a baktériumoktól és egyéb káros szervezettől, kóros anyagtól. Valósággal megszűri a kötőszövet a beléje került káros anyagokat és szervezeteket. Fontos szerepe van a szövetek pótlásánál is (sebeknél a hegképződés). A kötőszöveti sejtekben sokszor nagymennyiségű festékanyag rakódik le. A halak, kételtűek, hüllők kötőszövele igen gazdag pigmentben (pl. kaméleon-gyík). Ezen festékszemeseket tartalmazó sejtek a *kromatofórák*.

A *zsírszövet* (24. ábra) nagyon szegény alapállományú vagy alapállománymentes kötőszövetfélésség s üreges (vacuolizált) sejtekből épül fel. A zsírsejt nem különálló szövet, hanem a szervezetben ott jön elő, ahol lazarusztos kötőszövet van. Így különösen felhalmozódik a bőr alatti kötőszövetben, az izmok közötti kötőszöveti állományban, a hashártya nyálkahártyája alatti kötőszövetben. A zsírsejtek citoplazmájában eleinte zsírcseppek jelennek meg, majd ezek összefolynak és a citoplazmát a maggal együtt a kerületre nyomják. Ezért van a zsírsejteknek pecsétgyűrű alakja. A szövettani készítményekben csak a zsírsejtek helyei lát-



25. ábra. Üvegporc.

s. porcsejtek, pt. porcelokok, m. porcsejtek sejtmagjai, zs. a porcsejtekben lerakódott zsírszemesek.

hatók, mivel a készítmény beágyazásánál a zsírt a zsíroltó szerek kioldják a sejtekből. Ha a zsírsejteket ozmiumsavval kezeljük, a sejtekben lévő zsír feketére színeződik. A zsírsejtekben gyakran sok apró túalakú, sugaras elrendezésű zsírkristály is található.

A *porc*szövet támasztószövet, alapállománya merev-, rugalmas (elastikus), ez fehérjeanyagokból (glikoproteidekből, kondromucinból) és kondroitin kénsavból áll. Az *alapállomány* minősége szerint megkülönböztetünk 1. *üvegporcot*, 2. *rostos porcot*. A rostos porc ismét kétféle lehet: a) *rugalmas rostos porc* és b) *enyvadó rostos porc*.

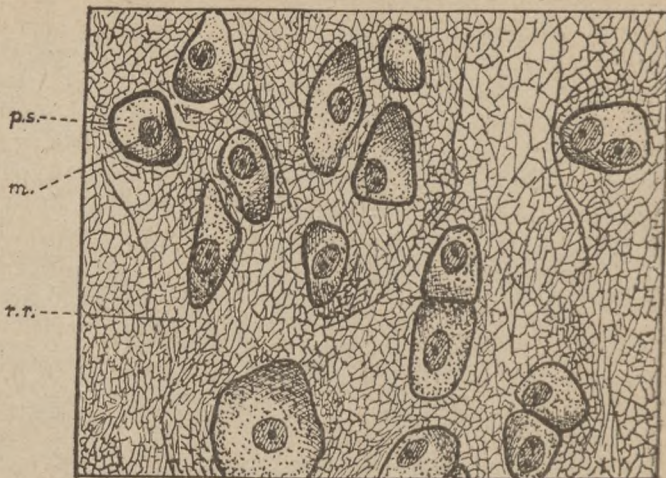
Az *üvegporc* (25. ábra) sejtközi állománya egynemű, csak nagyításkor találunk benne finom fibrilláris szerkezetet. Az üvegszerű alapálló-

mány kis porciüregeiben vannak a porcesejtek. Egy üregben két vagy több porcesejt is előfordulhat. Az üvegporcot kívül porchártya veszi körül, aminek a porc növekedésénél és pótlásánál van szerepe. Üvegporc a szervezetben a csontok végeit borító izületi porc, a bordaporc stb.

A *rostos porc* (26. ábra) egyik faja a *rugalmas rostos porc* (27. ábra), ennek intercelluláris állományában rugalmas rosthálózat található. Ilyen



26. ábra. Rostos porc.
m. a porcesejt sejtmagja,
pt. pórtok, kr. kötőszöveti rostok.



27. ábra. Rugalmas porc.
ps. porcesejtek, r.r. rugalmas rostok, m. mag.

rugalmas porc adja a vázát az orr-, fülkagylónak, gégefőnek, valamint a kannaporenak.

Az *enyvadó rostos porc* sejtközzötti állományában nagymennyiségű kollagén-rostok rakódtak le, ezért a porcesjtek összenyomódtak. Ilyen rostos porcot a szervezetben ott találunk, ahol a hajlékonyság mellett nagy megterhelést is kell elviselni. Pl. a csigolyák teste közötti porc, a pataporc stb.

A *csontszövet* az állati test legkeményebb szövete a fogak zománcán kívül. Ebből a szövetből épül fel a gerincesek belső váza. Alapállománya



28. ábra. Csontszövet vázlatosan.
1. Volkmann-csatorna, 2. Havers-csatorna.

szerves és szervetlen alkotórészekből áll s ezeket elválaszthatjuk egymástól oly módon, hogy a csontot savval kezeljük, ekkor annak szerves anyagai maradnak vissza, vagy pedig elégetjük (calcinatio) s ekkor a szervetlen mészsókat, mint hamualkotórészeket kapjuk meg. A szervetlen alkotórészeket szénsavas, foszforsavas mész és foszforsavas magnézium alkotják és ezekből kapja a csont keménységét.

Hosszanti csontmetszetekben (28. ábra) már kis nagyítás mellett is jól látható csatornákat találunk. Ezek a *Havers-féle csatornák* s ezek lefutása a csont hossz tengelyével megegyezik. E hosszanti csatornákat harántirányban a *Volkmann-féle csatornák* kötik össze. A csont keresztmetszetében az elmeszesedett alapállomány körkörös lemezrendszer alkot, ezt *Havers-féle lemezrendszernek* (*laminae speciales*) nevezzük. A Havers-féle lemezrendszerek közötti részt az *összekötő-lemezrendszer* (*laminae intercalares*) tölti ki. A lemezek mentén sok apró üreg (*lacuna*



29. ábra. Csontszövet (keresztmetszet).

150-szeres nagyítás. H. Havers-féle csatorna. cs. s. csontsejtek befogadására szolgáló üregek (lacuna).

ossei) van s ezekből minden irányba szétfutó vékony kis csatornácskák (*canaliculi ossei*) futnak szét. Ily módon az üregek (lacunae) egymással közlekednek. A csontsejtek az üregekben vannak s ezek alakját veszik fel és vékony nyulványokat bocsátanak a csatornácskába. A *csontsejtek* (*osteocyta*) egymással nyulványaikkal állnak összeköttetésben (29. ábra).

A csontszövet egész életén át állandó lassú átépülésen megy keresztül. A csont ugyanis változó megterheléseknek van kitéve s a megváltozott terhelésre gerendázatait is átépíti. Ennél az átépítésnél jelentős szerep jut a felszívódásnak (resorptio) s ez a folyamat a velőüreg felől a kompakt-állomány felé megy végbe. A csontot kívül a kompakt kéregállomány s belül a szivacsos állomány alkotja.

A csont külső felszínét a kötőszöveti *csonthártya* (*periosteum*) borítja be. A *csonthártyának* két rétege különböztethető meg. A *külső* (*stratum fibrovasculosum*) és a *belső* (*stratum fibroelasticum*). A külső rétegben vérenek sűrű hálózata található, a belső réteg elasztikus rostokban gazdag kötőszöveti réteg. A *csonthártyának* külső érben és idegekben gazdag

rétege (cambium), csontképző, mert újabb csontrétegekkel vastagítja ráarakodva appozícióval a csontot. A csonthátyából a Volkmann-féle csatornákon át jutnak a vérerek a Havers-féle csatornákba s innen az apró csatornácskákon (canaliculi) kerül a vér a csontsejtekbe.

A csővescsontok belsejében lévő üregek (cavum medullare) és a csont



szivacsos állományának (30. ábra) hézagait a csontvelő tölti ki. Kétféle csontvelő van ú. m. a sárga csontvelő (medulla ossium flava), ez leginkább zsírszövetből áll, ilyeneket találunk a csőves és hosszú csontokban és a vörös csontvelő (medulla ossium rubra), ez a vörösvérsejtek termelőhelye. Felnőtteknél csak a lapos, apró csontokban van vörös csontvelő, míg fiatal korban az embernél és az állatoknál az összes csontok belsejében kifejlődött, idősebb korban azonban helyét a sárga csontvelő váltja fel.

ANIMÁLIS SZÖVEITEK

Izomszövet

30. ábra. Csont keresztmetszete.
sz. szivacsos állomány csontgerendákkal, k. kéreg (compact)-állomány

izomszöveteket különösen jellemzi az intenzív és gyors összehúzódás. Az állati test mozgásában, helyváltoztatásában a cselekvő szerepet az izomszövet tölti be. Ha összehasonlítjuk az izomszövet munkáját a véglények mozgásában aktív szerepet játszó citoplazma munkájával, a kettő között jelentős különbség állapítható meg. Az izom csak összehúzódásra és kinyúlásra képes s a mozgási erő az izomtengely irányában hat. Az összehúzódó (contractilis) elemet minden izomban a fibrillák (myofibrillum) alkotják s ezekre az izom felbontható. A fibrillák egyes izomsejtek alkotórészei vagy az izomrostok bonthatók fel fibrillákra. Az izomszövet izomsejtekből és izomrostokból épül fel. Az izomrostok szünciciális vagy plazmodiális képletek.

Kétféle izomelemet ismerünk: simát és harántcsíkoltat. A sima izomelemben a fibrillák állománya homogén, a harántcsíkoltban pedig harántcsíkolatot mutat.

A sima izomelem (31. ábra) kezdetlegesebb fejlődési fokon áll, ezért túlnyomórészt az alsóbbrendű állatokban található. Az erősebb, tartós

mu
ele
har
ger
izon
elem

sejte
szüs
méhl
kötös
geket
kötös
tartós
tól j
belek

munka kifejtésére még az alacsonyabbrendűekben is harántcsíkolt izomelemek szolgálnak. Pl. az ízeltlábúaknál (Arthropoda) uralkodóvá válik a harántcsíkolt izomelem. A magasabb fejlettségi fokon lévő állatoknál, így a gerinceseknél a kisebb munkát végző zsigeri izmok sima elemekből, a vázizomzat, valamint a tartós munkát kifejtő zsigeri izmok harántcsíkolt elemekből állanak.

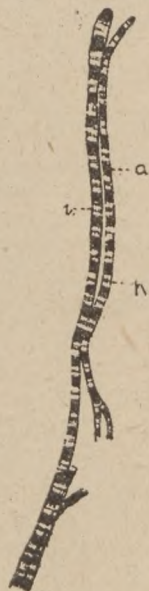


31. ábra. Sima izomsejlek.

A sima izomszövet hosszú, megnyúlt, két végén elhegyesedő, orsóalakú sejtekből épül fel s a sejtek közepén pálcikaalakú mag van. A sejtek hosszúsága igen változó, 15—200 mikron (1 mikron = 0,001 mm), de a terhes méhben milliméter hosszú is lehet. Az egyes izomsejteket egymáshoz finom kötőszöveti rostok fűzik s így izomrétegeket, lemezeket alkotnak. A rétegeket a kötőszöveti rostok nyalábokra különítik el, s a nyalábok közötti kötőszövetben idegek és vérerek haladnak. A sima izomszövet lassan, de tartósan húzódik össze és ott találjuk, ahol a szervek működése *akaratunktól független* s az együttérző idegrendszer befolyása alatt áll. Így pl. a belekben, a méhben, a vérerek falában.



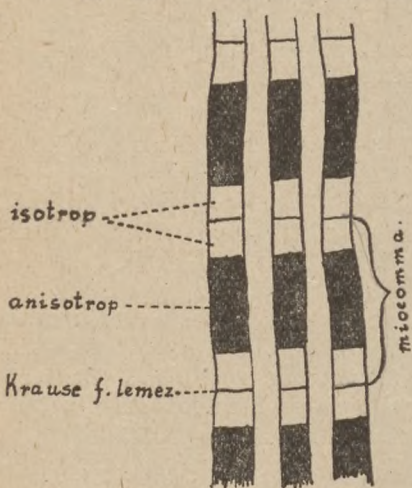
32. ábra. Harántcsíkolt izomrost béka szívéből.



33. ábra. Harántcsíkolt izomrostok.
a. kettősen fénytörő (anisotrop), i. egyszerűen fénytörő (isotrop) rész, K. Krause-féle lemez.

A *harántcsíkolt izomszövet* sejtjeit izomrostoknak (32. ábra) nevezzük. Az izomrostokat szerkezetnélküli hüvely a *szarkolemma* (*sarcolemma*) veszi körül s ezen belül van az ú. n. szarkoplazma (*sarcoplasma*), ami harántcsíkolatot mutató fibrillák nagy tömegéből áll. A szarkolemma alatt vannak a hólyagszerű magvak.

A fibrillák harántcsíkolt szerkezetét csak erős nagyítás mellett lehet jól látni. (33. ábra.). A fibrillák ú. n. *miokommákra* (*myocomma*) oszlanak s egy-egy miokomma két Krause-féle lemez közti részlet (34. ábra).



34. ábra. Harántcsíkolt izomrostok vázlatosan erős nagyításban.

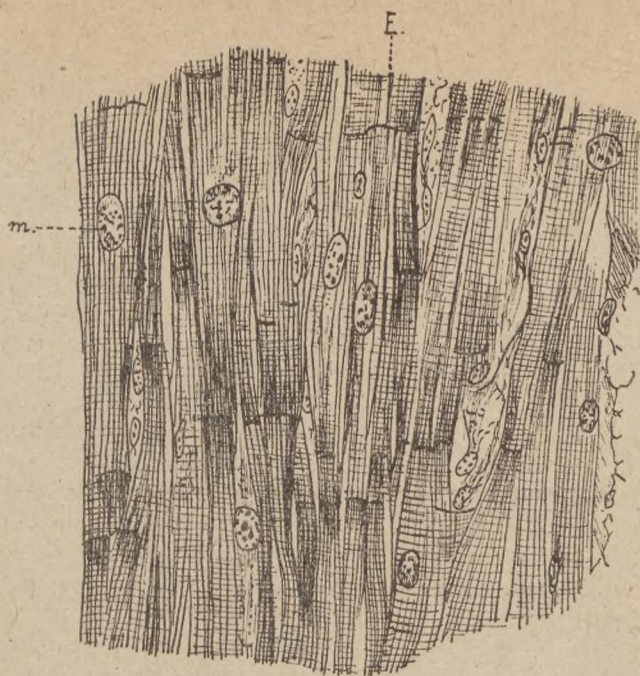
Minden miokomma egy középső kettősen fénytörő (anisotrop) és ehhez csatlakozó elülső és hátulso egyszerűen fénytörő (isotrop) részből áll. Az anizotrop rész hossza valamivel rövidebb, mint a két izotrop rész együttvéve. Pl. a csibor harántcsíkolt miokommájában az anizotrop rész hossza 5,3 mikron, egy izotrop részé 3,5 mikron. A fibrillák száma és a szarkoplazma mennyisége állatfajokban, sőt ugyanazon állatban izmok szerint különböző lehet.

A sejttest anyagának mennyisége szerint megkülönböztetünk *fehér* és *vörös* izmokat. A fehér izomrostokban több az izomfibrilla, kevesebb a szarkoplazma, míg a vörös izmokban a szarkoplazma

van túlsúlyban. A különbség az izomműködésben is megnyilvánul, a fehér izom ugyanis gyorsabban húzódik össze, de hamarabb fárad el. Az emberben ilyen izom többek között a halántéki izom (*musculus temporalis*) és az egyenes hasizom (*musculus rectus abdominis*), ilyenek még a rágó-, lélekző- és nyelvizmok. A vörös izom kitartó munkára képes, így a nagy munkaképességű izmokban található, ilyen az emlősök csontos vázának leglőbb izma s a rekeszizom.

Az egyes izomrostokat *izomnyalábokká* a finomabb kötőszövet (*perimysium internum*) foglalja össze. Az izomnyalábokat nagyobb tömegű kötőszövet (*perimysium externum*) durvább nyalábokká, kötegekké kapcsolja össze. A kötegek adják az izmot.

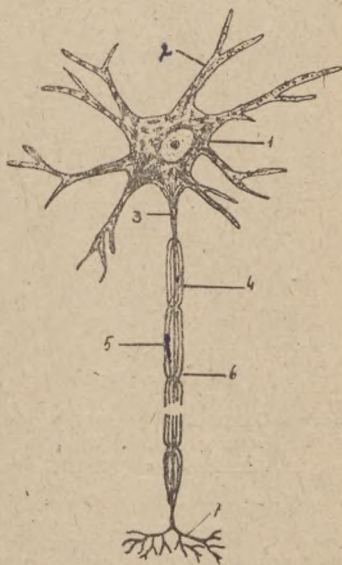
A sima izomszövet tárgyalásánál említettük, hogy sima izomszövetet a szervezetben ott találunk, ahol akaratunktól független, tehát az együttrész idegrendszer befolyása alatt álló működés jön létre. Itt kivételt képez a szív, bár akaratunktól függetlenül működik és állandó munkát végez, mégis harántcsíkolt izomszövetből áll. Különbséget lehet azonban tenni a vázizomzat és a szívizom harántcsíkolttsága között. A szívizomban az izomrostok magja pálcikaalakú és középponti elhelyeződésű s a vázizom rostjai egymással párhuzamosan haladnak, a szívizom rostjai elágaznak. A szívizomban a harántcsíkoknál sokkal vastagabb ú. n. *Eberth-féle vonalat* (*striae intercellulares*) (35. ábra) lehet megkülönböztetni. Ezek a vonalak is harántirányúak és a szívizomzatnak fontos ismertető jelei.



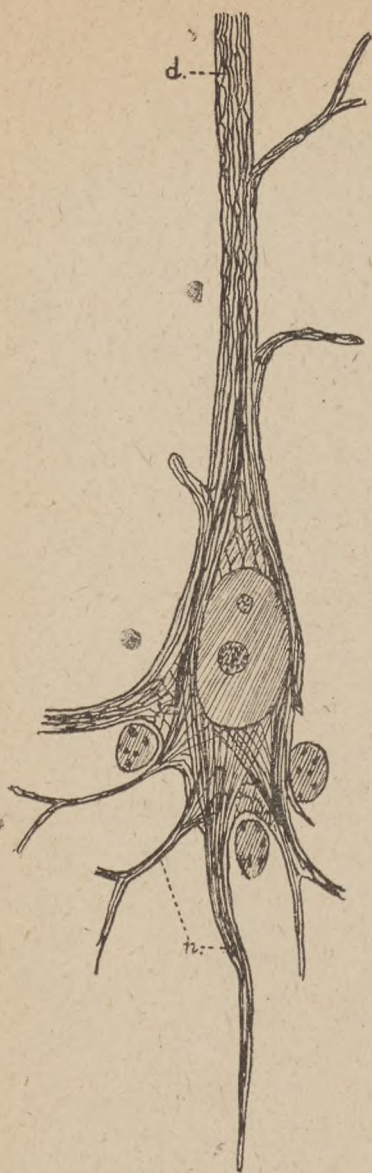
35. ábra. Szív jobb kamrájának hosszmetsete.
m. sejtmag, E. Eberth-vonal.

Idegzővet

Az idegzővet az érzéki sejtek által felfogott ingereket egyrésztől eljuttatja az állatok középponti idegrendszeréhez, másrésztől az idegrendszerben létrejött ingerületeket az egyes szervekhez vezeti. Az idegzővet az ingerek vezetésére és érzékelésére szolgál és az ú. n. idegrendszert alkotja. Az idegzővet az animális szövetekhez tartozik. Az idegzővet eleme a *neuron*, (36. ábra) ezen egy idegsejt és az ebből kiinduló nyúlványok (dendrit, neurit, telodendron) összességét értjük. A neuron citoplazmája (neuroplasma) fibrilláris szerkezetű, s fibrilláit *neurofibrilláknak* (37. ábra) nevezzük s ezek az ingerek tulajdonképeni vezetői. Az ingerek felvételében, továbbvezetésében, szétosztásában az idegzővet két főelemre osztható: *érzéki sejtekre és idegsejtekre (ganglion-sejtekre)*. Az idegsejt



36. ábra. Neuron vázlatosan.
1. idegsejt, 2. dendrit-nyúlvány, 3. neurit-nyúlvány, 4. velőhüvely, 5. Schwann-féle hüvely, 6. Ranvier-féle befűződés, 7. végfácska (telodendron).



37. ábra. Ganglion-sejt nagyagyvelő-
ből neurofibrillákkal.
n. neurit, d. dendrit.

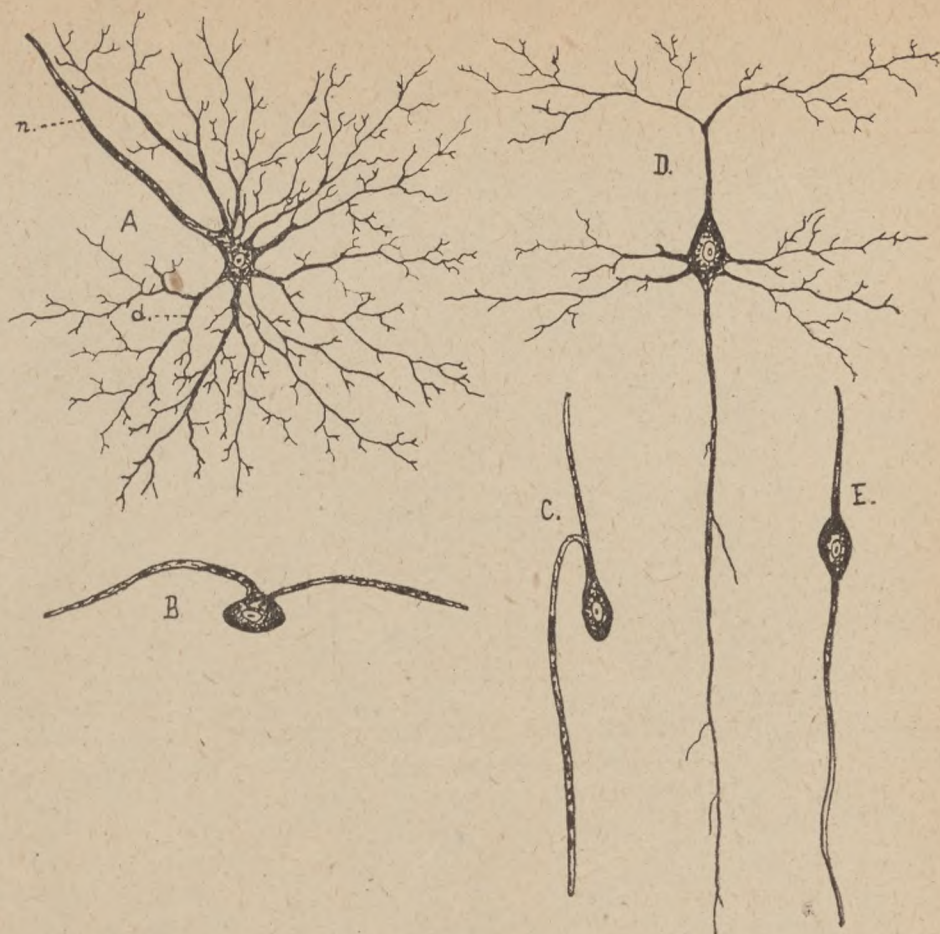
A neurit rendszeren ágakra oszlvá végződik és alkotja a végfácskát. Az idegvégződés kétféle lehet: *interkaláris* és *terminális*. Az első esetben az egyik neuron végfácskája a másik neuron dendritjével alkot kapcsolatot, az utóbbinál a végfácska a szervek szöveteivel lép kapcsolatba.

A *neuron-elmélet* kifejlesztése Hiss, Ramony, Cajal és Lenhossek érdeme. A neuron-tan szerint a neuron anatómiai, genetikai, élettani

alakja (38. ábra) és nagysága nagyon változó. Az idegsejtekből kiinduló nyúlványok száma szerint ismerünk (39. ábra) sok nyúlványú (*multipolaris*), két nyúlványú (*bipolaris*) és egy nyúlványú (*unipolaris*) (40. ábra) idegsejteket. A multipolaris idegsejtekből kiinduló rövid (41. ábra) citoplasma-nyúlványokat *dendriteknek*, a rendszerint magányosan lefutó hosszú nyúlványt *neuritnak* nevezzük. Élettani működés tekintetében is különbség van dendrit és a neurit között. A dendrit az ideghez vezeti az ingert (*recipiens*), a neurit az idegsejtől elvezeti azt. A bipoláris idegsejtnél pl. az egyik nyúlványt dendritnek, a másikat neuritnak nevezhetjük. A neurit végződése előtt több ágra oszlik s ezek a végágak egy másik idegsejt vagy valamelyik szerv sejtjeiben végződnek, gyakran faagszerűen elágazva és a *végfácskát* (*telodendron*) alkotják.

Az *idegrost* (42. ábra) a neuritból és annak burkaiból áll. A neurit az idegsejtből ered és rendszerint hosszú lefutás után távol az idegsejttől végfácskára oszlik. A tengelyszál-nyúlványt (*neuritot*) kétféle hüvely veszi körül, a *velőhüvely* és a *Schwann-féle hüvely*. Négyféle idegrostot különböztetünk meg: 1. *velőhüvelyű* és *Schwann-féle hüvelyes* idegrostot (pl. az első két agyvelő idegpár kivételével valamennyi agy- és gerincvelői ideg), 2. *velőhüvelyes idegrost* (pl. a középponti idegrendszer fehérállományának rostjai és a II. agyvelő idegpár). 3. *Schwann-féle hüvelyes idegrost* (pl. az együttérző idegrendszer rostjai). 4. *Csupasz idegrost* (pl. az I. agyvelő idegpár).

A velőhüvely nem borítja be hüvelyként a tengelyszálat, hanem rajta bizonyos távolságokban befűződéseket alkot, ezeket *Ranvier-féle befűződéseknek* hívjuk.

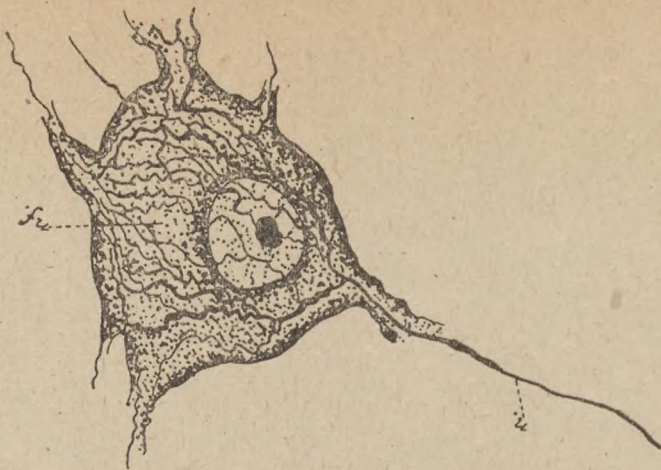


38. ábra. Különböző idegsejtek.

A. mozgató idegsejt a gerincagyvelőből, n. neurit, d. dendrit, B, C, E. érző idegsejtek gerincvelőből (ganglion spinale), D. multipoláris (soknyúlványú) idegsejt agykéregből.

egység s ezek a neuronok az idegszövetet úgy építik föl, hogy az egyik neuron végfácskája (telodendron) érintkezik, kontiguitásban áll egy másik neuron idegsejtjével vagy annak dendritjeivel. Voltak és vannak ezen neuron-elméletnek ellenzői. Apáthy szerint nem az idegsejt az idegszövetek egysége, hanem a neurofibrillum. Apáthy ugyanis az alacsonyabbrendű állatoknál, így a piócánál is az idegsejttől függetlenül megtalálta ezeket a neurofibrillumokat.

Itt kell megemlíteni még az idegszövet támasztó elemeit, a glia-sejteket (43. ábra), ezek a *glia-szövetet* vagy *neurogliát* alkotják. Az apró glia-sejtek kerek magvúak és különböző alakúak. A glia-szövetnek több faja van, de ezzel nem foglalkozunk.



39. ábra. Gilisza multipolaris ducsej je neurofibrillákkal.
n. neurit, nf. neurofibrillák.

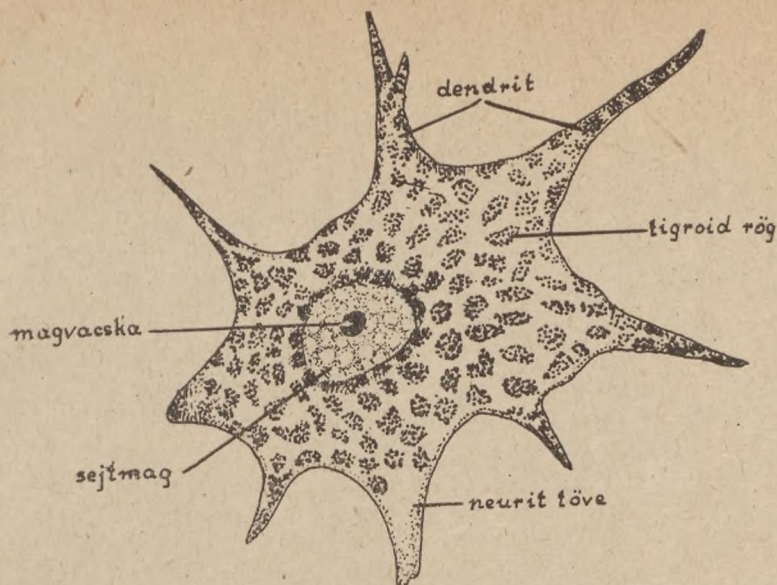
FOLYADÉKOK JELLEGZETES SEJTEKKEL

Vér és nyirok

A vér a szervezet fontos tápláló folyadéka s feladata, hogy az élethez fontos táplálóanyagokat állandóan szállítsa a szervezetbe s a különböző bomlástermékeket elszállítsa azokba a szervekbe (tüdő, vese), amelyek azo-



40. ábra. Unipoláris ducsejt eheő csiga (*Helix pomatia*)
utógyomrának falából, körülötte idegrostok.

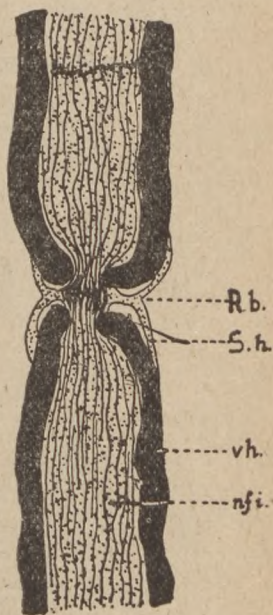


41. ábra. Multipolaris idegsejt emberi gerincvelő elülső oszlopából

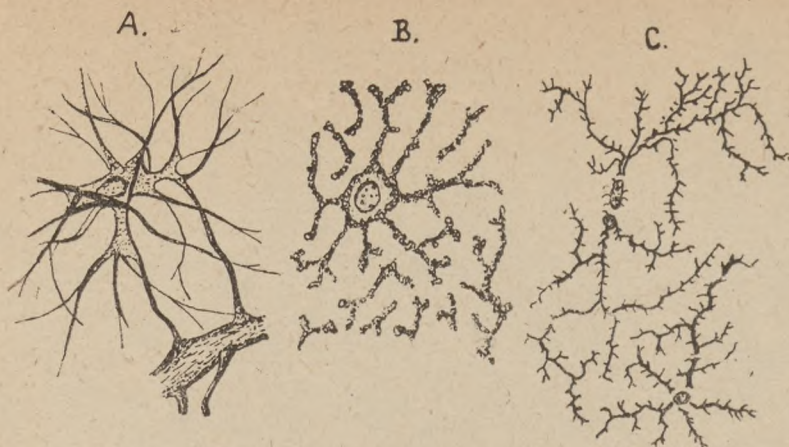
kat eltávolítják a szervezetből. Az alsóbbrendű állatok vére szövetközötti folyadék, a többi állatnál azonban a vér a szintelen és folyékony plazmából és alakos elemekből áll. Az utóbbiak a vörösvérsejtek (emlősöknél vörösvértestek), fehér vagy szintelen vérsejtek (44. ábra) és a vérlemezkék.

A vérplazmában fehérjék, zsírok, szénhidrátok és különböző sók vannak és ezek az alkotórészek nagy mértékben befolyásolják a vér ozmotikus nyomását. A vér ozmotikus nyomása az alsóbbrendű állatoknál igen magas és folyton változik. Legtöbbször azonban megegyezik a tengervíz nyomásával (28 atmoszféra). Ellenben a magasabbrendű állatok vérének ozmotikus nyomása állandó és kb. 7 légköri nyomással egyenlő.

A vörösvérsejtek (*erythrocyta*) a különböző állatoknál más és más alakúak lehetnek, így az emlősöknél kerek magnélküli korongok és valamennyi emlős állatnál egyformák s ez esetben vörösvértesteknek nevezük őket. Az emlős állatoknak magzati korban maggal bíró vörösvérsejtjeik vannak, a hüllőknél, kétélűtűknél, madaraknál a vörösvérsejtek ellipsziszalakúak és magjuk van. A gerinctelen állatok vére szintelen, de lehet sárga-, vörös-, kék-, zöldszerű is, ami a vérben levő festékanyagoktól és nem a vér



42. ábra. Az idegrost szerkezete. Rb. Ranvier-féle befűződés, Sh. Schwann-féle hüvely, vh. velőhüvely, nfi. neurofibrillák.

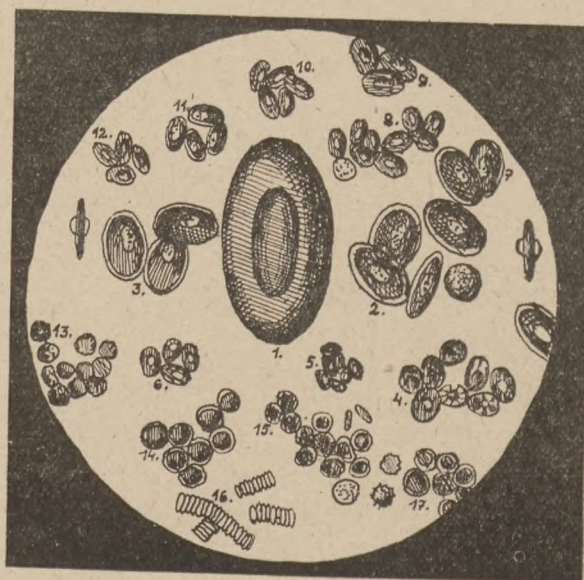


43. ábra. Glia sejtek. A. rostos glia sejt emberből, a rostok hajszálérrel állnak kapcsolatban.

B. plazmás glia sejt agyvelőkéregből. C. mikro gliasejtek.

alakos elemeitől származik. Az emlősök vörösvérsejtjeinek színe a benne levő hemoglobintól sárgászöld és csak nagyobb tömegben vörösszínű. A vörösvérsejtek nagysága az állatvilágban nagyon különböző.

A fehér- vagy színtelen vérsejtek (*leucocyta*) lágy citoplazmájú és változó alakú sejtek. A szervezetbe került káros baktériumokat, apró, idegen, pusztuló vagy elhalt szöveti részeket, amöbyszerű mozgásukkal állábaik pszeudópódiumaik segítségével megragadják és felfalják. Ezért nevezte őket



44. ábra. Különböző állatok vörös- és fehérvérsejtjei vázlatosan.

1. barlangi göte, 2. kecskebéka, 3. tarajos göte, 4. sikló, 5. teve, 6. teknősbéka, 7. szalamandra, 8. ponty, 9. csik, 10. kakuk, 11. tyúk, 12. kanárimadár, 13. oroszlán, 14. elefánt, 15. ember, 16. 16, 17. viziló.

1. *Mecsnikov falósejteknek (phagocytá)*. A fehér- vagy szintelen vérsejtek három csoportra oszthatók: limfociták, monociták és granulociták.

A *vérelemzők (thrombocytá)* kicsi (3 mikron) szintelen képletek, kör- vagy orsóalakúak és fontos szerepet töltenek be a vér megalvadásánál. Trombokinázz szabadul fel belőlük s ez részt vesz a fibrinogénnek fibrinné való átalakításában.

A *nyirok (lympha)* szövetnedv s ez a szövetközötti hézagokból bomlási termékekkel telítve a nyirokhajszálerekbe kerül s onnan a nyirokereken át jut a véreredényrendszerbe. A nyirokereken útjában a nyirkot megszűrő *nyirokcsomókat* találjuk. A nyirok szintelen vagy halványsárgaszínű, alvadásra hajlamos folyadék, de ez a megalvadás jóval lassabban következik be, mint a vére. A nyirokban lévő sejtek közül megemlítjük a *nyiroksejteket (lymphocyták)*. Ezeknek alakja és szerkezete azonos a vérben levőkkel.

Az állati test szervei

Az állati test azon részeit, amelyek bizonyos meghatározott élettani működést végeznek és ennek megfelelőleg anatómiailag és élettani tekintetben is elkülönült, differenciálódott szövetekből állanak, *szerveknek* nevezzük.

Ha több különböző anatómiai szerkezetű szerv ugyanazon célra egyesül, *készüléknek (apparatus)* hívjuk, pl. a hallókészülék áll a félkörös ívjáratból és a csigából. Ha valamely szerv működése egységesen az egész szervezetre kiterjed, *szervrendszer*ről beszélünk pl. az idegrendszer, véreredényrendszer.

Azokat a szerveket, amelyek szerkezet és működés tekintetében megegyeznek, de elhelyezésük tekintetében egymásnak tükröképei, *homotip-szerveknek* hívjuk. Pl. jobb- és balkéz vagy láb, külső és belső szervek.

Korreláció az a törvényszerűség, amely az egyes szervek között felépítés és elrendeződés tekintetében fennáll. Eszerint egyik szerv változása, pl. a növekedés, a másikat is maga után vonja. Az agykoponya fejlettsége az arckoponyához viszonyítva a magasabb szellemi működések színhelyének, az agyvelőnek erősebb fejlettségével jár. Az embernél és az emberszabású majmoknál a filogenetikai fejlődés kapcsán az agykoponya a fejlettebb, míg más állatoknál ez éppen fordítva van.

Homologia, ha két szerv eredete ugyanaz, de működésük különböző. A tüdő és a hallak úszóhólyagja ugyanazon eredetű, mindkettő ugyanis a bélsatorna mellső részéből fejlődött ki, de amíg a tüdő légcserére szolgál, az úszóhólyag a fajsúlyváltozást végzi. A tüdőshalaknál ideiglenesen szolgálhat az úszóhólyag lélekzésre is. A madarak szárnya és az emlősök mellső végtagja homológok.

Ha két szerv ugyanazt a működést végzi, tekintet nélkül anatómiai felépítésükre és eredetükre, akkor azok analógok. Ilyen pl. a madarak és a rovarok szárnya. Mindkettő röpképességre való, de eredete és felépítése mindkettőnek más.

Az *újraképződés vagy regeneráció* a szerveknek az a tulajdonsága, hogy az elpusztult szöveteket pótolni tudja. Ha nem volna regeneráció, akkor a sérülések és a betegség folytán elpusztult szöveteket az állat nem tudná pótolni.

Az *életlani fiziológiai regeneráció* rendes körülmények között történik. Így az elhasznált anyagok észrevétlenül pótlódnak. A bőr külső epidermiszsejtjei állandóan pótlódnak, így megvédi az állatot a fertőzés veszélyétől.

A *kóros vagy patológikus regenerációnál* külső vagy belső behatásokra áll be a regeneráció és ez az alacsonyabbrendű állatoknál erősebben kifejlődött, mint a magasabbrendűeknél. Az édesvízi hidra egyetlen letört karjából regenerációval új állat fejlődik ki. A fiatalabb korban nagyobb a regeneráció, mint öregebb korban. Fialat ember és állat eltört csontja hamarabb forrad össze, mint az örege. Igen könnyen regenerálódik a hám- és kötőszövet, igen lassan és nehezen regenerálódik az idegszövet.

Rudimentáció a szervek hanyatló átalakulása, elcsökevényesedése. Ha a szerv nem fejt ki normális működését, pangás áll be, elveszíti rugalmasságát és elcsökevényesedik. Ilyenek a nem igen működő izmok, izomcsoportok. A filogenetika szerint az állandó nemhasználással egyes szerveket csak anatómiailag tudjuk megkülönböztetni és felismerni. A földi kutyák valamikor a föld felszínén éltek, mert a szemüregük és a látóidegük megvolt. A most élőknak szemüregét zsír tölti ki és bőr fedi, látóidegüknek is csak csontjai maradtak meg, mert föld alatt élnek, így látásra nincs szükségük.

A vízben élő állatok szaglószerve visszafejlődik vagy már teljesen el is tűnt.

Szubsztitúció (A szervek helyettesítése)

Häckel ú. n. biogenetikai törvénye szerint az egyén fejlődése során átmenő rövidített alakban mindazokon a stádiumokon, melyek az illető állattörzshöz, amelyhez az állategyén tartozik, jellemző. Más szóval, az egyén fejlődésán (ontogenia) rövidített megismétlése a törzsfelődéstannak (phylogenia). Ennek a biogenetikai alaptörvénynek helyességét igazoló példákat a kordás állatok (Chordata) osztályában találjuk. Ha a kordás állatoknak lélekzőszerveit nézzük, kiderül, hogy ezekben a szervek helyettesítése (a substitutio) teljes mértékben érvényesül. A halak (Pisces) egész életükön át kopolyúkkal lélekzenek, viszont a kétéltűeknél (Amphibia) változik a helyzet, mert a kétéltűeknél az embrionális fejlődés során kopolyúk jelennek meg s ezek működő kopolyúkként fejlődnek ki. A békalárvánál, az ebihalnál lélekzőszerve a kopolyú. Amikor megtörténik az átalakulás (metamorphosis) s az ebihalból béka lesz, magasabb lélekzőszerv, a tüdő fogja a kopolyú szerepét átvenni. A hüllők (Reptilia) osztályában az embrionális korban ugyancsak megjelenik a kopolyú kezdeménye, belőle azonban nem lesz működő kopolyú, hanem a tüdő kezdeménye jelenik meg már az embrionális korban és alakul ki működő tüdővé. Ez a helyzet áll fenn a madaraknál (Aves), sőt az emlősöknél (Mammalia) is. Hasonló viszonyokat találunk és tapasztalunk a belső váz- és kiválasztószervek kialakulásában is.

A szubsztitúciónál tehát a filogéniai fejlődés előrehaladtával mindig tökéletesebb szervek lépnek a kezdetlegesebbek helyébe.

Internáció. Minél alacsonyabbrendűek valamely állat szervei, annál kezdetlegesebbek, egyszerűbbek s rendszerint annál felületesebb elhelyezésűek is. A filogéniai fejlődésben lévő előrehaladással a szervek a magasabb igényeknek megfelelően komplikáltabbá, tökéletesebb működésűvé lesznek s ezzel kapcsolatban természetessé válik, hogy szükség van azok fokozot-

tabb védelmére is. Különösen az érzékszervek, az idegrendszer progresszív fejlődése teszi szükségessé védettebb elhelyezésüket. Ilyenek pl. a szem, a hallókészülék, középponti idegrendszer. Az internáció igen szembetűnő a hallószervek, különösen a belső fül esetében. A kordás állatok belső füle a sziklacsont labirintusába van internálva.

Működésváltásnál előfordulhat, hogy egyes szervek olyan viszonyok közé kerülnek, amelyekben eredeti működésüknek nem tudnak megfelelni és szövetei a nemhasználás következtében járulékos szövetté alakulnak át, vagy tönkremennek, de az ilyen szervek tovább működnek a megváltozott viszonyok között is. Az ilyen szervek az új működés hatására új karaktert vesznek fel. Az arthropodák őseinél a járólábak száma nagyobb volt, mint a most élőkénél. Ezek közül néhány megmaradt járólábnak, a többiek lapogatókká, csápokká, szájszervekké alakultak át. A tüdős halak tüdeje a fajsúlyváltoztatásra szolgáló úszóhólyagból alakul ki, amikor a víz kiszárad. A hallócsontocskák, kalapács, üllő és kengyel az alsó állkapocs függesztő-csontjaiból fejlődtek ki. Ezek az emlősöknél a középső füljáratba húzódtak be és hallócsontocskákká alakultak át.

A szervek beosztása

Működésük szerint az állati szervek két nagy csoportba oszthatók: *vegetatív- és animális szervekre*.

A) A *vegetatív szervek* az anyagforgalom és a szaporodás szolgálatában állnak. Így lehetnek: a) önfenntartó szervek, b) fajfenntartó vagy ivadékforgalmi szervek.

a) *Önfenntartó vagy anyagforgalmi szervek:*

1. emésztő és áthasonító szervek,
2. keringési szervek,
3. lélekzési szervek,
4. kiválasztó szervek.

b) *Fajfenntartó vagy ivadékforgalmi szervek:*

1. hím ivarszervek,
2. női ivarszervek.

B) *Animális vagy viszonyossági szervek* legnagyobbbrészt jellegzetes állati funkciók végzésére szolgálnak.

Tehát lehetnek:

a) *mechanikai szervek:*

1. köztakaró,
2. vázrendszer,
3. mozgásszervek.

b) *Idegéletei szervek:*

1. idegrendszer,
2. érzékszervek.

A vegetatív szervek

a) ÖNFENNTARTÓ VAGY ANYAGFORGALMI SZERVEK

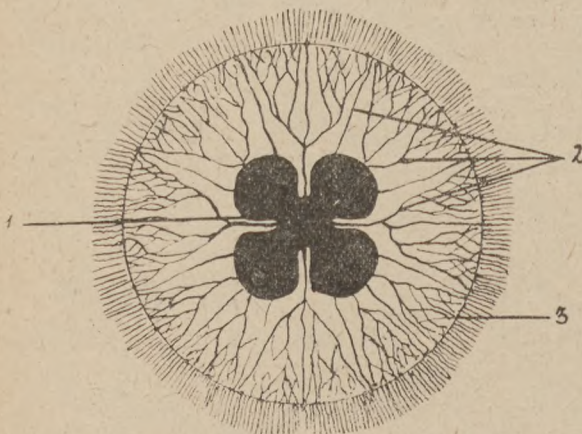
Az állatok életük folyamán energiát használnak el s ezt sejtjeik citoplazmájában levő táplálóanyagok elégetésével nyerik. Az ily módon előállott hiányok pótlására a környezetből új anyagokat vesznek fel, azokat felszívódásra alkalmassá teszik és megemésztik. Az így felszívott táplálékot a *vérkeringési szervek* elviszik az állati test legtávolabbi részeibe, ahol az állat hiányzó anyagainak pótlására használja fel. A felhasznált vagy asszimilált táplálóanyagot az állat testében újra elbontja s a táplálékban felhalmozott energiát szabaddá teszi s ugyanakkor *húgy- és lélekzőszervein* keresztül bizonyos bomlási termékeket küszöböl ki testéből. Ezen változatos életműködésért az önfenntartó szervek csoportjába soroljuk: az emésztő és áthasonító-, keringési-, lélekző- és a kiválasztószerveket.

Emésztő és áthasonító szervek

A szervezetbe került anyagokból a test táplálására alkalmas táplálékot készítenek s azokat átadják a szervezetnek, a hasznavethetetlen anyagokat pedig eltávolítják belőle.

A *véglények* közül egyesek szilárd részeket is képesek felvenni és citoplazmájukban megemésztetni. Így táplálkozik a parazita Endamoeba dysenterica nevű véglény s így falja fel a vörösvérsejteket. A véglények nagyrésze nem tud szilárd anyagokat felvenni, hanem gáznemű és folyékony anyagokkal él s ezeket diffúzió és ozmózis útján veszi fel.

A metazoák alacsony fejlettségi fokán a *gasztroala-stádiumot* találjuk. A tömlősöknél (45. ábra) az ősbélüregnek (archenteron megfelelő *gasztrovaszkuláris üreg* végzi az emésztést és a



45. ábra. Meduza bélcsatornája.

1. az ősbélüregbe (archenteron) vezető szájnyílás, 2. az ősbélből kiinduló sugaras csatornák, 3. körcsatorna, ezzel közlekednek a sugaras csatornák.

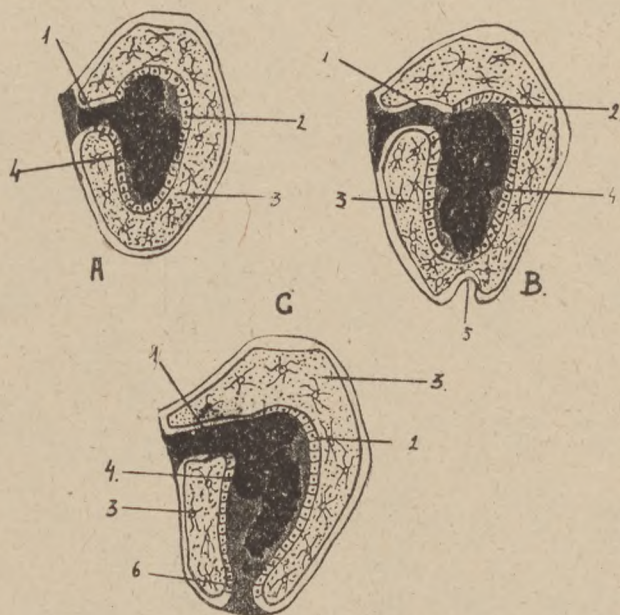


46. ábra. Májmétely (*Fasciola hepatica*) faszzerűen elágazó bélcsatornája és idegrendszere.

1. szívókorong közepén a szájnyílással, 2. érzékdúc (cerebroid-ganglion), 3. főidegtörzs.

hasznavehetetlen anyagok a nagyobb oszkulumon át távoznak el. A szívó-
férgeknél (46. ábra) (májmételyek) száj, garat, nyelőcső és vakon végződő
bél található, végbelük nincsen és az ürülék a szájon át távozik el. A galand-
férgek bőrükön át ozmozissal veszik fel a táplálékot.

A férgek törzsétől fölfelé a magasabbrendű állatoknál a bélcsatorna
már három csőalakú részből áll és pedig az ektoderma-sejtek betüremlésé-
ből keletkezett *előbélből* (*stomodeum*), az entoderma-sejtekből létrejött
középbélből (*mesodeum*) és az ektoderma-sejtek hátsó betüremléséből fej-
lődött *utóbélből* (*proctodeum*) (47. ábra). Az előbél a táplálék felvételére és
annak a középbélbe való szállítására szolgál, a középbél végzi a felvett táp-
lálék megemésztését és felszívását, míg a hasznavehetetlen és meg nem
emésztett anyagok kiküszöbölése az utóbél feladata.



47. ábra. Laposféreg bélcsatornájának fejlődése.

1. előbél (stomodeum), 2. entoderma, 3. mezoderma, 4. ősbélüreg (archen-
teron), 5. utóbél (proctodeum) kezdete, 6. utóbél (proctodeum).

Ezen három bélrészlet hossza és egymáshoz való aránya a táplálék
minősége szerint változik. Így a növényevők bélcsatornája testükhöz viszo-
nyítva sokkal hosszabb, mint a húsevőké. Vannak ugyanis növényevő álla-
tok s ezeknek bélcsatornája testüknél 30-szor is hosszabb, míg a ragadozó
állatok bélcsatornája kb. 4—5-ször múlja csak felül testnagyságukat. A bél-
csatorna hosszúságának ezen ingadozása határozott jellegeket mutat az
egész állaton úgy, hogy már az állat külsejéből megismerhetjük annak táp-
lálkozási módját. Így a nagy bélcsatornájú növényevő állatok általában
otromba testűek, míg a rövid bélcsatornájú ragadozók karcsúak. A növény-
evők szellemileg alacsonyabb színvonalon állanak, mint a ragadozók s ezek-
nek agyveleje és érzékszervei is sokkal tökéletesebbek, mint a növényevőké.
A legszebben felismerhető azonban a bélcsatorna hosszának ingadozása és
az állat külseje közötti összefüggés és törvényszerűség az élősködő állatok-

nál, ahol az élősködő életmód az állat egész szervezetét megváltoztatja. Az ilyen állatok azon szervei, melyek az élősködéssel feleslegessé váltak, lassan visszafejlődtek vagy teljesen el is tűntek. Így a helyváltoztatás szervei, az érzékszervek, a bélsatorna, egészen visszafejlődtek és eltűntek s helyettük szívó-, tapadó- és rögzítőszervek fejlődtek ki (48. ábra). A visszafejlődött bélsatorna helyett viszont a bőr módosult oly módon, hogy az állat azon keresztül ozmotikus úton képes a táplálóanyagokat felvenni. A szájrészek azon élősködőknél, melyek bélsatornája megmaradt, szívó- és szívószervekké alakultak át.

A nem élősködő állatok bélsatornáján, táplálkozási módjuk szerint különféle berendezéseket találhatunk. Az *előbél* (*stomodeum*) áll a szájní-lásból, szájúregből és az idetartozó mirigyes szervekből. A nyálmirigyek,



48. ábra. Horgasfejű galandféreg (*Taenia solium*) horogkioszorúja és szívókái.

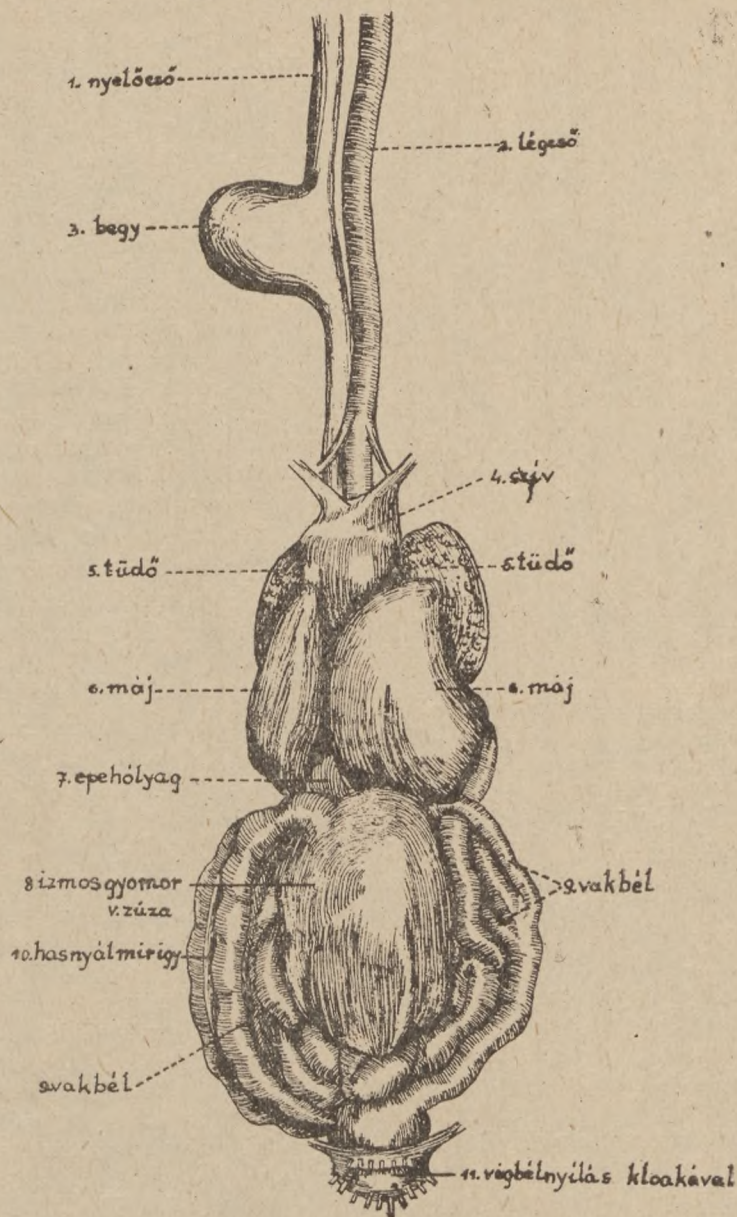
és pedig a *fültőmirigy* (*glandula parotis*), *nyelvalatti mirigy* (*glandula sublingualis*) és az *állalatti mirigy* (*glandula submaxillaris*) ki-
vezető csatornái a szájba nyílnak. A nyelvcsőnek lehetnek tágulatai a *begy* vagy *begyek* (*ingluves*), a madaraknál (49. ábra) és a rovaroknál (50. ábra). Itt találjuk a rovaroknál az *előgyomrot* (*proventriculus*) s itt van a madaraknál a *zuza* vagy *izmos gyomor* (*pars muscularis ventriculi*) (51., 52. ábra). A szájní-lás körül és a szájúregben a legkülönbözőbb fogó-
karokat, fogakat, szájszerveket és mechanikai berendezéseket találjuk.

s ezeknek a táplálék megragadása, megmérgezése, felaprítása stb. a feladatuk. A szájúregből nyílik a *garat* (*pharynx*) és a *nyelvcső* vagy *bárzsing* (*oesophagus*), ami a gyomorba torkollik.

A magasabbrendű állatok bélsővének tágultabb része alkotja a *gyomrot* (*ventriculus*) (53. ábra) s kialakulása összefügg a táplálék minőségével és mennyiségével. A gyomor a nagyobb mennyiségű táplálék összegyűjtésére és az emésztés egyik fontos szakaszának elvégzésére való. A gyomor lehet egyszerű és összetett. A növényevő kérődző állatoknál 4 részre oszlik (54. ábra), és pedig a *bendőre* (*rumen*), a *recésgyomorra* (*reticulum*), a *száztűtre* (*omasus*) és az *oltógyomorra* (*abomasus*). A lenyelt táplálék legnagyobb részben először a bendőbe jut, kis része, így a nagyobb és nehezebb darabok a recésgyomorba, ahol a gyomor váladéka átjárja, majd az állat felöklendezésekor a bendő és recésgyomor falának összehúzódásaival és a hasprés segítségével újra a szájba kerül. Itt a nyálmirigyek váladékával összekeveredik és amikor az állat újra lenyeli, a száztűtűbe, majd az oltóba kerül, végül a vékonybélbe jut. A bél felszívó felületének megnagyobbítására szolgálnak a különböző vakbelek és vakbélyszerű kiüremlések, míg az utóbél a meg nem emésztett anyagok összegyűjtésére és főleg a víz felszívására való.

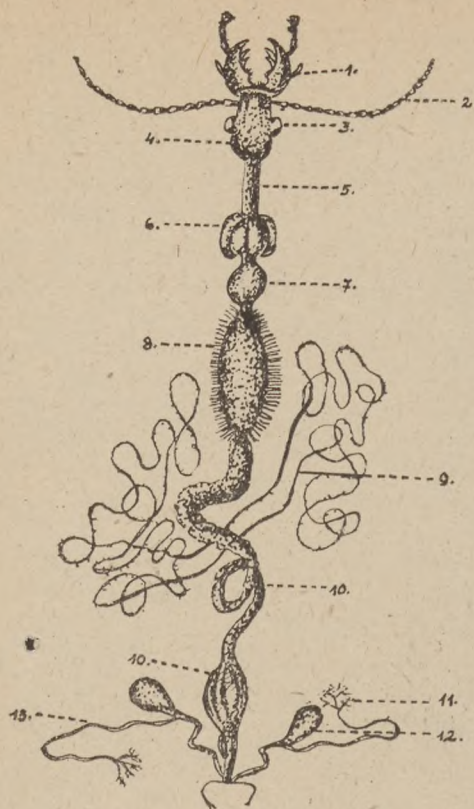
A *középbél* vagy *vékonybél* (*mesodinium*) (55. ábra) a bélsatorna leg-hosszabb része, az *utóbél* (*proctodeum*) a vastagbélből és a végbélből áll (56., 57., 58. ábra).

Az alsóbbrendű állatoknál a bélsatorna belső része csillószőrös hámsejtekkel borított s ezek végzik a táplálék mozgását, míg a fejlettebb szervezetű állatok bélsatornájában e célra a kötőszöveti hártya alatt kifejlődött hosszanti és körkörös izmok szolgálnak. Az emésztőnedvet elválasztó mirigyek, így a hasnyálmirigy és a máj teljesen elkülönítve csak a magasabb-



49. ábra. A madár emésztő szervei.

1. nyelőcső (oesophagus), 2. légcső (trachea), 3. begy (ingluvies), 4. szív véredényekkel.
5. tüdő, 6. máj, 7. epehólyag, 8. izmos gyomor, zuza (pars muscularis ventriculí), 9.
vakbél (intestinum coecum), 10. hasnyálmirigy (pancreas), 11. végbélnyílás kloakával.



50. ábra. Rovar bélcsatornája.

1. szájszervek, 2. csáp (antenna), 3. összetett szem, 4. fej, 5. nyelőcső (oesophagus), 6. begy (ingluvies), 7. elő- vagy zúzógyomor (proventriculus), 8. középbél chylus-gyomor, 9. húgykiválasztó Malphigiedények, 10. vastagbél, 11. marófoliadékok elválasztó mirigy, 12. izmos falu gyűjtőnyílás a marófoliadék összegyűjtésére, 13. vezeték a marófoliadék elvezetésére.

a zsírsavak oldalba kerülnek oly módon, hogy az epesavak úgy alkalikus, mint gyengén savas reakció mellett a zsírsavakkal vízben oldható vegyületeket képeznek. Az epesav tehát aktiválja a pankréász-enziméket, elsősorban a lipázt. A pankréász fermentumai epe jelenlétében sokkal intenzívebben hatnak, mint epe jelenléte nélkül. Azt a nézetet, hogy a zsírsavak alkáli-szappanok alakjában szívódnak fel, a kísérleti megfigyelések megcáfolták. A vízben nem oldódó vegyületek hidrotóp anyagok hozzáadásával vízben oldhatókká válnak. Ilyen hidrotóp anyagok az epesavak, ezek az oldhatatlan zsírsavakkal vízben oldható vegyületet alkotnak.

A szénhidrátok hidrolízise a nyálban kezdődik, a szájnyál diasztatikus enzime, a ptialin segítségével. A ptialin a keményítőt előbb dextrinné alakítja, majd az malátacukorrá válik, végül szőlőcukor glükóz lesz belőle. Ugyanígy működik a hasnyálmirigy szénhidrátbontó enzimeje is. A szőlő-

rendű állatoknál találhatók, míg az alacsonyabbrendű állatok emésztőnedveit a bélfalban elhelyezett egyes módosult hámsejtek termelik.

A felvett táplálék az állat testében kémiai átalakuláson megy keresztül és vízben oldhatóvá és felszívódásra alkalmassá válik. Ez a folyamat az emésztés s ez lényegében a nagymolekulájú anyagok felhasítása (hydrolizise) kis-molekulájú vegyületekre. Ezt azon emésztőnedvek végzik, amelyeknek főbb alkotórészét a különböző *enzimék* alkotják. Ezen enzimek a felvett táplálék szénhidrátvegyületeiből (keményítő, cukrok, polisaccharidok) egyszerű cukrokat (monosaccharidok), a zsírokból az epe hatására felszívódásra alkalmas zsírsavakat és a fehérjékből aminosavakat készítenek. A zsírokat a *lipáz* teszi oldhatóvá s ilyen lipáz a hasnyálban van. Az epe emulgeálja a zsírokat, mert különben a lipáz nem tudná a zsírokat zsírsavakra és glicerinnre bontani. A lipáz hatására képződött szabad zsírsavak vízben oldhatatlanok és felszívódásra alkalmatlanok. Az epe hatására ezek

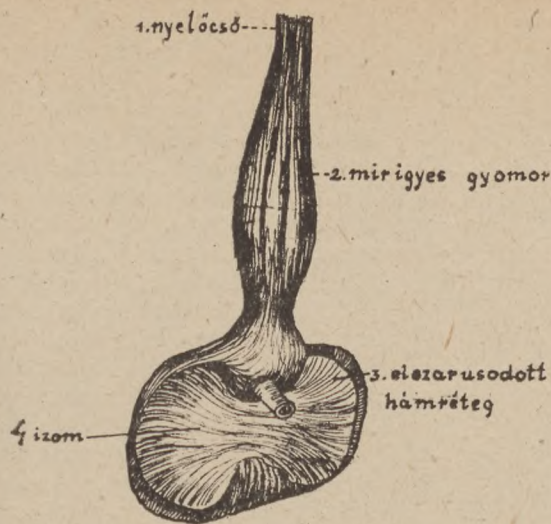
atók,
ü ál-
bél-
mó-
ik.

z ál-
kulá-
zben
a al-
olya-
nyve-
ulájú
hydro-
gyü-
sztő-
knek
ilön-
Ezen
lálék
(ke-
cha-
rokat
rok-

zívó-
at és
kat
típáz
ipáz
epe
mert

adná
gli-
ha-
zsír-
nok
tla-
ezek
kus,
gyü-
első-
enzi-
vak
meg-
ával
az

kus
ala-
őle-
ölő-



51. ábra. A madár mirigyes és izmos gyomra.
1. nyelőcső (oesophagus), 2. mirigyes gyomor (pars glandularis ventriculi), izmos gyomor (pars muscularis ventriculi), 3. elszarusodott hámréteg, mint dörzsölő felület, 4. izom.

enzime. Az ily módon előkészített táplálóanyag felszívódással kerül be az élősejtek citoplazmájába, ahol oxigén hatására oxidálódik s szétbomlik, miközben széndioxid, víz és karbamid keletkezik, ezenkívül hő is fejlődik és energia szabadul fel s ezzel az állat különböző mecha-

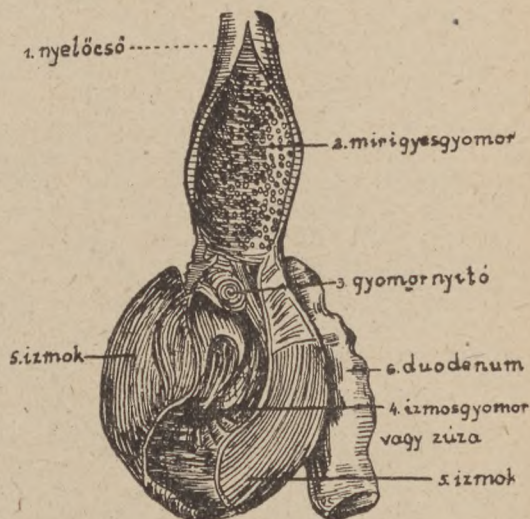
nikai munkát végez.
Az emésztés az állat száj-
üregében kezdődik, ahol a
nyálmirigy váladéka a fel-
vett táplálékot sikkamlóssá
teszi és annak szénhidrátját
átalakítja cukorrá. A közép-
bél feladata az emésztés leg-
nagyobb részét elvégezni.

A cellulózt és kapcsola-
tait (nyersrost) az ember és
a húsevők nem emésztik meg,
a növényevőkben baktériu-
mok hasítják el. A nyersrost
átalakítása a kérődzőknél az
előgyomorban, az egypatások-
nál és a sertéseknél a vakbél-
ben és az utóbél részében
megy végbe. Az utóbél kez-
deti szakaszán a húsevőkben
a fermentumok fejtik ki ha-
tásukat, a növényevőkben leg-

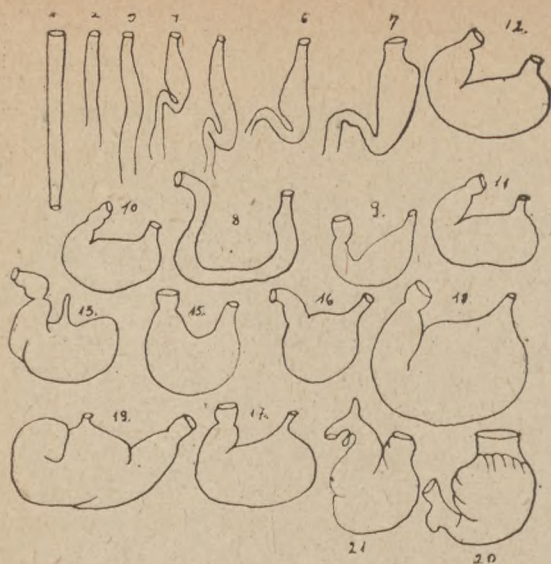
cukor könnyen oldódik, így
bekerül a vérbe, majd a
májba, ahol glikogénné vál-
tozik.

A fehérjék átalakítását a
fehérjebontó enzimek végzik.
Ilyen a gyomorban lévő pep-
szin, de ez csak savanyú kö-
zegben fejti ki hatását. Erre
való a gyomor által kiválaszt-
ott sósav. A fehérjék to-
vábbi bontását a hasnyálban
levő másik enzime, a tripszin
végzi. Ez lúgos közegben mű-
ködik, ilyen lúgos a hasnyál.
A hasnyálmirigy váladéká-
ban a fehérjebontó enzimén
kívül még szénhidrát- és zsír-
bontó enzime is van.

A középbél falában is
vannak apró mirigyek s ezek
váladékában szintén megta-
lálható a szénhidrátbontó, a
fehérjebontó és a zsírbontó

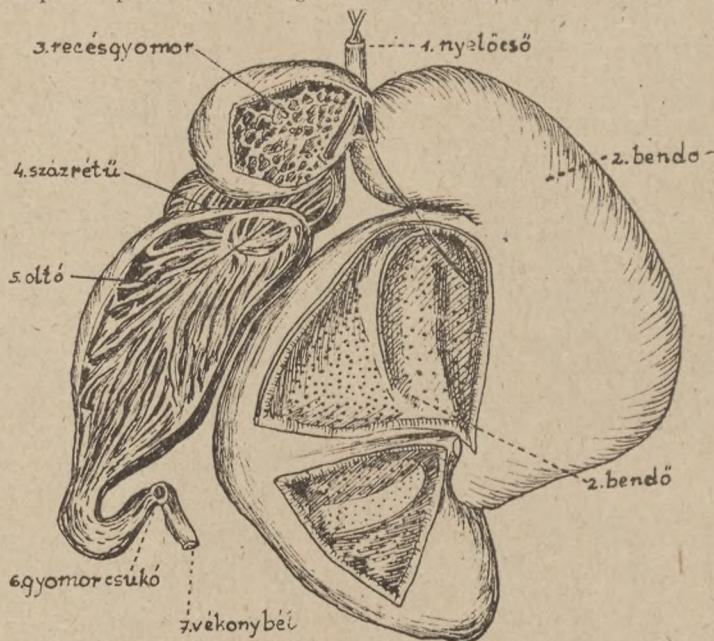


52. ábra. A madár gyomra.
1. nyelőcső (oesophagus), 2. mirigyes gyomor (pars glandularis ventriculi), 3. gyomornyitó (cardia), 4. izmos gyomor vagy zúza (pars muscularis ventriculi), 5. izmok, 6. duodenum.



53. ábra. Különböző gerinces állat gyomra.

1. áresőrű csuka (*Belone acus*), 2. karlangi göte,
3. sikló, 4. fekete géb (*Gobius niger*), 5. *Scineus ocellatus*, 6. cápa, 7. borjúfóka (*Phoca vitulina*),
8. görögteknős (*Testudo graeca*), 9. teknősbéka (*Testudo tabulata*), 10. vidra, 11. oroszlán, 12. kutya, 13. tengeri nyúl, 14. *Muraena conger* nevű hal, 15. *Nasna rufa*, 16. hangyász, 17. pávián, 18. ló, 19. disznó, 20. fiahordó béka (*Pipa verrucosa*),
21. *Lophius piscatorius* ördögghal.



54. ábra. Juh összetett gyomra.

1. nyelőcső (oesophagus), 2. bendő (rumen), 3. recésgyomor (reticulum), 4. százzrétű (comasus), 5. oltó (abomasus), 6. gyomorcsukló (pylorus), 7. vékonybél.

nagyobb részt cellulóze-bontás folyik. Ezt igazolja az ott fejlődött erjedéses gázok nagy mennyisége.

A vastagbélben végbemenő kémiai átalakulások leglényegesebb részét baktériumok idézik elő. Itt történik a bélbaktérium flóra, illetve fermentjeik hatására a cellulóze- és rostanyagok lebontása is, a zsírokból pedig zsírsavak hasadnak le. A bélflóra állítja elő a magasabbrendű állatoknál a vitamin-szükséglet legnagyobb részét. A vastagbélben szívódik fel a víz is.

A lép (lien) csak topográfiai okból tárgyalható az emésztőszerveknél, mert valójában nyirokszerv. Szütleés előtt vagy nagy vérvesztések után vörösvérsejteket is fejleszt, de főműködése a fehérvérsejtek termelése. Az elhasznált vörösvérsejtek a lépben szétesnek és értékes

anyagukat a lépsejtek dolgozzák fel. A lép fontos működése mellett minden súlyosabb következmények nélkül kiírható.

Vérkeringési szervek

Az állatok életműködéséhez szükséges, hogy környezetükből folytonosan újabb anyagokat és oxigént vegyenek fel és a testükben végbenemő oxidáció alatt keletkezett bomlástermékeket testükből kiküszöböljék.

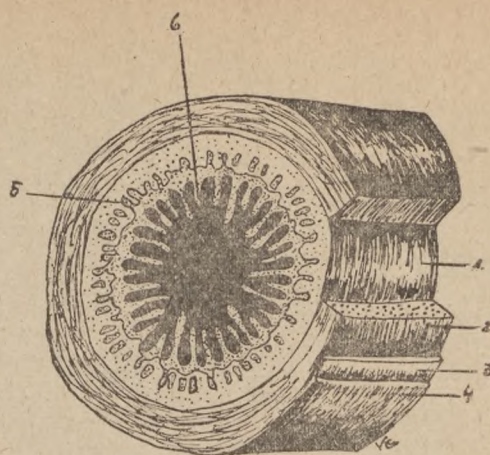
Az *egysejtű állatoknál* ezen folyamat oly módon történik, hogy az állat a vízből ozmózis útján felveszi az életműködéséhez szükséges táplálóanyagokat és diffúzióval az oxigént, majd átadja a víznek a testében összegyűlt bomlástermékeket.

A *magasabbrendű soksejtű állatoknál* külön keringési szervek szolgálnak e célra. A keringési szervek legegyszerűbb alakját azon kitüremlések és csatornák képviselik, amelyek faszzerűen elágazva behálózják az állat testét, ozmóissal felveszik a táplálóanyagokat és elszállítják az állati testben összegyűlt bomlástermékeket. A magasabbrendű állatoknál e célra a keringési szervekben kifejlődött *vér* szolgál. Ez szállítja a megemésztett és felszívott táplálóanyagokat, másrésztől a lélekzőszervekkel az állat testébe került oxigént és az ugyancsak ott összegyűlt széndioxidot s egyéb bomlástermékeket elviszi a légzőszervekhez és a vesékhez. A vér ezen célból állandóan mozgásban van s így eljut az állati test minden részébe.

Az *alacsonyabbrendű soksejtű állatoknál* a vér azok testüregébe gyűlik össze és innen eljut azok szövetei között lévő *hézagokon* (*lacuna*) át minden sejthez. Ezen állatoknál a vér mozgását a testüreget kibélelő csillószőrös hámsejtek vagy a test egyes izmainak összehúzódásai létesítik. A magasabbrendű állatoknál a szövetközötti hézagok helyett, erős izmokkal és rugalmas rostokat tartalmazó falal ellátott erek végzik el ezt a működést. Az érrendszer magasabb fejlődési fokán egy középponti szerv, a *szív* fejlődik ki s ez erős izomzatával szabályszerűen ritmikusan mozog és a vért állandó mozgásban tartja. A szív nagy erővel nyomja a vért az aortába s ez rugalmasságával (a falában sok rugalmas rost van) kitágul. A szív felől a nyomás csökken, rugalmasságánál fogva összehúzódik és tovább nyomja a beléje préselt vérmennyiséget.

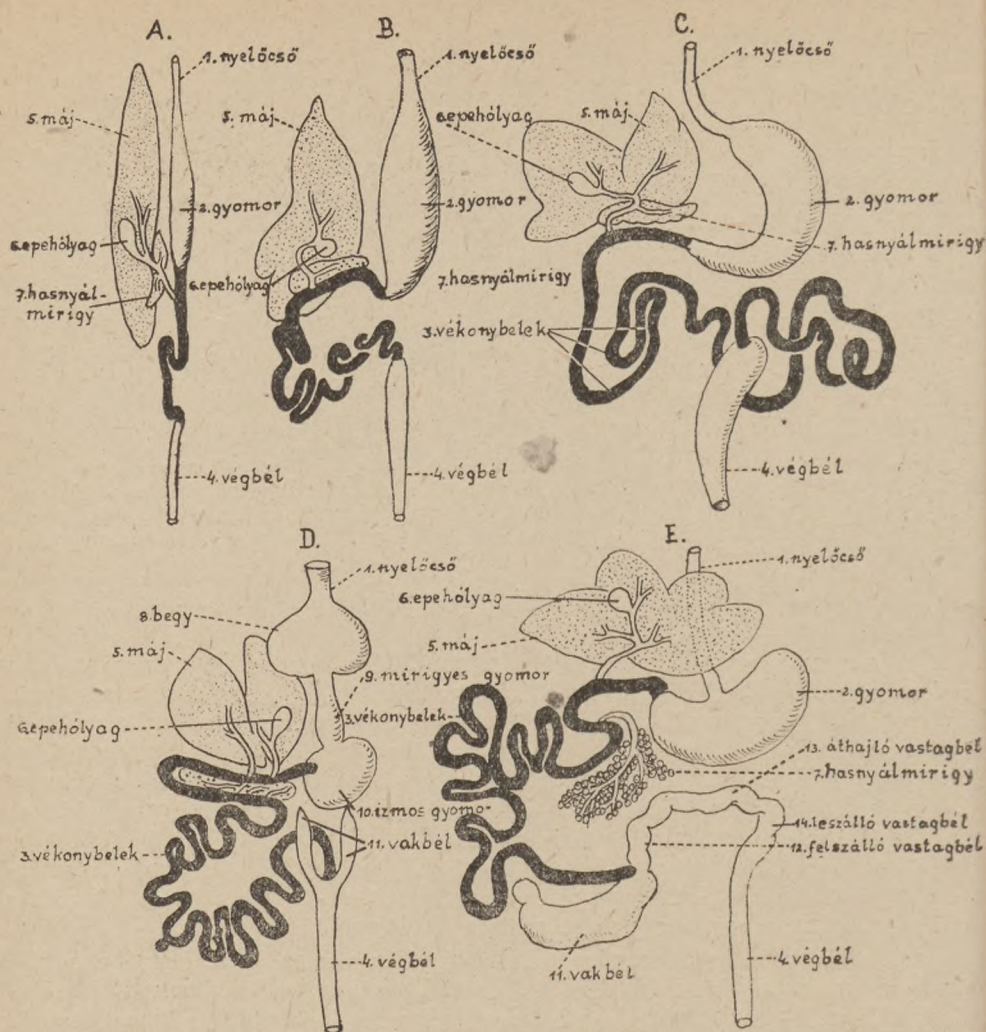
Szívfeleségek az *artériás vagy ütőeres szív*. Ebben csak oxigénben dús vér van és a vér a lélekzőszervből jut be a szívbe, míg a szénasavas vér a testből kerül a lélekzőszervbe. Ilyen a szívük a puhatestűeknek és az ízelt-lábúaknál a kopoltyúsoknak. Maga az artériás szív nem egyéb, mint vastagfalú artéria-részlet s ez önállóan, mint szív működik.

Vénás vagy visszeres szívbe csak vénás, visszeres vér kerül a vénás



55. ábra. Vékonybél szövettani szerkezete.

1. hámsejtekből és kötőszövetből álló nyálkahártya.
2. körkörös izmok rétege, 3. hosszirányú izmok.
4. savós hártlya, 5. mirigyek, 6. bélbolyhok.



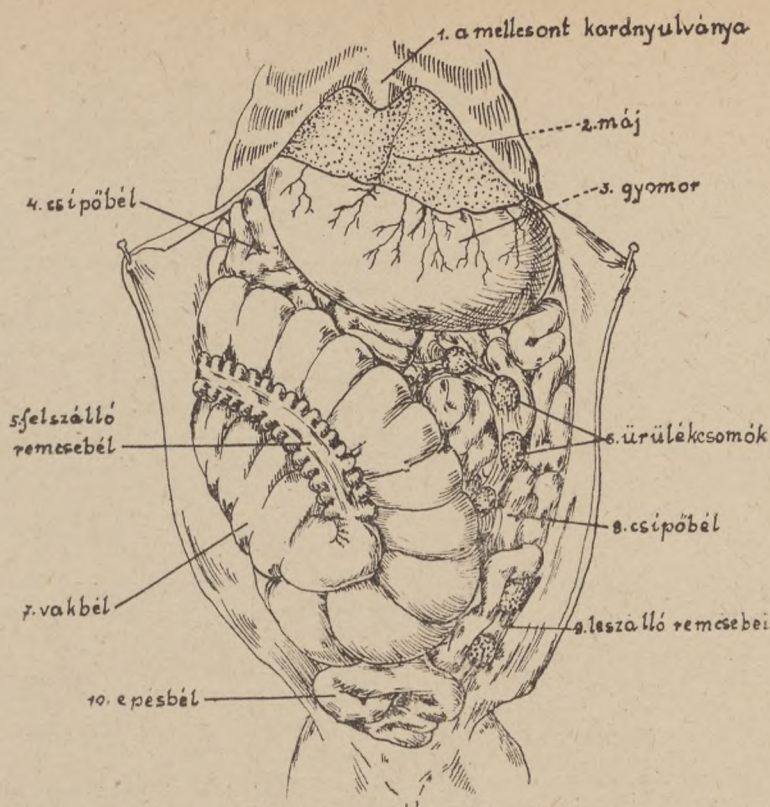
56. ábra. Különböző gerinces állatok bélsatornája.

A. farkos kétélűek (Urodela), B. békafélék (Anura), C. hüllők (Reptilia), D. madarak (Aves), E. emlősök (Mammalia). 1. Nyelőcső (oesophagus), 2. gyomor (ventriculus), 3. vékonybelek (intestinum tenue), 4. végbél (intestinum rectum), 5. máj, 6. epehólyag, 7. hasnyálmirigy (pancreas), 8. begy (ingluvies), 9. mirigyes gyomor (pars glandularis ventriculi), 10. izmos gyomor (pars muscularis ventriculi), 11. vakbél (intestinum caecum), 12. felszálló vastagbél (colon ascendens), 13. áthajló vastagbél (colon transversum), 14. leszálló vastagbél (colon descendens).

öblön (sinus venosus) a test felől a szívpitvaron át a szívbe, innen a bulbus arteriosus-on át jut a vér a lélekzőszerkezethez (kopoltyúk) s onnan, mint oxigénben gazdag vér megy a testbe. Ilyen szívük van a halaknak.

Osztott szívben artériás és vénás vér kering. Ez a legáltalánosabb gerinces állatoknál a madarak és emlősöknél található.

A **gyűrűsférgek**nél egy háti, egy hasi s kétoldali hosszanti véredényt találunk s ezek közül a kétoldali hátulról előre nyomja a vért. A vér ezeknél az



57. ábra. Nyul hasüregi szervei.

1. melléson kardnyulványa (processus xyphoideus), 2. máj (hepar), 3. gyomor (ventriculus), 4. 8. csipőbél (intestinum ileum), 5. felszálló remesebél (colon ascendens), 6. ürülékesomók, 7. vakbél (intestinum coecum), 9. leszálló remesebél (colon descendens), 10. epésbél (intestinum duodenum).

állatoknál ugyancsak szövetközötti hézagokba ömlik, itt átadja a benne összegyűlt bomlástermékeket és ezek helyébe oxigént vesz fel.

Az *izettlábnak* szíve a test szelvényeinek megfelelően kamrákra osztott cső. Elöl-hátul nyitott s kétoldalán is nyílások vannak a vér visszafolyására. A vér a test hézagaiba ömlik és a vért a hátirészen lévő szív fokozatos összehúzódásával hátulról előre hajtja. A *rákoknál* a szív (59. ábra) az állat hátoldalán a szívet körülvevő szívburok *perikardiális-üregében* található s belőle négy ütőér indul ki s ezek szövetközötti hézagokba (lacuna) száradzanak. A bomlástermékeket tartalmazó visszeres vér a szövetközötti hézagokból a hasoldalon lévő *vénásöbölbe* (sinus venosus) jut, majd a kopolyúkhoz kerül, ott oxigénnel telítődik és külön erekben a szívet körülzáró perikardiális üregbe folyik, innen a szíven lévő billentyűvel ellátott nyílásokon át jut ismét a szívbe.

A *puhatestűek* szívének egy pitvara és egy kamrája van. A vér a pitvarból a kamrába folyik, majd innen a test minden részébe kerül. A légzőkészülékben megtörténik a gázcsere s a vér szénasavától megtisztulva oxigént vesz fel s ez az oxigénben gazdag vér ismét a szív pitvarába ömlik.



58. ábra. Emlős állatok bélsatornája vázlatosan.

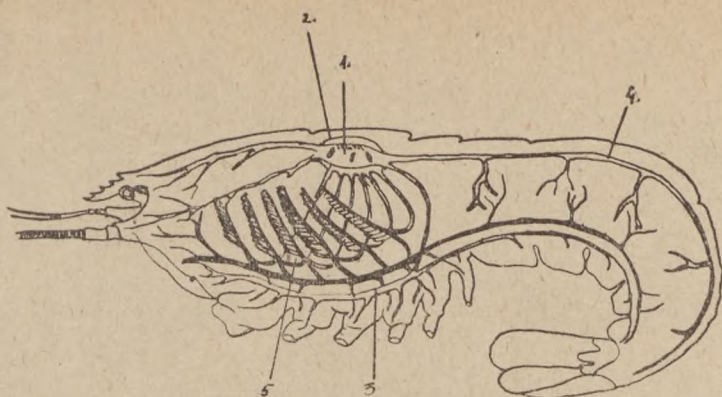
1. pajzsmirigy (glandula thyreoidea),
2. légcső (trachea), 3. csecsemőmirigy (glandula thymus), 4. tüdő (pulmo),
5. nyelőcső (oesophagus), 6. rekeszizom (diaphragma), 7. máj (nepar),
8. epehólyag (vesica fellea), 9. gyomor (ventriculus), 10. lép (lien), 11. vékonybél (intestinum tenue), 12. hasnyálmirigy (pancreas), 13. vakbél (intestinum caecum), 14. vastagbél (intestinum crassum), 15. bélfodor (mesenterium), 16. végbél (intestinum rectum)

vért, *ütőereknek* vagy *arteriáknak*, azokat pedig, amelyek *centripetális* irányban viszik a vért, *visszereknek*, *vénáknak* nevezzük.

A legegyszerűbb zárt érrendszert a halaknál találjuk, ahol a szív a *szívburokban* (*pericardium*) van s egy *pitvarból* és egy *kamrából* áll (61. ábra). A szívből egy *ütőér* ered, ez a vért a kopolyúkhhoz szállítja, itt a víznek átadott szén-sav helyébe a vér oxigénnel telik meg és külön edények útján jut el a test minden részébe. Az egyes szervekből ugyancsak külön *véredények* szállítják a bomlástermékekkel telített vért a szívbe. A vénássá vált vér nagyobb erekbe gyűlik össze és a test hátulsó részéből a *két vena cardinalisba*, a test mellső részéből a *két vena jugularisba* kerül. Ezek a vénás törzsek a szív előtt minden oldalon egy-egy összekötő vénába, a *Cuvier-féle visszeres törzsbe* (*ductus Cuvieri*) ömlenek. Ezek a szív-pitvar előtt találkoznak s a *visszeres öblöt* (*sinus venosus*) alkotják. Ebből ömlik be a vér a szív-pitvarba, onnan a szív-kamrába és a szív-kamrából belejut a

A gerinces állatok vére a most ismertetezett gerinctelen állatok nyílt edényrendszerével szemben zárt érrendszerben kering. Ennek mindenütt jól kifejlődött fala van. A nyílt vagy lakunáris véredényrendszerénél a hajszáledényhálózat (*capillaris*) hiányzik és a vér szövetközötti hézagokba vagy lakunákba ömlik. A zárt vérkeringési rendszerben a vér csőrendszerben kering, az artériák rugalmas falúak, így összehúzódásukkal állandó lökötést létesítenek és előre nyomják a vért. Ez az egyik hajtóerő, míg a másik hajtóerőt a szív szolgáltatja. Ez mint szívó-nyomókészülék úgy a nyílt, mint a zárt véredényrendszerénél biztosítja a vérkeringés zavartalan folytonosságát összehúzódás (*systole*) és kitágulása (*diastole*) által. A gerincesek és gerinctelen állatok szíve sokszor annyira különböző, hogy nem tekinthető homológ szervnek.

Az érrendszer középpontja a *gerinceseknél* is a szív. Ez a vér felvételére szolgáló *pitvarból* (*atrium cordis*) és a vér mozgatására szolgáló *kamrából* (*ventriculus cordis*) áll. A szív-kamrából eredő *ütőér* (*aorta*) a testben történő elágazása után vékony, lapos hámsejtrétegből, endothelből álló hajszáledényhálózatra (*capillaris*) bomlik szét (60. ábra). A hajszálerekből újabb vékonyfalú visszerek erednek, amelyek egymással egyesülve nagyobb visszerekbe (*vena*) szedődnek össze. Ezek szállítják vissza a vért a szívbe. A véredények közül azokat, amelyek *centrifugális irányban* szállítják a



59. ábra. A folyami rák vérkeringése.

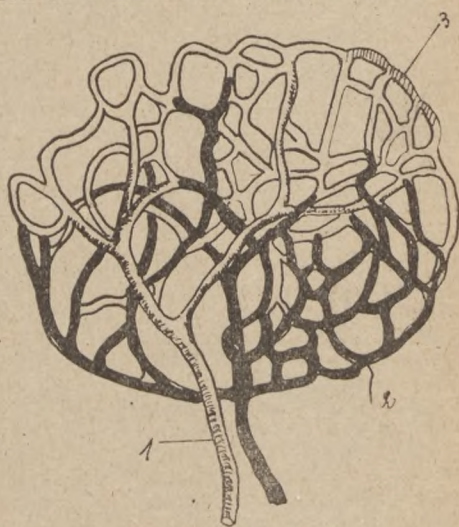
1. szív, 2. szívburók (pericardium), 3. mell-arteria, 4. potroh-arteria, 5. kopoltyú.

billentyűket viselő izmosfalú aorta-törzsbe. Ennek alsó hagymaszerű része (bulbus arteriosus) önállóan is képes kitágulni, majd összehúzódni. Az aorta-törzsből a vénás vér a kopoltyúartériákba (arteriae branchiales) kerül, majd a kopoltyúkba (62., 63. ábra). A halak szívében visszeres vér van.

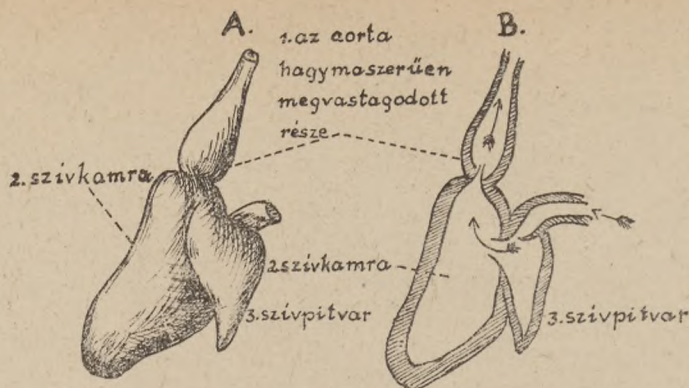
A kétélűeknek a szív 2 pitvarra és 1 kamrára oszlik és a szívben kevert vér van. A hüllők szívének már nemcsak pitvara, hanem kamrája is két részre válik, bár nem mindig teljesen, mert a krokodilusok kivételével a többieknek (gyíkok, kígyók, teknősök) a két szívkamráját elválasztó falon egy nyílás van, tehát ezen át a kétféle vér kis mértékben keveredhetik (64. ábra).

A szív legtökéletesebben kifejlődött a madaraknál és az emlősöknél (65. ábra). Ezeknél a szív már 2 pitvarra és 2 kamrára oszlik s ezeket egymástól a tökéletesen kifejlődött választófalak különítik el. A kamrából a vért az izmos falú aorta szétviszi az egész testbe és ágai az egyes szervekben dús hajszálérhálózatot (capillaris) alkotnak. A test hajszálereiből újabb erek gyűjtik össze a vért két nagyobb visszeres edénybe s ezek a szív jobb pitvarába nyílnak. A jobb pitvarból eljut a vér a jobb kamrába, innen külön véredényen át a tüdőbe kerül, ahol a vér az átadott szén-sav helyett oxigént vesz fel és külön véredény útján újra a szív bal pitvarába, majd balkamrájába folyik a vér.

A madaraknál és az emlősöknél vérkeringési szerveik fejlettsége



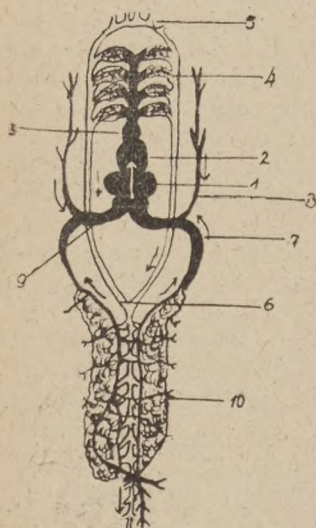
60. ábra. 1. ütőér (arteria), 2. visszér (vena), 3. hajszáledényhálózat (capillaris).



61. ábra. A. hal szíve, B. átmetsze.

1. az aorta hagymaszerűen megvastagodott része (bulbus arteriosus), 2. szívkamra (ventriculus cordis), 3. szívpitvar (atrium cordis).

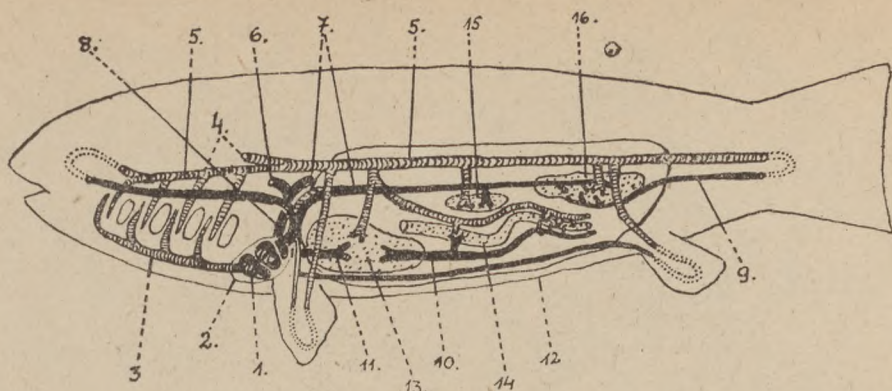
miatt a legélénkebb az anyagforgalom és legnagyobb a melegfejlés. Ezen állatoknál a fölösleges hőkisugárzás szabályozására szolgálnak a szőrök, tollak, éppen ezért ezen állatoknak a környezetéhez viszonyítva állandó hőmérsékletük van. Az állat teste a környezet hőmérséklete közötti különbség az



62. ábra. A halak vérkeringése. 1. szívpitvar (atrium cordis), 2. szívkamra (ventriculus cordis), 3. az aorta hagymaszerű izmos tágulata (bulbus arteriosus), 4. a kopolyúkból jövő oxigénben dús vért vivő véréredény, 5. a test mellő részébe haladó főűtőér, 6. a test hátsó részében elágazó főűtőér, 7. a szénasavas vért szállító véréredény, 8. a szénasavas vért szállító véréredény, 9. a szénasavas vért szállító véréredény, 10. vese.

állat testének saját melegét adja. A változó hőmérsékletű állatokat általában poikilothermiának nevezik az állandó hőmérsékletű vagy homiothermiának állatokkal szemben. A legmelegebb vérűek a madarak, ezeknek hőmérséklete magasabb, mint az emlősöké. A veréb hőmérséklete $41,9^{\circ}\text{C}$, a fecskéé $44,3^{\circ}\text{C}$, míg az emlősök sorában az ember hőmérséklete $37,1^{\circ}\text{C}$, a kutyáé $37,38^{\circ}\text{C}$. A kistermetű állatok hőmérséklete általában magasabb, mint a nagytermetűeké, pl. az egér hőmérséklete $41,9^{\circ}\text{C}$, a lóé csak $38,3^{\circ}\text{C}$.

A rovarok, férgek, halak békák igen alacsony hőmérsékletnél csontkeménységűvé fagyhatnak anélkül, hogy elpusztulnának, ha azonban később felmelegítjük őket, újból életrekelnek. Erre vonatkoznak Bachmetjev bolgár természetbúvár érdekes kísérletei és ezt a jelenséget újraéledésnek, anobiozisnek nevezte el. Különböző rovaroknál megállapította azt a hőmérsékletet, amelyen túl a megfagyott állatok nem keltek többé életre és ezt a hőmérsékletet kritikus pontnak nevezte. A kritikus pont változik az állat faja, táplálkozási módja és az állat testében felhalmozott táplálékanyagok mennyisége szerint. A rovaroknál a kritikus pont $-1,7^{\circ}\text{C}$ -tól $-13,1^{\circ}\text{C}$ között váltakozik, míg az alsóbbrendű állatoknál az ilyen lappangó élet az állat megfagyásától a kritikus pontig terjed.



63. ábra. Hal vérkeringése.

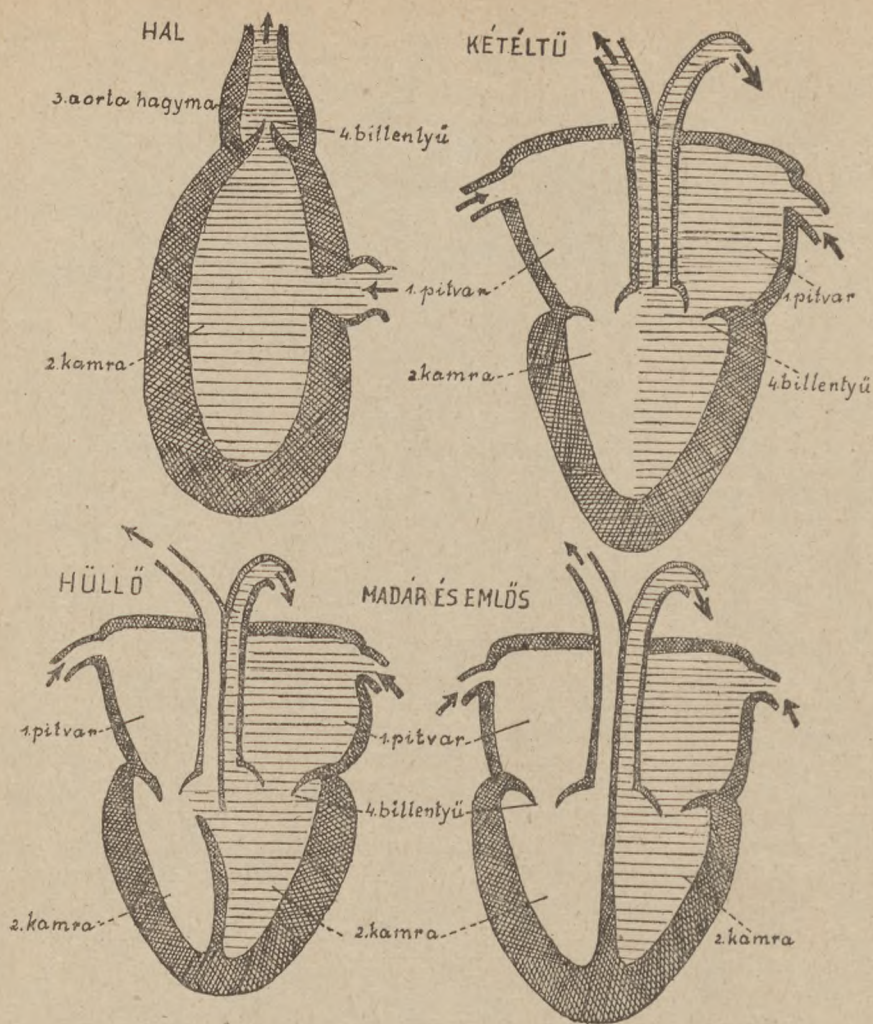
1. szív, 2. szívburkok (pericardium), 3. kopolytúartériák (arteriae branchiales), 4–5. aorta, 6–7. hátsó kardinális véna (vena cardinalis), 8. Cuvier-féle vezeték (ductus Cuvieri), 9. vese vénája (vena renalis advehens), 10. kapuviszér (vena portarum), 11. májviszér (vena hepatica), 12. oldalvéna (vena lateralis), 13. máj, 14. bélesatorna, 15. ivarmirigy, 16. vese.

A nyirokérrendszer (lympharendszer)

Szorosan összefügg a véredényrendszerrel, annak vénás részével és a legtökéletesebben a gerinces állatoknál fejlődött ki. Az alacsonyabbrendű állatokban, így egyes férgekben is találunk ezen rendszerhez hasonló berendezést, de annak működését még nem ismerjük. A nyirokérrendszer a szövetek közötti nyirokerekéből ered, a nyirokerek átmennek a *nyirokcsomók*ra és a vénákat kísérve behálózják az egész állati testet. A nyirok- edények nyirkot (lymphá) szállítanak s abban fehérvérsejtek is vannak. A bél nyirokereit a táplálék felszívásában és szállításában vesznek részt s ezek a *khilusz-erek*, a bennük lévő folyadék a *khilusz*. A *nyirokcsomók* a nyirokerek útjában, mint szűrők szerepelnek. A nyirokerekbe került idegen és fertőző anyagok a nyirokcsomókban visszamaradnak és fertőző betegségeknel a nyirokcsomók megdagadnak.

Légzőszervek

Az állatnak életműködései végzéséhez oxigénre van szüksége, amit az alsóbbrendű állatok a környezetből egész testfelületükkel vesznek fel, míg a magasabbrendűeknél e célra külön lélekzőszervek fejlődnek ki. A soksejtű állatoknál ezzel kapcsolatban *belső* és *külső* légzést különböztetünk meg. A belső légzés a sejtekben történik, ennek hatására a sejt szerves anyagainak egy része a felvett oxigénnel elég és ugyanakkor energia válik szabaddá, ellenben a külső lélekzésnél az állat a légzőszerv falán keresztül külső környezetből veszi fel az oxigént és széndioxidot bocsát ki. A lélekzőszervek aszerint, hogy az állat milyen környezetben tartózkodik, különbözőképpen fejlődhetnek ki. Így a levegő szabad oxigénjének felvételére szolgálnak a *légcsövek*, *tracheák* és a *tüdő*, míg a vízben elnyelt oxigénnek a felvételét a *kopolytú* végzik. Ezen háromféle lélekzőszerv közötti átmenetet alkotják némely rovarlárvánál, így a szitakötők lárváinál előforduló *trachea-kopolytú* és a pókoknál található *trachea-tüdők*.



64. ábra. A gerinces állatok szíve.

1. pitvar (atrium cordis), 2. kamra (ventriculus cordis), 3. az aorta hagymaszerű duzzanata (bulbus arteriosus), 4. szívbillentyű.

A levegőben lévő oxigén felvételére szolgálnak a *légcsövek* vagy *tracheák*. (66. ábra). ezek a rovaroknál és a szárlábúaknál jól kifejlődtek. Az egész testben finoman elágazó csövek s az állat testfelületén apró *nyílásokkal* vagy *stigmákkal* nyílnak a szabadba. A trachea faszzerűen elágazó csöveinek falát hámsejtek borítják. Ezek kitinből álló hártját választanak ki s ennek spirálisan lefutó vastagodási lécei kifestik a vékonyfalú trachea-csöveket és védik azokat az összenyomástól. A test közepén végigfutó vastagabb átmérőjű trachea-csövekből az állat testét finoman behálózó trachea-ágacsok indulnak ki és a gázcsere közvetlenül a szöveti sejtekkel történik.

Igen sok gerinctelen állatnál és az állandóan vízben élőknél a lélegezés

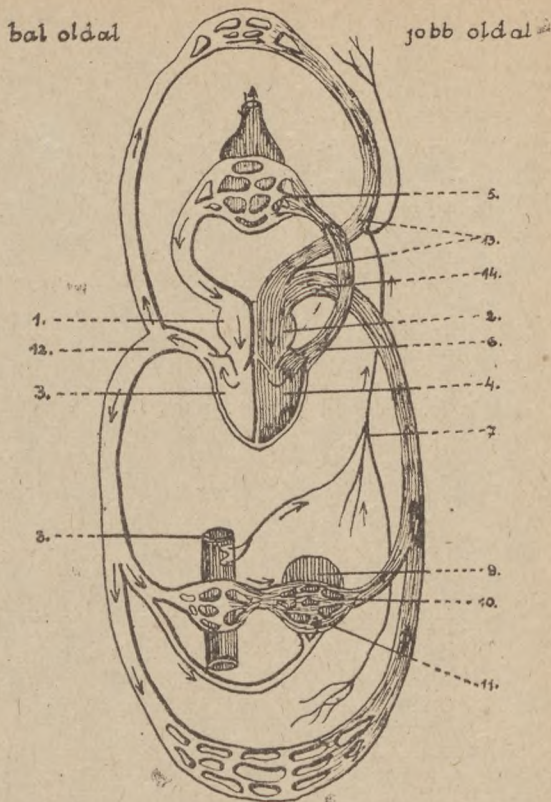
kopoltyúkkal történik. A kopoltyúk finoman elágazó bőrfüggelékek (67. ábra), amelyek az állati test olyan helyein fordulnak elő, ahol a vízzel legközvetlenebbül érintkezhetnek. Épen ezért teljesen szabadon találhatók az állat testének felületén pl. az egyes csőlakó férgek testének szabad végén, vagy különálló, gyakran elzárható kopoltyúüregbe húzódnak be, pl. a halaknál. Ezen vékonyfalú bőrfüggelékekben nagyszámú finoman elágazó véredény van (68. ábra) s ezekkel történik a vízből az oxigén felvétele és a széndioxid kicserélése.

Az olyan kopoltyúkat, amelyek utólag a levegőből való lélekzéshez alkalmazkodnak, *kopoltyútüdőknek* mondjuk. Ezek a külvilággal csövek vagy nyílások útján közlekedő nagyobb terjedelmű, levegővel telített üreges s ezekben a gázcsere könnyen megtörténhetik. A nálunk élő tüdőcsigák kopoltyúüregének falában sűrű véredényhálózat található; ezeknél tehát a kopoltyú a tüdőhöz hasonló szerkezetűvé változott.

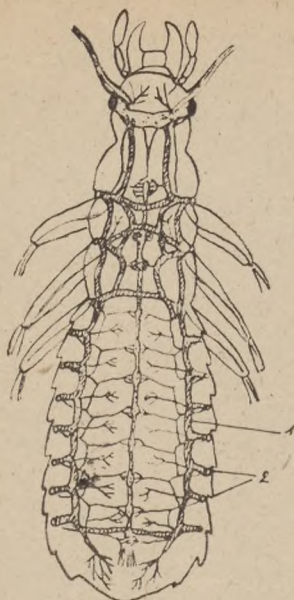
Némely vízben élő rovarlárván pl. szitakötők, tiszavirág lárváin levél-szerű függelékek fejlődtek ki (69. ábra), ezeket a tracheák sűrűn behálózák és ezeknek ágai behatolnak a test szövetei közé is. Az ily módon létrejött *trachea-kopoltyúkkal* veszik fel ezen állatok a vízből az oxigént és adják át annak a széndioxidot.

A pókok légzőszervei a *trachea-tüdők* (70. ábra), ezek levegővel közlekedő üreges s belsejükben a könyv lapjaihoz hasonló, egymás mellett álló vékony lemezek közvetítésével történik a gázcsere. Az üregesbenn lévő lemezek a légzőfelület nagyobbítására szolgálnak s belsejükben vérkering.

A gerinces állatok lélekzőszerve a *tüdő (pulmo)* (71. ábra), ennek legegyszerűbb alakja vékonyfalú, rugalmas zacskó s ez a bélcsatorna mellő részéből kitüremléssel fejlődött ki. Ezen kitüremlett zacskó eleinte páratlan, később azonban két részre válik. A bélcsatornával összefüggő

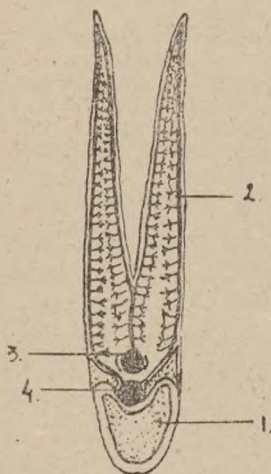


65. ábra. Emlős állatok vérkeringése vázlatosan.
1. bal pitvar, 2. jobb pitvar, 3. bal kamra, 4. jobb kamra, 5. tüdő, 6. tüdőgyűjtőér (vena pulmonalis), 7. főchylusér, 8. béldarab, 9. máj, 10. a máj gyűjtőere, 11. a máj verőce-érrendszere, 12. fő-ütőér (aorta), 13. mellő főgyűjtőér, 14. hátsó főgyűjtőér.



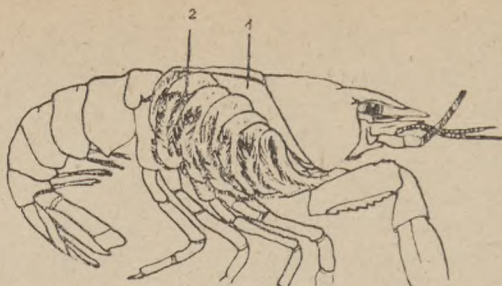
66. ábra. Rovar trachea-rendszere.

1. főtrachea-törzs, 2. nyílások (stigma).



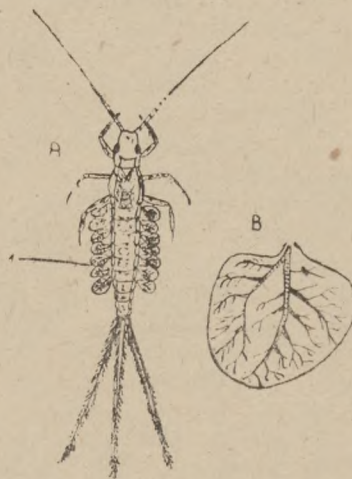
68. ábra. A hal kopoltyújának egy lemeze.

1. kopoltyúív átmetszve, 2. kopoltyúlemez hajszálerekkel, 3. szén-savas vért szállító véredény, 4. ütüeres véredény.



67. ábra. Folyami rák (*Potamobius astacius*) kopoltyúi.

1. kopoltyúüreg, 2. kopoltyúk.



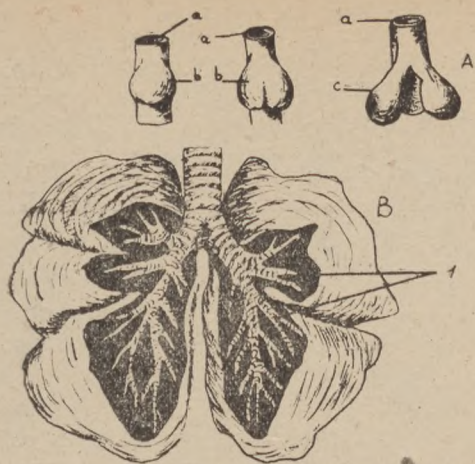
69. ábra. A tiszavirág (*Ephemera*) lárvájának trachea-kopoltyúi.

A. 1. trachea-kopoltyúk, B. egy trachea-kopoltyú.



70. ábra. Pók trachea-tüdeje.

1. a lélekzőkészülékbe vezető cső nyílása, 2. trachea-tüdő egyik lemeze.



71. ábra. A gerinces állatok tüdejének fejlődése. a. bélesatorna, b. a bélesatorna mellő részéből fejlődő páratlan tüdőzacskó, c. a később kifejlődött páros tüdőzacskó. B. 1. hörgők elágazása hörgőcskékre (bronchioli).

tolnak a madár csontjaiba is. Ezen légzsákoknak nemcsak a madár súlyának csökkentése a feladatuk, hanem ezek a madár repülése közben annak légzését is elősegítik. E végből a madár szárnyasapásaikor a légzsákok ritmikusan összenyomódnak, majd elernyednek és első esetben a bennük lévő levegő a tüdőn keresztül a külvilágba kerül, az utóbbi esetben pedig, mivel a légzsákokban visszamaradt levegő nyomása a környező levegő nyomásánál kisebb, a külső levegő a tüdőn át a légzsákokba áramlik. A madaraknak általában két gégefőjük van, egyik a felső (larynx) a légeső kezdetén, a másik (a jó énekeseknél) az alsó gégefő (syrinx) a hörgők elágazásainál található. Az emlősöknek csak a felső gégefőjük kifejlődött s a hangadás az emlősöknél a felső gégefővel, a madarak éneke az alsó gégefővel történik.

Egyes állatoknál bőrlélekzés is kifejlődött. A bőrlélekzésnél a lélekzésre nincsenek külön szervek, hanem a nagyfelületű testnek a bőrén át történik a lélekzés. Az alacsonyabbrendű széles, lapostestű állatok lélekzenek bőrön át, így a véglények és a többsejtűek közül a tömlősállatok és a férgek legnagyobb része. Egyes gyűrűsférgek a bőrlélekzésen kívül még kopolyúkkal is lélekzenek. A bőrlélekzés minden állattörzsből megtalálható, de nem mint egyedüli lélekzési szerv, hanem a lélekzési szerveknek a kisegítője. A bőrlélekzés olyan nagyfontosságú, hogy kiesését a tüdőlélekzés nem is tudja pótolni. Ha békát olajba teszünk úgy, hogy tüdőlélegzése zavartalanul folyhatik, a béka elpusztul, mert bőrlélekzése nem működik és ez pótolhatatlan.

két csőből a két hörgő (bronchus) s ezek egyesüléséből a páratlan légeső vagy trachea alakult ki. A tüdő falában nagyszámú vékonyfalú véredény található, ezekkel a tüdősejteken vagy alveoluszokban történik a gázcsere. A békánál a tüdő működésének elősegítésére a hasi és állkapocs alatti izmok, a gyíkoknál a nyakizmok, a madaraknál a mellkastágító vagy szűkítő izmok és végül az emlősöknél a rekeszizom (diaphragma) működnek közre. A madarak tüdejének jobb- és baloldali részén az alsó oldalon nyílások találhatók. Ezek kapcsolják össze a madár testében lévő légzsákokat a tüdővel (72. ábra), ezenkívül egyes ágaikkal beha-



72. ábra. A galamb tüdője és belőle kiinduló főbb légzsákok.

1. légeső trachea, 2, 3. légzsákok.

Kiválasztószervek

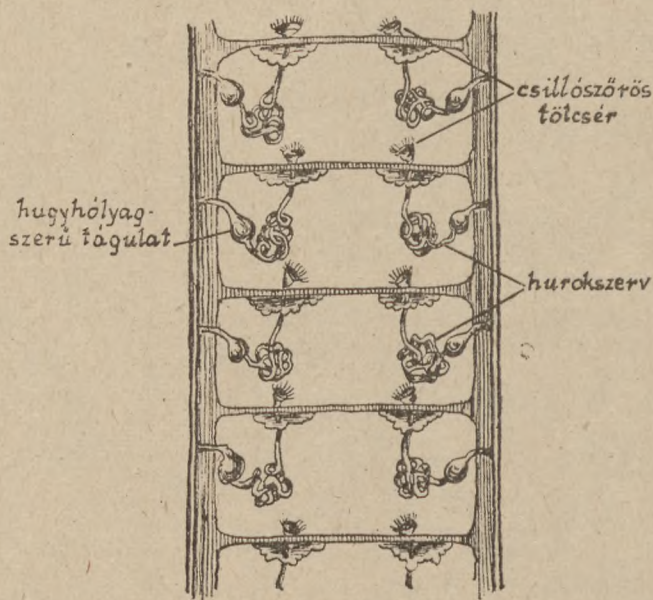
Az állati test sejtjeinek citoplazmájában égési folyamatok mennek végbe, ezeknek végső termékei a különböző bomlási anyagok. Az állati testben végbemenő ezen égési folyamatok elbontják a szénhidrátokat, fehérjéket, zsírokat és ezen két utóbbi anyag szétesésekor széndioxid, víz- és nitrogéntartalmú bomlástermékek keletkeznek. Az állati testben létrejött bomlástermékek közül a széndioxidot és a vizet a bőr és a lélekzőszervek távolítják el a szervezetből, míg a nitrogéntartalmú égéstermékek kiküszöbölésére külön szervek, az ún. *kiválasztószervek* szolgálnak.

A táplálékot ozmosis útján felvevő *véglényekben* lüktető vagy pulzáló vakuolák választják ki a bomlási anyagokat és ezek az ozmosisnyomás szabályozásában is szerepelnek.

A *soksejtű állatok* közül nincsenek külön kiválasztószerveik azoknak, amelyeknek sejtjei legnagyobb részben a test szabad felületén vannak és ezért minden sejt közvetlenül a szabadba juttathatja a maga bomlási termékeit. Ilyenek a tömlősállatok és a tüskésbőrűek.

A *tömlősökben* a kiválasztást és emésztést ugyanaz a szerv, a gasztrovaszkuláris üreg végzi. A gasztrovaszkuláris üreg sejtjei felveszik a táplálékot és közvetlenül leadják a bomlási anyagokat s ez a nagyobb nyílású oszkulumon át távozik, míg a táplálék felvétele az oldálnyílásokon (pórus) történik.

Az *alacsonyabbrendű férgek*nél a kiválasztást a proto- és metanefridium végzi. A protonefridium olyan egyszerűbb szerkezetű csőrendszer, amelynek ágai a szövetek között vakon végződnek. A vakon végződő csövekben csillangók hajtják tovább a csövek falán átszivárgó anyagot. A metanefridiumok összetettebb szerkezetűek és abban térnek el a proto-



73. ábra. Gyűrűsféreg kiválasztószervei.

nefridiumoktól, hogy kifelé és a test belseje felé is nyitottak. Ezek tehát nem egyebek, mint a testüreget a külvilággal összekötő csövek.

A *metelyekben* a protonefridium dúsan elágazó csőrendszer s a kiválasztó sejtekből ered. Ezek végzik a kiválasztást, majd kapilláris hálózatban folytatódnak s nagyobb ágakba, végül törzsekbe egyesülve hosszanti lefutással a *kiválasztó nyílással* (*porus excretorius*) közlekedik a külvilággal. A galandférgeknél a kiválasztó sejtek csatornarendszerben folytatódnak s ezeknek páros főágai minden testlíz (proglottis) hasi és háti részén hosszanti irányban futnak le és az utolsó testízekben egyesülnek.

A *metanefridiumok* csillangós tölcserékekkel kezdődnek és vékony, csavarodott csőben folytatódnak, majd vastagabb hámréteggel bélelt csillangós járatba mennek át. A kiválasztó nyílás a test oldalsó részén elhelye-

zett. Ilyen kiválasztórendszere van a gyűrűsférgeknek, ahol húzó- vagy *szelvényeserveknek* is nevezik őket (73. ábra), mivel szelvényenként ismétlődnek. A szelvényeservek tölcseréi az előbbi szelvényből erednek.

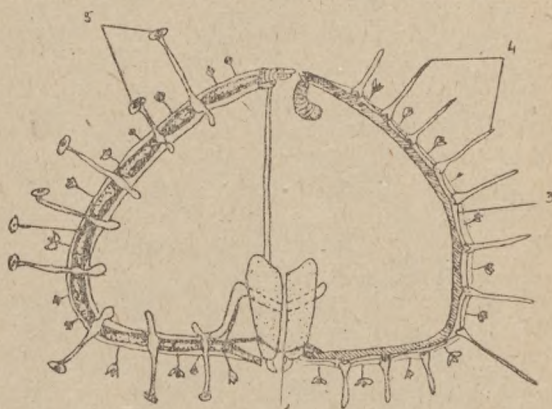
A *tüskésbőrűekben* az *ambulakrális rendszer* (74. ábra) végzi a kiválasztást. Ez olyan csőrendszer, amelynek bevezetőrésze a hátoldalon kezdődik a szítaszerűen átluggatott *mész* vagy *madrepóra-lemezzel*. Ezen át jut a víz az állat testébe. Ez a víz-edényrendszer összeköttetésben áll a tüskésbőrűek mozgásra való ambulakrális lábaival is.

A *puhatestűekben* egy- vagy páros csatornaszerű készülék végzi a kiválasztást és ezek a test felületére nyílnak, a csigáknál a csigaházba. Némelykor ugyanezen szerv a peték lerakására is szolgál (Bojanusz-féle szerv).

Az izeltlábúaknál a rákoknak az *antennális* — vagy *maxilláris* — szerve szolgál a kiválasztásra. A két pár módosult nefridium egyike a 2. csáppár, a másika az alsó állkapcsok vagy a 2. állkapocspár tövében nyílik. Az izeltlábú állatok legnagyobb részénél a Malphigi-féle szerv végzi a kiválasztást. Ezek vékony, fonálszerű képződmények s rendszeren a végbélbe, ritkábban (a pókoknál) a középbélbe nyílnak. Számuk változó, a pókoknak 2, a rovaroknak néha kevés, de nem ritkán még 100-nál is több.

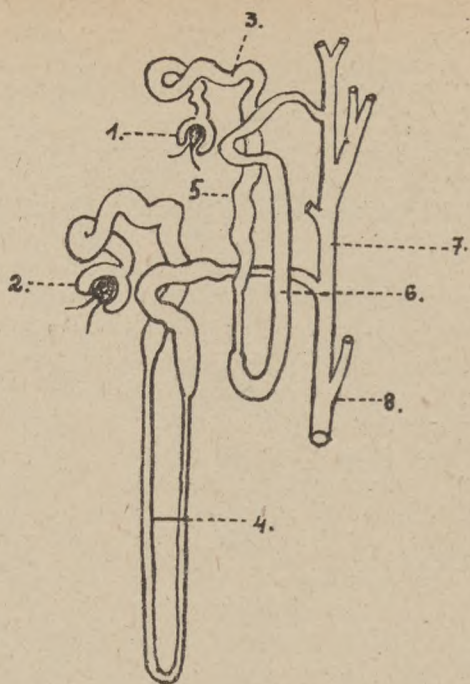
A *gerinchúros állatokban* (*Chordata*) a kiválasztószervek centralizálódtak és páros szervekké változtak. Ezeknél a törzsfejlődés alapján háromféle vese alakul ki, és pedig a *pronefrosz* vagy *fejvese*, az *ösvese mezonefrosz* és a *végleges vese metanefrosz*. Embrionális állapotban az egyszerűbb veseformák szerepelnek, míg a kifejllett korban ezeket a végleges vese váltja fel.

A fej nélküli *akraniáknál* (*Lándzsahal-Branchiostroma lanceolatum*) pronefrosz fejlődött ki, a halaknál (*Pisces*) és kételtűeknél (*Amphibia*)



74. ábra. Tengeri sün idegrendszere és szervei.
1. garatgyűrű, 2. sugárszerű ideg, 3. külső idegfonat, 4. tüskék, 5. ambulakrális lábak.

mezonefroszt találunk, míg a hüllőktől (Reptilia) fölfelé a metanefrosz fordul elő, mint működő vese. A metanefrosz a magasabbrendű állatokban mint páros szerv sűrű csőhálózathoz áll (75. ábra) és a szűrőkészülék a vesegomolyokban (glomerulus) található, amit a Bowmann-féle tok vesz körül. A kiválasztás a glomerulusokban oly módon történik, hogy a glomerulusok arteriájában lévő vérből a fölösleges víz a benne lévő sókkal együtt kiszűrődik és a glomerulusokból kiinduló sűrű finom csőhálózatba kerül, majd a vese-medencébe (pelvis renalis), ahonnan a húgyvezeték (urether) a kívülvilágba vezeti. A glomerulusok tehát, mint apró szűrőkészülékek szerepelnek. Ha a húgyivarvezeték közös helyen nyílik, kloakáról beszélünk. A cápáknak, kételtűeknek, hüllőknek, madraknak és a kloakás emlősöknek kloakájuk van.

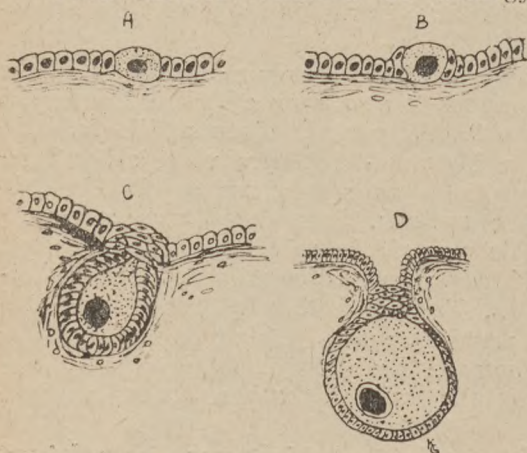


75. ábra. A vese szerkezete vázlatosan.

1. Bowmann-féle tok, 2. érgomoly (glomerulus), 3. kanyargós csatorna, 4. Henle-féle kacs, 5. Henle-féle kacs leszálló szára, 6. Henle-féle kacs felzálló része, 7. egyenes csatorna, 8. fogyűjtő csatorna.

b) FAJFENNTARTÓ VAGY IVADÉKFORGALMI SZERVEK

Ezen szervek feladata az állategyedek fennmaradását biztosítani.



76. ábra. A pete és petetűsző fejlődésének négy szakasza.

Az állat, ha kellő mennyiségű és minőségű táplálékanyag áll rendelkezésére, növekszik, majd szaporodik. A szaporodás csirasejtekkel történik s ezeket a nemiszervek fejlesztik. A nemiszervek ivarmirigyekből és ivarszervekből állanak. Az ivarmirigy belsejét csirahám borítja (76. ábra). Ez a magasabbrendű állatoknál elkülönül az állat testüregét borító többi hámsejttől és külön ivarmirigyeket alkot. A hímivarú állatban a hím ivarszervek a herék, a nőivarú állatban a petefészkek



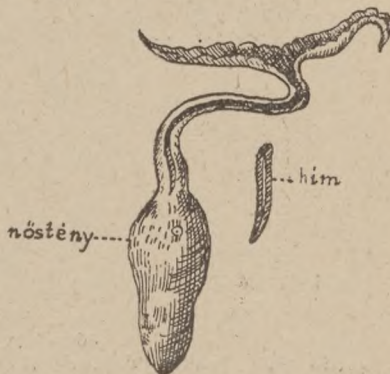
77. ábra. A madár petefészke (ovarium).

szárnyuk van. Egyes állatoknál (emlősök, madarak egyrészénél és a rovaroknál) a hímek nagyobbak, mint a nőtények, viszont a ragadozó madarak, egyes lepkék és fonalférgek nőtényei nagyobb termetűek, mint a hímek (78. ábra). A hímek a természetben általában nagyobb számban találhatók, mint a nőtények. Így a rovaroknál és a halaknál kb. száz hímre egy nőtény esik. A nemi élet első szakaszában ugyanis a hímek viszik az aktív szerepet és csak később jut aktív szerep a nőtényeknek.

A gerinctelen állatok között előfordulnak *hímnősök* (*hermaphrodita*) is, ahol az állat testében hímnős ivarmirigy található s ez úgy hím, mint női ivarterméket létesít. Ilyenek a galandféreg, földigilisztá, piócák, csigák stb. Vannak olyan hímnős állatok is, ahol a hímnős mirigy egyike petéket, a másika hím ivarsejteket fejleszt. Ezeknél tehát a hímnős mirigyek különváltak egymástól. Ilyenek a piócák. A termékenyítés ezeknél oly módon történik, hogy a hímnős állat saját petéit megtermékenyíti saját ondójával pl. a galandféreg vagy két-két hímnős állat kölcsönösen megtermékenyíti egymást. Ilyenek a földigiliszták és a csigák. A hímnösség ezen utóbbi alakját *kölcsönös hímnösségnek* mondjuk, szemben az előbb említett *önálló hímnösséggel*. A hímnős állatok egy részében a peték és az ondósejtek különböző időben jönnek létre. Ha előbb a peték fejlődnek ki, *női* (*protogin*) hímnösségről, ha pedig az ondósejtek fej-

találhatók (77. ábra) és ezek létesítik a hímvirú állatban az *ondót*, a női ivarú állatban a *petéket*. Azokat az állatokat, amelyek közül egyikben a hím, másikon a női ivarszerv kifejlődött, *váltivarúaknak* mondjuk.

Némely állatfajban a hímeket a nőtényektől egyes lényegesen eltérő tulajdonságaik is megkülönböztetik. Ezen tulajdonságok az állat *másodlagos ivarjellegei*. Ilyen pl. a szarvas agancsa, a madarak, halak, gyíkok nászruhája, a kakas taréja és sarkantyúja, a szarvasbogár két hatalmas állkapcsa, a lepkék élénk színe, egyes állatok tojócsöve, a nőtény emlősök erősen kifejlődött emlői. A hímek általában mozgékonyabbak és érzékszerveik is fejlettebbek, mint a nőtényeké. Számos rovar nőtényei szárnyatlanok, míg a hímeknek erősen fejlett



78. ábra. *Bonellia viridis* féreg.

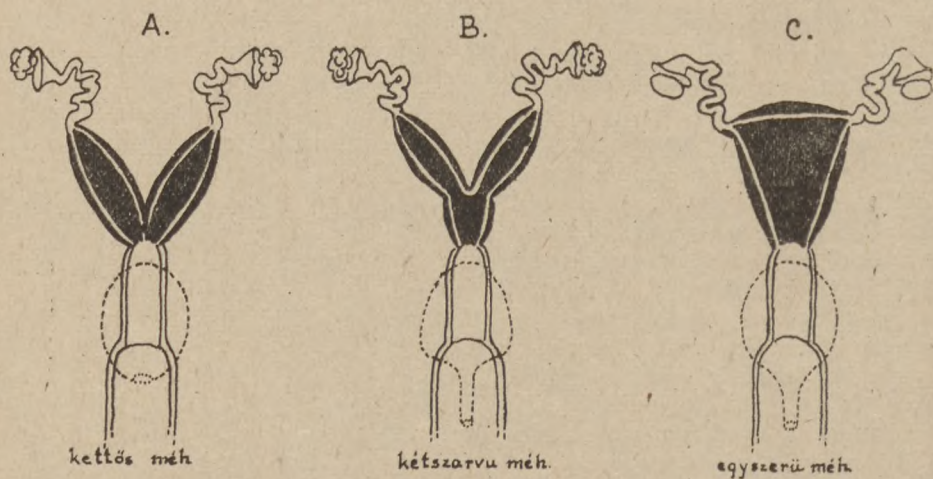


79. ábra. A. cserebogár női és B. hím ivarszerve.

1. petefészkek (ovarium), 2. petecsövek, 3. petevezeték (oviductus), 4. párzótáska, 5. mellékmirigyek, 6. hüvely (vagina), 7. here. 8. hímsírnadvet elválasztó mirigyek, 9. kivető csatorna, 10. ondóhólyag (vesicula seminalis), 11. kilövélő járat.

lődnék ki előbb (*protandricus*) híműségről beszélünk.

Az ivartermékek kivetésére csatornák szolgálnak s ezek sok állatnál a kiválasztószervek vezetékeivel együtt nyílnak a szabadba. A *petefészkek* (*ovarium*) a *petevezetékkel* (*oviductus*) függ össze s ez mozgó csillószőrökkel bélelt tölcserrel kezdődik. A *petevezetőbe* különböző mirigyek is nyílnak s ezek fehérjeanyagokat, pethéjakat stb. választanak ki. Lehetnek a *petevezeték*eken különböző nagyságú és alakú tágulatok is pl. a *párzótáska* (*bursa copulatrix*) (79. ábra) az ondó összegyűjtésére és a *hüvely* (*vagina*) a hímtag befogadására. Az élősködő fonálféregnek nagy részénél a hímeknek *párzótáskájuk* (*bursa copulatrix*) van és ez a párzásnál játszik fontos szerepet. A *herék* a *herevezetékkel* (*vas deferens*)



80. ábra. Gyakoribb méhalakok.

A. kettős méh (uterus duplex), B. kétszarvú méh (uterus bicornis), C. egyszerű méh (uterus simplex).

állnak összefüggésben s ezek a herében fejlődött ondót és a különböző anyagokat a szabadba vezetik. A herevezetékeken ugyancsak előfordulhatnak *ondótartók* (*vesiculae seminales*) az ondó összegyűjtésére. Az ondó-kivezető a húgycsőbe nyílik.

Az emlősökben a kétoldali petevezeték alsó részének összenövéséből a *méh* (*uterus*) lesz (80. ábra) s ez lehet egyszerű (*uterus simplex*), kétszarvú (*uterus bicornis*), kettéosztott (*uterus bipartitus*) és félig kettéosztott (*uterus semibipartitus*) (szarvasmarhákban). Vannak *szikmirigyek* is, ezek a szikállományt létesítik (galandférgek, puhatestűek, madarak), míg a héjmirigyek a peték kemény burokanyagait fejlesztik. Ez az alacsonyabbrendű férgekénél kitünetesebb, míg a magasabbrendű állatoknál mézből áll. A magasabbrendű állatoknál van még cowper-mirigy, ez nyálkás anyagot termel s vannak olyan mirigyek is, amelyek az ondó sejtek életképességét fixálják és azok ily módon hosszabb életűekké válnak (méheknél). Az ondósejtek száma általában az egyes állatoknál több, mint a petesejté. Az ember ondósejtjeinek száma kb. 350 millió, míg az emberi petesejt kb. 400. Igen sok ikrájuk (petéjük) van a halaknak s minél kevesebb az ikrának a szikállománya, annál nagyobb lesz azok száma, míg a nagy ikrájú s több szikállományú ikrák száma kevesebb. Például a pisztráng kb. 500—2000 ikrát rak le, míg a ponty ikráinak száma 200—700 000.

Animális vagy viszonyossági szervek

Legnagyobb részt az egyes jellegzetes állati működések elvégzésére szolgálnak. Így feladatuk az állat testét kívülről befedni, megvédeni a külső káros behatások ellen és felfogni, közvetíteni mindazon külső ingereket, amelyeket az állat ezen külső ingerek hatására a táplálék megszerzése vagy a védelem szempontjából végez. Eszerint az animális vagy viszonyossági szerveket felosztjuk:

a) *mechanikai szervek*

1. kültakaró
2. vázrendszer
3. mozgás szervek

b) *idegéleti szervek*

1. idegrendszer
2. érzékszervek

a) MECHANIKAI SZERVEK

1. A kültakaró vagy bőr

Beburkolja az állat testét és védi azt a káros behatásoktól, de a hőszabályozás is fontos feladata a bőrnek s az ottlévő szőröknek, tollaknak. A verejtékmirigyek is hőszabályozást végeznek azáltal, hogy többet vagy kevesebbet párologtatnak és hűtik az állat testfelületét. Ha a külső hőmérséklet a test belső hőmérsékletéhez viszonyítva magas, akkor a test

párolgása növekszik, míg ha a külső hőmérséklet alacsony, a párolgás is csökken. A párolgás hőleadással jár s így a párolgás gyorsaságának változtatásával a leadandó hőmennyiség is szabályozható.

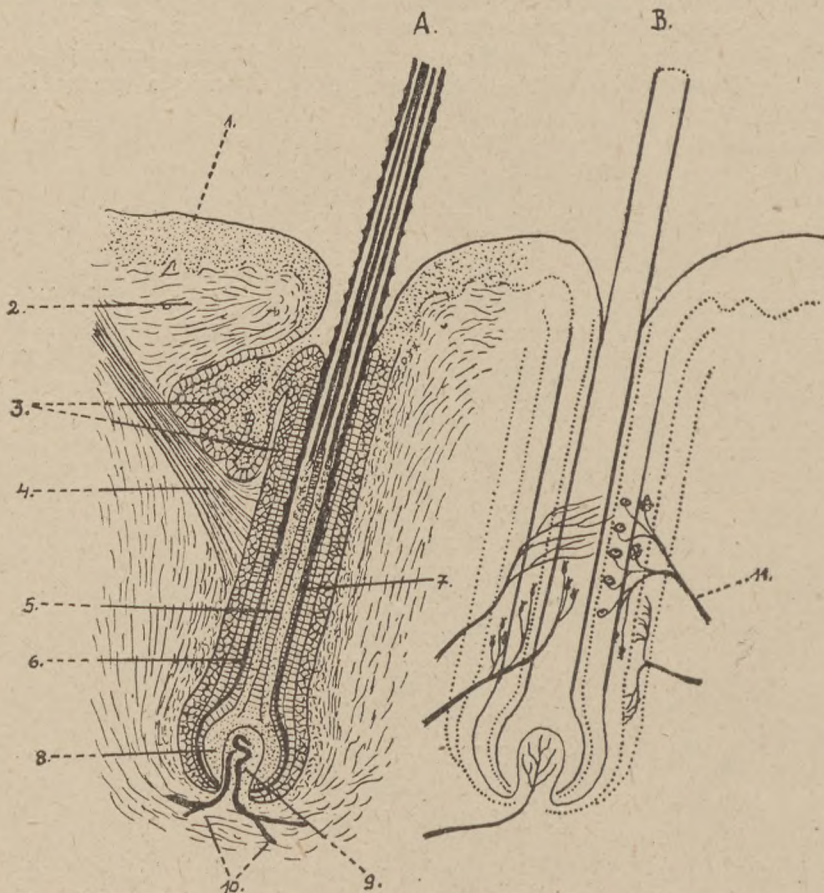
A véglényeknél az ektoplazma, a pellikula, kutikula, krusztá szerepel bőrképen.

A tömlősöknél a szivacsok bőrét az egyrétegű ektoderma sejtjei adják, ezalatt van egy kitinből vagy ásványi anyagból álló vázrészlet. Az édesvízi és tengeri szivacsoknál ilyet találunk.

A férgek bőre kutikuláris-réteg s ezen különböző képletek vannak.

A puhatestűek bőre mirigyes s váladéka a bőrt erősen nyálkássá teszi. A csigák nagyrésze és a kagylók, kemény héjat választanak ki s ennek anyaga konchiolin, míg a meztelen csigák héjnélküliek.

Az izeltlábak bőre egyrétegű hám, ez a felületre kitin-anyagot választ ki. Ebbe a rákoknál mészsók rakódnak le s ily módon kemény külső váz jön létre. Ez nem mindenütt egyforma vastagságú, a potroh vékony kitinnel bo-



81 ábra. A. a szőr szerkezete, B. a szőr idegellátása.

1. epidermisz, 2. irharéteg (cutis), 3. faggyúmirigyek, 4. szőremelő izom (musculus arrector pili), 5. bálállomány, 6. szárulemezkék (cuticula pili), 7. kéregállomány, 8. szőrhagyma (bulbus pili), 9. szőrszemölcs (papilla pili), 10. véredények, 11. idegek.

rított, míg a tor, fej és a háti rész vastagabb kitinből alakult. A növekedéssel együtt jár a vedlés, amikor az állat védettebb helyre vonul, mert vedlés-kor vannak a legjobban kitéve a kedvezőtlen behatásoknak.

A *tüskésbőrűeknek* a bőre szintén ektodermális hím, de alatta mezodermális eredetű kemény vázrendszer van s ebből nőnek ki a felületen lévő tüskék.

A *gerinchúrosaknál* a bőr az ektodermális hámból és a mezodermális irharétegből áll. A legfelső rétegek elszarusodtak s bőrpikkelyekké és bőrcsontokká alakulhatnak át. A koriumban lehetnek vékony és vastagabb rétegekben zsír-, porc- és csontelemek.

A *halak* bőrét többretegű epidermisz és az alatta lévő kötőszöveti irharétegből (corium) fejlődő pikkelyek alkotják. A halak pikkelye négyféle lehet (81. ábra) és az egyes halvesoportokra jellemzően fejlődhetik ki.

1. *Fogas vagy plakoid-pikkelyek* az őshalakra (Selachii) jellemzők s ilyen pikkelyeket találunk a rájáknál, cápáknál is. A plakoid-pikkelyek rombuszalakú csontlemezek, szorosan egymás mellett helyezkednek el, de nem fedik egymást és a középtől hátrafelé kiemelkedő hegyes fogat viselnek (cápák). 2. *Vértés vagy ganoid-pikkelyek* rombusz vagy kerek, egymást tetőcserép módjára fedő csontlemezek, ezek fogatlanok és vastag ganoim-réteggel borítottak (ganoim — gyöngyházfényű porcelánszerű réteg). Ilyen pikkelyei vannak a vértés halaknak (vizatok, simatok, kecsge). 3. *Kerek vagy cikloid-pikkelyek* lazán fekszenek a bőrben, könnyen kihúzhatók, kerek, lapos lemezek s rajtuk köralakú növekedési vonalakat és sugaras barázdákat lehet megkülönböztetni. Minden pikkely vége a két mögötte álló pikkelyre borul rá. A pontyféléknek ilyen pikkelyei vannak. 4. *Fésűs vagy ktenoid-pikkelyek* szerkezete épen olyan, mint az előbbieké, de apró, hegyes fogacskák teszik fésűssé a pikkelyt. A sügér-félék pikkelyei ilyenek. A négyféle pikkelyen kívül lehetnek a hal testén nagyobb, lapos csontlemezek is.

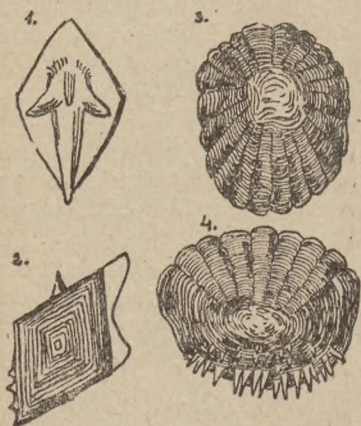
Az irharétegben vannak a hal színét adó festéksejtek, ezek barna vagy fekete festékanyagot (melaninek) vagy sárga és vörös festéket (lipochromok) tartalmaznak. A szívarványsejtek (iridocyta) erősen fénytörő ganoim-szemcsékkel vannak tele s ezek fehér vagy ezüstösen csillogó fényűek, a festéksejtekkel együtt fényeszöld vagy kék színt adnak. Sok hal önként változtathatja színét, a megvakított halak erre nem képesek.

A *kétéltűek* bőre vékony, lágy, puha, mirigydús többretegű epidermiszből áll, az irharéteg nem vastag és szintén gazdag mirigyekben. A *hüllőknek* a bőre száraz és az epidermisz összefüggő pikkelyeket alkot, ezek azonban különböznek a halak pikkelyeitől és összeforradtak vagy éles barázdával vannak elválasztva egymástól. A teknősöknél külső vázat alkot a kemény páncél és ebbe felül belenőttek a gerincoszlop és a bordák. A hüllőknél a bőrmirigyek teljesen hiányoznak vagy csak ritkán fordulnak elő, ezért száraz a bőrük felülete.

A hüllők bőrén szarúanyagból, csontból vagy a kettőnek egyesüléséből álló *pikkelyek* és *lemezek* találhatók, ezek csak az epidermiszből fejlődnek, ilyenek a kígyók és gyíkok pikkelyei vagy az irhából erednek. Végül keletkezhetnek a bőrben olyan csontos táblák és lemezek is, amelyek felső részét az epidermiszből keletkezett elszarusodott lemezek borítják, míg az alatta lévő csonttáblák és lemezek az irharétegben jöttek létre. Ha a bőrben keletkezett lemezek nagyok és széleikkel összeérnek, *pajzsoknak*

mondjuk őket, míg ha aprók és a cserépszindelyhez hasonlóan fedik egymást, *pikkely* a nevük. Csontos pajzsokat találunk a teknősöknél és a krokodilnál, míg a pikkelyek a kigyók és halak testét borítják be.

A bőrnek a függelékei a *szőrök* (*pili*) és a *hajak* (82. ábra). A szőrnek a részei a szabadon álló szár (*scapus pili*) és a bőr mélyében ülő gyökér (*radix pili*). Mindkettő nagyjából egyforma szerkezetű. Külső felszínüket lapos, cserépszindely módjára egymásra boruló szarulemezek (*cuticula pili*) takarják. Ezeken belül van a kéregállomány, mely a szárban hosszúságú elszarusodott sejtekből, a gyökérben, különösen annak mélyebb helyzetű részleteiben, kerek sejtekből áll. A kéreg sejtei barnás-fekete pigment rögöket (melanin) tartalmaznak, melyeknek mennyiségétől függ



82. ábra. Különböző alakú halpikkelyek.

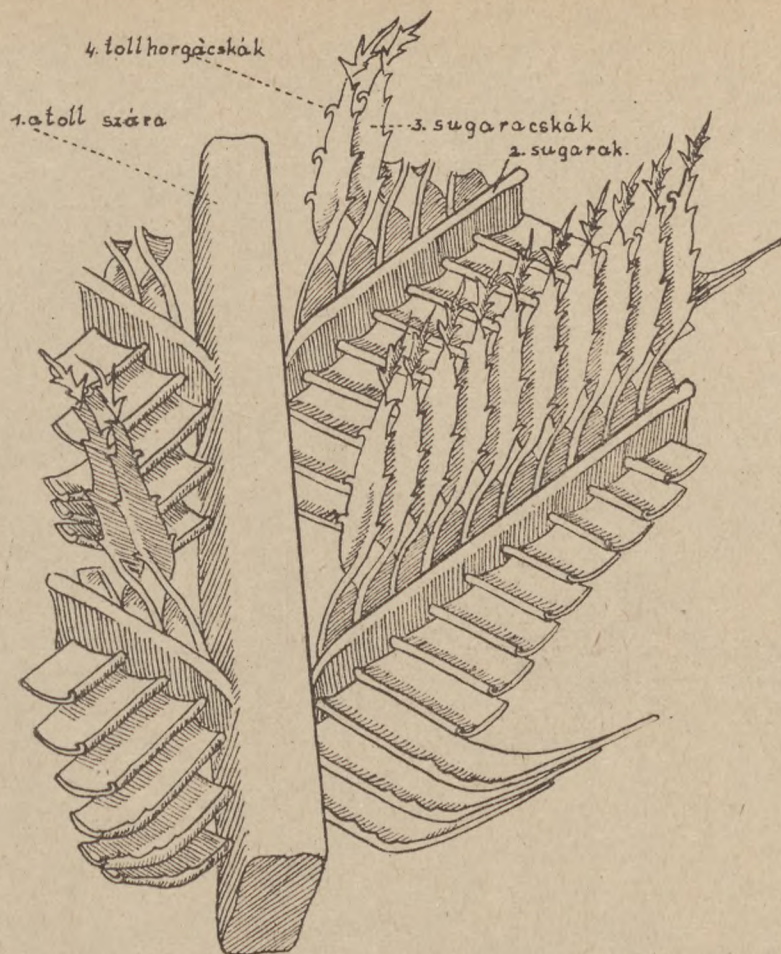
1. fogas- (placoid), 2. vértés- (ganoid),
3. kerek- (cycloid), 4. fésűspikkely (ctenoid).

és bizonyos idő elteltével kihullanak. A hajszálak kb. 2—4 évig élnek, a szőrök pár hétig, illetőleg hónapig és helyükön újak nőnek. A szőrök és a haj mozgását izom (*musculus arrector pili*) végzi.

A madarak bőrében tollak vannak, így az epidermisz vékony, de az irharéteg sem mondható vastagnak. A tollak alatt az epidermisz állandóan hámlik, a bőrben véredények, rugalmas rostok, idegek és tapintótestek vannak. A madarak bőrének pikkelyezettsége bizonyítja, hogy a hüllők és a madarak egy közös ágból származnak s a hüllők pikkelyei a madaraknál tollakká alakultak át. Egyes madaraknál látható a *homlokrajz* is, mint bőrlemez. Így a szárcsánál (*Fulica atra atra*) fehér, míg a zöldlábú vizicsibén (*Gallinula chloropus chloropus*) vörösszínű ez a homlokrajz.

A madarak bőrét tollak borítják, ezek ugyancsak a bőr epidermiszrétegének kinövései és épúgy szarúanyagból állanak és olyan eredetűek, mint a szőrök. A tollaknak megkülönböztetjük a kemény *gerincét* (*scapus*) (83. ábra) és az ennek felső végén lévő *zászlót* (*vexillum*). A gerinc alsó vége hengeres és belül üres s ebbe a bőr bemélyed és a toll *csévéjét* (*calamus*) alkotja. A bennelévő száraz hártya a toll *lelke*; ez összeszáradt maradványa

a haj vagy szőrszál színe. Ősz hajszálakban nincs pigment és a fehér szín a hajszálban lévő levegőtől származik. A hajszál belsejében festékes köbsejtekből álló hajbél vagy velőállomány van. A haj- és szőrszálak gyökerét hüvely módjára fogja körül a szőrtüsző (*folliculus pili*). A szőr és a szőrtüsző megvastagodott közös bőrbeli vége a hajhagyma (*bulbus pili*). Ennek a végén bemélyedés van s ebbe a kötőszöveti szőrtüsző szemölcs alakjában nyomul be. A szőr és a haj a szőrhagyma felől növekszik és ez a növekedés állandó. A hajszálak naponta 0,3 mm-t nőnek. A haj és a szőr igen ritkán ér el bizonyos megszokottnál nagyobb hosszúságot, mivel a szár vége, a legöregebb rész állandóan lekopik és az egyes hajszálak nem túlságosan hosszú életűek



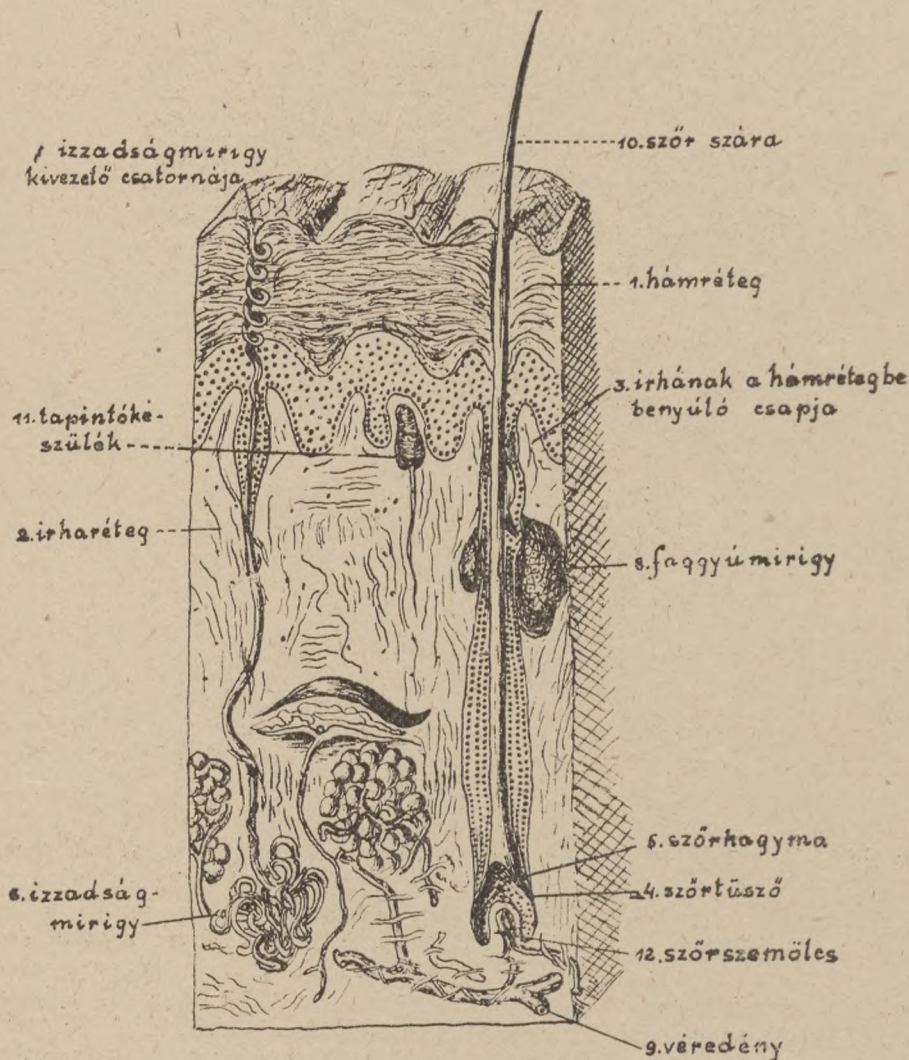
83. ábra. A toll szerkezete vázlatosan.

1. a toll szára (rachis), 2. sugarak (rami), 3. sugarcskák (radii), 4. tollhorgácskák (hamuli).

az irhából a toll csévéjébe nyomult tollszemölcsnek és a véredényeknek. A nagyszámú véredény a fiatal tollat kezdetben táplálta és növesztette. A toll tengelyének felső részét a *toll szárának* (rachis) nevezzük. Ez belül tömör szövetű és szegletes, két oldalán a toll zászlójának *sugarai* (rami) erednek, ezeken a *sugarcskák* (radii), vannak s ezeket egymással apró *tollhorgácskák* (hamuli) kapcsolják össze. Az ily módon összekapcsolt zászlójú még az erősebb légáramlat sem tudja szétszakítani. Az összefüggő zászlójú, kemény tengelyű tollakat *valódi tollaknak* mondjuk, szemben a *pehelytollakkal*, amelyeknek tollzászlóján a horgácskák hiányoznak és gerincük puha. A toll a madarak testén meghatározott sorokban vagy dőlőkben fejlődik ki. A szőrök (az emlősöknél) és tollak egyrészt védik ezen állatok testét a kártékony külső behatásoktól, másrészt, mint rossz melegvezetők megakadályozzák az állati test nagymértékű felesleges hő-

kisugárzását. Épen ezért a hidegebb sarkköri állatok testét sűrű tömött szőr-, illetőleg tollréteg borítja.

Az emlősök bőre a felső epidermiszből és az alsó irhából vagy koriumból áll (84. ábra). Az epidermisz felső része *elszarusodott hámsejtekből áll* (*stratum corneum*); ez állandóan hámlik és a kopás pótlására az alatta lévő rétegek sejtjei szolgálnak. Az epidermisznek a legbelső rétege a *Malphigi-réteg* (*stratum cylindricum*), ennek sejtjeiben festékanyagot, pigmentet találunk s ez adja a bőr jellemző színét. A hámrétegben véredények nincsenek.



84. ábra. A bőr szerkezete.

1. hámréteg (epidermis), 2. irharéteg (corium), 3. az irhának a hámrétegbe benyúló csapjai (*stratum papillare*), 4. szőrtüsző (*folliculus pili*), 5. szőrhagyma (*bulbus pili*), 6. izzadságmirigy, 7. izzadságmirigy kivezetőcsatornája, 8. faggyúmirigy, 9. véredény, 10. szőr szára (*scapus pili*), 11. tapintókészülék, 12. szőrszemölcs (*papilla pili*).

Az *irharéteg* (*corium, cutis*) mezodermális eredetű, rétegei élesen nem különülnek el egymástól és benne kötőszöveti sejtek, erek, idegek, verejték- és daggyúmirigyek, zsír- és izomelemek találhatók. Az emlősök bőrét szőrök borítják s ezek a korium szőrszemölcseseiből erednek.

Szarúanyagból álló kemény bőrkinövészek a *körmök*, *karmok* és *paták* vagy *csülkök* is s ezek mind a bőr hámrétegéből képződnek. A körmök az ujjak utolsó percének felső oldalát borítják be és az ujj végén nem nőnek nagyon túl. Az ember és a majmok nagy részének végtagjain körmök találhatók. Az ujjak végének felső oldalán kiképződött kúpalakú meggyörbült szarúképződményeket *karmoknak* mondjuk és azok jóval túl nőnek az ujjon. A ragadozóknak hatalmasan fejlett karmaik vannak, míg a páratlan- és párosujjú emlősök ujjainak végét cipő módjára a *paták* vagy *csülkök* veszik körül.

Szintén szarúanyagból álló bőrképletek az üres- vagy tülkösszarvúak (*cavicornia*) homlokán képződő *szarvak* is; ezek többnyire mindkét nem-beli állatnak a fején megtalálhatók, azonban a hímeké nagyobb, mint a nőstényeké. A szarv belül üres s kétféle állományú, csontszövetből áll a szarvesont, az azt körülfogó tülkös rész elszarusodott hámsejtekből összetett. A szarvesont tehát a homlokcsont kinövése, míg a tülök bőrképlet s ez a felbőr elszarusodásából keletkezik. Nevezetesebb üres- vagy tülkösszarvú kérődzők a szarvasmarha, a bölény, a bivaly, a juh, a kecske és a zerge.

2. Vázrendszer

Az állati test gerincét, vázát adja a *vázrendszer* (*scelet*) s ez lehet külső (*exoscelet*) és belső váz (*endoscelet*). A vázrendszer egyes szerveket véd s a mozgatóizmok tapadására szolgál.

A *külső váz* (*exoscelet*) a bőr hámsejtjeinek kutikulája. A hámsejtek külső részükön termelik a kutikulát s ez a réteg vastagabb, mint a matrixréteg, ami a kutikulát létesítette. A kitin kutikulává alakulhat át s ebbe mészsók rakódnak le; ilyen módon kemény páncél alakul s ennek belsejében lévő üregben vannak a lágyrészek, amelyeket a kemény páncél véd. Ilyen az izettlábuak külső kitin-váza, amelyhez a mozgásnál szereplő izmok is tapadnak. A karmok, körmök, paták, szarvak a külső vázhoz tartoznak, míg az agancs a belső váz tartozéka. Egyes puhatestűek és tömlősök bőre alatt is találunk külső vázat.

A *belső váz* (*endoscelet*) legősibb alakja a gerinchúr (*chorda dorsalis*). Ez hengeres, pálcikaszerű zsineg s legkezdetlegesebb alakjában a lándzshalon fordul elő és végighúzódik annak mellő részétől a farkáig. Szorosan egymás mellett levő, plazmában szegény nedvdús sejtekből áll s külső részén szilárdabb burok, a kutikulaszerű *külső kordahüvely* borítja és ez alatt a *belső kordahüvely* található. A belső kordahüvely a felülethez közelebb eső sejteknek rostokká való átalakulásából jött létre.

A gerincesek többi osztályában a gerinchúrt csak a fejlődés kezdetén találjuk meg, de később fokozatosan több és több egyéb vázrész csatlakozik hozzá és kiszorítja a gerinchúrt. A körszájúaknál, a porcos vérteshalaknál (vázatok, simatok, kecsge) és a nálunk nem élő tüdőshalaknál megmarad egész életén át, mint a váz alapja.

A fejlődés későbbi folyamán a gerinchúrnak majdnem egész hosszában porcelemezkékké jelennek meg, felül a hátoldalon kettő és ugyancsak kettő alul a hasoldalon. A felsőket felső, az alsókat alsó ívszáraknak hívjuk. A felsők körülfogják a gerincvelőt, azért *idegíveknek* (*neurapophysis*) nevezzük őket, míg az alsók a testüreg egy részét és a farkrészben a véreket veszik körül, amiért *véríveknek* (*haemapophysis*) hívjuk őket.

A porc a gerinchúr körül nem alkot egységes hüvelyt, hanem egyes darabokra, szelvényekre tagolt, mert a tagolatlan porcos váz merevsége miatt nagy akadálya volna az állat mozgékonyságának. Ezért válik tagolttá a váz.

A porcosodás tovább terjed és a gerinchúrt mind nagyobb területen szorítja ki a porc. A cápáknál és a porcoshalaknál már egyszerűbb szerkezetű porcos csigolyákból alakul ki a gerinchúr helyett a porcos gerincoszlop.

A gerincoszlop fejlődésének legmagasabb fokán mészcsók rakódnak le a csigolyák testébe s ez a folyamat a porc feloldását és csontszövettel való helyettesítését és újraképződését jelenti. A csontképző sejtek (osteoblasta) átalakítják a porcos gerincoszlopot és ilymódon a porcos vázat a csontos váz váltja fel. A porc a test egyes helyein később is megmarad, így a hosszú végtagsontok ízületi végein és a csontváz egyéb részein.

A mozgások fajtái és a mozgás szervei

Az állatok egyik legjelentősebb és legfeltűnőbb sajátossága a *mozgékony-ság*. Vannak azonban egyes helyhez kötött állatok, ezek mozdulatlanok, azonban ezeknél is egyes testrészek, így a csápok, tapogatók, fogókarok stb. megtartották továbbra is mozgékony-ságukat. A mozgás szerveinek a táplálék megszerzése, védelem és a menekülés a feladatuk.

Az állatoknál különböző mozgásokat észlelünk, ilyenek az *araszoló mozgás*, ezt egyes férgeknek (gyűrűsférgek), araszoló lepkék hernyómá-látjuk. Ezeknél a test két végén erős izomzatú tapadókorong van s mozgáskor az egyikkel valami szilárd tárgyon megtapadnak, míg testük másik végét a mozgás irányába nyújtják, majd a másik tapadókorongjukkal is megtapadnak.

Kígyózó mozgás nemcsak a kígyóknál találunk, hanem számos féreg (földigilisztá, fonálféreg) és rovarálca is ilymódon mozog. Ez a mozgás mind a szárazföldön, mind a vízben is elterjedt.

Az *úszás* igen elterjedt mozgás, a halaknál, számos kétéltűnél, hüllő-nél és az emlősök közül a ceteknél találjuk.

Rakétaszerű mozgás egyes tengeri állatnál, így a nagytűtű tengeri puhatestűeknél, a medúzák-nál, polipoknál fordul elő. Ez a mozgás úgy jön létre, hogy az állat az erre szolgáló testüregét teleszívja vízzel, majd izmaival kilöveli magából és a kilövelt víz irányával ellentétesen mozog.

A *végtagokkal* való mozgás a leggyakoribb és az mindig egy fix pontra való támaszkodással megy végbe s ilyenkor a végtag, mint emelő működik. A gyors mozgást a nagy talpfelület akadályozza. A halaktól fölfelé az ötujjúság az uralkodó.

A *repülés* a levegőben történik és a mellső végtagok vagy bőrszerű képződménnyel ellátottak, vagy szárnyakká alakultak. Az állatoknak körül-

belül 75 százaléka repül, a madarakon kívül repülnek a repülőhalak is, de ez a repülés nem hasonlítható össze a madarak repülésével. A jávai repülőbéka és a hüllők közül a repülőgyík (*Draco volans*), az emlősök közül a bőregerek, a repülőkutya (*Pteropus edulis*) tud repülni.

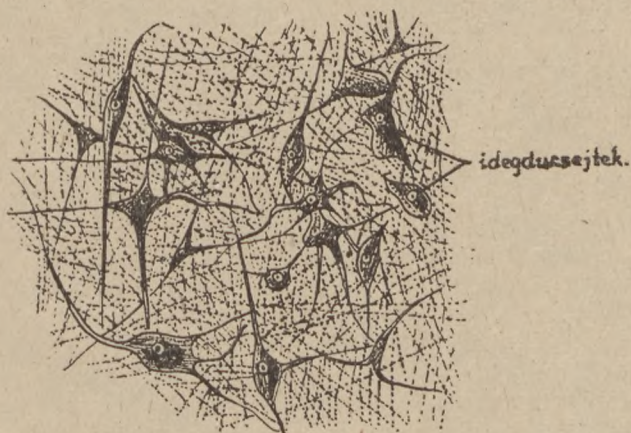
Alsóbbrendű állatok, így a véglények állábaik, csillangóik és ostoruk segítségével változtatják helyüket és szerzik meg táplálékukat. Az alsóbbrendű férgeknek és egyes állatok lárváinál ugyancsak a csillangók és tapogatók szolgálnak e célra. A magasabbrendű állatoknál az izmok kisebb-nagyobb pnatokban a bőrhöz tapadnak és az ú. n. *bőrizomtömlőt* alkotják. Ilyen izomzat jellemző a férgekre, ezekenél a helyváltoztatás különösen ezen bőrizmok segítségével történik. A szilárdvázú állatok izmai rátapadnak a váz egyes darabjainak belső részeire és összehúzódnak, illetőleg elernyedésükkel mozgatják a szilárd vázat is. Ez a berendezés legnagyobb fejlettségét a gerinces állatoknál éri el, ahol az izmok tapadásául a csontváz szolgál és egyes részei mint egykarú emelők működnek.

b) IDEGÉLETI SZERVEK

1. Idegrendszer

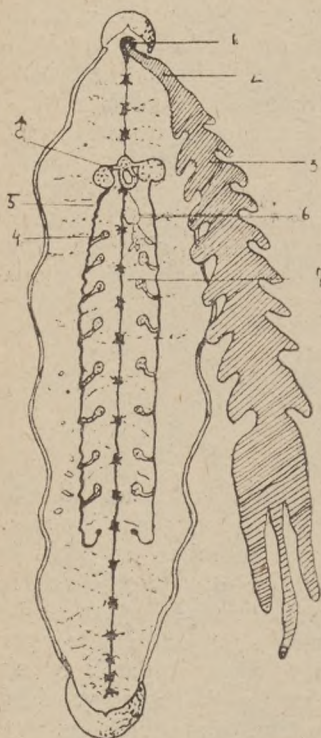
Az idegrendszer az alacsonyabbrendű állatoknál egyedül az állatokra ható ingerek gyors vezetését és az ingerektől létesített mozgás közvetítését végzi. A magasabbrendű állatok idegrendszere ezzel szemben az állati test kormányzóközpontjának feladatát is betölti oly módon, hogy az állat testét alkotó sejteket, szöveteket és szerveket összekapcsolja egymással és kormányozza azok működését. Az idegrendszer tehát az a középpont, ahová az állati test minden részéből eljutnak a felfogott ingerek és ahol azok feldolgozva az állat tudomására jutnak. Ugyancsak innen váltódnak ki azok a sokszor bonyolult mozgások is, amelyekkel az állatok az egyes felfogott ingerekre reagálnak.

A véglényeknél az ingerfelvételt a citoplazma végzi, ez a működés még kezdetleges. A tömlősöknél a bőr alatt találunk szétszórt vagy diffuz-



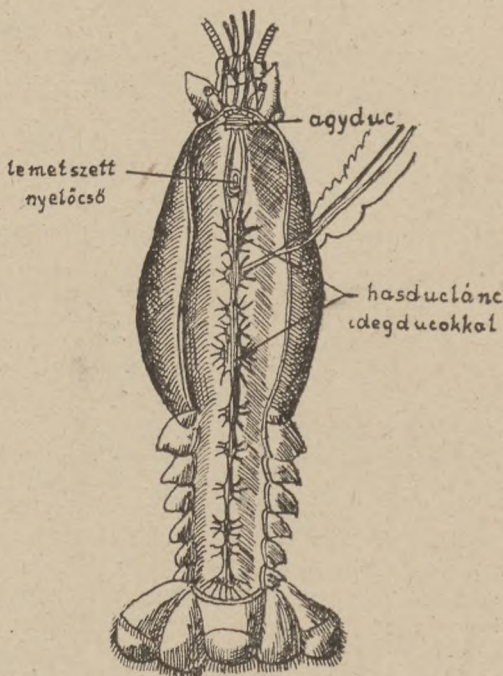
85. ábra. Bőridegréteg a bőrben szétszórt idegdúcsejtekkel.

idegrendszer (85. ábra). A tüskésbőrűeknél az idegrendszer a külső szájvégi (oralis) és belső szájvégi (apicalis) részből áll. A gyűrűsférgesek minden szelvényében egy-egy idegcsomót találunk s ezek eresztékekkel (comissura) összekapcsolva a hasducláncot alkotják (86. ábra). A hasduclánc a test mellő részén gyűrűalakban körülveszi a garatot és felül a garat-



86. ábra. Az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) bélcsatornája és idegrendszere.

1. garatfeletti duc, 2. nyelőcső, 3. középbél, 4. here, 5. ondóvezeték, 6. petefészék, 7. hasduclánc.



87. ábra. A folyami rák idegrendszere.

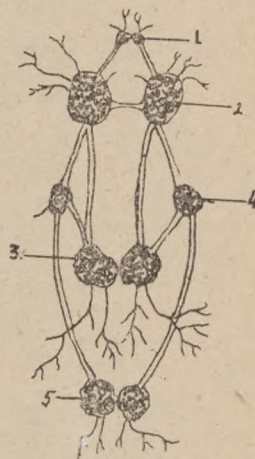
feletti (ganglion supraoesophageum), alul a garatalatti ducot (ganglion infraoesophageum) alkotja. Ezen állatok összes szelvényei J. Loeb szerint egyforma fiziológiai értékűek, mert külső ingerekre minden testszelvény egyformán működik.

Az izettlábúak idegrendszere ugyancsak hasducláncból (87. ábra) és a garatideggyűrűből áll. Azonban ezeknél az állatoknál élettani tekintetben minden idegdúc már különbözik egymástól s a mozgás középpontjául a felső garatideggyűrűt tekintjük. Ha ugyanis egy izettlábú állat jobb oldalán a garatideggyűrűt átvágjuk, baloldali kényszermozgásokat végez, míg egy gyűrűsférgen hasonló műtét után semmiféle lényeges változás nem ismerhető fel. Az izettlábú állatok garatfeletti ducát, mivel a mozgásokon kívül a magasabb érzékszerveknek is ez a középpontja és mintegy megfelel a magasabbrendű állatok agyvelejének, agyvelődúcoknak (ganglion cerebrale) nevezzük. A puhatestű állatoknál az idegrendszer garatfeletti, garatalatti,

talp-, köpeny- és zsigerducra oszlik (88. ábra) s ezek egymással eresztékekkel függnek össze. Ezen állatoknál a garatfeletti duc épenúgy, mint az izelt- és nem izeltlábú férgeknek, nem a mozgás középpontja, azért *érzéki ducnak* (*ganglion cerebroidale*) tekinthető.

A legalsóbbrendű gerinceseknél, így a lándzsahalnál (*Branchiostoma lanceolatum*) az idegrendszer a test szelvényezettségének megfelelően épenúgy idegducokból összetett, mint a gyűrűsférgeké. Az első szelvény ideg-csomói a mozgás- és érzékszervek szolgálatába szegődnek és magasabb egységet, az *agyvelőt* képviselik. A magasabbrendű gerinceseknél az idegrendszer *centralizálódott* (89. ábra).

A kétéltűek és hüllők idegrendszerénél már határozottan meg lehet különböztetni a *gerincagyvelőt* a tulajdonképeni *agyvelőtől* s az utóbbin már az *agykéreg* is kifejlődik, míg ezt a *halaknál* még nem lehet észrevenni. A gerinces állatok gerincagyvelejében reflex-centrumok találhatók, ezért a gerincagyvelő működésre megegyezik a férgek idegrendszerével. Azon gerinces állatoknál, amelyeknek agyvelején a kéregrészt nem lehet megkülönböztetni (halak), az asszociáció és a tanulásra való képesség is igen csekély. Az agykérget a halaknál vékony hámréteg képviseli, a kétéltűektől és a hüllőktől kezdve azonban az agykéreg már elkülönül az agyvelő többi részétől és teljes fejlettségét az emlősöknél, különösen az emberszabású majmoknál és végül az embernél éri el.



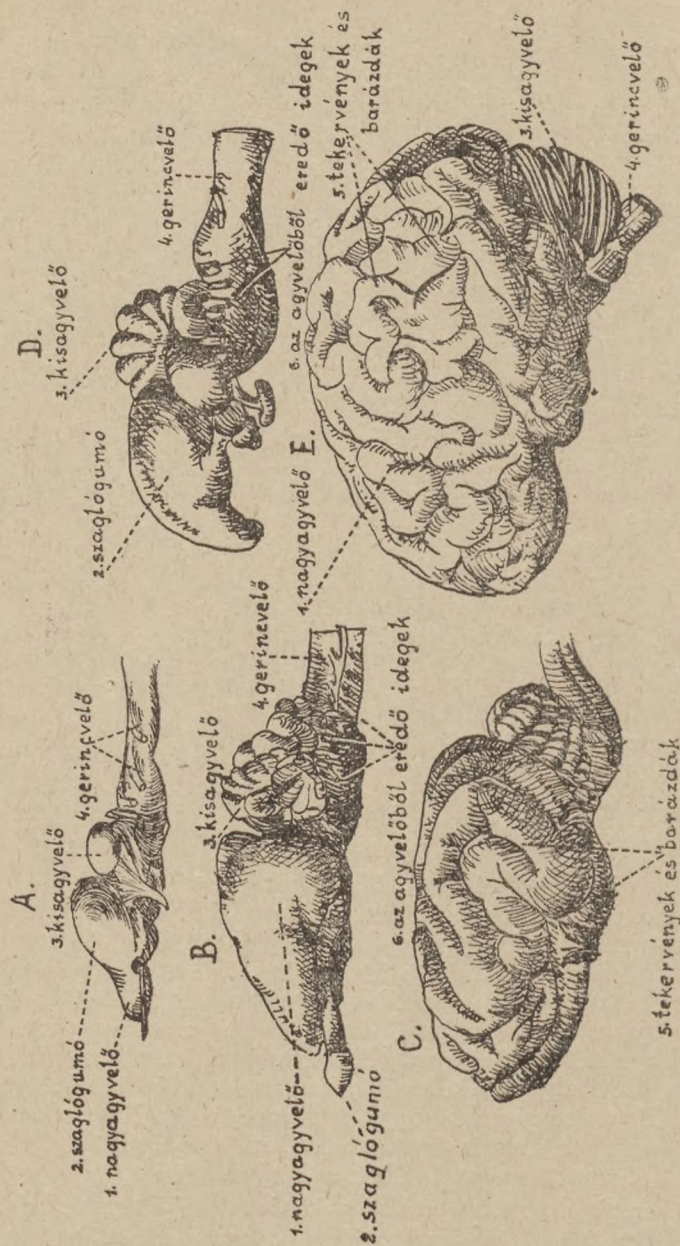
88. ábra. Puhatestűek idegrendszere.

1. szájduc, 2. garatfeletti duc, 3. talpduc, 4. köpenyduc, 5. zsigerduc.

Az alsóbbrendű gerinces állatok agykérge még lazán függ össze az agyvelő többi részével, ellenben a hüllőktől kezdve ez az összeköttetés sokkal határozottabbá és szorosabbá válik és az agykéregben lévő idegsejtek és idegrostok tömege is nagyobb lesz az agyvelő többi állományához viszonyítva.

Ennek alapján az agykérget az *asszociáció középpontjának* kell tekinteni, ahol a legmagasabb szellemi működések folynak. *Fritsch* és *Hitzig* kutyán megfigyelték, hogyha annak agyvelejét egyes területen elektromos árammal ingerelték, más és más mozgások álltak elő. Ezek és más kísérletek beigazolták, hogy az agyvelő kéregállományában vannak egyes területek, amelyek izgatásával a test ellenkező oldalán pontosan bekövetkező mozgások létesülnek és minél magasabbrendű valamely állat, annál pontosabban el lehet különíteni az agyvelő kéregállományának azon részeit, amelyeknek ingerlésére bizonyos meghatározott izommozgások váltódnak ki. Ezzel kapcsolatban a fájdalomérzés is annál erősebben kifejlődött valamely állatban minél fejlettebb annak agyvelejében a kéregállomány.

A nagyagykéregben épenúgy, mint a középponti idegrendszer többi részében az ingerület folyamán egyidejűleg gátlások is keletkeznek. Ez a gátlás abban jut kifejezésre, hogy bizonyos neuron-csoport képtelen újabb ingerületet továbbítani. Ha pl. valamelyik feltételes-reflex megszűnik, a kéreg bizonyos részei gátlás állapotában vannak. Később azonban helyettük újabb kapcsolatok létesülnek a kéreg egyes részei között és a szervezet új módon reagál a környezetre.



89. ábra. Néhány gerincesállat agyvelőjének fejlődése.

A. béka, B. nyúl, C. kutya, D. galamb, E. ember agyvelője. 1. nagyagyvelő (cerebrum), 2. szaglógumó (bulbus olfactorius), 3. kisagyvelő (cerebellum), 4. gerincvelő (medulla spinalis); 5. tekervények és barázdák, 6. az agyvelőből eredő idegek.

Az ingerület és a gátlás az egész idegrendszer tevékenységének alapja. J. P. Pavlov akadémikus számos tanítványával részletesen tanulmányozta az agykéregben lejátszódó ingerületi és gátlási folyamatokat és egész sor törvényszerűséget állapított meg. Így pl. ha a kéreg egy részében erős ingerület keletkezik, akkor a szomszéd területeken gátlás lép fel és fordítva. Élénk, vakító fény vagy hirtelen fellépő erős szag az állatnál az összes feltételes-reflex megszűnését válthatja ki. Kísérletek kimutatták, hogy ha egy kutyának étkezés alatt macskát mutatnak, hirtelen megszűnik a nyáleválasztása. Itt az ingerület oly erős, hogy még a föltétlen nyáleválasztási reflex is gátlás alá kerül. Az ingerületek összesítésére és elemzésére való képesség különösen az embernél erősen fejlett. Habár az állatok jobban megkülönböztetnek szagokat és hangokat, mint az emberek, az ember az összes állatokat mégis túlszárnyalja a legmagasabb elemzés és ingerületszintézis terén. A sas szeme sokkal messzebbre lát, mint az ember szeme, az ember szeme azonban a tárgyakban sokkal többet lát, mint a sas szeme, írja Engels. Az embernél az agyvelő és különösen a nagyagyvelő kérgé fejlettebb, mint az állatoknál. Az ember agyvelőjének féltékéi a homloki és fali lebenyeinek erős fejlettségével tűnnek ki. Sok életbúvár úgy véli, hogy e lebenyek kéreg részének neuronjaiban játszódna le az ingerületek szintézisének és elemzésének bonyolult folyamatai. Itt keletkeznek az elképzelések és fogalmak. Az agyvelő kérgének e részeiben van az emlékezőtehetség, a gondolkodás és az idegrendszer tevékenységének mindazon részei, amelyeket legmagasabb idegtevékenységnek nevezünk.

Az agyvelőből a következő 12 pár agyvelőideg jön ki:

I. szaglóideg (*nervus olfactorius*) a szaglás ingereit fogja fel és az agyvelőbe vezeti. Összeköttetésben áll az orral és a nagyagyvelő szaglólebenyében végződik;

II. látóideg (*nervus opticus*) a fényingerek felvételére szolgál. A szemből indul ki és az agyvelő látási középpontjában (*thalamus opticus*) végződik. Az agyvelő alapján kereszteződést (*chiasma opticum*) alkot;

III. szemmozgató ideg (*nervus oculomotorius*) a látószervet mozgató izmokat idegzi be ágaival, a pupillaszűkítő izmot is;

IV. sodróideg (*nervus trochlearis*) ugyancsak a szemmozgató izmokat látja el ágaival. A legkisebb agyvelőideg;

V. háromosztatú ideg (*nervus trigeminus*) a fej és a bőr beidegzését végzi és a fogaknak is ad ágakat, ezenkívül a nyelvnek és a rágóizmoknak;

VI. távolítóideg (*nervus abducens*) a külső szemizmokat idegzi be;

VII. arcideg (*nervus facialis*) az arcot látja el ágakkal; bénulása az arcot merevvé teszi;

VIII. hallóideg (*nervus acusticus*) a hanghullámok felfogására szolgál. Eleinte együtt halad a helyzetérző ideggel (*nervus staticus*), de később két részre szakad s az egyik ág a tulajdonképeni hallószervet hálózza be ágaival, míg másik ága a fül helyzetérzőszervét látja el idegekkel;

IX. nyelvgaratideg (*nervus glossopharyngeus*) a nyelvet és a garatot látja el ágaival;

X. botygóideg (*nervus vagus*) a lélekzési, táplálkozási, keringési szervekhez ad rostokat s a gége mozgását is ez az ideg végzi, a szív legfontosabb idege;

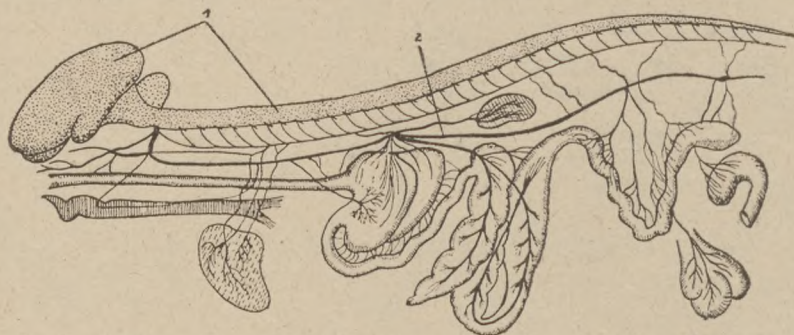
XI. járulékos ideg (*nervus accessorius*) a nyakat és a mellő végtagokat idegzi be;

XII. nyelv alatt ideg (*nervus hypoglossus*) a nyelv mozgását végzi, a géget és a garatot is beidegzi.

A gerincevelő (*medulla spinalis*) a gerinccsatornában fut végig; keresztmetszetén belső szürke és azt köpenyszerűen borító fehérállományt különböztetünk meg. A szürke állományban halad végig a középponti csatorna (*canalis centralis medullae spinalis*), ez az agyvelő üregeivel (4) közlekedik és benne tiszta folyadék van.

A szürke állomány felső szarvaiból érző-, alsó szarvaiból mozgató-idegek erednek s ezek a csigolyaközötti lyukaknál egyesülnek és mint kevert idegek lépnek ki a gerinccsatornából. A gerincevelőn nyaki és ágyéki duzzanatot találunk, ezekből a mellő és hátsó végtagokhoz haladó idegek erednek.

Az agyvelőt és a gerincevelőt a koponyaüreghen és a gerinccsatorná-



90. ábra. Együttérző- vagy szimpatikus idegrendszer.
1. középponti idegrendszer, 2. szimpatikus idegrendszer.

ban agyvelőburkok borítják be. Legkülső az erekben szegény, erős, rostos, kemény agyvelőburok (*dura mater*), ez a koponyacsontokat kibéleli és a csontok belső felszínével összenőtt. Kettőződő helyén nagy visszeres öblök (*sinus durae matris*) képződnek, míg a középvonalban a kettőzet a sárlónyúlványt (*falx cerebri*) alkotja. Ez benyomul a két agyvelő félteké és derékszögben a kis- és nagyagyvelő közé, majd beborítja a gerincevelőt is. A féltekék nyakszirti része és a kisagyvelő között harántirányban az agysátor (*tentorium cerebelli*) kifejlődött, míg a kisagyvelő féltekéi közé a kis sárló (*falx cerebelli*) hatol be. A pókhálóburkok (*membrana arachnoidea*) vékony, átlátszó kötőszövetből áll, nem hatol be az agy- és gerincevelő mélyedéseibe és áterjed a gerincevelőre is. A lágy agyvelőburok (*pia mater*) az agy- és gerincevelő minden felületi részébe behatol és üregeiben fonatokat alkot.

A középponti idegrendszer mellett, ahová a nagyagyvelőt, kisagyvelőt és a gerincevelőt soroljuk, beszélünk kerületi vagy periférikus idegrendszerről is, amit az agy- és gerincevelőből kijövő idegek alkotnak. Van még vegetatív, együttérző (*autonom*) vagy szimpatikus idegrendszer is (90. ábra), ez a gerinccsatorna két oldalán fut végig és kis mértékben összefüggésben van a középponti idegrendszerrel is, a vegetatív szerveket (gyomor, belek, szív) látja el ágaival és ezen szerveknek működését kormányozza.

Olyan anatómiai képleteket (ducokat, idegeket), amelyek a szimpatikus idegrendszertől alaktaniilag elkülöníthetők volnának és külön paraszimpatikus idegrendszert alkotnának, nem ismerünk. A *paraszimpatikus idegrendszer* nem külön anatómiai, csakis kísérleti fogalom. Egyetlen vegetatív idegrendszer van: a szimpatikus, a paraszimpatikus. — Dr. Kiss Ferenc anatómus szerint — a szimpatikusnak egyik működési alakja. A szimpatikus idegrendszer általában serkent, míg a paraszimpatikus idegrendszer éppen ellenkezőleg működik, fékező, gátló hatást fejt ki. A szimpatikus idegrendszer bizonyos önállósággal működik, ezért nevezzük autonóm-idegrendszernek is.

A középponti idegrendszernek (agyvelő és gerincevelő) *szürke és fehér állománya* van. A nagyszámú idegsejt és velőtlen idegrost a tompafényű szürke állományban van, míg a velőshüvelyű idegrostok a fénylő fehér állományt alkotják.

Itt említjük meg *J. P. Pavlov* szovjet akadémikus korszakalkotó felfedezéseit a reflexekről. Az életműködések vagy tudatosak, vagyis akaratunktól függően jönnek létre vagy olyanok, amelyek függetlenek akaratunktól, ezek a reflexek. Ezek megfelelő ingerekre önműködően, automatikusan jönnek létre. A reflexek lehetnek *feltétlen-* és *feltételes-reflexek*. A *feltétlen-reflex* az inger hatására mindig létrejönnek; az ember és állat veleszületett tulajdonságai. Ilyenek pl. térdreflex, a pupilla összehúzódása erős fényre, a kéz visszarántása, ha forró tárgyhoz érünk, a fej fordítása erős fényre vagy hangra, a gyermek szopási mozdulatai stb. Mindezek a reflex-cselekmények az agykéreg és az agyféltekék közvetlen részvétele nélkül jöhetnek létre. A reflexnek ez a faja különösen az alacsonyabbrendű állatoknál gyakori jelenség, az embernél már az élet első napjaiban jelentkezik.

A feltételes-reflexet *J. P. Pavlov* szovjet tudós vizsgálatai szerint az ember és az állat később szerzi meg gyakori ismétlésekkel. Ilyen irányú kísérleteinél a kísérleti kutya etetésekor csengő szólalt meg és a nyál-elválasztás akkor is megindult, ha csak a csengő szólt, de a kutya ételt nem kapott. A feltételes-reflexek a középponti idegrendszer legmagasabban fejlett részei s a magasabbrendű állatoknál és az embernél az agykéreg részvételével jönnek létre. Az állat vagy az ember életének folyamán egyes feltételes-reflexek megszűnnek, mások újra megjelennek. A magasabbrendű állatoknál és az embernél mindezek a folyamatok az agykéregben játszódnak le. Ezért nem lehet azt a kutyát szelídíteni, amelynél eltávolították az agyvelő féltekéjét. Az állatok szelídítése sem más, mint a feltételes-reflexek egész sorának kifejlesztése. A madarak, hüllők, kételtűek és halak életműködésében is meg lehet figyelni feltételes-reflexeket. Ezeknél a reflex keletkezése a szubkortikális középpontokhoz kapcsolódik (madaraknál) vagy a közti- és a középagyhoz.

Az alacsonyabbrendű és tisztán reflex-működések végző állatok leginkább vízben tartózkodnak, ahol az életfeltételek egyformák és állandók. Ellenben a szárazföldi élet új berendezéseket és új szervek kifejlődését követeli meg, úgy hogy az ilyen állatoknál kulikula, kitin-páncél és különböző szilárd kemény vázak, héjak fejlődnek ki és izomzatuk is erősebbé válik, szerveik is jobban széttagozódnak, idegrendszerük centralizálódik és a reflex-működések fokozatosan az öntudatos működés váltja fel.

2. Érzékszervek

Felfogják a külvilág különböző ingereit és az állat tudomására hozzák. A alsóbbrendű állatok minden sejtje egyformán ingerlékeny, ellenben a magasabbrendű állatok testében már elkülönült érzékszervek végzik ezt a feladatot. Az állatok érzékszervei között nagy eltérések találhatók és az érzékszerveket nem lehet mind az ember érzékszerveihez hasonlítani. Tudjuk, hogy egyes rovarok az ibolyántúli- és a röntgensugarakat is megérik, némely kígyó és béka a mágneses viharokat, sőt a vipera bizonyos életmegnyilvánulásaival a bekövetkező földrengéseket is előre jelzi. Az érzékszervekhez osztjuk a tapintó-, ízlelő-, szagló-, helyzetérző-, halló- és a látószerveket.

Tapintószervek

Az állat az őt körülvevő tárgyakról és azok minőségéről a tapintószervekkel szerez tudomást. Szilárd, folyékony és kivételesen gáznemű anyagok tapintásáról lehet szó. A tapintószervek az állat testfelületén a hámszövetben fejlődnek ki. Az alacsonyabbrendű állatokon a tapintás kez-



91. ábra. Különböző érzékszervek.

delleges fokon van és legfeljebb csak a tárgyak létezéséről tájékoztatja az állatokat. Pl. a fonálférgek (Nematoda) fején 4, 6, 12 fejtű, 2 nyaki és számos farki papilla szolgál tapintásra. Az izellábuak különféle tapintószőrei, csápjai antennái végzik a tapintást, míg a puhatestűek a kiölthető nyúlványokon (szarvak) lévő érzősejtekkel tapintanak.

A magasabbrendű állatokon már nem csupán a fej körüli részekben találunk tapintószerveket, hanem különféle testrészekben (kézfelület, ujjak, a gyíkok, kígyók kiölthető nyelvén). A tapintószervek előfordulhatnak a *hám*ban és a *kötőszövet*ben. A hámban lehetnek, mint szabad idegvégződés (91. ábra), érzőszőrök (érzősejteken ülnek), Merkel-féle tapintótestcskék (pl. a sertés orrának turo karimáján). A kötőszövetben vannak a Meissner-féle testcskék az emlősök plantáris testfelületén, Krause-féle tapintótestek az írhártyában és a nyálkahártyák felületén.

Vater—Pacini-féle (92. ábra) lemezes szerkezetű szervek a bőr alatti kötőszövetben, a Herbst-féle testek a madarakban.

A *denevérek bőrszárnyán* (patagium) igen érzékeny érzősejtek vannak. Ezekkel a légnyomás-változást, a levegő ellenállásának változását fogják fel. Repüléskor a denevérek hangot adnak és ha a hang valami tárgyba, pl. repülő rovarba, kifeszített dróthoz ütközik, visszaverődik és ezt a bőrszárnyon lévő igen finom érzősejtekkel fogják fel. Megvakított denevér a kifeszített drótokat ügyesen elkerüli és nem ütközik bele. Filmfelvételek

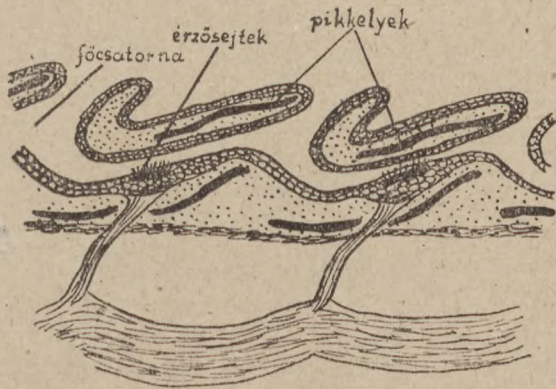


92. ábra. Különféle tapintótestek.

A. tapintó test, B. Meissner-féle tapintóttest, C. Valer- Pacini-féle tapintóttest.

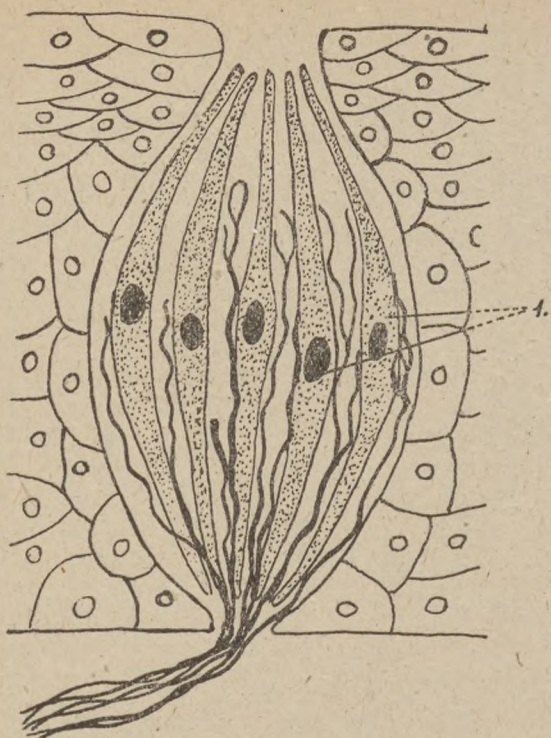
igazolják, hogy a repülő denevér kitért szájával repül és ily módon hangot ad. Valóságos radar-készülék ez, amellyel a sötétben a denevérek pontosan tájékozódnak.

A halak két oldalán végighúzódo oldalvonalban (linea lateralis) a pikkelyek átfúrtak és az alattuk lévő kis gödrökben lombikalakú érzék-



93. ábra. A hal oldalszervének átmetszete.

szervek (oldalszervek) (93. ábra) a víz áramlását, a víznyomás változásait képesek felfogni és azokat az állat tudomására hozni. Az oldalideg (nervus lateralis) a X. agyvelőidegnek (nervus vagus) egyik ága közvetíti a felfogott ingerületet az agyvelővel. Ezt az oldalszervet a kételtűek vízben fejlődő lárváin is megtaláljuk.



94. ábra. Érzéksejtek az ízlelőszervből.
1. érzéksejtek.

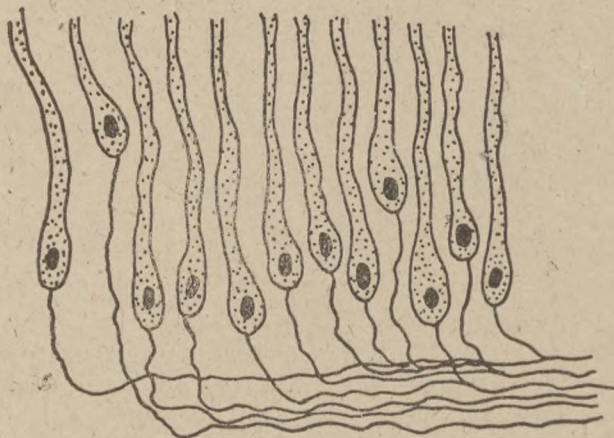
A hőingerek felvételére a testen szétszórtnak található hőérzékeny *kalororeceptorok* a hideg és meleg felvételére szolgálnak. Más kalororeceptorok valók a hideg és mások a meleg felfogására. Pl. az ember bőrének egy négyzetméterén kb. 6—23 hidegpont és 3 melegpont van.

Az ízlelőszervek

a táplálék ízlelésére szolgálnak (94. ábra) és a gerinctelen állatoknál a szájüregben vagy annak közelében találhatók. A rovaroknál az állkapcsokon, alsóajkakon és a szájüregben ideggel összeköttetésben álló *ízlelősertéket* találunk; ezek a táplálék megválasztására szolgálnak. A rákoknál a tapogatókon, a puhatestűeknél és gyűrűsférgeknek a szájüreg mellső végén, a halaknál a szájüregben lévő ízlelőbimbók végzik ezen fontos élettani feladatot.

A szaglószervek

a szagérzet felfogására szolgálnak (95. ábra) és a száj, a lélekzónyítás környékén találhatók. A gerinctelen állatok gödrökben lévő érzőszőrökkel ellátott érzéksejtekkel fogják fel a szagérzeteket. A szagló-gödrökben kétféle



95. ábra. Szaglós sejtek.



96. ábra. Rovar csápja szaglódombocskákkul
1. szaglódombocskák.

sejt fordul elő, a tulajdonképeni szaglősejtek, ezeknek felületén érzőszőrök vannak és az érzőszőrnélküli szaglősejtek. Az ízeltlábú állatoknál a csápok tövében és a tapogatókon vannak szaglősejtek (96. ábra), gyakran az ú. n. szaglőkúpok. A gerinceseknél a szájüreg felett lévő páros üregben találjuk a szaglás érzékszerveit. Az orrüreg, a tüdővel lélekző gerinceseknél a hortyogóval (choana) közlekedik a szájüreggel.

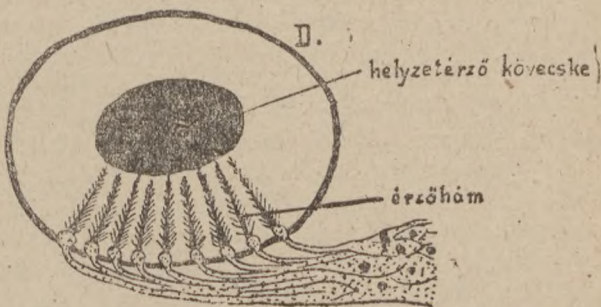
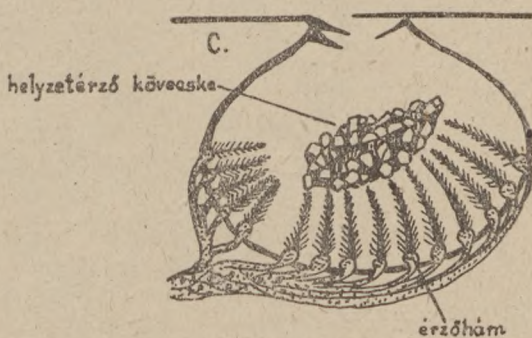
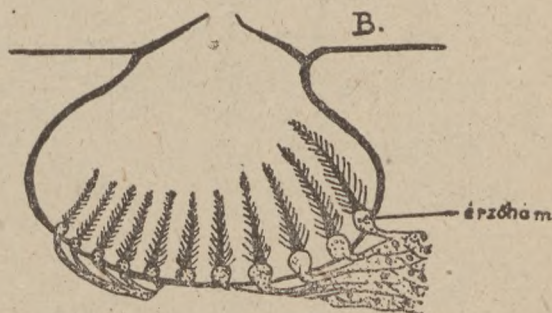
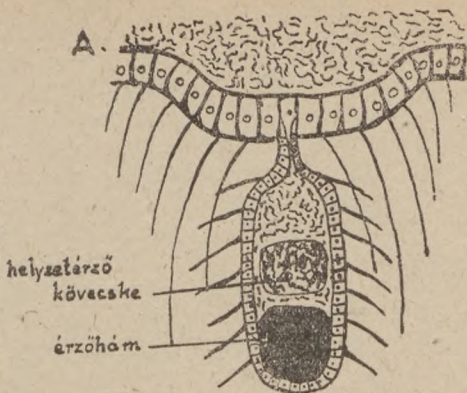
Az állatok mozgásuk közben testük helyzetéről a

helyzetérző

vagy statikus szervvel (97. ábra) szereznek tudomást. Ezzel tájékozódnak a térben és így tudják helyüket

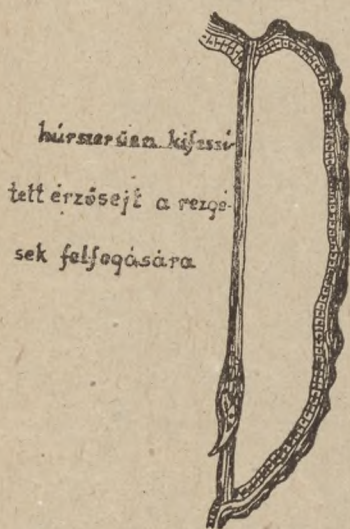
97. ábra. Helyzetérző- vagy statikus érzékszervek.

A. a medúzák helyzetérző buzogánya, B. a rákok helyzetérző gödröcskéi, C, D. puhatestűek és férgek helyzetérző hólyagjai.



zavarlatlanul változtatni. A gerinctelen állatoknál vannak a *helyzetérző buzogányok*, buzogányhoz hasonló képződmények; ezeknek belsejét folyadék tölti ki s ebben számos mészsóból álló *helyzetérző kövecské* (*otolith*) úszik. A buzogány felső felületét idegrostokkal összeköttetésben álló merev és érzékeny szőr borítja. Ezen szervek segítségével tájékozódik az állat a térben elfoglalt helyzetéről. A *helyzetérző gödröcskék* némely ráknál fordulnak elő, míg a férgeknek és a puhatestűeknek a helyzetérzés közvetítésére helyzetérző *hólyagocskák* szolgálnak. Ezek rugalmasfalú nyitott vagy teljesen zárt hólyagok, belsejüket idegrostokkal összekapcsolt, felületükön érzőszőrökkel fedett hámsejtek borítják, s a belsejükben lévő folyadékban mészsóból álló helyzetérző kövecskék úsznak. Ha az állat rendes helyzetben van, akkor ezen kövecskék nyomják a hólyag fenekén lévő érzősejteket, amint azonban az állat testének helyzete változik, úgy ezen kövecskék

a hólyag vagy a gödör falát bélelő hámsejteknek más és más részét ingerlik és ennek hatására az állat testét mindaddig változtatja, amíg ismét előbbi rendes helyzetébe vissza nem kerül. A gerinces állatok fülében lévő félkörös ívjáratok felelnek meg a helyzetérző szerveknek.



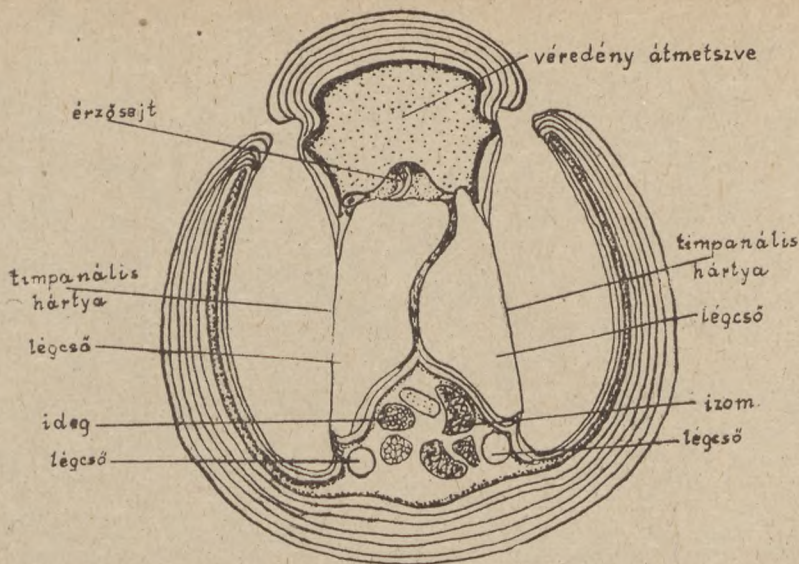
98. ábra. Cincér (*Ergates spiculatus*) rezgés felfogó kordotonális szerve.

A hallószervek

szolgálnak a hanghullámok felfogására. Régebben a helyzetérző szerveket is hallószerveknek tartották. Azonban kiderült, hogy ezen két szerv működése tekintetében különbözik egymástól. A gerinctelen állatoknál a hangokat adó rovaroknak van hallószervük, ezenkívül a szárazföldi gerinceseknél találunk hallószerveket.

A hangadó rovarok hallószerve húralakú hallósejtekből áll, az ún. kordotonális-szerv (98. ábra) és a hallósejtek a testüreg és a testfal között kifeszítettek. A hanghullámok rezgésbe hozzák ezen sejteket és ezt az ingert a velük összeköttetésben álló idegrostok az agyducba vezetik. Van olyan hangfelfogó szerve is a rovaroknak, ahol a dobhártyára emlékeztető hártya fogja fel a hanghullámokat, ez a *timpanális-szerv* (99. ábra). Ennél, mint hangerősítő szerv működik a megduzzadt tracheahólyag. A hallószervek a sáskákon potrohuk első gyűrűjében, a szöcskéken (100. ábra) és tücskökön az első lábszárbán találhatók.

A gerinces állatok hallószervének (101. ábra) legfontosabb része a *csiga* (*cochlea*) s ebben az idegekkel összekapcsolt hallósejtek (Corti-féle szerv) szolgál a hanghullámok felfogására. A félkörös ívjáratok a hallásnál nem játszanak szerepet, hanem azok kizárólag a test helyzetéről és egyensúlyi állapotáról tudósítják az állatot. A *halak* hallószervében csak a félkörös ívjáratok fejlődtek ki, a csiga hiányzik. Ezek süketek, az amé-



99. ábra. Barna szöcske (*Decticus verrucivorus*) hallószerve (tympanalis szerv) a lábszárbán.

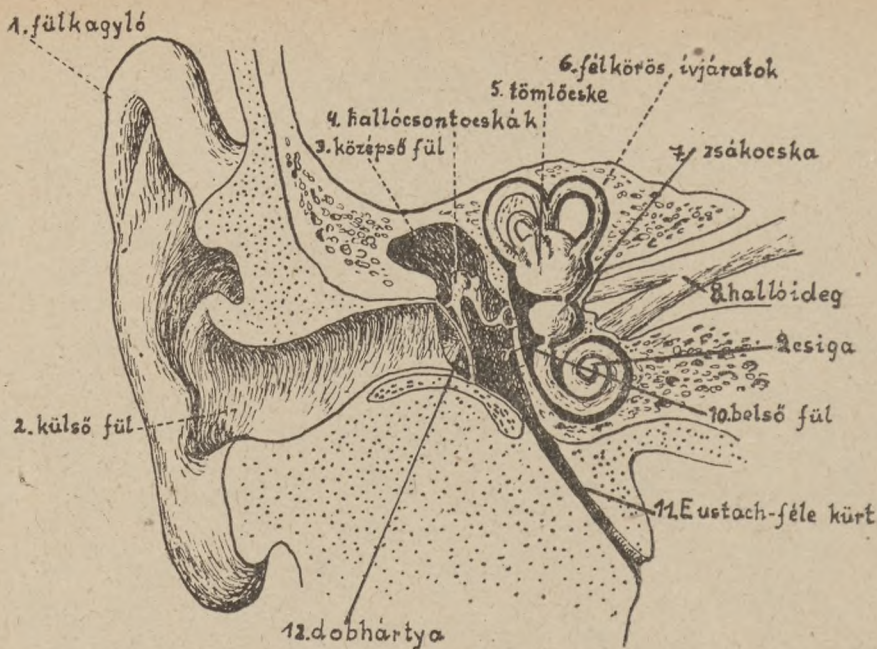
rikai törpeharsa állítólag hall. Sok kísérlet alapján azt kell feltételez-
nünk, hogy a rezgéseket csak, mint nyomásingadozásokat érzékelik a
halak. Hallóképességük igen csekély, de a zörejt és a rezgést felfogó ké-
pességük igen finom.

A kétélűek, hüllők, madarak és emlősök fülében a félkörös ívjára-
tokon kívül már a csiga és a dobhártya is kiképződött és ezen utóbbihoz
a kétélűeknek, hüllőknek, madaraknak egy hallócsont: az oszlopocska (*col-
mella*) fekszik, míg az emlősöknek a dobhártya három hallócsontocská-
val, a kalapáccsal, üllővel és kengyellel érintkezik. A hanghullámok irá-
nyítására egyes állatoknál a különböző nagyságú és alakú mozgatható
fülkagyló szolgál. A mada-
raknak nincs fülkagylója, a
föld alatt élő földikutyának,
vakondoknak is hiányzik a
fülkagylója.

A magasabbrendű gerin-
ces állat hallószerve a külső,
középső és belsőfülből áll.
A külsőfülhöz tartozik a fül-
kagyló, ez a hanghullámok
összegyűjtésére való, a külső
hallójárat (meatus acusticus
externus), ezt a középsőfültől
a dobhártya választja el.
A dobhártya (membrana
tympani) papírvékonyágú,
nem rugalmas, feszes, áttet-
sző, szürke fénylő hártya.



100. ábra. A. szöcske hallószerve.
B. sáska hallószerve. A. 1, 2. hallósejtek, 3. trachea-
hólyag, B. 1. hámszövet, 2. trachea-hólyag, 3.
hallósejtek, 4. kutikula.



101. ábra. Emlős állat hallószerve.

1. fülkagyló, 2. külső fül, 3. középső fül (dobüreg), 4. hallócsontocskák (kalapács, üllő, kengyel), 5. tömlőcske (utriculus), 6. félkörös ívjáratok, 7. zsákocska (sacculus), 8. hallóideg (nervus acusticus), 9. csiga (cochlea), 10. belső fül, 11. Eustach-féle kürt, 12. dobhártya.

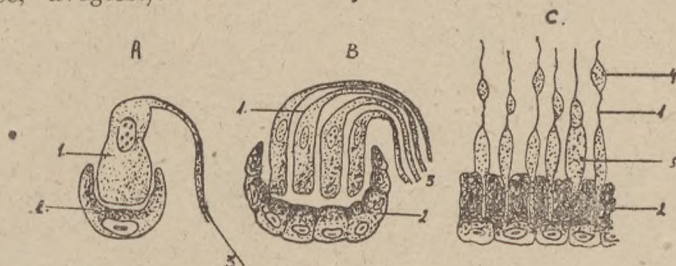
A középsőfülben (dobüreg) vannak a hallócsontocskák: a kalapács (*malleus*), üllő (*incus*) és kengyel (*stapes*). A középsőfül a belsőfüllel a kerek lyukkal (*foramen rotundum*) és az ovális lyukkal (*foramen ovale*) közlekedik. Az ovális lyukra, mint fedő a kengyel fekszik rá, míg a kerek lyukat egy hártya zárja el. A középsőfület az Eustach-féle kürt (*tuba Eustachii*) kapcsolja össze a garattal, ez a hortyogók (*choana*) mögött nyílik s a dobüregbeli nyomás kiegyenlítésére szolgál.

A belsőfül a sziklacsontban elhelyezett és labirintusnak is hívják. Van hártyás és csontos része s ezen utóbbi a hártyás részt körülveszi. A hártyás részt folyadék (*endolympha*) tölti ki. A hanghullámokat a csigában (*cochlea*) lévő Corti-féle szerv veszi fel. A hanghullámok eljutnak a fülhöz és rezgésbe hozzák a dobhártyát, annak rezgését átveszik a hallócsontocskák, majd továbbítják az endolimfához és végül a Corti-féle szervhez, ahol a hanghullámok hosszúsága és a hang magassága szerint más-más, ún. n. fonoreceptorok fogják fel azokat. A VII. agyvelő-idegpár: a hallóideg (*nervus acusticus*) látja el a hallószervet ágaival és közvetíti az agyvelővel a felfogott hangrezgéseket. A belsőfülben találjuk a félkörös ívjáratokat is, ezeknek belsejében víztiszta folyadék van s ez a belsőfül egyensúlyozási szerve.

A fényingerek felfogására a

látószervek

szolgálnak (102. ábra). A látás háromféle lehet. *Fénylátás*, amikor az állat különbséget tud tenni a világosság és a sötétség között pl. a férgek. *Íránylátás*, amikor az állat csak a fény irányát érzékeli (férgek, kopjahal). Egy vagy több fényfelfogó sejt végzi ezt a feladatot és ezeket számos pigment-sejt kehelyalakban körülveszi. A *kép- vagy tárgylátásnál* már a fényfelfogó és pigment-sejteken kívül optikai berendezések is vannak a szemben s ezek, mint fénytörő közegek működnek (szaruhártya, szemlencse, üvegtest).



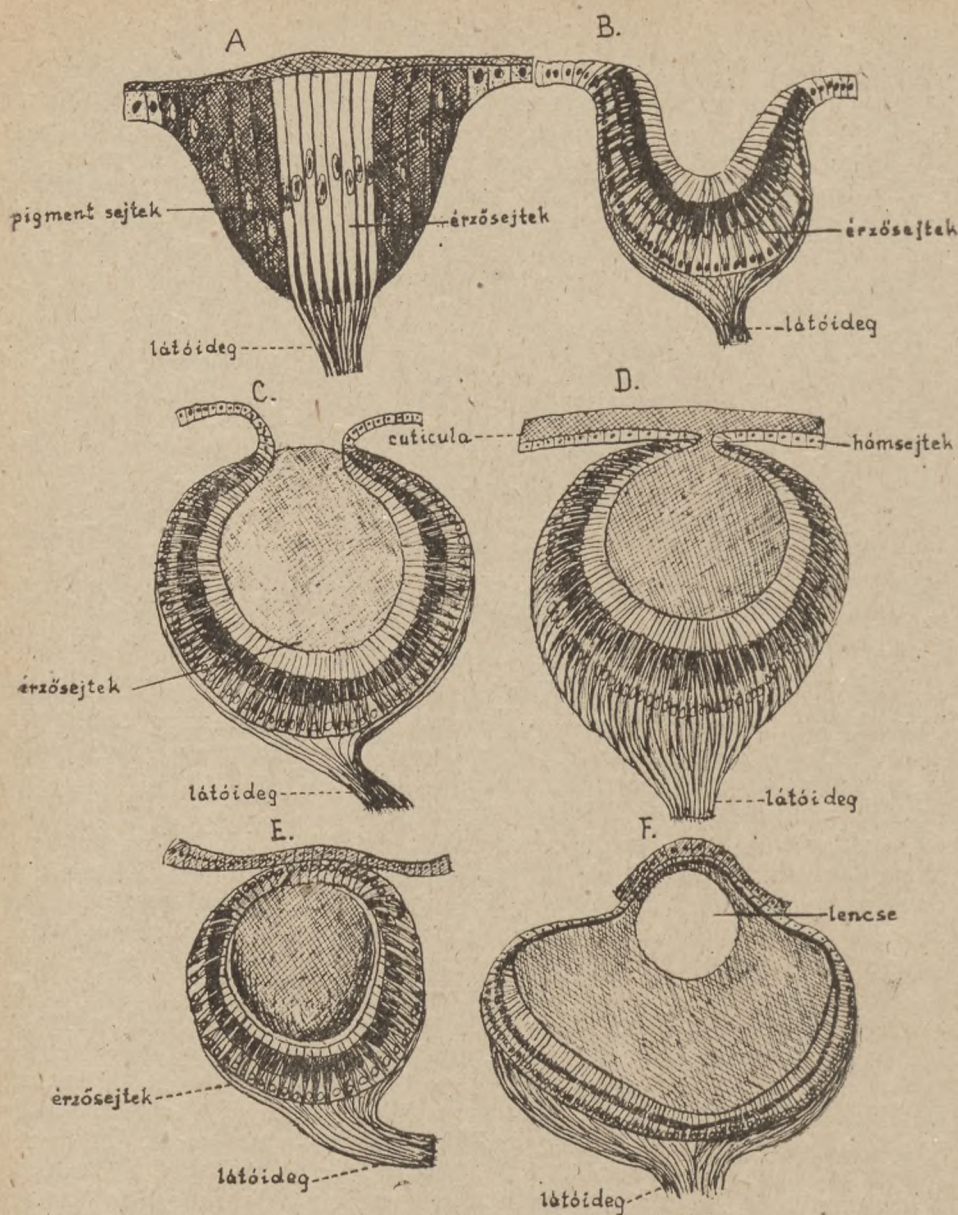
102. ábra. Különböző látószervek szerkezete.

A, B. laposféreg, C. gerinces állat fényfelfogó sejtjei a retinából, 1. fényfelfogó sejt, 2. fekete pigment-anyaggal telt sejt, 3. idegrostok, 4. fényfelfogó pálcika, 5. fényfelfogó csapok.

A gerinctelen állatok szeme (103. ábra) lehet *epidermális szem*, amikor a látószerv az epidermisszel marad kapcsolatban vagy abból származtatható. Ilyen látószervük van a tömlősöknök és ilyen a rovarok egyszerű szeme vagy ocellusza. A *szubepidermális szem* mezenchimális eredetű és háms sejtekből épül fel, ilyen a kehelyszem.

Az izeltállatú állatoknak az egyszerű szemükön kívül *összetett- vagy mozaik-szemük* (104. ábra) is van, ahol elől az átlátszó *kornea-lencse* és az ugyancsak átlátszó *kristálykúp* végzi a fénysugarak megtörését, míg a *retina* a fénysugarak felvételére szolgál. A szemet körülvevő fekete pigment-hártya az oldalról jövő fénysugarak elnyerésére való.

A *gerinces állatok szeme* (105. ábra) epidermális hóllyagszemből származtatható. A szem áll a szem elülső részén lévő rugalmas szaruhártyából (*cornea*), ez, mint az óraüveg az óra tokjához, úgy illeszkedik az ínhártyához (*sclera*). Ez érben szegény fehér rostos hártyája a szemnek és hátul a látóideg fúrja át. A szem középső hártyája a feketés színű *érhártya* (*choroidea*), régebben *szőlőhártyának* (*uvea*) nevezték, mert a fekete szőlőszemhez hasonlít. Az érhártya legbelső kötőszöveti rétege a *festékes réteg* (*tapetum nigrum*). A *szivárványhártya* (*iris*) az érhártya színes mellső része és ennek az ablaka a *szembogár* vagy *pupilla*. Nyílását gyűrűs izmainak segítségével szűkítheti és tágíthatja. A szembogár nem mindig kerek, így a patásoké ovális, a macskáé függélyes résszerű. Az ér- és szivárványhártya határára van a befelé terjedő *sugártest* (*corpus ciliare*) s ez a szemlencsét keret alakban körül fogja. Alapi részén van a lencse függesztőszalagja; ennek segítségével a lencse alakváltozást végezhet s ilyen módon lehetővé válik a szem alkalmazkodása. A *reccshártya* vagy *retina* a látóideg kehelyszerűen kiterült része. A látóideg belépésénél van a *látószemölcs*, a fényre nem reagáló része a szemnek. A *Mariotte-*

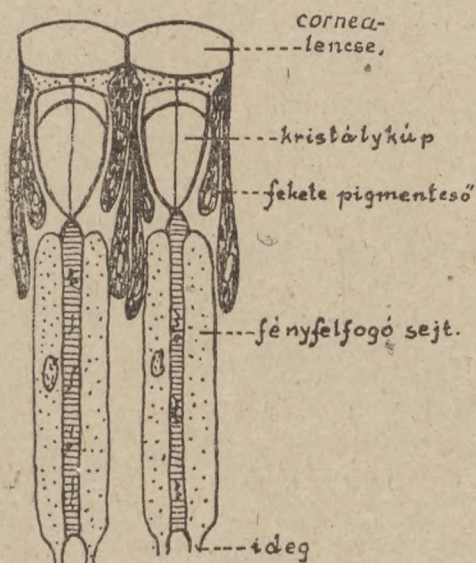


103. ábrd. Különböző alsóbbrendű állatok szeme.

A. sertelábú féreg, B. csiga (Patella), C. Haliotis csiga, D. sertelábú féreg, E. kerti csiga, F. tengeri féreg.

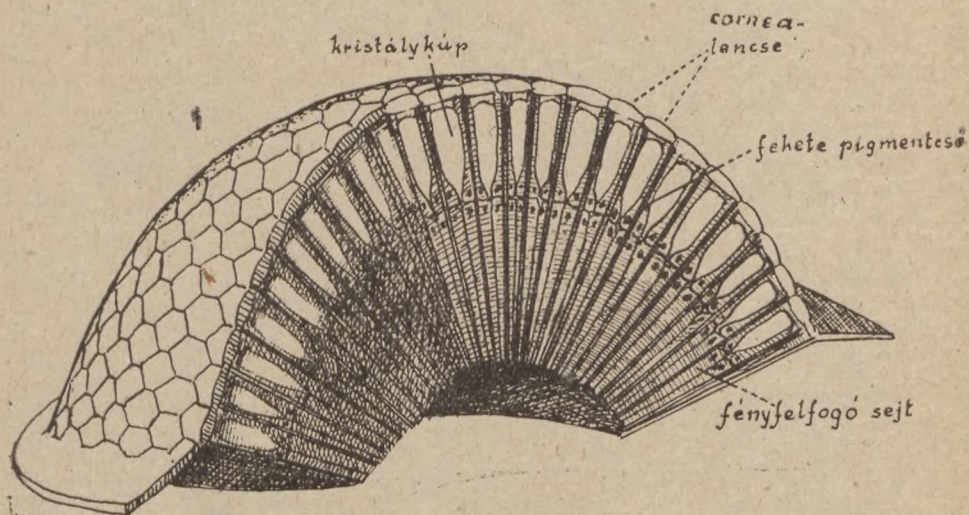
féle vakfolton csak idegrostok vannak, míg a csapócskák hiányoznak, itt nincs fényfelfogás. A szentengelybe eső része a retinának a *sárgafolt* (macula lutea), ez viszont a legérzékenyebb a fény iránt, ezen a helyen van ugyanis a legtöbb csap kifejlődve. A retinában a csapok és a pálc-

kák szolgálnak a fény felfogására és a különböző színek érzékelésére. A szemben két szemcsarnok van. Az egyik az *elülső szemcsarnok* (*camera oculi anterior*) a szaruhártya és a szivárványhártya között, míg a *hátsó szemcsarnok* (*camera oculi posterior*) a szivárványhártya és a lencse között található. Mindkettő a látólyukon vagy a pupillán át közlekedik egymással s mindkét szemcsarnokot a *csarnokvíz* (*humor aqueus*) tölti ki. A szemben van a kétszer domború, átlátszó, tömött, feszes tapintatú *szemlencse* (*lens crystallina*), amelyet szintén átlátszó, rugalmas tok vesz körül. A lencse kéregállománya lágyabb, míg a magja réteges állományú és keményebb. Az *üvegtest* (*corpus vitreum*) a szemlencse és a recehártya vagy

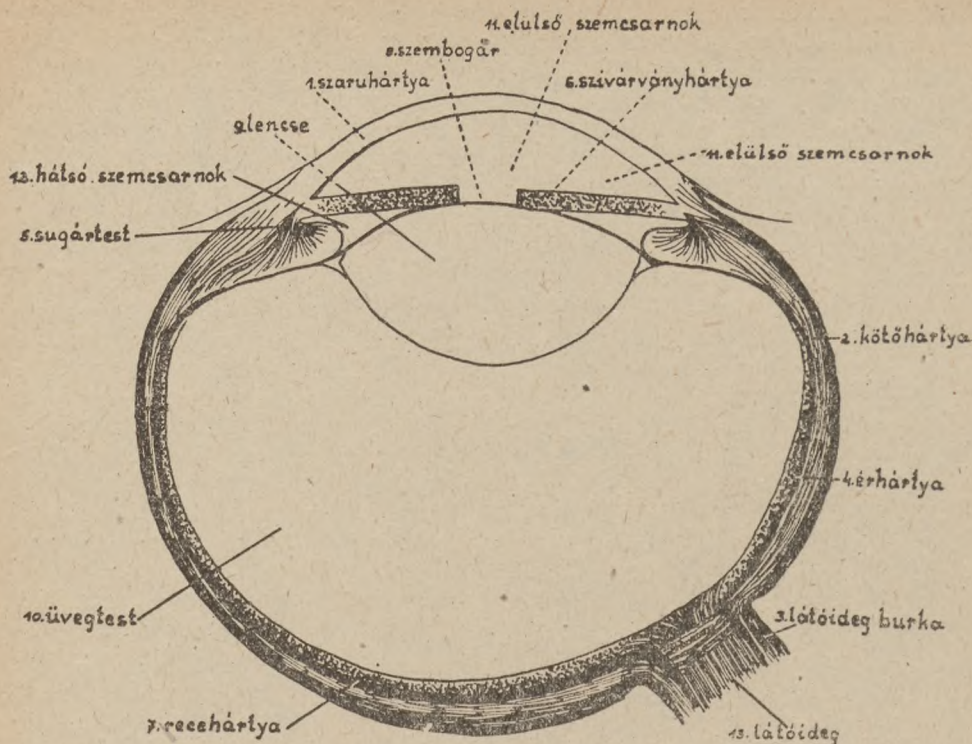


retina között található, gömbalakú, víztiszta átlátszó, mellső részén *bemélyedés* (*fossa patellaris*) látható a szemlencse befogadására, míg körül a laza *üveg-hártya* (*membrana hyaloidea*) borítja be. A szem tengelye nem esik össze a látás tengelyével. Az utóbbi a látóideg belépésének helyét az elülső pólussal kapcsolja össze, míg a szem tengelye a szem két pólusát köti össze egymással.

A halak szeme a közeli látásra alkalmas, így nyugalmi helyzetben a hal kb. 1 m távolsáig lát. A távolabbi látásra az ú. n. *Haller-féle csengetyű* (*campanula Halleri*) teszi alkalmassá a halak szemét. A gömbölyű szemlencséhez ugyanis



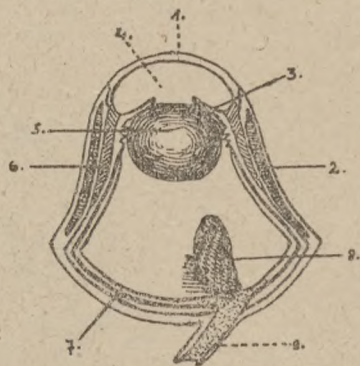
104. ábra. Összelelt szem szerkezete.



105. ábra. Emlős állat (16) szemének részei.

1. szaruhártya (cornea), 2. kötőhártya (sclera), 3. a látóideg burka (neurilemma), 4. érhártya (choroidea), 5. sugártest (corpus ciliare), 6. szivárványhártya (iris), 7. recehártya (retina), 8. szembogár (pupilla), 9. lencse (lens crystallina), 10. üvegtest (corpus vitreum), 11. elülső szemcsarnok (camera oculi anterior), 12. hátsó szemcsarnok (camera oculi posterior), 13. látóideg (nervus opticus).

egy izom nőtt s az összehúzóásával a szemlencsét befelé húzza s ily módon a szemlencse és a retina közötti távolságot megkisebbíti. A madarak szemében az ínhártyán *porcos* vagy csontos gyűrű fejlődött ki és a látóideg belépésétől ék alakban az *érdús fésű* (*pecten*) (106. ábra) húzódik az üvegtesten át a lencsébe. A gerinces állatok szeméhez különböző védőkészülékek (szemhéjjak, pillaszőrök, könnymirigyek, pislogóhártya) és mozgató izmok is társulnak, ezek védik a szemet a különböző káros behatásoktól pl. portól, másrészt az izmok a szemgolyó mozgását is végzik. Egyes állatok pl. a macskafélék, kérődzők retinája mögött színes *fényvisszaverő réteg* (*tapetum nigrum*) is



106. ábra. Madárszem álmetsze.

1. szaruhártya (cornea), 2. kötőhártya (sclera), 3. szivárványhártya (iris), 4. szembogár (pupilla), 5. szemlencse (lens crystallina), 6. érhártya (choroidea), 7. recehártya (retina), 8. fésű (pecten), 9. látóideg (nervus opticus).

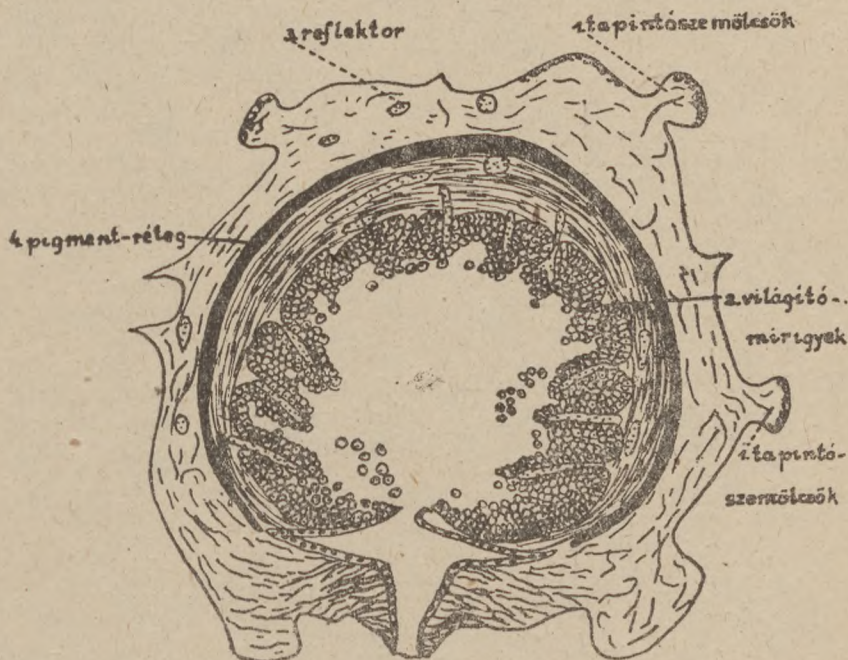
található, erről a visszavert fénysugarak másodszor is rájutnak a retinára és ezáltal a fényhatást erősítik. Ezen visszavert fény okozza, hogy a macskafélék és a kérődzők szeme a sötétben is villog.

Némely mélytengeri állatnak (107. ábra) (rákfaj, hal) *távcsőalakú* vagy *teleszkóp-szemei* vannak; ezek hosszú, hengeres csőhöz hasonlítanak



107. ábra. Mélytengeri hal 1500 m mélységből.

és rendszeren az állat hátoldalán vagy fejetetején találhatók. Ezen szemek tángnyílásúak, a szivárványhártyájuk legtöbbször visszafejlődött, belsejükben gömbölyű lencse és ezen belül a retina található. A teleszkóp-szemek a mélytengeri állatok világító szemei által létesített gyenge fény felfogására szolgálnak. 500—600 méter mélységen túl ugyanis, ameddig a nap fénye lehatol, a tengerek teljes sötéttségét ezen világító állatok gyenge fénye váltja fel. A *világító szervek* (108. ábra) hólyagalakú képződmé-

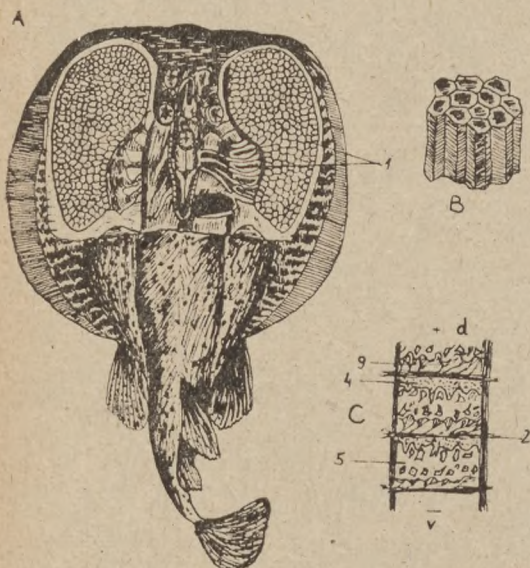


108. ábra. Világítószerv szerkezete.

1. tapintószemölcsök, 2. világítómirigyek, 3. reflektor, 4. pigment-réteg, ez a reflektort veszi körül.

nyek, belsejük fénytermelő mirigysejtekkel kibélelt, kívül ezen sejteket fekete pigment-réteg veszi körül és a fényszóró színes tapétum teszi lehetővé az általuk termelt fény egyirányban történő vetítését.

Világítanak egyes protozoák, így a *Noctiluca miliaris*, ez egyes tengerekben nagy tömegben fordul elő és citoplazmájának oxidációjával termeli a világító energiát. A magasabbrendűeknél is találunk olyanokat, amelyek világítanak. Egyes rovarok, mint a szentjánoshogár (*Lampyris noctiluca*) és álcái, egyes mélytengeri halak is élénken világítanak. Világító mirigyeiktől kiválasztott anyagok foszforeszkálnak és ily módon jön létre a világítás.



109. ábra. Villamos rája (*Torpedo marmorata*) elektromos szerve.

A. 1. elektromos szerv az idegrendszerrel összefüggésben. B. Néhány elektromos oszlop az elektromozó szervből. C. az elektromos oszlop szerkezete, d. hátí, v. hasi oldal, 2. idegrost, 3. ideglemez, 4. elektromos lemez, 5. a rekeszt kitöltő kocsonyás állomány.

nagyjából megegyezik annak működésével. Az elektromos lemezeknek az ideglemez felé fordított része negatív, ellentétes oldala pozitív elektromosságot fejleszt. A kisüléskor kb. 8–17 Voltos áramot is mértek 25–35 cm nagyságú zsidbasztó rájánál.

Az állatok szaporodása

Az állatok az elpusztult állategyén pótlására szaporodáskor új utódot hoznak létre, a szaporodásnak éppen ez a feladata. A szaporodás lehet ivartalan és ivaros aszerint, hogy egynemű vagy két különböző ivarú, vagyis hím és női egyénből indul ki. Ivartalan szaporodáskor az új egyének

Egyes halaknál elektromos szervek (109. ábra) is kifejlődtek. Ilyet találunk a zsidbasztó rájánál (*Torpedo marmorata*), a villamos harcsánál (*Malapterurus electricus*) és az elektromos halnál (*Gymnotus electricus*).

Az elektromos szervek számos kötőszöveti hártával elválasztott sokszögletű vagy lekerekített oszlopocskából állanak s ezeket ugyancsak kötőszöveti hárták számos egymás felett álló rekeszre osztják. Az oszlopocskák közötti kötőszövetben számos véredény és ideg fut s ezen utóbbiak minden rekeszben ágakra oszlanak és lemezt alkotnak. A rekeszben van még az izomból alakult karéjos felszíni elektromos lemez is, míg az üres részt kocsonyás állomány tölti ki.

Az elektromos szerveknek ezen szerkezete a Volta-féle oszlopra emlékeztet s

csak egy szülője (monogonia) van, míg az ivarosan létrejötnék kettő (amphigonia) s ezek mindegyike egy-egy sejttel járul hozzá az új egyén fejlődésének megindulásához. Gyakran előfordul az az eset is, hogy a különféle szaporodási módok kombinálódnak és vegyesen fordulnak elő.

Az *ivartalan szaporodáshoz* tartozik 1. az egyszerű sejtosztódás, 2. a többszörös sejtosztódás (schizogonia), 3. a bimbózás vagy sarjadzás.

1. Az *egyszerű sejtosztódáskor* az anyasejt hosszanti vagy haránt-irányban két egyenlő részre különül és ez a folyamat a sejtmag osztódásával indul meg. A szaporodásnak ez a módja a véglényeknél gyakori. A sejtmag osztódása lehet szakaszos vagy kariokinetikus is, amit ugyan-csak a véglények egyes fajainak ivartalan szaporodásakor tapasztalhatunk.

2. A *többszörös sejtosztódáskor (schizogonia)* az osztódó egyed magva kettéosztásokkal megszorodik, majd minden új mag körül a citoplazma is lehasad s ezáltal számos új egyed (merozoit) keletkezik. Ez az ivartalan szaporodási mód is gyakori a spórás véglényeknél (Sporozoa).

3. *Bimbózáskor vagy sarjadzáskor* az anyaállat testén egy vagy több, az anyaállathoz hasonló bimbószerű dudor keletkezik s ezek bizonyos nagyság elérése után leválnak az anyaállat testéről és növekedéssel eléri az anyaállat nagyságát. Így szaporodnak a helyhez kötött csillangós véglények közül a szívókásak (Suctoria), a tömlősök és néhány féreg.

Az *ivaros szaporodáskor* ivaros egyedek, az ú. n. gaméták szerepelnek s ezek lehetnek egyformák *izogaméták (Ciliata)* vagy különböző nagyságúak *anizogaméták (Sporozoa)* kis mikro- és nagy makrogamétái). Az izogaméták a megtermékenyítéskor ideiglenesen összeolvadnak (conjugatio), míg az anizogaméták tartósan egyesülnek (copulatio). Ez az utóbbi folyamat a soksejtű vagy metazoa állatok megtermékenyítésével azonos. A két különmemű gamétából egyetlen sejt, a *zigota* lesz s ez burokkba zárva, mint *oocista* alkalmas gazda szervezetében vagy a külvilágban gyakran osztódással új egyedeket tud létrehozni.

Az ivaros szaporodás lehet *tipikus* és *atipikus*. Ha az ivaros szaporodáskor mind a két különmemű (hím és női) csirasejt vagy gaméta részt vesz, tipikus ivaros szaporodásról beszélünk. Ezen esetben nem lényeges az, hogy a gaméták egy egyedben (híműs egyed) vagy váltivarú egyedekben jönnek létre.

Az *atipikus ivaros szaporodási mód a szűznemzés (parthenogenesis)*, amikor a különmemű csirasejtek vagy gaméták közül csak a női gaméta szerepel és a petéből megtermékenyítés nélkül is kifejlődik az állat. A rákok némelyikénél és a méheknél találkozunk szűz-szaporodással. A méhek nászrepülésekor a nőtény párzik és ilyenkor az ondó a nőtény ondóhólyagjában (vesicula seminalis) gyűlik össze és ott életképesen sokáig megmarad. Ha a nőtényt valami megakadályozza abban, hogy petéit megtermékenyítse, akkor a meg nem termékenyített szűz petékből hímek (herék) fejlődnek ki, míg a megtermékenyített petékből nőtények lesznek. A fagyponthoz alatti hőmérsékleten tartott nőtények petéiből is hímek fejlődnek ki.

Az atipikus ivaros szaporodás másik alakja a *koranemzés* vagy *paedogenezis* fiatal, még nem ivarérett állategyedek szaporodása. Egyesek a koranemzést a parthenogenezis egyik alakjának tartják. A férgek közül némelyik (métélyek) és az izeltlábuaknál a Miastor-légy így szaporodik.

A vegyes szaporodásnál, ha ugyanazon állatfaj ivartalanul és ivarosán szaporodik, az *ivadékcseré* (*metagenesis*) jön létre. A tengerben élő meduza ivaros petéjéből kikelt mozgó ivadék letelepszik és *polip* lesz belőle. Erről bimbózással fejlődött meduza válik le s ez szabadon úszik a vízben és eltérő alakú, mint a polip. A meduza női petét és hím ivarsejtet fejleszt és ezek egyesüléséből ismét polip keletkezik. Ivadékcseréivel fejlődnek a galandférgek (*Cestodes*) is. Az ember belében élő galandféreg (*Taenia solium*) gombostűfej nagyságú fejével (*Scolex*) belekapaszkodik a bél falába és a feje mögötti vékony nyaki része harántirányú osztódásával ivartalanul egymásután fejleszti az izeket. Minden ízben előbb a hím csirasejtek érnek meg s azután a peték. Ilymódon a láncolat előbbre eső izei párosodhatnak a hátrább esőkkel s az utóbbiak már megtermékenyített petéket, illetőleg embriókat hordozhatnak magukban.

A *heterogonia* vagy *nemzedékváltakozás* áll elő akkor, ha szűz és megtermékenyített petékből származó generáció változtatja egymást. A levéltetvek, gubacsdarazsak egy része, ágascsapó rákok (*Cladocera*) szaporodnak így. A szűzen szaporodó nemzedékek nyáron fejlődnek a nyári szűz petékből és a külső tényezők hatására (a nagy melegben a pocsolyák kiszáradása vagy befagyása előtt) megjelennek a hímek, ezek megtermékenyítése után, a nőtények ellenálló megtermékenyített petéket raknak le és ezek már dacolnak a veszélyekkel. A levéltetveknél a meg nem termékenyített petékből származott nemzedékek után hímek és nőtények fejlődnek, ezek párosodnak és az egyetlen téli megtermékenyített petéből kikelt nemzedékek újból szűzen szaporodnak tovább. Így szaporodnak a gubacsdarazsak is.

Az állatok legnagyobb része szaporodás alkalmával petéket vagy tojásokat rak, amelyeket különböző alakú és nagyságú héjjal ellátva az anyaállat testén kívül különböző helyekre rakja le. Ezek a *peterákó* (*ovipar*) állatok s ilyenek a férgek, rovarok, rákok, halak, kétélűek, hüllők, madarak. Vannak *eleveneket tojó* (*ovo-vivipar*) állatok is, mint pl. a vipera, az eleven tojó gyík (*Lacerta vivipara*) és olyan állatok is, amelyeknek petéi az anyaállat testében fejlődnek ki és az embriók közben az anyaállat vérével táplálkoznak s ha bizonyos fejlettségi fokot érnek, szüléskor elhagyják az anyaállat testét. Ezen állatokat *elevenszülő* (*vivipar*) állatoknak mondjuk. Ilyenek az emlősök.

Ha a petéből kibúvó álca még nincs teljesen kifejlődve és csak bizonyos idő után éri el a kifejlődött állat nagyságát és szervezeti viszonyait, *átalakuláson* (*metamorphosis*) megy keresztül. Ennek egyik faja a *teljes átalakulás* (*holometabolia*), amikor az álca még semmiféle hasonlatosságot nem mutat az anyaállathoz és csak többszöri vedléssel és a bábállapot közbeiktatásával éri el a kifejlődött anyaállat nagyságát és szervezeti viszonyait. Így fejlődnek a lepkék és bogarak.

De nemcsak az izeltlábuaknál arthropodáknál van teljes átalakulás, hanem a magasabbrendű állatoknál, így a kétélűeknél is. Ezeknél az állatoknál a vízben lévő petékből nagyfejű és úszófarokkal ellátott álca vagy ebihal fejlődik ki, ez kopolyúkkal lélezkedik, majd később a tüdeje fejlődik ki és farka helyett végtagok lesznek. Az álca szerveit, amelyek az átalakuláskor később eltűnnek, *időleges* vagy *provizórikus* szerveknek nevezzük.

A *félátalakulásnál* (*hemimetabolia*) az álca a kifejlett állat (*imago*)

alakját minden vedléssel jobban megközelíti és a bábállapot hiányzik. Ilyen átalakulást találunk pl. az egyenesszárnyú rovaroknál (Orthoptera).

A teljes átalakulásnak egyik módja, a *túlatalakulás* (*hypermetabolia*), amikor több báb- és álcaalak követi egymást pl. a nünikeféléknél. Ezeknek álcai a méhkaptárakban fejlődnek s első báb alakjuk *álbáb*. Ebből újból álca lesz és ennek behábozódása után fejlődik ki a teljesen kialakult rovar s ez elhagyja a méhkaptárt.

A *hanyagló vagy regresszív* átalakulásnál az álca szervei visszafejlődnek és a kifejlődött állat egyszerűbb fejlettséget mutat, mint álcaállapot-



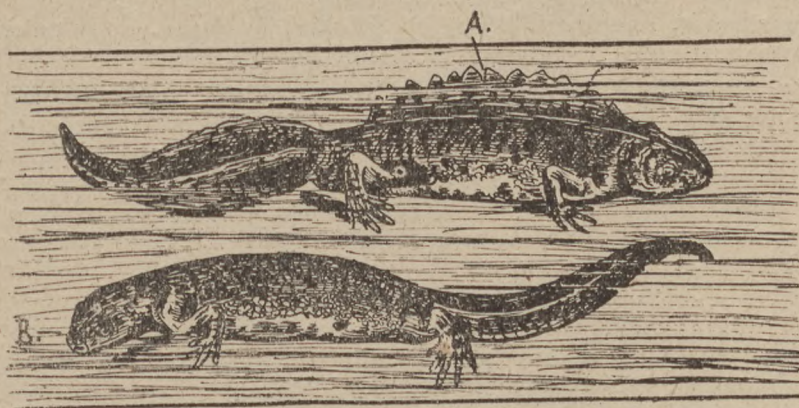
110. ábra. Időszaki lepke (*Vanessa levana prorsa*).

A. tavaszi alak, B. nyári alak.

ban. Egyes tengeri rákok álcaukorukban szabadon mozgó izelttestűek, míg kifejlődve elvesztik testük izeltségét, mozgásra szolgáló végtagjaikat, zacskóalakúvá lesznek és parazitákká válnak.

Polimorfizmus akkor áll elő, ha egy fajon belül az egyes állategyedeknek különböző külső tulajdonságaik vannak.

Van *kétalakúság* vagy *dimorfizmus*, amikor egy fajon belül kétféle külső megjelenési alak fordul elő. Ennek egyik alakja az *időszakos* vagy *százon dimorfizmus* (110. ábra), amikor egyes állatok pl. a lepkék, különböző évszakokban más és más alakban jelennek meg. A *Vanessa levana* tavaszi és a *Vanessa prorsa* őszi megjelenési alak. Mindkét lepke különböző évszakban más színű úgy, hogy bizonyos ideig mindkettőt két fajnak



111. ábra. Taréjos göte (*Triturus cristatus*).

A. taréjos hím, B. nőstény.

tartották, csak később derült ki, hogy mindkettő egyfajú lepkének a különböző hőmérséklet folytán előállott dimorf-alakja.

Ivari vagy *szexuális dimorfizmusnál* az ivarok különböznek egymástól. Ez a különбözés lehet nagyságbeli (111. ábra), alakbeli, színbeli stb.

Trimorfizmusnál egy fajon belül három különböző megjelenési alak fordul elő. A méheknél van ez a hármas megjelenési alak, ahol a munkafelosztás érdekében az anya, mint nőtény, a herék, mint hímek és a dolgozók szerepelnek a méhtársaságban.

A *tetramorfizmusnál* egy fajon belül négyféle megjelenési alak fordul elő. Ilyen van a természetknél, ahol a hím- és női ivarú egyedeken kívül még dolgozók és katonák is vannak.

AZ IVADÉKGONDOZÁS

Az ivadékgondozás azzal kezdődik, hogy az anyaállat tápláló szikanyagokat halmoz fel a petében s a petét védőburokkal védi. Vannak olyan peték, amelyeket az anya magával cipel vagy testében bizonyos ideig még visszatart. Az ilyen peték kedvezőbb helyzetben vannak, mint azok, amelyeket az anya mindjárt lerak pl. a vízbe. A peteburkok védelmet adnak



112. ábra. Szivárványos ökle (*Rhodeus sericeus*) tojócsővénei.

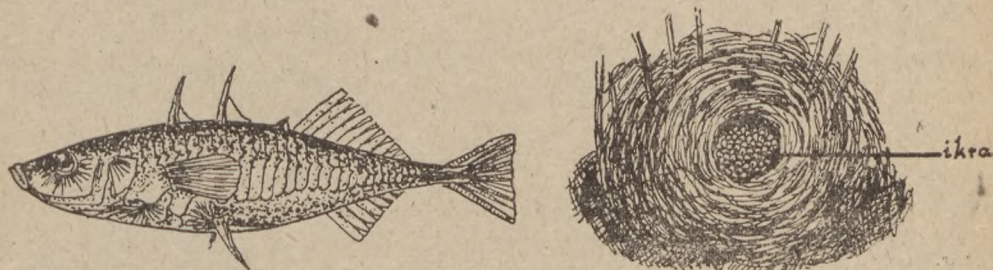
a petéknek és ezen belül a szikállomány a táplálékot szolgáltatja. Vannak állatok, amelyek petéiket *kocsonyaszerű anyagba* (békafélék) vagy *kokonba*, gubóba (rovarok) rakják. A szitakötők petéi kocsonyaszerű csomókban vannak. A szárazföldön élő állatoknál is látjuk, hogy petecsomókat kokonszerű anyagba helyezik pl. a földigiliszta, csótány, pókok.

A *peték elrejtése*. A védőburoknál is nagyobb biztonságot nyújt a petéknek, ha az anyaállat rejtett helyekre rakja le őket. A kérészek, szitakötők, szunyogok szárazföldi állatok, lárváik azonban vízben élnek. azért petéiket mindig vízbe rakják, míg a tengeri teknősök tojásaikat a szárazföldön rakják le épen úgy, mint a tengeri madarak is, amelyek egész életüket a tengeren töltik, de a szárazföldön fészkelnek. A peték legnagyobb veszedelemre a kiszáradás, ami ellen a peteburkok sem védik meg a petéket. Ez ellen az állatok petéiket földi lyukba, falak, fakéreg repedéseibe rakják le. A sáskáknak, szöcskéknak kemény tojócsőve van s ezzel tojja a földbe petéit. A szivárványos ökle (*Rhodeus sericeus*) (112. ábra) nőtényének ivarzásakor hosszú tojócsőve fejlődik s annak segítségével tojja bele ikráit a tavi kagyló kopoltyúlemezei közé. A pisztráng, lazac a fenéken ásott üregben elhelyezett ikráit földdel betemeti. Így tesznek a gyíkok, sok kígyó, teknős és a krokodil is.

A peték elhelyezésén kívül az is igen fontos, hogy a fiatal ivadékok ott megtalálják a táplálékot is. A nappali pávaszem (*Vanessa Io*) a csalánon nem talál táplálékot, de petéit mégis arra rakja le, mert a hernyók a csalánból ének. A virágokat látogató méhlegyek (*Eristalis-félék*) petéiket bűzös, rothadó anyagokba, nyitott árnyékszékbe tojja le, mert álcáik ott ének. Igen tökéletesen oldották meg az ivadék táplálását a gubacsdarazsak és a gubacslegyek. Petéikkel a növénybe bejut valami vegyi anyag is, ami rendellenes szövetszaporodást s végül gubacskepződést létesít a növényen. Ebben ének kifejlődésükig az álcák és itt is táplálkoznak.

Más állatok, így egyes rovarok, trágyába vagy trágyából készült galacsinba rakják petéiket. A szent galacsinhajtó (*Scarabeus sacer*) trágyagalacsinba rejtett petéi nem száradnak ki, mert annak belsejébe lát és nedves és a galacsin egyik vége szálas trágyából készült, hogy levegő jusson az álcához. A nagy ganéjtúró bogár (*Geotrupes stercorarius*) a trágyába ázott menetekbe petézik.

A kaparó- vagy ásódarazsak (*Sphegoidae*) és az útonálló darazsak (*Pompilidae*) szúrásukkal megbénítanak más rovar, pókot, ezeket fész-



113. ábra. Tüskés pikó (*Casterosteus aculeatus*) fészke ikrával.

kükbe cipelik, hogy a fiatal ivadéknak táplálékul szolgáljanak. A fürkészdarazsak (*Ichneumonidae*) és a gyilkos darazsak (*Braconidae*), fürkészlegyek (*Larvivoridae*) rovarok, hernyók, sáskák, pókok testébe rakják be mélyen petéiket, míg a fürkészlegyek azok felületére petéznak s a kikelt álcák fúrják be magukat a rovar testének belsejébe. Az álcák felfalják a meglámadott rovar belső szöveteit és ily módon megölik a rovar. Igen sok káros rovar tesznek tönkre és így munkájuk hasznos. Nagy részük igen kicsi, kb. $\frac{1}{2}$ mm. Ha az állategyed fennmaradása biztosítva van, sok állatfaj nősténye el is pusztul.

A gerinces állatoknál az ivadék védelme még tökéletesebben kifejlődött, mint a gerincteleneknél s a halaknál még feltételes reflex-működések. ezek úgy, mint a gerincteleneknél. A fészkepítő tüskés pikó (*Gasterosteus aculeatus*) (113. ábra), hímje őrzi az ivadékokat, a délamerikai gyíkharosa a szájában rejtegeti fiataljait, a csikóhal (*Hippocampus brevis*) (114. ábra) hímje költőzacskóban őrzi ivadékait. A költőtűk közül a békaféléknél találkozunk érdekes ivadékgondozással. A brazilai leveli béka (*Hyla Göldii*) (115. ábra) és a délamerikai petehordozó béka (*Natotrema oviferum*) a hátán, míg a ceyloni petehordozó béka (*Rhacophorus reticulatus*) a hasán hordja odaragasztva petéit. A petehordozó béka (*Pipa americana*) a hátán lévő apró bemélyedésben hordja petéit s ezek a bőrbe

mélyen besüllyednek, el is zárulnak és a kis porontyok az üregek vérdús falán át kapják táplálékukat az anyától. A Nyugat-Európában élő dajkabéka (*Alytes obstetricans*) (116. ábra) petecsomóit hátsó lábaira erősíti és magával cipeli rejtekhelyére. Ha a porontyok kikeltek, bemegy a vízbe és sorsukra bizza őket.

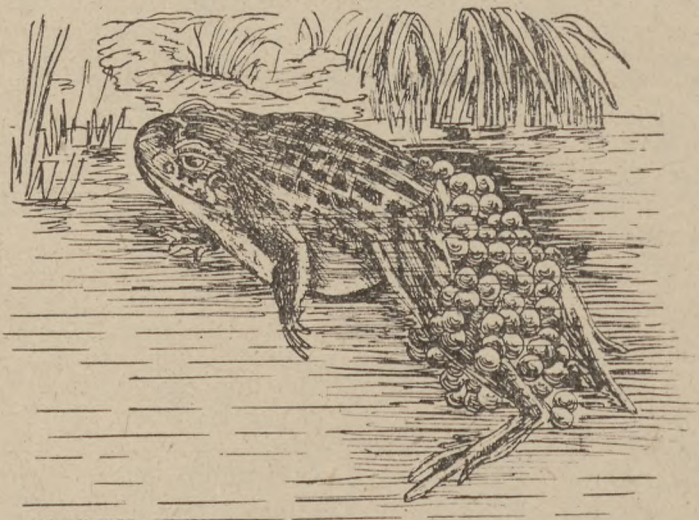


114. ábra. Csikóhal (*Hippocampus brevis-rostris*) hímje költőzacskóval.



115. ábra. Petehordozó levelibéka (*Hyla Goidii*) háán petécsomóval.

Az ivadékgondozás legteljesebb kifejlődését a madaraknál találjuk. Vannak itt is olyanok, amelyek a földre vagy az ott kapart üregbe rakják tojásaikat, viszont mások gondosan készített fészkeket raknak (fecskék, szövőmadarak). A harkályok fába vágott üregekbe rakják tojás-



116. ábra. Dajkabéka (*Alytes obstetricans*) lábain petécsomóval.

saikat, a jégmadár, gyurgyalag, parti fecske földbe vájt fészket készít, a kakuk viszont nem rak fészket, hanem más kisebb énekesmadár fészkebe rakja le tojásait.

A tojásból az ivadékok kikelése leginkább a test melegével történik és a tojásokat legelőbbször a nőtények ülik, de vannak esetek, hogy a hímek is ülik a tojásokat. A hímek leginkább a fészek közelében tartózkodnak és védik, sőt nem egyszer etetik is a fészekben ülő nőtényt. Sokszor a tojások kikelését a nap melege, vagy azon anyagok erjedéséből származott meleg okozza, amellyben a tojások vannak. Sok anya, ha elhagyja fészket, betakarja tojásait. Az éneklőmadaraknál eleinte még csupasz fiókáikat (fészeklakók) a szülők nagy gondnal ápolják és etetik. De még akkor is tanítják, vezetik a fiókákat, ha ezek a kikelés után tolasak és önállóan tudnak táplálék után menni (fészekhagyó madarak, a tyúkfélék).

Fészkelőhelyeket is találunk a madaraknál a szaporítás idejére. Elyenkor a különben szétszórta élő madáregyedek egyes helyeken összejönnek és *fészektelepeket* készítenek. A géme, kormoránok, parti fecskék a szárazföldiek közül, míg a víziek közül a sirályok, albatroszok, pingvinek, pelikánok, vihamadarak csoportosulnak nagy tömegekben fészkelésre.

Az emlősök fiókáikról való gondossága is tökéletesen kifejlődött, de a vacoképes nem olyan tökéletes, mint a madarak fészke. A magyar lörpeegér (*Myeromys minutus pratensis*), a pelék, a mókus elég szép fészket építenek fiaiknak, de abban tartózkodnak maguk is. Sok emlős, róka, borz, egerek, ürge, hörcsög, üregi nyúl, marmota földalatti vackot épít és annak egyik része a fiadzókamra. Vannak faodvakban fiadzó emlősök is.

Az emlősök még fiadzás előtt vérükkel táplálják a méhükben fejlődő embrió s ilyenkor az összeköttetést az embrió és az anya között a méhlepény (placenta) végzi. Az anya méhében teljesen kifejlődött embrió szüléssel jön a világra, azután az anyja tejével táplálja. A legalsóbbrendű emlősök, a csőrősemlősök még tojásokat raknak, mint a madarak; az erszényesek a nagyon fejlett fiókákat erszényükben még sokáig magukkal hordják.

TÉLI ÁLOM

A trópusokon az állatok egyenletesebb feltételek mellett élnek, mint a hideg vagy a mérsékelt éghajlat alatt. Különösen a szárazság hat károsan az állatokra, míg a tél hidegével szemben némileg dacolni tudnak. Az állatok igyekeznek alkalmazkodni a szárazság és a tél viszonyosságaihoz. Ezeket az alkalmazkodási folyamatokat *nyugalmi periódusoknak* nevezzük. Ezek a nyugalmi periódusok az alacsonyabb- és magasabbrendű állatok életében elég gyakran jelentkező olyan rövidebb-hosszabb időtartamszakaszok, amelyek alatt akár öröklött tulajdonság folytán (emlősök téli álma), akár bizonyos kedvezőtlen alkalmazkodástani (oecologiai) viszonyok kényszerítő hatására, normális életjelenségeik többé-kevésbé szünetelnek. Ismerünk téli, nyári, szárazsági és éhségi nyugalmi periódusokat.

Különösen gyakoriak ezek a gerinctelen állatoknál, így a véglényeknél, ezek bizonyos rájuk nézve kedvezőtlen időjárási, hőmérsékleti stb.

viszonyokat más-más fejlődési alakban tudják túlélni. A véglényeknél a cisztás-alak (cysta) az, amely hosszantartó szárazságnak, fagynak ellent tud állni s belőle a kedvező viszonyok beálltával a vegetatív egyedek hamarosan kifejlődhetnek. Az izeltlábak áttelelése kifejlődött állat- vagy imágó-, lárv-, báb-, néha petealakban is történik. Pl. a kukoricamoly hernyója (lárvája) júliustól tavaszig a kukorica szárában hálálható, a darazsak báb-, imágó-alakban, a hangyák imágó-alakban, a szunyogok legnagyobb része imágó-alakban telel át, ezek azonban áttelelhetnek lárvalakban is.

A gerincesek, kivéve a madarakat és emlősöket, mint változó hőmérsékletű (poikilothermiás) állatok, alacsonyabb hőfokon életjelenségeiket nagy mértékben lecsökkentik s így a tél folyamán bizonyos osztályok, kételtűek és csúszómászók, ú. n. téli nyugalmi (merevségi) állapotba jutnak.

A madarak nagy része a tél beállta előtt melegebb vidékekre vonul, így főleg számos énekesmadár és a rovarévők jelentős része délre vonul (fecskék, gólya, stb.). A középeurópai gólyák rendszerint a Balkánon át vonulnak Egyiptom s onnan Dél-Afrika felé, a nyugatiak pedig a Gibraltár-szoros felé, kikerülve ezzel a hosszabb tengerfeletti repülést.

Az emlősök között is akadnak olyanok, amelyek a téli idő beálltával nyugalmi állapotba jutnak, ezt nevezzük *téli álmoknak*. A téli álmom néhány kizárólagosan az emlősök osztályába tartozó állatnak azon sajátossága, hogy tél idején, azaz a hideg idő beálltával és annak tartama alatt olyan nyugalmi állapotban van, amely alatt a test hőmérséklete részben a környezet hőmérsékletéhez alkalmazkodva alább száll, azt megközelíti, esetleg annál még alacsonyabb. Vagyis azt mondjuk, hogy a téli álmom idejére az egyébként állandó hőmérsékletű (homiothermiás) állat változó hőmérsékletűvé (poikilothermiássá) válik. A téli álmom tartama alatt az állat életműködése az alvásszerű állapotig csökken. A téli álmat alvó állat hat héttől egészen kilenc hónapig is lehet ebben az állapotban s ez állatfajonként és a külső hőmérséklet mértéke szerint változik: Az alvás megszakítást szenvedhet abból a célból, hogy táplálékot vegyenek fel az állatok vagy a vizeletürítés miatt vagy azért, mert a külső hőmérséklet túlságosan mélyre süllyedt és az állat a megfagyás veszélyének lehet kitéve. A téli álmom céljára az állatok különböző alvóhelyeket készítenek elő, hogy az idő viszontagságai ellen védve legyenek, de vannak olyan fajok, amelyek előkészület nélkül kezdik meg téli álmukat.

Fontosabb téli álmat alvó állatok a nagy, erdei-, és mogyorós pele, a marmoták, a sündisznó, a denevérek különböző fajtái, a borz, ürge és a hörcsög.

A medve, amelyről az általános felfogás az, hogy téli álmat alszik, az újabb kutatások szerint nem tartozik a téli álmat alvó állatok közé. Az a körülmény, hogy a medve télen is vemhes lehet, teljes mértékben bizonyítja ezt. Ugyanis egy téli álmat alvó állat anyagforgalma annyira lecsökken, hogy nem volna megfelelő magzat táplálására.

Ha a téli álmom okait kutatjuk, akkor elfogadhatónak látszik az a felfogás, hogy a téli álmom az állatnak a kedvezőtlen külső körülményekhez való célszerű alkalmazkodása. Nemcsak a téli zord idővel járó kedvezőtlen viszonyok (hideg, eleséghiány stb.) között fordul elő ez a sajátságos jelenség, hanem a trópusokon is hasonló állapotokat észleltek.

Fontos az a megfigyelés, hogy a téli álmot alvó állatok a téli álmom idején akkor is alvásszerű állapotba esnek, ha történetesen olyan körülmények közé kerülnek (pl. laboratóriumban), ahol az említett kedvezőtlen körülmények nem forognak fenn.

Ezért valószínű az a magyarázat, hogy a téli álmom egyes emlősöknek évezredekkel ezelőtt szerzett, azután generációkon át öröklött és állandósult tulajdonsága. Ez megnyilvánul akkor is, ha ezek a kezdvezőtlen körülmények, amelyek valaha őseikben kényszerű módon életjelenségeiknek megváltozását idézték elő, most már esetleg nem hatnak rájuk.

Az emlősök belső hőmérséklete a belsőelválasztású mirigyrendszer befolyása alatt álló hőcentrumnak szabályozásán múlik s nagyon valószínű, hogy a belsőelválasztású mirigyekre a környezeti viszonyoknak az ősekben kifejtett hatása állandósult és nyomokat hagyott a belsőelválasztású mirigyrendszerben s annak időszakos működésében is.

Egyes kutatók nemcsak a pajzsmirigy csökkent működését, hanem még a mellékvesének, hipofízisnek és a hasnyálmirigynek is tulajdonítanak a téli álmom idején elváltozást. Állítólag a téli álmomra hatással van az ultraviola sugárzás is. Az ezzel kapcsolatos kísérletek szerint, ha az ultraviola-sugarakat pótló ergoszterinnel etették a téli álmot alvó állatokat, azok ébren maradtak, ellenben a kontroll állatok ősszel téli álomba merültek. Állítólag a téli álmot alvó állatoknál sötétszínű „téli álommirigy“ is kifejlődött és ez a tarkó tengelyvonakában a hát felső részén bilaterálisan található és szövettanilag hosszúkás, zsírban dús sejtekből épült fel.

AZ ÁLLATOK CSOPORTOSULÁSA

Sok állat, így különösen a halak közül a szardella, hering, szardínia, tonhal, lazac, angolna nagy tömegekben vándorolnak ivni egyes ivási helyekre. Egyesek a tengerből az édesvizekbe (lazacfélék) vagy az édesvizekből a tengerbe (angolna). Az édesvizek közül a Ballatonban élő balatoni hering vagy garda (*Pelecus cultratus*) ősszel nagy tömegekben vándorol. A balatoni garda őszi vándorlása nem az ivásért történik, hanem a halászok szerint a víz lehülése miatt, hogy így csapatba verődve melegítsék egymást. Egyes alsóbbrendű tengeri rákok és más tengeri állatok szintén folytatnak ilyen nagy tömegű csoportosulást. Nem egyszer az élelem hiánya és annak megszerzése készíti az állatokat arra, hogy nagy csapatban egyik vidékről a másikra menjenek. A madarak nagy tömegei, a vándorpatkány, lemming, a káposztalepke (*Pieris brassicae*), a vándorsáska ilyen nagy tömegekben vándorol élelemszerzésért egyik vidékről a másikra.

Nagyon sokszor láthatjuk, hogy sok állatnak haszna van abból, ha másik állat közelében tartózkodik. Így a koralltelepek nagyszámú réseiben, csatornáiban igen sok hal, rák, csiga, kagyló, féreg, tengeri csillag, sün tartózkodik. Közöttük olyanok is vannak, amelyeket más helyen nem is lehet találni. A Dél-Afrikában élő zebrákkal mindig együtt járnak antilopok, struccok, így a zebrák társaságában védelemre találhatnak.

A repülési tudó állatok, madarak, bőregerek, egyes lepkék közös alvóhelyre gyűlnek össze, míg a bőregerek téli álomra is egyes védett helyekre (padlások, barlangok, faodvak) csoportosulnak és így védekeznek a megfagyás ellen.

Az eddig említett állatcsoportosulásokat semmiféle szervezethez nem jellemzi, vannak azonban *szervezett állattársulások* is, ahol már bizonyos vezetést, irányítást láthatunk. A vonuló libák, darvak, récék vonulásának a rendjét tudatalatti erő irányítja. Vezetés alatt állnak a tyúkfélék csapatai is s a kakas vezeti és irányítja őket, de a kakas egyben meg is védi a csapatot. Ilyen szervezett egyesülések a szarvasok, antilopok, juhok, elefántok, fókák tömegei is. A tapasztalt és legerősebb végzi a csorda vezetését és akaratát rácröszakolja a fiatalabb hímekre is. A legtökéletesebb szervezett társulást a majmoknál találjuk, ahol azok támogatják egymást az egyes közös munkákban, mint az élelemszerzés, védekezés stb.

TÁRSASÁGBAN ÉLŐ ROVAROK

A rovarok (méhek, darazsak, hangyák, termeszek) társaságai a leg-
tökéletesebb társulások. Ezen társulásokban törvényszerűségek vannak s az egyes egyének az egész összesség életét irányítják.

A házi méh társasága a nőtényből (királynő), néhány száz hímiből vagy heréből és nagyszámú elkorcsosult nőtényből, dolgozóból áll. A dolgozók feladata a táplálék begyűjtése és annak felhalmozása. Ők építik a lépsejteket vagy sonkolyt, ami a fiatalok felnevelésére és a táplálék raktározására szolgál. Ők etetik a fiatalokat, ők tisztogatják a kaptárt, és védik a nőtényt. A nőtény végzi a peterakást 6—8 héten át s naponként kb. 2000 petét rak le s ezekből, ha nem bocsát rájuk ondót, hímek, ha azonban ondóval megtermékenyülnek, nőtények fejlődnek. A megtermékenyített peték közül azokból, amelyeket a nőtény külön a nőtény részére készített tágasabb bölcseben helyez el és azok álcáit a dolgozók mézzel etetik, nőtény lesz, míg a méhkenyérrel etetett és a rendes lépsejtekhöz elhelyezett termékenyített petékből dolgozók lesznek. A virágok nektárjának édes, illatos anyagából a méh előgyomrában készül a méz, míg a méhkenyér a virágporból lesz. A kaptárban évenként 2—6 nőtényt nevelnek s mikor azok egyike felnőtt, hangos tüűléssel jelentkezik. A régi nőtény igyekszik megölni az új vetélytársát, de azt hívei megvédik s az öreg nőtény kb. 10—15 000 taggal eltávozik a kaptárból, hogy más helyen alapítson új méhtársaságot. A kaptárban visszamaradt fiatal nőtény igyekszik elpusztítani a fejlődő nőtényeket és ha elég népes a kaptár, akkor második, sőt még harmadik rajt is kibocsát a kaptár méhtársasága. Ha a nőtény hirtelen elhal, ezt élénk zúgással adják tudomására a kaptár lakóinak a méhek. Ilyenkor a méhész údegen kaptárból vett nőtényt tesz a kaptárba és hogy felvegye a kaptár szagát s hogy meg ne ölje a kaptár lakói, kis drótkalitikába téve, 1—2 napig benntartja a kaptárban. A darazsak, poszméhek szintén alkotnak társaságot, ezeknek azonban a társaságai kisebbek, mint a méheké.

A *hangyák társaságában* 60 nőtény is lehet; az ivarérett hímek csak rövid ideig maradnak a hangyátársaságban, mert kifejlődésük után elhagyják a fészket és párzás után elpusztulnak. A dolgozók száma igen nagy, ezek szárnyatlanok, míg a hímek és nőtények szárnyasok. A dolgozók egyik csoportja az ivadékot gondozza, védi, táplálja, tisztogatja, a másik csoport a fészket építi, a harmadik csoport az élelmet szerzi meg. Vannak sokoldalú polimorf hangyák is, ezek dolgozói között vannak katonák is.

A nőtény hangya nászrepüléskor megtermékenyül, majd többedmagával új helyre vonul, ahol lerakja petéit. A nőtény a dolgozók hiányában lerakott petékkel, majd kikelt álcáikkal eteti a fiatalokat, és maga is ezzel él mindaddig, amíg az új dolgozók meg nem jelennek. Ezek azután az élelemszerzést és a fiasítás gondozását, etetését végzik. Az ivadék gondozása nagy munkát igényel. A bábokat a hőmérséklet ingadozásaihoz igazodva és a bábok fejlettsége szerint naponként lakásuk más-más kamrájába cipelik. A hangyák fészekszag úton különböztetik meg egymást. A különböző bolyok hangyái, még ha különben egy fajba tartoznak is, ellenséges viszonyban vannak egymással s örökös küzdelem folyik az egyes bolyok között. A fészekszagot csáppaikkal társaikhoz való üttögetésével érzik meg. Ez az ú. n. csáppnyelv s ezzel kér táplálékot az éhes hangya jóllakott társától, ezzel biztatják egymást támadásra vagy védelemre. A hangyák etetik egymást oly módon, hogy előgyomrukban lévő táplálékból adnak éhes társaiknak és maguk csak az emésztőgyomor táplálékát használják fel saját céljaikra.

A természetek társasága hasonlít a méhek és hangyák társaságához. Itt is vannak hímek és nőtények, ezek kezdetben szárnyasok, dolgozók és katonák azonban kezdetől fogva szárnyatlanok. A dolgozók gondoskodnak arról, hogy az egyes csoportok közötti arány meglegyen s ha valamelyikből több van, a fölöslegeseket felfalják. A természetek társaság lakóinak száma lehet párszáz, de előfordulhat az az eset is, hogy több milliót tesz ki a természetek társaság egyedeinek a száma. A természetek is a fészekszagról ismerik meg egymást és a betolakodó idegeneket megölik. A munkások feladata a hatalmas nagy fészkek építése, a táplálék megszerzése, a fészkek tisztítása, gondozása, az ivadék felnevelése, gondozása. A kisebb testű dolgozók a fészkek belsejében, a nagyobbak viszont a fészkek külsején vagy a fészken kívül dolgoznak. A katonák közül is az erősebbek a külső védelmet, a gyengébbek pedig a fészkek belső biztonságát és védelmét látják el. A természeteknél a nőtény nászrepüléskor megtermékenyül, azután a hím és nőtény eldobja szárnyát és a földre húzódik s ott a sokszor idomtalan testű nőtény megkezdí a peték lerakását. A kikelt álcákat a szülők etetik, de amint a dolgozók megjelennek, ezt a feladatot már ők végzik.

A hangyák és természetek is vendégül látnak egyes rovarokat; ezek édes, aromás nedveket adnak nekik s ezért ápolják, gondozzák, tenyésztik ezeket a rovarokat. A levéltetveket a hangyák nevelik, ide-oda viszik őket és a meg nem emésztett cukros anyagot, ami bélesatornájukon emésztetlenül halad végig megeszik. A természeteknek is vannak olyan vendégeik, amelyek kábító anyagokat termelnek, ezeket a természetek gondozzák és a legjobb táplálékkal etetik.

AZ ÁLLATOK EGYMÁSHOZ VALÓ VISZONYA

Kannibalizmus akkor fordul elő, amikor valamelyik állat saját fajbelijét is felfalja. A katicabogár táplálék hiányában saját bábjaait falja fel s a hangyák, természetek lárvaevése is ilyen kannibalizmus.

Az állatok egymással szemben úgy viselkednek, mint ellenségek vagy mint barátok. Az ellenségeskedésnél gyakori a ragadozás (*episilismus*), így a

gerinceseknél, ahol a ragadozó emlősök és madaraknak erősen fejlett támadó fegyvereik vannak, de ugyanakkor kialakulnak a védőberendezések is s ezekkel védekeznek a megtámadott állatok az erőszakos támadások ellen. Az állatoknak nagy része ragadozó, más állatokat zsákmányol és azok húsát fogyasztja. A ragadozók nagyobb s erősebb állatok, így könnyen legyűrrik a gyengébbeket.

Vannak élősködő, parazita állatok is, ezek rendszeren kisebbek és gyengébbek, mint a gazdaállat, amelyben vagy amelyen élnek és azt nem is ölik meg hirtelen, sőt sokszor egyáltalában nem is okozzák annak halálát, csak táplálkoznak a gazdaállatból. Az élősködő állatok nagyszámban találhatók s vannak külső ekto- és belső endoparaziták. A véglények közül élősködő sok spórási állat (Sporozoa), ostoros véglény (Flagellata), nagyszámú csillangós (Ciliata) és gyökérlábú véglény (Rhizopoda). A férgek közül a lapos-, galandférgek, májmétely, a fonálférgek (Nematoda) közül is sok az élősködő, az ízeltlábúak közül sok rovar (tetvek, bolhák, poloskák, legyek) s számos alsóbbrendű rák élősködő. Az élősködők közül vannak olyanok, amelyek ha túlságosan nem szaporodnak el, különösebb bajt nem okoznak, csak szúrásaikkal idéznek elő fájdalmat, viszont ezek között is vannak olyanok, mint az Anopheles, Aedes szunyogfajok, amelyek a váltólázt, maláriát oltják be az emberbe, míg a cecelégység több faja (Glossina morsitans, Glossina fusca f. palpalis) a patásállatok magana betegségét idézi elő. Sok élősködő a gazdaállaton súlyos betegséget okoz vagy az állatot el is pusztítja. Ilyenek pl. a májmétely, a trichina, tüdőszórféreg (Strongylus filaria), a rívókaféreg (Taenia echinococcus). A fűrész- és a gyilkosdarazsak is élősködők, de azzal nagy hasznot hajtanak, hogy a kártékony rovarokat és azok álcáit pusztítják.

Az élősködés átalakító hatással van az élősködő állat egész szervezetére. Az állatok hélsatornájában élősködő galandférgek vékony bőrhártyán át egész testfelületükkel felveszik a táplálékanyagokat. Ezért hélsatornájuk visszafejlődött és helyette szívókorongjaik és az ugyancsak a feji részükön lévő horogkoszorú fejlődött ki. Ezeknél visszafejlődtek a mozgásszervek is, ezek a táplálék megszerzésére valók, így a bélférgeknek erre nincs szükségük. Átalakulásuk hanyatlással, degenerációval jár.

A külső élősködők szervei is visszafejlődtek, így szárnyaik, lábaik elcsatnyultak s a lábak csak kapaszkodásra valók. Igen fontos a külső élősködőknél, hogy jól meg tudjanak a gazdaállaton kapaszkodni, mert ha leessenek, ez pusztulásukat okozza. Az élősködők sok petét is raknak, mert igen kevés lehetősége van annak, hogy a sok pete közül néhány olyan helyre kerüljön, hogy kifejlődjön belőle az állat.

Az együttélés (symbiosis) egyes állatoknak más állatokkal való társulása úgy, hogy ebből mindkettőnek haszna legyen. Ezt a kölcsönös kapcsolatot mutualizmusnak is hívják. A természetek belében élő ostoros véglények ilyen szimbiózisban élnek a természettel. A véglény a táplálék cellulózját átalakítja, ezért véglények nélkül a természetekben pusztulnának, bár a cellulóztartalmú táplálék rendelkezésükre áll.

Sok tengeri rövidfarkú rák páncélján sok növény és állat telepszik meg, így sok apró rák, mohaállat (Bryozoa) és zöldalga. A növények és állatok sokszor telepsznek a rák páncéljára vagy a rák telepíti oda őket. Ezeknek védelme alatt a rák könnyebben megtalálja élelmét és védve van ellenségei ellen. A rátelepedett élőlényeket viszont a rák ide-oda cipeli ma-

gával s ilymódon azok más-más vízbe kerülnek s táplálékukat is könnyebben megszerezhetik.

Üres csigahéjba telepszik a remeterák és tengeri rózsát telepít a csigahéjra és pedig úgy, hogy a tengeri rózsza csalánozó karjai a rák szája körül kerülnek szét. A rák a tengeri rózsát eteti, míg a tengeri rózsza védi a rákot csalánozó karjaival. Más rák fogókészülékébe fog egy vagy két tengeri rózsát és veszély esetén ezeket tolja az ellenség felé.

Állat és növény között is lehet szimbiózis, az állatok és növények táplálkozása ilyen kölcsönös kapcsolat. A zöldnövények nagy része autotroph módon asszimilációval szervetlenből szerves anyagot tud készíteni, ugyanakkor oxigént bocsát ki testéből, amire az állatok nem képesek. Az asszimilációhoz szükséges szénsvavat az állatok és növények lélekzésükkel lehelik ki, ezenkívül az állati és növényi anyagok felbomlásakor is nagymennyiségű szénsvav és egyéb bomlási termék kerül a növények anyagforgalmába. Így a növény és állat anyagforgalma a legszorosabban összekapcsolódik.

A rovarok és gombák együttélése is előfordul a természetben. Ilyen gombatenyésztők egyes hangyák, így a levélvágó (Attidæ) hangyák, a bogarak közül a szűfélék egy része, farágóbogarak és a gubacsleány. A levélvágó hangyák a leveleket és egyéb növényi részeket finomra szétrágják és földdel összekeverik, majd apró ágyakat készítenek. Ezeknek a kis ágyacskáknak gondozása a dolgozók feladata. Ezekben tenyésztik egy gomba micéliumát. A micéliumok megvastagodnak, hogy a fiatalok és munkások táplálására alkalmasak legyenek és a szaporítószervek (conidiumok) csak akkor lesznek rajtuk, ha a hangyák már nem foglalkoznak az egyes gombatelepekkel. Amikor a levélvágó Atta-hangya nőténye elveszti szárnyát és levonul a földalatti rejtekébe, szájiüregének egyik öblös részében, az infrabukkális táskában a gombalepény kis darabkáját magával viszi. Új helyén kiereszti ezt szájából, bélsarával megrágatja, gondozza s amikor a kikelt dolgozók veszik át a munkát, az új gombalepény már 2 cm nagyságú.

A szűfélék is tenyésztik a gombát, de ők csak lyukakat és csatornákat fúrnak a fában és azok falát a gombák lepik el. A gomba faja bogárfajok szerint változik. A gomba tenyésztét *ambroziának* nevezik. Sok gubacsleány lárvája is létesít egyes, különösen hüvelyes növények rügyein, termésén, virágzatán, levelein ambrozia-gubacsokat. Ilyeneket találunk az ökörfarkkórón is. Ezeket a gubacsokat a lárvá leleszi, de helyette újak fejlődnek.

A természetes fészkeknek földalatti vagy földfeletti részeiben képződnek a csatornákkal dúsan ellátott és így jól szellőződött *gombalepények*, amiket a hím, a nőtény és ritkán a munkások megesznek. Az egyik szűfélének összel kikelt nőténye, középbélének kezdő részében őrzi meg tavaszig a micéliumok egy részét s tavasszal, amikor új lyukat készít, kiöklendezi a gombaanyagot s ez a gombafonadék bevonja az új járat falát. Ilymódon a rovarok és gombák együttélésének folytonossága biztosítva van.

Az együttélés szoros egyes állatok és mikroorganizmusok, baktériumok, gombák és egysejtű moszatok vagy algák között is. Ez az együttélés annyira szoros, hogy az apró szervezetek ellepik az állat belsejét (endosymbiosis) is. Dr. Entz Géza professzor szerint ezek a klorofillszemcsék sok alsóbbrendű állatban élnek s olyan szimbiózisban vannak, mint amilyen a zuzmók testét alkotó alga és gomba között van.

A magasabbrendű növények és állatok szimbiózisának igen nagy jelentősége van akkor, amikor a rovarok és a trópusokon egyes madarak (kolibrifélék) és bőregerek virágot visznek egyik virágról a másikra és ily módon megtermékenyítik azokat. Nagyszámú virág a rovaroktól rájukvitt virágotól termékenyül meg és az állat a nektárium édes illatos anyagát kapja a virágtól. Sok szerv fejlődött ki a virágoknál az állatok által történő megtermékenyítés minél pontosabb és biztosabb lebonyolítására.

ÉLETKÖZÖSSÉGEK ÉS ÉLŐHELYEK

A világegyetem azon részét, ahol szerves életet találunk, *bioszférának* mondjuk. Itt a növények és állatok bizonyos fizikai, kémiai és biológiai viszonyok között élnek. A bioszférához tartozik a levegő azon része, ahol élőlények vannak, ez az *atmoszféra*, a vízben lévő élőlények a *hidroszférát* alkotják, végül a talajnak azt a részét, ahol még élőlényeket találunk, *lithoszférának* nevezzük. Ez az utóbbi csak néhány méterig terjed. A bioszférának ezt a három részét *geoszférának* is hívják.

A *bioszféra* földünkhöz viszonyítva aránylag kicsi és az élőlények táplálóanyagaikat a *geoszférából* szerzik meg. Ez azonban még magában nem elég, hogy az élőlények szükségleteiket megszerezzék, kozmikus energiára is szükségük van, hogy a földi élet zavartalanul fennmaradjon. Ezt az energiát az élőlények a naptól kapják. Minden energia a naptól ered. A nap energiájának egy részét asszimiláláskor a növények felhasználják, a növényekből viszont az állatok nyernek energiát életműködésükhöz. A nap energiája nélkül nem lenne élet a földön.

Azon anyagok előállításához szükséges elemeket, amelyekre az élőszervezeteknek szükségük van, az *atmoszférából* nyerik. Ilyenek a C, H, O, N: a többit a *hidroszférából* (H, O) és a *lithoszférából* szerzik meg. Ezek közül a P és S igen fontos. A kémiai anyagok körforgalma biztosítja, hogy az *atmo-, hidro- és lithoszféra* állandóan visszakapja azokat a fontos anyagokat, amelyeket az élőszervezetek folytonosan elhasználnak. Az elhasználódás és az újraképzés a szerves világban földünkön egysúlyban van. Évmilliók óta van szerves élet a földön és az továbbra is meg fog maradni, bár kívülről nincs pótlás. A *bioszféra* nem mindenütt egyforma, a *hidro- és lithoszféra* a legjobban lakott terület. A tengerek vize a legrégibb lakott tér és kb 10 km mélységig találunk benne élőlényeket. Innen indult ki az élet a földön.

Az *atmoszféra* nem önálló életterület, a benne lévő élőlények táplálkozásuk tekintetében a *hidro- és lithoszférához* is hozzá vannak kötve.

A *lithoszférában* csak néhány méterig találunk talajlakó baktériumokat.

Ezek a nagy életterületeken kívül vannak még kisebb életterület-egységek is, amelyek az életteret (biotop) alkotják. Ezek olyan kisebb-nagyobb elkülönített területek, ahol az életfeltételek egységesek és alkalmasak bizonyos élőlények megtelepedésére. Ilyen biotopok minden bioszférában keletkeznek és olyan különleges sajátosságai vannak, amelyek lehetővé teszik bizonyos meghatározott élőlények megtelepedését. Biotop a Balaton, ahol pl. a fogassüllő jól tenyészik. Ha a Balaton vize sós vagy igen hideg lenne, a fogassüllő nem élne meg benne. Az erdő is ilyen biotop

az ő sajátos ökológiai viszonyaival s csak bizonyos élőlények életfeltételeinek kedvez.

A biotopokon élő állatok összességét *biocönózisnek* mondjuk. Itt különböző állatfaj él, de az uralkodó állatfaj a legjobban megtalálja életlehetőségeit. A *biocönózis népességén* vagy *populációján* a biotopokon élő állatfajok egyedeinek összességét értjük. A *biocönózis fajsűrűsége* viszont független az állategyedek mennyiségétől, hanem azt határozza meg, hogy a biotopon hány állatfaj él. A fajok a biocönózisokban egyensúlyban vannak, ez a *biocönózis egyensúly*, amit az tart fenn, hogy maguk az egyes állatfajok akadályozzák meg némely állatfaj túlságos elszaporodását. Az egyensúly időnkint *természetes és mesterséges* okokból megváltozhatik, de rövidesen ismét helyreáll. Az egyensúlyt megbonthatják a különféle természeti jelenségek, így a szárazság, sok eső, árvíz, tűz, geológiai katasztrófák. Egyes években óriási hernyótömeg lép fel, de a hernyó elleneségei és az a körülmény, hogy a nagy hernyótömeg felfalja a táplálékul szolgáló növényeket, a megzavart egyensúlyt ismét helyreállítja. Sokszor a nagy elszaporodás és táplálékhiány miatt az erősebbek felfalják a gyengébbeket s ily módon is segítik visszaállítani a megzavart biológiai egyensúlyt.

De megváltozhat a biocönózis egyensúly *mesterséges beavatkozással* is. Az ember azzal, hogy művelés alá vesz egyes területeket pl. az erdőt kiirtja vagy a mocsarat lecsapolja, a réteket feltöri, a folyóvizet szabályozza, megbontja az egyensúlyt. Ilyen egyensúlyt megváltoztató tényező az is, amikor új fajok kerülnek be az életközösségbe mesterséges behurcolással vagy betelepítéssel. Pl. Szt. Ilona-szigetén a megtelepített kecskék annyira elszaporodtak, hogy a növényzet teljesen kipusztult és az esőzések a termőtalajt egészen lemosták a szigetről és azt karsztjellegűvé tették, azért itt egészen új biocönózis alakult ki.

A *hidroszférában* lévő állatok lehetnek a fenékhez kötöttek: *szesszili-szek*, fenéken lakók: *bentonikusak* és felszínen élők: *pelagikusak*. A bentonikusak között vannak a nagytestű víziállatok, emlősök, kételtűek, halak és molluszkák. A tó vizében nagyrészt apró szervezetek élnek s ezeket a planktonokhoz soroljuk. Van nagy-, makro-, közép-, mezo- és kis- vagy mikrop plankton. A mikroszkóppal sem látható állatokat *nannoplanktonnak* hívjuk. A mezo- és makrop planktonba a vízibolha (*Daphnea pulex*) nagyságú állatokat osztjuk, de találunk férgeket, rákokat, molluszkákat a planktonikus állatok között.

A folyóvizek biocönózisa különbözik az állóvizekétől, a folyóvizekben nincs plankton, mert ezeket a lebegő állatokat a víz a tengerbe sodorná. A folyóvizekben csak olyan állatok vannak, amelyek a talajhoz kötöttek, vagy amelyek úszással védekeznek a folyóvíz sodra ellen.

Az *atmoszféra* állatvilága gazdag, az állatok nagy része a levegőben él, de olyanok is vannak, amelyek csak átmenetileg tartózkodnak a levegőben.

A biotopok biocönózisa megváltozhat állandóan vagy ritmikusan. Ha a biotopon tartós hőmérsékletbeli változások történnek, a biocönózis *állandóan* vagy *tartósan* megváltozik (jégkorszakban).

Ritmikus vagy *időszakos* változásnál a hőmérséklet ingadozásaival szemben az állatok közül sok igen érzékeny és a hőmérséklet nagyfokú változására megmerevednek, téli álomba merülnek vagy ha az évszakok

hőmérsékletváltozásai ellen nem tudnak védekezni, elvándorolnak rendes tartózkodási helyükről (madarak, emlősök). Az Arthropodák különböző fejlődési alakokban megmerevedve telelnek át.

Vannak *különböző biotopok* is s ezeknek kialakulását a hőmérsékleti változások idézik elő. Ilyen az erdő, ennek egyenletes nedvességi és hőmérsékleti viszonyai gazdag növényzet kialakulását vonják maguk után. *Sztenoterm-állatvilág* él itt s az erdőben a hőmérsékletnek nem lehet nagy ingadozása. Ilyenek a sok közül a csigák, miriapodák, sok rovarfaj, kétéltűek, mókus, majmok, kaméleon gyík, a nagyerejűek közül az elefánt, orrszarvú, víziló, bivalyok, vadsertés, a madarak közül a harkályok.

Szabad területek (dombos vidékek, síkság, mezők, sztyeppék), nagy hőingadozásoknak kitétt területek s itt *euriterm-állatok* élnek; ezeknek a nagy hőmérsékleti ingadozás sem kellemetlen. Ilyen sok rovar (hangyák, szöcskék, sáskák), hüllők, páratlanujjúak, nagy ragadozók, rágcsálók, néhány madár, mint pl. a tűzok.

Az *erdőszél* az erdő és a szabadterület előnyös tulajdonságait egyesíti magában.

Mocsaras területeken olyan állatok élnek, amelyek petéiket, tojásaikat a vízbe vagy annak közelében rakják le. Ilyenek a férgek, molluszkák, vízimadarak, kétéltűek, halak.

A *tundrák, alpesi tájak, sarki égő, barlangok* állatvilága igen jellegzetes. A barlangokban a fényhiány és az állandó hőmérséklet pigment-szegénnyé teszi az ott élő állatokat és látóképességük is hiányzik vagy visszafejlődésben van, de tapintó- és szaglóképességük igen fejlett. Itt különböző rovarok, rákok, denevérek élnek.

ÁLLATVÁNDORLÁSOK

Az állatvilágban gyakori eset a nagyobb tömegű *vándorlás*. Ez vagy az ivarzási időben áll elő, pl. a halaknál, vagy az élelmiszer megszerzéséért vándorolnak tömegesen egyes állatok.

A halak vándorlása leginkább az ivással függ össze. A tok- és lazacfélék tengeri halak, de iváskor a folyókba mennek. A lazacok (*Trutta salar*) tavasszal felvándorolnak a tengerből a folyókba és tél elejéig elérik a folyók forrásvidékét. Ezen idő alatt ivartermékeik megérnek, ámbar útközben igen sok elpusztul közülök, nem is táplálkoznak, egy részük mégis eléri célját és lerakja ikráit. A lazac ivása a folyók forrásvidékének sekélyvizű, laposfenekű részein történik. Az ivadék itt nő fel és kb. 16 hónap múlva szüleivel visszavándorol a tengerbe. Így vándorolnak a tokfélék is a Fekete-tengerből a Dunába.

Az *angolnák* 6—8 évig, míg ivarérettek nem lesznek, az édesvizekben, folyókban élnek, innen vándorolnak le a Mexikói-öböl előtti igen mély tengerbe, hogy ikráikat a fenéken lerakják. A petékből kikelő apró, állátszó, fűzfalevélalakú pelagikus angolnalarvák a Golf-árammal kb. két év alatt érik el az európai partokat, itt elveszítik állátszó, lapos testüket és szüleikhez hasonló orsóalakúak, ceruzavastagságúak és zöldesszínűek lesznek és ekkor kezdenek felvándorolni a folyókba.

Máskor nem a szaporítás készteti az állatokat vándorlásra, hanem az *önfenntartás, az élelem megszerzése*. A kóborló madarak (cinkék), a nagy tömegekben vándorló lemming, a vándorpatkány, a vándorsáska,

mind az élelem hiánya miatt vándorolnak egyik vidékről a másikra. Egyes lepkék és szitakötők nagyobb tömegű vándorlása is bizonyos irányban, valószínűleg ezért történik.

Az állatvilágban a legszembetűnőbb vándorlást a madaraknál látjuk. A vándorlásuk okát elsősorban a táplálék megfogyatkozásában és az endokrin-mirigyek hormonális hatásában kell keresni. A hűvös idő beálltával a rovarok és a vízben élő apróbb állatok a madarak számára már nem nyújtanak elég táplálékot, így azok melegebb éghajlatú vidékekre vándorolnak. A legtöbb madár Dél-Afrikába igyekszik. Átlagos teljesítményük 200—250 km naponta. Repülési útjukból megállapítható az a törekvésük, hogy minél kevesebbet repüljenek a tenger fölött.

A madarak életük nagy részét nem töltik a szorosabb értelemben vett otthonuk környékén, hanem időnkint kisebb-nagyobb utakat tesznek. Az utazás lehet *költözés*, *vándorlás* és *kóborlás*. A költözés határozott időhöz és irányhoz kötött, évenként ismétlődő jelenség s ez nagy távolságokra, más világrészekbe vezet. Ezzel szemben a *vándorlás* nincs határozott időhöz kötve. Okai a kedvezőtlené vált életviszonyok s ha ezek megszűnnek, a vándorlás véget ér, nem ismétlődik. A *kóborlás* abban különbözik a vándorlástól, hogy kisebb területre terjed ki, de okai ugyanazok.

Az európai madaraknak kb. fele költöző. Minél korábban jön vissza valamely madárfaj, annál későbbben távozik ősszel és viszont. Elutazásuk előtt az ugyanazon fajhoz tartozó madarak rendszeren csapatokba verődnek össze, néhány napig ugyanazon a helyen időznek s csak akkor indulnak útnak, midőn már számuk kellőképpen megnövekedett. Az indulók valószínűleg azokat az utakat használják, amelyeken évezredek előtt észak felé előnyomultak és visszahúzódtak. Úgy látszik, hogy a területnek időközben való átalakulása sem változtatott útirányukon. A vonulási módja fajonként változik. Némelyik faj szabályos rendben V- vagy ékalakban, mások egyenes vagy hullámos, kígyózó vonalban repülnek, egyes fajok alulról többé-kevésbé szabályosnak látszó tömegekben. Egyesek igen nagy magasságban pihenés nélkül repülnek, mások a magashól hirtelen levágódnak s egyideig a föld felszíne táján repülnek tovább, majd lassan ismét felfelé emelkednek. A gyengébb madarak csak lassan továbbterjeszkedve, bokorról bokorra szállva és gyakran megpihenve vonulnak, a nehézkes röptű futómadarak útjuk jórésztét gyalog teszik meg, a vízimadarak úgy kímélik szárnyaikat, hogy ahol tehetik, úszva vonulnak tovább. A költözést nagyon befolyásolja az időjárás. Általában a költözés az *izobarok* és *izotermák* irányában történik és a legkedvezőbb, ha csendes az időjárás, erős szelek azonban akadályozzák a vonulást. Minél korábban tavaszodik és minél kedvezőbb az ősz, annál tovább maradnak nálunk a költöző madarak. Minél szebb az időjárás, annál kevesebb költözőmadarat látunk, mert ilyenkor ritkán szakítják meg útjukat. Rossz időjárás esetén feltűnő a vonulás, mert ilyenkor gyakran megállnak pihenni s ilyenkor sok költöző madarat látunk. A költöző madarak a síkságokra legkorábban, a hegyvidékre legkésőbbben érkeznek meg, viszont legkorábban távoznak a hegyekből és legkésőbbben a síkságról és a vizek környékéről.

A költözés módozatainak és indító okainak megismerése már régóta izgatja a kutatókat. A költözés azonban olyan jelenség, mely kizárja a lehetőségét annak, hogy egyes elszigetelt kutatók megfigyelései felderíthessék a költözés egész lefolyását. A költözés sok homályos részletének

teljes kiderítése csak úgy volt lehetséges, ha a madarak vonulásának és életmódjának tanulmányozására a megfigyelők mindenütt feljegyzik a megjelenő madarak számát, faját, a meteorológiai viszonyokat és a madártani intézetben az egyes országokból, végül az egész földgömről beérkező időrendi adatokat évek hosszú során át egységesen, tervszerűen feldolgozzák. Evégből minden művelt államban madárvonulási *megfigyelő hálózat* létesült. Ezen adatok feldolgozása hazánkban kifogástalan, míg a külföldi államok nagy részében csupán az egyes vonulási adatok feljegyzésére szorítkoztak. A megfigyelések megkönnyítésére a költöző madarakat *lábgyűrűzni* szokták s erre a célra különböző átmérőjű alumíniumgyűrűket alkalmaznak. Minden alumíniumgyűrű számmal ellátott és rajta van az ország, állam madártani intézetének pontos címe, amelyik a madár gyűrűzését végezte. Az alumíniumgyűrűt a vizsgálandó madarak fiókáinak esüdjére kell erősíteni úgy, hogy a könnyű gyűrű a madarat további kifejlődésében és később mozgásában ne zavarja. Ha vonuláskor az ilyen meggyűrűzött madarat valahol elejtik, értesítik az érdekelt madártani intézetet, amelyik a gyűrűzést végezte és ahol minden egyes meggyűrűzött madár száma és a gyűrűzés ideje fel van jegyezve. Az ily módon összegyűlt adatokból megállapítják az egyes vonuló madarak útirányát és telelőhelyét. Pl. a nyugateurópai fehér gólyák (*Ciconia alba alba*) útja Erdélyen át Afrika déli részébe az egyenlítő alá vezet. Sok fáradságos munka vár még e téren a kutató ornitológusokra, amíg a vándormadarak pontos útját és telelőhelyét teljesen megismerjük.

EMBER ÉS ÁLLAT KÖZÖTTI VISZONY

Az állatok az ember szempontjából lehetnek *közvetlenül hasznosak*, mert táplálékot adnak, mint pl. a szarvasmarha, méhek, vagy ruhánakkal szolgáltatók, mint a juhfélel és a selyemhernyó, végül izommunkájukkal is segítik az embert, mint a ló, a szamar, az öszvér. A kártevő állatokat pusztítók viszont *közvetve hasznosak*, ilyenek a denevérek, rovarirtó emlősök, madarak és rovarok pl. a fürkészdarazsak.

Kártékonyak azok az állatok, amelyek a szükségleteink szempontjából fontos növényeket, anyagokat, termelvényeket, eszközöket támadják meg és azokat rongálják, pusztítják. Ilyenek pl. a cserebogarak, a különböző molyok, zsizsikfélék, patkányok, egerek.

Közömbösek az olyan állatok, amelyek sem hasznot, sem kárt nem tesznek pl. a fűrj, a fogoly, a pacsirták.

ÁLLAT ÉS NÖVÉNY KÖZÖTTI KÜLÖNBSEG

Régebben azon élőlényeket tartották állatoknak, amelyek mozognak. Ezen nézet helytelen volt, mert vannak egyes növények, melyek egyes ingerekre mozgásokat váltanak ki és ugyancsak találunk olyan állatokat is, amelyek életük bizonyos szakában nem mozognak. A szivacsok, korallak, polipok mozdulatlanok. Mozgás tekintetében tehát éles határt vonni állat és növény között épúgy nem lehet, mint felállítani azt a nézetet, hogy állak tekintetében különböznek a növények az állatoktól. A virágállatok

(Anthozoa) teste ágashogas bokorhoz, fához hasonló telepeket alkot, a tengeri virágállatok (Anthozoa) anemonák és korallok szép színe és változatos testalakja a virághoz teszi őket hasonlónak.

Az állat és növény közötti különbség a klorofillt tartalmazó zöld növényeknél a táplálkozás módjában kereshető. A zöld növények asszimilációkor a levegő széndioxidjából és gyökereikkel a talajból felvett szervetlen, vízben oldott földszókból, zöld klorofill-szemcséjükkel a napfény hatására szervesanyagokat készítenek, az állatok erre képtelenek és táplálékukat csak a szerves világból tudják felvenni. Az állatok szerves táplálékát szénhidrátok, zsírok és fehérjeanyagok teszik s ezeket vízzel és különböző oldott sókkal veszik fel. Az állatok ezen szervesanyagokat a növényektől kapják, s kémiai változások során átalakítva, saját testük alkotórészévé teszik. Ezen szerves növényi részekkel az állat testébe nagy mennyiségű lekötött energia is kerül s ezek ott a folytonosan végbemenő égési vagy oxidációs folyamatok alatt felszabadulnak és eleven erőkké változnak s ezeket az állat egyes szerveinek működésben tartására felhasználja. Az égési folyamatoknál nitrogén-tartalmú oxidációs termék, víz, s vízben oldott sók, szénsav hagyja el a lélekző- és kiválasztószervek útján a szervezetet. Ezek a levegőn kémiaiilag újból átalakulnak, végül különböző sók képződnek s ezeket használják fel a növények táplálékul.

Ontogenetikailag a többsejtű állatok az ekto- és entodermából fejlődtek és átmennek a gastrula-stádiumon, míg a növényeknél ilyen fejlődési folyamatot nem ismerünk.

A soksejtű állatok petesejtje barázdálódással indul fejlődésnek és a barázdálódásnak egyes fejlődési alakjai (szederalak morula, hólyagsíra blastula, bélesíra gastrula), a növények fejlődésénél nem fordulnak elő.

Anatómiai tekintetben a szaporítószervek a növényeknél a felületen fejlődnek ki, míg az állatoknál azok a test belsejében vannak. A növényi sejtek jól kifejlődött, cellulózéból álló sejtfa van, míg az állati sejteknél ez hiányzik vagy ritkán fordul elő pl. a petesejt fénylő burka (Zona pellucida), a porcsejt sejtfa. A növények szervei és szervrendszerei egyszerűbbek, mint az állatoké, ahol bonyolult szerveket és szervrendszereket találunk (idegrendszer, vérkeringés, kiválasztórendszer stb.).

A mozgásnál is láthatjuk, hogy a magasabbrendű növények nem mozognak, helyhez kötöttek. Növekedés tekintetében a növény korlátlan növekedésű, míg az állat bizonyos növekedési fokon megáll. A magasabbrendű állatoknál az *animális szervek* (izmok, idegek) jól kifejlődtek, míg ezeket a növényeknél nem találjuk meg. A növény és állat közötti különbségek annál nagyobbak és szembetűnőbbek, minél magasabbrendű növényeket és állatokat hasonlítunk össze egymással és mind jobban elenyésznek a különbségek akkor, ha az összehasonlítás az alacsonyrendű növényeknél és állatoknál történik.

Az állatokra jellemző a mozgást végző izomrendszer és az ingereket vezető és feldolgozó idegrendszer, ami az állatok összes életműködésének szabályozója és kormányzója is.

A növények és állatok közötti különbség megállapításánál a *dialektikus szemlélet* vezetett el bennünket a helyes útra. E tekintetben a régi megkülönböztetések állat és növény között ma már tarthatatlannak és, csak egyes növénycsoportokra érvényesek. A közös származás és a közös *növényi törzsfa* kapcsolja össze egymással a legkezdetleesebb növényeket.

A növények törzsfája az idők folyamán különvált az élőlények ősi világától és egészen más irányban fejlődött, mint az állati szervezetek törzsfája. Ez a származás különbözteti meg a növényeket az állatoktól. Látjuk tehát, hogy sem az állat-, sem a növényélet a földön egymás nélkül nem tarthatna fenn magát, hanem az élőlények két nagy birodalma egymásra van utalva.

Az állat- és növényvilág között tehát éles határt vonni igen nehéz, mert a legalsóbbrendű szervezeteknél az előbb kifejtett különbségek állat és növény között nem találhatók meg, hanem a két szerves ország megszakadás nélkül kapcsolódik szorosan egymáshoz és az *egysejtű véglények* (Protistia) azok, amelyek a két élő világ között a kapcsolatot létesítik. Ezen véglények közül azokat, amelyek állatok módjára táplálkoznak, *állati véglényeknek* (Protozoa), azokat pedig, amelyek növényekhez hasonlóan élnek, *növényi véglényeknek* (Protophyta) mondjuk.

Az állat védekezése és támadása

Az állatok ellenségeik elől futással, úszással, repüléssel menekülnek, vagy rejtett helyekre húzódnak. Vannak azonban olyan állatok is, amelyek a környezet színét, alakját, rajzolatát utánozzák, vagy teljesen színtelenek lesznek, hogy így elkerüljék az ellenség figyelmét. Sok medúza, féreg, tengeri rák, hal (az angolna lárvája) állatszö. A szárazföldi állatoknál *színutánczást* találunk s igen sok állat, így rovar, hernyó, sáska, polloska, szöcske, a trópusokon sok madár, béka, kígyó, gyík zöldszínű, a földön élők barnák, mint a mezei, búbos és az erdei pacsirta, fűrj, fogoly, a fák kérgén élők szürkék vagy barnák, a sivatagiak szürkék s a homok színét utánozzák, ilyenek a sivatagi gyíkok, sivatagi róka. A havasi fajd, havasi nyúl fehér, néhány csak télire válik fehérré, nyáron pedig barna vagy szürkésbarna színű. Ilyen pl. a hermelin vagy az északi részeken a menyét. A fehér szín azon helyeken, ahol nincs hó, ezeknek a fehérszínű állatoknak nemcsak védelmet nem biztosít, hanem még feltűnőbbé teszi őket.

Még tökéletesebbé válik a mimikri, ha az állatok a környezet valamelyik tárgyának alakját és mozgását vagy mozdulatlanlágát is utánozzák (alakmájmolás). Sok hernyó zöld- vagy barna színével és mozdulatlanlágával zöld vagy barna ágdarabhoz hasonlít. A *Bacillus Rossii* nevű bötáska zöld színével és alakjával a tüskés bozótot utánozza, a trópusokon élő vándorlólevél-sáska (*Phyllum siccifolium*) a levelet utánozza. A tengeri tóhalak a tengeri füvet, a cafranghal és sok tengeri házatlan csiga a különböző tengeri moszatokat utánozza.

A trópusi lepkék között vannak *undorító szagúak* is úgy, hogy ezeket a rovarrevő madarak mind elkerülik. Egyes lepkefajok ezeknek a bűdös-szagú lepkéknek a színét, alakját és szokásait utánozzák, hogy ily módon megmenekülhessenek ellenségeiktől.

Egyes nálunk élő legyek hasonlítanak a fullánkös méhekhez vagy darazsakhoz. Vannak ugyancsak nálunk olyan lepkék, bogarak is, amelyek a méheket, darazsakat vagy a bűzös szagú poloskákat utánozzák és vannak hangyákat utánzó bogarak, kabócák, poloskák is.

Az állatok testének alakja

Az állatok testén általában három főalakot különböztetünk meg: szabálytalan, szabályos és kétoldali részarányos alakot.

A *szabálytalan* vagy állandó középpont nélküli állatok (*irregularia*) középpont- és tengely nélküli szerves anyagból álló alakatlan tömegek, amelyeket nem lehet egyenlő vagy hasonló részre osztani. Az állatvilágban a szabálytalan állatok száma igen kevés és amelyeknek ilyen az alakja (az amoeba-félék és a szivacsok), azok a legalsóbbrendűek sorában találhatók.

A *szabályos állatoknak* (*regularia*) mindig van egy középponti tengelyük s ennek hosszúsága állandó, vagy pedig változik és egyenlő vagy különböző sarkokat köt össze. A szabályos állatoknak testét, számos egymásnak megfelelő vagy szimmetrikus részre különíthetjük el s ezekben az egyes szervek is szimmetrikus kifejlődésűek és elhelyezésűek. Ezen állatokat, mivel testüket egy képzelt síkkal számos sugárirányban elhelyezett részre oszthatjuk fel, *sugaras* vagy *radiális* állatoknak is mondjuk.

Kétoldali részarányos vagy *bilaterális* állatok teste egy felezősíkkal két egyenlő, hasonló részre különíthető el és ez az elkülönítés nemcsak az állat testének külső felületén, hanem a belső szerveken is felismerhető. Pl. bilaterális szimmetrikus állatok a rovarok, gerincesek, kagylók stb.

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
Az állattan feladata és ágai	3
Az állattan története	4
Az állati test kémiai alkotórészei	8
Az élő szervezetek elemi alkotórészei	8
Az állati sejt általában	11
A sejtek nagysága és alakja	11
A sejt alkotórészei	12
A citoplazma (protoplasma)	12
A citoplazma szerkezete	13
A sejthártya	14
A sejtben lévő különböző alkotórészek	14
A sejtmag	16
A mag alkotórészei	17
A mag kémiai szerkezete	17
A sejközéppont vagy vezérlőtest (cytocentrum)	18
Az állati sejt életjelenségei	18
A sejtáplálkozás	20
A sejt érzékenysége (irritabilitása)	22
A sejtek szaporodása	26
Egyéni fejlődés (ontogenesis)	29
Megtermékenyítés	31
A barázdálódás	33
Az állati szövetek	35
Hámszövet	37
Kötő- és támasztószövet	42
Izomszövet	48
Idegszövet	51
Vér és nyirok	54
Az állati test szervei	57
Szubsztitúció (a szervek helyettesítése)	58
Szervek beosztása	59
Vegetatív szervek	60
Önfenntartó vagy anyagforgalmi szervek	60
Emésztő- és átnasonlító szervek	60
Vérkeringési szervek	67
Nyirokrendszer	73
Légzőszervek	73
Kiválasztószervek	78
Fajfenntartó- vagy ivadékgazdálkodási szervek	80
Animális vagy viszonyossági szervek	83
Mechanikai szervek, kültakaró vagy bőr	83
Vázrendszer	89
Mozgások fajtái és a mozgás szervei	90
Idegéleti szervek, idegrendszer	91
Érzékszervek	98
Az állatok szaporodása	110
Az ivadékgondozás	114
Téli álm	117
Az állatok csoportosulása	119
Társaságban élő rovarok	120
Az állatok egymáshoz való viszonya	122
Életközösségek és élőhelyek	124
Állatvándorlások	126
Ember és állat közötti viszony	128
Állat és növény közötti különbség	129
Az állat védekezése és támadása	130
Az állatok testének alakja	131



