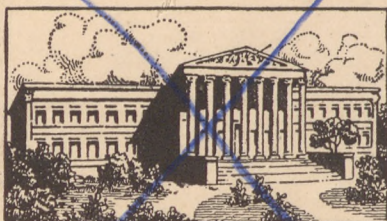


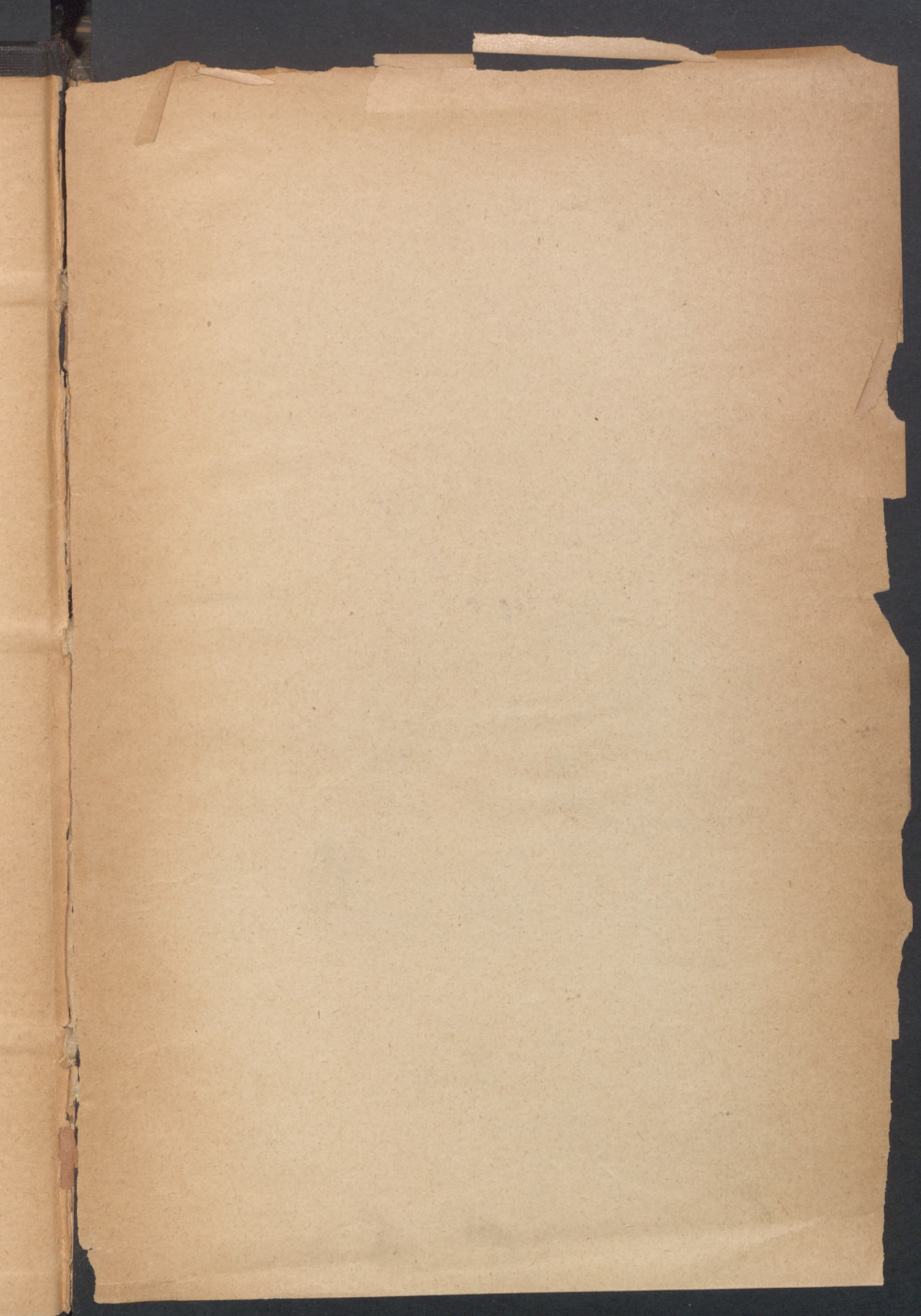
MAGYAR NEMZETI MUZEUM
ORSZÁGOS SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁRA

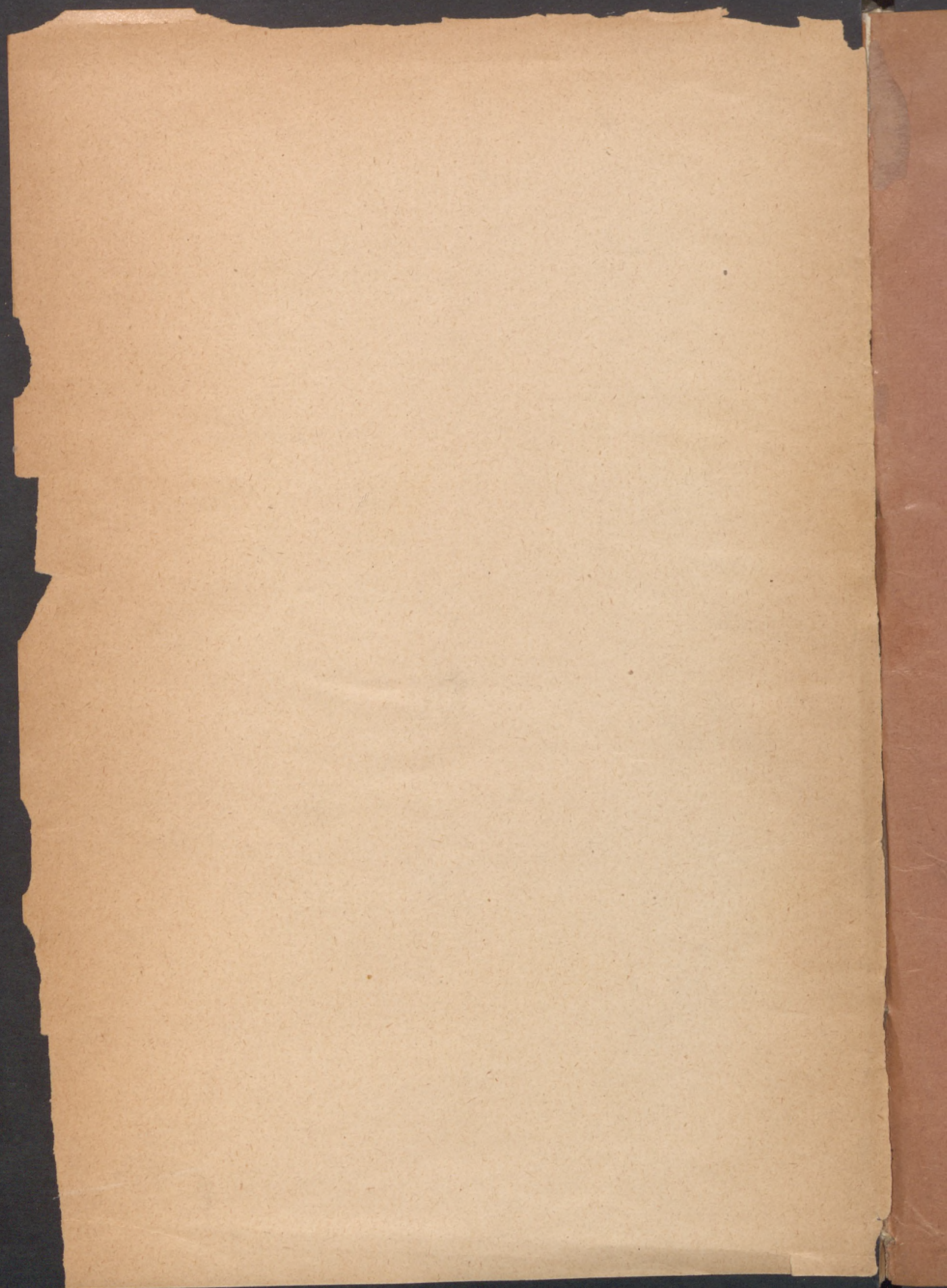


OLVASÓTERMI KÉZIKÖNYVTÁR

010.857

KIKÖLCSÖNÖZNI NEM SZABAD





MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLEMÉNYEK
VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MATHEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI
ISTVÁNFFY GYULA DR.

XXXIV. KÖTET. — 3. SZ. 2. FELE.

A CHROMOSOMÁK
HOSSZANTI PÁROSODÁSA
S E FOLYAMAT
ÖRÖKLÉSTANI JELENTŐSÉGE

IRTA
GELEI JÓZSEF DR.
tud.-egyetemi magántanár Kolozsvárt

(1 SZÖVEGRAJZZAL)

—
Ára 35 korona.
—

BUDAPEST, 1921.

A Matematikai és Természettudományi Közleményekből még kaphatók:

II. kötet. *Pettkó*: Körmöczbánya magassága. *Tóth*: Pestbudán 1861-ben talált daphnidák. *Wallandt*: Magyarország vízszínmérési térképe. *Pokorny* után: Magyarország tőzegképletei. *Kalchbrenner*: Adatok a Szepesség virányához. *Hazslinszky*: Eperjes viránya, zuzmói. *Frivaldszky* Imre: Entomologiai kémleletek. Ára 2 kor. — **III. kötet.** *Szabó*: Gózmalmaink lisztjének vegyvizsgálata. A pogányvári hegy Gömörben, mint bazaltkráter. A tarnóci kövült fa Nógrádban. *Hazslinszky*: *Imbricaria* ryssalea homoksíkjainkon. Eperjes viránya stilbosporái. *Frivaldszky* János: Adatok honunk barlangi faunájához. *Pettkó*: Magasságmérések. Meteorologiai észleletek Selmeczbányán 1845—1851. *Hantken*: A Hegyalján 1863-ban tett magasságmérések. Az ujszóny-pesti Duna s az ujszóny-fehérvár-budai vasut befogta terület földtani leírása. *Hasenfeld*: A szliácsi forrás vegyelemzése. A Perneken talált ásványforrás helyrajza. *Margó*: Ázalagtani adatok és Pestbuda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. *Kalchbrenner*: Jelentés a Szepesmegyében 1863. tett természettudományi utazásról. A szepesi gombák jegyzéke. *Muszynszky*: Pestbuda környékének magasságmérési viszonyai. Ára 3 kor. 60 fill. — **IV. kötet.** *Hantken*: A buda-esztergomi vidék szerves testek képezte kőzetei. *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyar- és Erdélyországban. *Jellinek*: Budapest közléplégmérséklete. *Hazslinszky*: A Tokaj-Hegyalja viránya. A borsai Pietrosz havasi viránya Máramarosban. Éjszaki Magyarhon lombmohai. *Molnár*: A rákospalotai ásványvíz vegyelemzése. Tokaj-Hegyalja talajának természet- s végytani tanulmányozása. *Bernáth*: Hegyaljai rhyolithok vegyelemzése. Magyarhoni trachytok vegyelemzése. *Keller*: Vágújhely viránya. *Szabó*: Tokaj-Hegyalja s környékének geológiája. Tokaj-Hegyalja talajának leírása s osztályozása. Jelentés az Euganeákban 1865-ben tett földtani utazásáról. *Kalchbrenner*: A szepesi moszatok jegyzéke. *Greguss* Gyula: A Dunavíz hőmérséke 1865—1866. Ára 4 kor. — **V. kötet.** *Frivaldszky* János: A magyarországi téhelyrepűek (Coleoptera) műszavainak magyarázata rövid boncz- és élettani ismertetéssel, 3 táblával. *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. 1 táblával. *Bernáth*: Magyarországi ásványok elemzése. *Greguss*: A Duna vizének hőmérséke 1866. Magyarország s társországai moszatviránya. *Neupauer*: Az ásatag diatomaceák rhyolith-osiszpala s egyéb kőzetekben. Rajzokkal 3 táblán. *Kalchbrenner*: A szepesi gombák jegyzéke II. *Hunfalvy*: Magyarországi légtüneti észleletek az 1864., 1865. és 1866. évekből. Ára 3 kor. 60 fill. — **VI. kötet.** *Schenzl*, *Kruspér*: Magnetikai helymeghatározások Magyarországon 1866. és 1867. *Hazslinszky*: Besztercebánya vidékének moszatviránya Márkus S. hagyatékából összeállítva. *Kalchbrenner*: A szepesi érczhegység növényzeti jelleme. Utazási jelentés. *Molnár*: Magyarhoni keserűforrások. *Preis*: Mölczer György szegedi ásványvizének vegyelemzése. Ára 2 kor. — **VII. kötet.** *Schenzl*: A napmelegség terjedése a föld mélyébe. *Hazslinszky*: Adatok Magyarhon zuzmóvirányához. *Molnár*: A hévízek Buda környékén. Ára 1 kor. 60 fill. — **VIII. kötet.** *Horváth*: Adatok a hazai félrepűek ismeretéhez. *Feichtinger*: Jelentés a Csajkások területe és Torontál vármegye Flórája érdekében tett 1870. augusztus havi utazásomról. *Schenzl és Kondor*: Magnetikai helymeghatározások Magyarország DNy. részén. Ára 1 kor. 40 fillér. — **IX. kötet.** *Koch* A.: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt-hegycsoportnak 1871-ben megkezdett részletes földtani vizsgálatáról. *Feichtinger*: Kraszna megye s környéke Flórájáról. *Karl*: Jelentés az 1871. kirándulásom alkalmából Triest és Fiume környékén tett állattani gyűjtéseimről. *Frivaldszky*: Adatok Máramaros vármegye Faunájához. Jelentés az 1871. júliusban e megyébe tett állattani kirándulásról. Ára 2 korona. — **X. kötet.** *Hazslinszky*: Jelentés az 1872. tett füvészeti társas kirándulásról. A helyszínen gyűjtött vagy vizsgált phanerogam növények jegyzéke. Új adatok Magyar-

s ha valamely sejt az életviszonyait megkönnyítő oszlás helyett ellenkezőleg, azok folytonos nehezedeése mellett is hosszasan növekszik, az már csak eme fokozati bélyege alapján is eltérőnek tekintendő a többitől. Arra nézve, hogy a petesejtekben a közönséges szaporodó sejtekkel szemben mily nagy mértékben meggyöngült vagy elnyomódott a szaporodás folyamatától elválaszthatatlan képesség: az oszlás, kiváló példát nyújtanak a *Branchelion*-petesejtek érési oszlásai. APÁTHY szerint ugyanis úgy ennek, mint más olygolecithalis *Hirudinea*-nak petesejtjei az oszlás csillag állapotában jól kialakult oszlási orsóval hónapokig várakoznak. Itt tehát valamelyes elnyomó tényező igen erősen befolyásol egy különben nagy eleven folyamatot.

Világosan igazolja tehát ez a két fokozati bélyeg, nevezetesen a növekvőképesség és az oszlás elnyomása is, hogy azok a megtámadhatlan kizárólagosakkal csaknem egyenértékűek és hogy az ovo- és spermatocyták fogalmát nem ok nélkül állították föl.

A szaporító anyasejtek ismertető bélyegei közül némelyek itt ott más sejtekben is megtalálhatók, ott azonban sehol sem észlelhetők oly hosszú ideig (synapsis, eusyndesis, chalasthosyndesis); sokkal lényegesebb azonban ránk nézve az, hogy nem társulnak sehol hozzájuk a többi bélyegek.

Hasonló eredményre jutunk akkor is, ha az érési oszlásokat más oszlásokkal vetjük egybe. HACKER 1907-ből való chromosoma dolgozatában (105. oldalon) felsorolja az érési oszlásnak szerinte »állítólagos« kizáró bélyegeit és egyúttal rendes vagy mesterségesen befolyásolt oszlások olyan eseteire mutat rá (104. és 111. oldalon), melyekben egyik vagy másik jelenség az érési oszlás közben észleltekkkel összehasonlítható. Ez igaz, egyúttal azonban az is, hogy az érési oszlás tünetményének összességéből mindig csak kikapott magános bélyegek lépnek egyebüktől föl. HACKER munkájának megjelenése óta pedig több oly jelenséget is állapítottak meg, melyek az érési tünetményeket kizárólagosan jellemzik; ilyenek a szalagsokor, a hosszában való chromosoma-párosodás, a chromosomák megelevenedett mozgóképessége és a centriolumnak 180°-os vándorlása.

(R 2)

G) A chromosomák párosodásával kapcsolatos elméletek.

a) Az apai és anyai chromosomák különbsége.

Fejtegetéseim során többször volt már arról szó, hogy az összepárosodó felekben mindig apai és anyai chromosomák kerülnek össze, és pedig olyképen, hogy a párokban a szemben fekvő részek qualitative azonosak. Ezen megállapítás után azon további kérdés kerül sorra, hogy vajjon a chromosomákban az apai vagy anyai oldalról való származásnak valamicsoda nyoma található-e meg? A tudomány erre a kérdésre régen tagadólag felelt. BOVERI ugyanis már 1892-ben kimondotta, hogy semmi okunk nincs arra, hogy az apai és anyai chromosomák között valami különbséget tételezzünk föl. Azóta mégis fölfedeztek chromosomákat, melyek a nem eldöntésére vannak hivatva ezek a mennyiben mindkét nemtől származnak, egymástól éppen a nem tekintetében különbözők. Ebben az esetben a chromosomák különbözősége igen határozott egyedi különbségeket hoz létre az utódokban, a melyet nemi különbségnek nevezünk. A többi chromosomán a párokon belül ily nagymértékű különbséget nem tételezhetünk föl, mindamellett egyedileg itt is különböznek egymástól a homolog chromosomák, habár fajilag azonos képességek hordozói is. Ez az egyedi különбözés teszi éppen lehetővé a hosszanti párosodást, s benne különösen azt a jelenséget, hogy a chromosomák részeinek kicserélhetőségéről szó lehet.

A chromosomák párosodását intéző tényezők között a képletekben a szükséges időben föléledt nemi ösztönnek is helyet adtunk volt. A nemi ösztön pedig, valamely faj két különböző egyedének párosodásra irányuló vonzódása lévén, e jelenség általános gondolkozásmódunk szerint bizonyos tekintetben az őt nyilvánító képletek morphologiai különbségét is szokta jelenteni; ez az összefüggés pedig minket megint odavezetne, hogy a párosodó chromosomákban morphologiailag kimutatható nemi vagy a mi vele egyet jelent: egyéni különbséget keressünk. A nemi ösztönnek föltétele

ez esetben azonban korántsem jelent nemi, hanem csak igen kistokú individualis különbséget, épp úgy, mint a hogy a párosodó *Paramecium*-ban vagy alsóbbrendű élőlények isogamétaiban sem látunk semmi morphologiai, tehát nemi, hanem csak föltételezett egyéni különbséget.

FEDERLEY-nek *Pygaera* hybrideken végzett kísérletei igen érdekes világot vetnek erre a kérdésre. FEDERLEY a *curtula* ♂ × *anachoreta* keresztezésnek egy hím primarius hybridjét, melynek 59 chromosomája között 29 *curtula*-apától és 30 *anachoreta*-anyától származott, visszakeresztelte egy tiszta *anachoreta*-anyával. Az ilyenképen létrejött secundarius hybridben harmincz-harmincz a n y a i s z á r m a z á s ú *anachoreta*-chromosoma került össze és ezek FEDERLEY tapasztalata szerint egy szabályos synapsisban párosodtak egymással. Az igaz, hogy az *anachoreta*-chromosomák felerészben közvetlenül egy hím állatból, nevezetesen a hím *curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ hybridjéből kerültek ki. De itt azok a nem szerint való megváltozáson nem mehettek át, mert FEDERLEY tapasztalatai szerint párosodás nem történt. Ha tehát a kerülőúton összehozott női ágról való chromosomák is párosodhatnak, akkor a párosodás lényegét nem az apai és anyai s így vele együtt egy hím és egy nőstény állat képességeinek, hanem egyáltalán két különböző egyén képességeinek keveredésében kell látnunk. Tehát a magasabb-rendűeken végzett cytologiai kutatások is azt igazolják, hogy a hím- és nő-neműség a párosodás terén csak másodlagosan alakult ki és az, egyebektől eltekintve, első sorban arra való, hogy a párosodó egyedek nagyfokú egyéni különbségét biztosítsa.

Ennek a gondolatmenetnek logikai következménye az a föltevés, hogy, ha mesterségesen a fejlődés egyéb föltételeinek eleget tudnánk tenni és egyúttal két hím vagy két női egyed szaporítósejtjeinek a magvát összeolvasztásra tudnók bírni, akkor abból egészen rendes, és szaporításra képes egyed származnék.

b) Kísérletek a párosodás okozati megmagyarázására.

Szintén magyarázatra vár az a jelenség is, hogy mely oknál fogva párosodnak a chromosomák és — legalább az én vizsgálataim tárgyában — miért egyetlen sejtnemzedékben, t. i. az ovo- és spermatocytákban.

ba) WASSERMANN (91-től 96. oldal) a párosodás okát a chromatin tömegének a mértéken túl való fölszaporodásában keresi.

Az ő megokolásának gondolatmenete a következő. Az olvasó előtt gyakran hangzott már el, hogy a szaporítósejtekben a párosodás előtt chromosomák alakulnak ki, és a centriolum is a sugárzat kialakításában tevékenységéről tesz tanúságot. E kettős jelenségből a bűvárok a sejteknek oszlásra való előkészületére következtetnek. Az oszlás azonban, mondja WASSERMANN, elmarad, elnyomódik és így a sejt akkora chromatin-tömeggel kezd további munkához, mely rendes körülmények között annak föltétlenül két individuummá való szétagolódásához vezetne. A szaporodásra képes sejtekben pedig a chromatin synthesise folyton tart, minek következtében a chromatin mennyisége is folyton szaporodik. Föl kell tételeznünk tehát, hogy a chromosomái párosodása előtt álló szaporítósejtekben is tovább gyarapodik a már maximalis mennyiségét elért chromatin és e miatt az oszlásnak következő új megnyilatkozásakor, melyet WASSERMANN vizsgálati anyagában, a *Zoogonus myrus*-ban a folytonos szálú gomolyag másodlagos szétdarabolódásában lát, már syndiploid¹ maggal van dolgunk. És WASSERMANN szerint a chromosomák számának felére apasztása, vagyis a párosodás ebben leli magyarázatát, mert az általa föllállított paradoxon szerint: »a túl felszaporodott chro-

¹) Syndiploid valamely mag akkor, ha benne a rendes (diploid) chromosoma-számot szolgáló chromatin-állománynak a többszöröse foglaltatik.

matin-mennyiség a chromosomák számának leapasztásához vezet.«¹

WASSERMANN tételének támogatására a botánikus NEMEC-nek chlorállal kezelt gyökerek magoszlásain végzett kutatásait hozza föl. Mivel első tekintetre úgy látszik, hogy NEMEC kísérleti megállapításaira, mint kiinduló alapra WASSERMANN joggal hivatkozik, ezért nekünk is behatóan kell azokkal foglalkoznunk.

NEMEC gyökérvégeknek chlorállal való kezelése útján azt érte el, hogy az oszlás folyamatát félbeszakította, az oszlási orsó eltűnt, és a már megoszlott és így számban megkétszereződött chromosomák újra egy magban egyesültek, vagy ha már a lánymagok kialakulófélben voltak, akkor ezek összeolvadtak. Így keletkeztek a »didiploid« magvak és folytatólagosan, ha a chlorálnak megismételt mérgező hatása egy ilyen didiploid maggal bíró sejtre újra az oszlás metakinesise közben hatott, akkor a tetradiploid magvak stb. keletkeztek. Már most NEMEC állítása szerint megtörtént, hogy olyan sejtekben, melyek méreteik szerint syndiploidok voltak, a chromosomák nem a várt syndiploid, hanem a feleszámban, sőt tetradiploid sejtekben a rendes (diploid) számban jelentkeztek: tehát a chromosomák számában reductio állott be.

WASSERMANN ezeknek a magukban igen beszédes eredményeknek alapján állítja föl azt a tételt, hogy a chromosomák számának felére apasztása a szaporítósejtekben is a meggyarapodott chromatin-mennyiség következtében áll elő.

Úgy tetszik azonban, hogy NEMEC bizonyítékai nincsenek annyira megalapozva, hogy azok minden utógondolat nélkül messziható elméletek alapjául szolgálhatnának. NEMEC azt kétségtelenül megállapította, hogy a chlorál hatása következtében a gyökérvégben syndiploid magvak keletkeznek és esetleg azt is, hogy a syndiploid magvak rendesekké válnak, mert idővel a gyökérből teljesen eltűnnek. NEMEC a reductiónak ezt a módját autoregulációnak nevezi és en-

¹) »Vermehrte Chromatinmenge zur Verringerung der Chromosomenzahl führt.«

nek direct és indirect esetét különbözteti meg. És pedig direct reductioról beszél akkor, ha valamely a szomszédainál kétszer nagyobb sejtben a várt chromosomaszámnak csak a fele észlelhető. NEMEC ez esetben a sejt-nagyság és chromosoma-szám között a BOVERI-től és GERASIMOF-tól megállapított részarányosságra támaszkodik s ebből arra következtet, hogy ezekben a nagy sejtekben eredetileg syndiploid chromosoma-készlet foglaltatott. Ez tehát csak föltevés, de nem bebizonyított dolog. Az említett szerzők ugyanis kísérleteiket nem vegyi szerekekkel, nem mérgek hatásával végezték, hanem csak a természet eszközeihez (hő, rázás, polyspermia) fordultak és így eredményeikre az elmélkedő nyugton bízhatja magát. Azonban NEMEC kísérleteivel szemben (lásd 11-től 73. oldal) azt az ellenvetést tehetjük, hogy a mérgek hatása alatt egyes sejtek testükben a nélkül is megnövekedhettek kétszeresükre, hogy azt a mag arányos növekvése követte volna, vagy hogy egyenlőtlen sejtoszlások mentek végbe, miközben a chromosomákon a leánysejtek egyenlően osztóztak, de az egyik sejt a protoplazma túlnyomó részét örökölte. Sőt ilyen fajta eshetőségeket NEMEC egyes adatai is támogatnak, mert ő a *Vicia Faba*-n azt állapította meg, hogy a mag oszlásán különböző rendellenességek, így pl. aránytalan chromosomeloszlás észlelhetők. Mindaddig tehát, a míg a fönnt említett eshetőségekre valamely chlorállal végzett kísérlet tekintettel nincsen és azok gondos vizsgálat alapján kizártaknak nem tekinthetők, nem fogadhatjuk el NEMEC-nek azt a tételét, »hogy a mag föl van ruházva azzal a képességgel, hogy chromosomáinak számát szabályozza« (1910. 29. oldal) s még kevésbbé használhatjuk az autoregulációs reductió általános szemlélődések kiindulópontjául, miként azt WASERMANN teszi.

Épp oly kételkedve nézem a fönnt említett okokból azokat a bizonyítékokat is, melyekkel NEMEC az indirect chromosoma-reductiót igazolni akarja. E téren szerinte a sejtnagyságon kívül a syndiploid chromosomák páros csoportosulása, az oszlás heterotipikus jellege, minőt a szaporítósejtekben tapasztalhatunk és végül a polushoz vonuló

chromosomáknak hosszában való hasadása bizonyítanak az ő fölfogása mellett. Ha természetes állapotú sejtek oszlásáról van szó, mindenesetre nyomós okoknak kellene az említett jelenségeket tekintenünk. Jelen esetben azonban megint a chlorál hatására gondolhatunk, midőn a valóságban esetleg lány-chromosomáknak olyan elhelyezkedését látjuk, minőt az egész chromosomáktól alkotott párok a heterotipikus oszlásban fölvesznek. Szintén a chlorál rovasára írhatjuk azt is, hogy a polusokhoz vonuló lány-chromosomák hosszanti hasadást árulnak el. Különben a metakinesis, az anaphasis és a telophasis chromosomáinak hosszában való meghasadása még korántsem bizonyítja az illető képletek osztatlan voltát, mert helyenként már lány-chromosomákon is tapasztalták ezt a jelenséget.

Ha azonban a NEMEC észleletei ki is állanak minden bírálatot, kísérleti eredményei még sincsenek befolyással fejtegetéseink irányelveire, mert még mindig fölvehető az a kérdés, hogy vajjon jogosult-e a szervezet personális részén, dolgozó sejteken végzett kísérletekből szaporítósejtekre is kiterjeszthető általános következtetéseket levonni. A kérdést behatóbban bonczolva, azt is lehet kérdezni, vajjon elfogadható-e, hogy WASSERMANN abból a tapasztalatból, mely szerint mesterséges behatásra létesített syndiploid mag reductio útján diploiddá alakult vissza, a szaporítósejtek chromosomái számbeli reductiójának tehát haploiddá válásának okát a chromatin mennyiségének rendellenes fölszaporodásában keresse.

Fontos okaink vannak arra, hogy ennek a következtetésnek helyessége ellen szóljunk. Mindenek előtt utalnunk kell arra a kivétel nélküli jelenségre, hogy az osztódó sejtekben a növekvés folyamán szabályszerűen kétszeresére gyarapodó chromatin-állomány sohasem vezet a chromosomák számának feleződésére, hanem ellenkezőleg, az oszlás útján való megkétszereződésre. Azt pedig NEMEC se tapasztalta sehol, hogy a fölös chromatin-állomány a chromosomák számának haploiddá válását idézte volna elő, már pedig nekünk a szaporítósejtekben éppen azt kell megértetnünk, hogy miért válik a chromosoma-szám haploiddá.

Ha a fölös mennyiségű chromatin-állomány volna a chromosoma-reductio mindenható oka, akkor lehetetlen volna kísérletileg vagy a természet véletlen játékának hatása alatt élő lényeket létesíteni, melyek tartósan életben maradjanak a rendellenes chromatin-mennyiség mellett is. Pedig ott vannak GERASIMOFF-nak híres *Spirogyrái*, melyek kétszeres chromatin-mennyiségük ellenére évek hosszáig éltek és kétszer oly nagymagvú szaporítósejteket termeltek, mint a szabadban élő normális fonalak. A *Spirogyrák* mellett ki kell emelnünk BOVERI dispermiás lárváit, melyek testében negyedenként vagy harmadonként a chromosomák egyenlőtlen eloszlása következtében dús-chromatinú és nagymagvú sejtek keletkeztek, a nélkül, hogy valahol egyetlenegy sejtben reductio mutatkozott volna.

Mivel azonban az előbb kételyünket fejeztük ki a fölött, hogy chromosoma sejtekből szerzett tapasztalatokból szaporítósejtekre következtetéseket vonhassunk, ennél fogva az utóbbiak közt kell esetek után kutatnunk, melyekben a chromatinnak rendellenes nagy tömege miatt sem következik be autoregulációs reductio. Erre jó példák általán az oly hibridek, melyeknek ovocytáiban a chromatin tömege épp úgy túlságosan nagy lesz, mint a tiszta fajokéban és a chromosomák mégsem párosodnak, a mint azt a FEDERLEY *Pygaera* hybridjében láttuk. Sőt a *Pygaerák* utódaiban éppen a chromosoma-párosodás kimaradása miatt syndiploid magok keletkeznek és ezek mégsem redukálódnak. — Még kiválóbb példák azok a parthenogenetikus petesejtek, melyek csak egy érési oszláson mennek keresztül, a hol tehát az utód petesejtjeiben épp úgy és épp annyi fölös chromatin-állomány fejlődik, mint az ivaros nemzedékben és még sincs reductio: chromosoma-párosodás. WASSERMANN fölfogásának helytelen volta mellett bizonyítanak az állatországbán több helyütt megfigyelt óriás petesejtek is. Ilyeneket a *Dendrocolum*-ban magam is találtam. Ezek kétszer akkora, mint a rendes petesejtek, magvuk is kétszer akkora és a chromosomák száma didiploid: tizennégy helyett huszonnyolcz. Ennek megfelelően a syndetikus állapotban hét chromosoma-pár helyett tizennégy jelenik meg.

A tőlem talált hat óriás petesejt közül három teljesen ki volt fejlődve, kettő a páros, egy pedig a vékonyfonalú szalagsokor állapotában volt. Mindezen petesejtekben a párosodás után a várt diploid chromosoma-számot találjuk oly időben, mikor csak a felének kellene mutatkoznia. Ha a számbeli reductio oka a rendellenesen nagy chromatin-álmány volna, akkor itt, mikor az egyesülési ösztön amúgy is megnyilvánul a chromosomákon, kétszeres reductióra számíthatnánk. Mivel ez nem következik be, tiszta sor, hogy nem a chromatin tömege dönt a reductio kérdésében.

Mindenek fölött fontos azonban az a körülmény, hogy kétszeres chromosoma-számot már ovogoniumokban is találtam. Ezeknek pedig, mint ilyeneknek WASSERMANN fölfogása szerint nem volna szabad létezniök, mert a rendellenesen nagy chromatin-mennyiségnek, melynek meglétét a kétszeres chromosoma-szám föltétlenül igazolja, mindjárt reductióhoz, vagyis idő előtt ovocytává való átalakuláshoz kellett volna vezetnie, már csak azért is, mert esetleg már a következő sejtnemzedékben a fejlődés rendes folyamán ugyanez a jelenség következik be. Mivel ez nem történik meg, abból megint csak arra a következtetésre jutunk, hogy a reductio s így a chromosoma-párosodás okát nem a chromatin-mennyiség megváltozásában kell keresnünk.

WASSERMANN arra sem volt tekintettel, hogy a spermacytákban a chromatin egyáltalán nem válik rendellenes tömegűvé, mert itt rendes nagyságú chromosomák alakulnak ki és a reductio mégis normálisan bekövetkezik.

bb) Fajfejlődés-történeti nyomok az ovo- és spermatogénesisben és az én arra alapított causalis magyarázatom.

Ismereteink nem oly bővek, s így belátásunk ma még nem olyan mély, hogy annak révén a chromosoma-reductiónak ezt az egész állat- és növényországban oly föltűnően egyformán és nagy czélszerűséggel működő berendezését okozatilag megérthessük. Mégis megkísérlem kifejteni, hogy fölfogásom szerint a chromosomák és a szaporítósejtek

párosodásának közös alapja van. Az még véglegesen nincs tisztázva, hogy a szaporítósejteket, illetőleg a *Protozoonokat* mily ok készteti a párosodásra, azonban mégis legtöbb szerzővel együtt nyugton föltehetjük, hogy ez az életképességnek az ivartalan oszlások során beállott meggyöngyülésében vagy megfogyatkozásában keresendő. A chromosomák egyesülését itt is első sorban a párosodási ösztön vezeti épp úgy, mint magukét a szaporítósejteket.

Ezzel az utóbbi föltevésünkkel közeledünk HÄCKER-nek már 1903-ban (379. oldal) kimondott véleményéhez, mely szerint az apai és anyai chromosomák között bizonyos affinitás nyilvánul, mely a hasonszármazásúak között nem mutatkozik. Ma már tudjuk, hogy az affinitás hiánya egyrészt az apai, másrészt az anyai oldalról való chromosomák között nem egyéb, mint qualitativ különbözőségük következménye. HÄCKER nem szól arról, hogy ez az affinitás minő természetű, összehasonlítja azt azonban a petesejt és a spermium, illetőleg ezek magja közt lévő affinitással.

Az én fölfogásomat a chromosoma-párosodás létrejöttéről röviden a következőkben foglalhatom össze.

Mai tapasztalataink szerint a chromosomák párosodásának előfeltétele, hogy azok két szülőtől származtak legyen. Ha ugyanis parthenogenetikus úton egyik szülő chromosomái az érési oszláskor eltávolíttatnak, chromosomák az ilyen egyedben semmi körülmény közt nem párosodnak. Ez a két egymást kiegészítő tapasztalat arra a következtetésre jogosít föl minket, hogy egykor, a fajfejlődés folyamán is a chromosomák első párosodását két egyed magja copulációjának kellett megelőznie. Természetesen a magvaknak ez az egyesülése nem szükségképen ugyanazon sejt- vagy Protista-nemzedék életkora elején történt, melynek végétével már chromosoma-párosodásnak kellett mutatkoznia, hanem több nemzedékkel azelőtt.

Kérdés már most, hogy az első párosodó magvak már redukált chromatin-mennyiséggel, illetőleg chromosomaszámmal egyesültek-e vagy sem? Mivel alapföltevésünk szerint az első chromosoma-párosodást magvak egyesülésének kellett megelőznie és mivel viszont a reduciónak chro-

mosoma-párosodás az előfeltétele, világosan következik ezekből, hogy az első chromosoma-párosodás előtt egyesülő magvak nem lehettek redukálva. Tehát a még fajilag soha nem párosodott állatok egyszerű chromosoma-felszereléssel éltek, melyben párok nem léteztek. Ezt a föltevésünket is jelenkori tapasztalatokkal erősíthetjük meg. Mindenek előtt az egész állatországban tapasztalhatjuk, hogy a spermatozoonok ennek az ősi állapotnak megfelelő olyan elemi élőlények, melyek egyszerű chromosoma-fölszereléssel egyrészt a legkülönbözőbb differentiálódásokra képesek, másrészt pedig a legkedvezőtlenebb viszonyokkal daczoló természetük erős életképességükről tanuskodik. Szintúgy tapasztaljuk azt is, hogy a facultativ parthenogenesis esetében felfogásom szerint az ősi állapotnak megfelelő félchromosoma-számmal életrevaló élőlények keletkeznek (pl. a herék). Tudjuk azt is, hogy a növények metagenesisében egy fele-chromosoma-számú ú. n. haploid-generatio szabályszerűen jelentkezik. Ha tehát az egyszerű chromosoma-fölszerelés igen sok esetben ma is megfelel a lét föltételeinek, annál inkább szolgálhatta azt egykoron a fajfejlődés elején kizárólagosan, mikor a megélhetés körülményei kedvezőbbek voltak, mint ma. Nézetem szerint tehát az élőlények kezdetben a maihoz képest fele chromosoma-számmal éltek és ennél fogva ma is a haploid chromosoma-számot kellene az ú. n. normalisnak, helyesebben eredendőnek tekinteni.

Annak vitatása nem tartozik föladatunk körébe, hogy az első élőlényeket micsoda körülmények készítették egyesülésre, megelégszünk az életképesség meggyöngyülésének elméletével is. Csak azt jegyzem meg, hogy a mag összeolvadására legkedvezőbb alkalom közvetlenül az oszlás után állhatott be, midőn két-két egyed copuláló magja együttesen lett akkorává, mint az egyesülő egyedek magjai maximálisra nőtt állapotukban voltak.

Az ivaros úton való szaporodás, vagyis két törzslény egyesülése által megelőzött további tagolódás, mindig hosszas, ivartalan szaporodások után következik be. A tudomány e téren egyik megállapodása az, hogy az ivar-

talan oszlások során és egyenesen ennek következtében olyan elváltozások lépnek föl az élőlényekben, vagy azok utódok létrehozására hivatott sejtjeiben, hogy azon csak két törzslény egybeolvadásával lehet segíteni. Ezt az egybeolvadást csak az ilyenkor föllépett párosodási ösztön teszi lehetővé. Ismeretes dolog az is, hogy az életműködések véghezvitelében, illetőleg irányításában a sejt alkotórészei nem egyenlő mértékű szerepet visznek. Legtöbb és legfontosabb föladatot a mag és abban is a chromatikus állomány teljesíti. A legnagyobb valószínűséggel állíthatjuk tehát, hogy ha az élőlény testében valami párosodás útján correctióra szorul, úgy az első sorban a chromatikus állomány, vagyis a chromosomák. Tehát a szaporítósejteket a párosodás kérdéseiben mintegy chromosomáikkal helyettesíthetjük. A chromosomák pedig a magukban mutatkozó hiányt az élőlény mintájára őkmaguk akarják egyelőre szintén párosodással pótolni, a mit igen könnyen tehetnek is, hiszen egyenlő számban származnak két külön egyedtől és így a homolog felekben is vannak egyedi különbségek. De ez a párosodás maga az élőlényen nem segítene, hisz ez által benne új kvalitások nem keletkeznek, csupán új csoportosulatok alakulnak a variációs tágasságon belül a chromosomákban, melyek a faj variabilitását szemléltetik az utódok különbözőségében. Ellenben az önkorigálás végett összetapadt chromosomák helyzetéből az élőlénynek, illetőleg szaporítósejtnek az a nagy haszna van, hogy a reductiós oszlás alkalmával a két chromosoma-fölszerelést szétválaszthatja és így hozhatja az ősi állapotnak megfelelő haploid generatiót létre. A haploid egyedekben pedig nem a párosodott ősök válnak ismét szét, mert egyrészt a reductiós oszláskor az egy szülőtől származó chromosomák nem együtt rendezkednek ugyanazon polus felől, másrészt pedig a párosodás alatt az egyes chromosomák még külön is újra szervezkedtek.

Mivel a chromosoma-párosodás elsődleges okáról a fentieknél többet mondani nem tudunk, térjünk át a másodlagos, a közvetlen oknak, a párosodási ösztönnek tárgyalására és vele együtt kíséreljük meg a párosodásnak eddig föltételezett módjait valamelyes fejlődési sorba összeállítani.

Fejtegetéseink során visszamenő utat követve, abból a helyzetből kell kiindulnunk, melyben a chromosomákat lát-szólag felére redukált állapotukban találjuk és pedig azért ebből az állapotból, mert a párosodás jelenségében némely bűvár kételkedik, azonban a már korán a felére apadt chromosoma-szám (pachynema-stadium) kétséget nem tűrő valóság mindenki előtt.

Az első dolog, a mit ezen a téren tekintetbe kell vennünk, az a körülmény, hogy ha valamely élőlényben már egyszer chromosomák alakultak ki, azok csakis az oszlási orsó útján oszthatók meg a két utódsejt között. A magosztó készülékről azonban BOVERI már régen (1887.) kimutatta, hogy tökéletesen csak akkor működik, ha kettéhasadó chromosomák feleit kell két sarok felé eltávolítania, különálló egész chromosomákat ellenben csak a legritkább esetben, akkor is csak véletlenségből, tud két, számbelileg egyenlő csoportra szétkülöníteni. Ez a magyarázata annak is, hogy a chromosoma-reduciónak primarius typusa, a mint azt GOLDSCHMIDT *Zoogonus*-dolgozatában föltételezi, a lehetetlenségek közé tartozik. A chromosomák száma tehát a magosztó készülék igen korlátolt képessége következtében felére más módon le nem apadhat, csak úgy, ha azok páronként összetapadnak és így az oszlási orsóban úgy helyezkednek el, mintha ketté való egész chromosomának leányutódai volnának, vagyis a párok összetapadási síkja épp úgy az aequatorialis síkba esik, mint a leány-chromosomák elválási síkja.

A kialakult egész chromosomák utólagos összetapadása nélkül a reduciónak két módja képzelhető csak el, az egyik felerészük felszívódása, a másik pedig a nyugvó magból a fele chromosoma-számnak egyenes kialakulása.

Az első mód egyrészt nem gazdaságos, mert vele félannyi szaporítósejt alakulna ki hím részen is, másrészt pedig az atrophia szabályozásának módja elképzelhetetlen. A második mód kivételére alkalom különösen az olyan állatokban kínálkoznék, melyekről azt állítják, hogy bennük egy folytonos szálú gomolyag alakul ki és abból a chromosomák szelvények képében válnak le. Az ilyen állatokban,

mint azt a párosodás történelmi részében már láttuk, a 90-es évek bűvárai szerint a gomolyag félannyi chromosomára esik szét, mint a rendes oszlásokban. Ennek természetesen úgy kell történnie, hogy minden egyes segmentum két egész chromosomát tartalmazzon. Ez esetben tehát a hosszanti párosodáskor oly hatékonyan mutatkozó párosodási ösztön csirájában csak mint egyszerű agglutinatio mutatkoznék, mely két-két chromosomát a végén jobban egybefűzne. A reductio eme módjának van egy másik föltétele is, t. i. a chromosomák qualitativ egyenlősége, mert csak ez esetben közömbös, hogy a segmentumok mely chromosomákat választanak szét vagy hagynak együtt. Mihelyt azonban a chromosomák minőségileg különbözök, egyrészt gomolyagalkotó sorrendjüknek, másrészt a szelvényeződés helyének kell adva lennie. Ez azonban, mint azt már föntebb is kifejtém, sokkal bonyolultabb jelenség, mint az előre kialakult chromosomák hosszanti párosodása.

De az még nagyon is kétséges dolog, hogy valamely magban a párokon kívül egyenértékű chromosomák léteznének. Sokkal valószínűbb az, hogy a magállománynak chromosomákká való differentiálódása és ezeknek egymástól különböző volta csaknem egyet jelentenek, vagyis, hogy a chromatin chromosomákba akkor kezdett csoportosulni, mikor benne a munkamegosztás alapján különböző feladatoknak végzésére különböző részek váltak ki. — Roux alapvető megfontolásai óta a chromosomáknak hosszában való meghasadását sem tudjuk másképp értelmezni, mint hogy bennük különmemű részek vannak, melyeken az utódoknak egyenlő mértékben kell osztozkodniok. Ha tehát az egyes chromosomák részeinek minőségük különbözősége postulatum, akkor már ebből is a legnagyobb valószínűséggel következtethetünk a chromosomák különböző voltára, holott az egyneműség szükséges volta mellett sem tapasztalat, sem észok nem szól. Az pedig, hogy valamely élőlény chromosomái egymástól különbözök, mint egyebütt látni fogjuk, már igen sok esetben bebizonyosodott.

Mihelyt már most a chromosomák egymástól minőségileg különböznek, bennük a szaporítósejtek gonocyta-állapo-

tában új egyéni tulajdonságnak, nevezetesen a párosodási ösztönnek kell nyilvánulnia. Ez a képesség pedig a HÄCKER-től (1907. III-tól 121. oldal) fölsimert alaptulajdonságból, nevezetesen a chromosomáknak végükön összetapadásra való hajlamosságából (agglutinatio) volna levezethető. Ha ugyanis HÄCKER-rel együtt föltételezzük, hogy a chromosomák a fajfejlődés folyamán egy folytonos fonal szétdarabolódása útján állottak elő, akkor az agglutinatiót könnyen megértjük. Ezt a jelenséget ritka esetekben a *Dendrocoelum-on* is tapasztaltam, holott a chromosomák ebben az állapotban még kialakulásuk legkoraibb fokán is elkülönülten találhatók. Magányos chromosomáknak összetapadását a végükön nem is tapasztaltam, hanem mindig chromosomapárok léptek ily módon syndetikus állapotukban érintkezésbe. Így az eusyndesisben kétszer észleltem két chromosomapártól képezett gyűrűt, három esetben pedig csak az egyik végükkel való összetapadást. Egy esetben láttam a chalthosyndesisben két meghasadt fonalpártól alkotott gyűrűt. Kivételesen ugyanazon gyűjtőterületről származó *Dendrocoelumok*-ban igen gyakran észleltem a strepsitán fonalaknak egyik végükön való érintkezését. Ezek a Bajorországban Würzburg környékén gyűjtött állatok a néhány méter hosszú lefolyással bíró csekély vízü forrásban, annyira messze estek minden más planáriás lelőhelytől, hogy nyugton állíthatjuk, hogy ott elkülönülten tenyészték régi idők óta és így a szaporítósejtjeikben észlelt előbbi jelenség megrögződött variációs tünetként fogható föl.

Tehát ez az alaptulajdonság, a chromosomák végeinek kölcsönös vonzódása változott át az idők folyamán két-két meghatározott chromosoma általános vonzódásává, a mit mi párosodási ösztönnek nevezünk.

A párosodási ösztön kikülönödésének pedig meg kellett történnie, mert különben, kivált a chromosomák végén való párosodása esetében, a hol a képletek egyik-egyik vége mindig szabad, nem tudnók megérteni azt, hogy, ha csak az egyszerű attractio kapcsolja őket össze, mikép gátlódik meg további chromosomák összetapadása.

A chromosomák kizárólagosan a végükön való össze-

tapadásának egyetlen támasztéka az, hogy azok a hosszanti párosodás esetében is először a végükön tapadnak össze. Elméletileg tehát az end-to-end conjugatio lehetősége ellen általános szempontokból semmi szót nem emelhetünk. Az ilyennemű párosodás azonban csakis a számszerű reductiót szolgálja és így nem tarthatott sokáig, míg az állatok túl-nyomó részében oly egyedek léptek föl, melyekben a chromatikus állomány kölcsönös vonzódása a további szakaszokra is átragadt és a chromosomák egész hosszukra összezecsukódtak. (»Faltungstheorie«, közvetített, indirekt hosszanti párosodás.) Ezután következett végül a fajfejlődés-tanilag ifjabb hosszanti párosodás. A haszon, mely a hosszanti párosodásból a fajra nézve származik, biztosabbá tette az ily egyedek utódainak fennmaradását.

Az előzők szerint tehát a reductiónak a hosszanti párosodás segítségével keresztülvitt módja a nyilatkozó vagy szerzett képességek átöröklése útján alakult ki. Ennek a lassú kialakulásnak föltételezésére azonban csak abban az esetben vagyunk utalva, ha a más párosodási módok valóban léteznek és ha mi azokat is magyarázni akarjuk. Ha azonban további kutatások kiderítenék, hogy a chromosomák csakis hosszukban párosodnak, akkor annál érthetőbbé válnék az a tételünk, hogy a chromosomák párosodásának ugyanaz az oka van, mint a *Protozoonokénak* vagy a szaporítósejtekének. Ezt a közös okot ugyanis morphologiai alapon sem a végén való párosodás, sem a feleannyi segmentumra szétesés esetében nem igazolhatnók, mert ezek a módok a fogyatkozásoknak kicserélés útján való helyesbítésére semmi alkalmat nem nyújtanak. Ebből pedig az következik, hogy a reconstructio szükségével, mint a chromosomák párosodásának causalis magyarázatával, csakis az egyenes vagy közvetített hosszanti párosodás esetében élhetünk.

A párosodás legközelebbi létesítő oka, a párosodási ösztön, mint azt munkám leíró részében láttuk, valójában létezik. Ennek mivolta az élőlények magasabb problémái közé tartozik. Egyetlen sejtnevezékre való korlátozását pedig kapcsolatba hozhatjuk mindazokkal a feltűnő alak- és élet-

tani megváltozásokkal, melyek a csirapálya szintén ezen egyetlen sejtnevezetékén mutatkoznak.

Az a magában véve különleges dolog, hogy a chromosomák számának felére apadása csakis a párosodás segítségével valósul meg, azzal magyarázható, hogy nem képzelhető más kiadós eljárás. Például felerészüknek atrophiaja, mint említém — a szaporítósejtek számában fele veszteséget jelent.

Megkísérelték azt is, hogy a chromosomák reductiójának czélszerűségét hozzák föl a párosodás magyarázatára. Ha azonban a chromosomák reductiójában csakis a czélszerűségnek van része, akkor fölös számú chromosoma nem kerülhetne a pronucleusba, holott ilyet BOVERI az *Ascaris* nő pronucleusában gyakran észlelt. A czélszerűségtől vezetett folyamatban az óriás petesejtekből is, melyeknek kétszeres chromosoma-számuk van, valahogyan a rendesen felére apadt oviumoknak kellene érési oszlások folyamán kialakulniok, holott a chromosoma-mennyiség csak a rendes számra sülyed alá. Az a körülmény tehát, hogy oly hibákat, melyek a párosodás előtt keletkeztek, sem a párosodás, sem az érési oszlások helyesbíteni nem tudnak, sőt ilyen az utóbbi folyamata közben is keletkezhetik (chromosoma-elmaradás), azt igazolja, hogy a tünetenyeket nem a czélszerűség igazgatja. Az eredmények azok igenis czélszerűek, de rendellenes esetekben nagyon czélszerűtlenek lehetnek.

A kinek jobb belátása van sejtteni folyamatokba mint nekem, annak talán jobban sikerülhet a chromosoma-párosodást fajfejlődéstani úton megértetni. Abban azonban minden bírálattal gondolkozó bűvár igazat fog adni nekem, hogy fajfejlődéstani szempontok épp oly kevésbé mellőzhetők e kérdés megoldása közben, mint magának a nemnek kialakulásában. S így e tekintetben a chromosomák párosodásának fajfejlődéstani alapon való tárgyalását nyugton állíthatjuk HÄCKER-nek (1907.) a chromosomák phylogenetikai kialakulásáról vallott nézetei mellé.

Éppen azért egynéhány szóban még arra akarok rámutatni, hogy micsoda tapasztalati adatok utalnak minket úgygyszólván arra, hogy a chromosomák párosodásában is —

épp úgy, mint maguknak a gonocyták kialakulásában is — fajfejlődéstani nyomokat követhessünk. Mindenek előtt ki kell emelnünk a chromosomáknak különösen a női szaporítósejtben korainak látszó párosodását és az oszlás előkészületére való korai meghasadását. Valószínű, hogy a fajfejlődéstani első párosodáskor a petesejtekben sem volt korai e jelenség, mert a párosodást épp úgy követte a sejt-oszlás, mint a hogyan ezt ma is követi a hím szaporítósejtekben. A női gonocyták azonban idővel egy másodlagos növekvésen mentek keresztül, melyhez a maximális chromatin-állománynál nagyobbra volt és van szükségük, így tehát a sejt elődei méretét és a chromosoma-képzéshez szükséges chromatin-állományt e növekvés előtt már létrehozván, alkotórészeinek tömegbéli megkétszereződése folytán mintegy normális jelenségeként chromosomákat alakít és ezek párosodnak. Koraivá tehát csak azért válik a chromosomák párosodása, mert a rá következő oszlás másodlagosan a közbejött növekvés folytán időben későbbre tolódik el: tehát a valószínűleg megfelelően inkább késő oszlásról kell beszélnünk.

A petesejt nagygyá növekvésének másodlagos volta mellett bizonyít SCHLEIP egyik fontos tapasztalata, melyet ő (1904. 402., 421. oldal) egy *Ostracoda*-nak a *Notodromas monacha*-nak a spermatogenesisében szerzett. Szerinte ebben az állatban a chromosoma-párok párosodás után a chalasthosyndesisben kivételesen szemecskésen épp úgy szétesnek, mint a legtöbb petesejt másodlagos növekvése előtt. És ezek a spermatocyták hasonlóan a petesejtekhez egyúttal feltűnő nagyra is nőnek. Ha tehát itt világosan látjuk, hogy a másodlagos növekvés a chromosomák párosodása után következik be, akkor a petesejtek nagyranövését is másodlagosnak minősíthetjük, a mely a faj fejlődése folyamán később jelentkezett.

Épp úgy a fajfejlődésben mutatkozott az az elválkozás is, hogy a petesejtnak érési oszlása útján előáll négy unokasejtje közül a három iránytest, mint abortív petesejt nem termékenyítődik meg. Az egyáltalán nem volna csoda, ha valamely alsóbbrendű állatban négy egyenlő ovium származnék az érési oszlásokból, mint a hogy négy egyenlő spermium származik a spermatocytából.

Megemlíthetem még azt is, hogy csakis a fajfejlődés igen késői szakaszán történhetett meg az, hogy kényszerű (obligat) parthenogenesis esetében a második érési oszlás kimaradt. Azonban a *Méhek* spermatogenesisében az első érési oszlás valójában végbemegy, jóllehet a chromosomák aközben nem hasadnak meg és mindnyájan az egyik polus felől maradnak. Úgy látszik, a hím szaporítósejtek fejlődés-menetében az érési oszlás kettős volta sokkal szerveesebben kapcsolódik be, semhogy az fölöslegessé válása esetén oly könnyen kiiktatható lenne, mint a petesejtekből a parthenogenesis esetében.

Ezek az esetek, melyek mindnyájan a szaporítósejtekben a fajfejlődés folyamán föllépett változásokról beszélnek, határozottan följogosítanak minket arra, hogy a chromosomák párosodásában is keressünk és föltételezzünk ilyen nyomokat.

bc) LUNDEGÅRDH elmélete a chromatinnak dualistikus eloszlásáról.

Mikor már a chromosoma-párosodásnak és reductiónak föntiekben megkísérelt megokolását megírtam volt, vált ismeretessé előttem a botanikus LUNDEGÅRDH-nak (1912.) egyszerű dualistikus elmélete, melylyel úgy a rendes, mint a heterotipikus érési oszlást egy csapásra akarja megmagyarázni. Szerinte a chromatinban, melyet ő karyotinnak nevez, valamelyes kifejezett belső törekvés mindig arra irányul, hogy hasonló vagy azonos oszlási feleket, chromosoma-állományokat dualistikusan rendezzen el (1912. 320 oldal). Ő »hasonló« feleknek tekinti a párosodó chromosomákat és »azonos«-oknak a leány-chromosomákat. LUNDEGÅRDH fejtegetéseiben abból a tapasztalatból indul ki, hogy némely növényben és állatban már az anaphasis vagy telophasis chromosomái hosszukban hasadnak és így már a nyugvó mag dualistikusan alakuló chromosomákból épül föl. Ennek megfelelően ő és néhány más bűvár az osztódó sejtek nyugvó magvában az ú. n. interphasis magvakban (»Interphasekern«) dualistikusan alakuló chromatin testeket — páros hurkokat, meghasadt karyosomákat — észleltek. Ilyen

és hozzá hasonló tapasztalatokból LUNDEGÅRDH azt a meglepő következtetést vonja le, hogy az oszlások prophaseisában föllépő páros gomolyagszálak nemcsak kettéhasadó chromosomáknak, hanem ellenkezőleg párosodó »azonos« chromosoma-feleknek is tekinthetők (1912. 313., 314., 317., 318. oldal), vagyis szavai szerint »a vegetatív oszlások esetében párosodás és meghasadás közé egyenlőség jel tehető«. (1912. 317. oldal.) Ez a dualistikus törekvés vagy erő a chromosomák különleges tulajdonsága. LUNDEGÅRDH 1914-ben elméletét röviden és világosan a következőképp foglalja össze: »Ma is épp úgy, mint akkor, föltételezem, hogy a karyotin határozott dualistikus törekvéssel van fölruházva, a mely morphologiai úton abban fejeződik ki, hogy a karyotinnak minden megjelenési formája szívesen ölt páros elrendeződést (hosszában való meghasadás, párosodás) föl. Ez a dualistikus törekvés azonban csakis »azonos« vagy egymáshoz nagyon hasonló karyotin állományokra vonatkozik.... Ezért vannak a chromosomák meghasadva és ezért párosodnak a két szülőtől származó karyotinnak homolog chromosomái. Mert valamely chromosomának hasadási felei azonosak és a két szülő homolog chromosomái egymáshoz igen hasonlóak. Rendes körülmények között, az azonos állományok párosodnak; akkor tipikus oszlással van dolgunk. Bizonyos szövetekben e helyett vagy helyesebben ezenkívül az egymáshoz nagyon hasonló állományok s akkor heterotipikus oszlás és a reductio következik be.« (150. oldal). Elméletének további részleteivel az olvasó LUNDEGÅRDH 1912-ben megjelent dolgozatának 309-től 323-ig terjedő oldalain és 1914-ből való dolgozatában ismerkedhetik meg.

LUNDEGÅRDH elmélete annyira egyszerű és megnyerő, hogy első olvasása után tartózkodás nélkül csatlakozni akartam hozzá a magaménak, mint nem éppen ellenkezőnek, de fölöslegesnek a mellőzésével. Elméletének jó oldala az egyszerűség és egységes alap: a chromatinnak dualistikus eloszlásával egyszerre magyarázza a chromosomának úgy a tipikus, mint a heterotipikus oszlását. Alaptétele tehát egyaránt nyilatkozik a chromosomák meghasadásában és párosodásában. Az én fejtegetéseim azonban vagy analogiára

támaszkodnak, vagy történelmi nyomokat követnek, mely utakon rendkívül nehéz, csaknem lehetetlen bizonyítékokat hozni. LUNDEGÅRDH szerint a dualismus kezdettől fogva adott járuléka a chromatinnak és létéhez bizonyítékot mikrosopikus képek összehasonlító tanulmányozásával akar nyújtani. Én a chromosomáknak más szerzőktől is hirdetett nagyfokú egyediséget tulajdonítok és a chromosomák párosodásának okát ugyanabban keresem, a mely oknál fogva maguk a szaporítósejtek, illetően a *Protozoonok* párosodnak, s e mellett a párosodásnak mai legtökéletesebb módját bizonyos fejlődés eredményének is tarthatjuk, a mely esetben már föltételezett módok lépcsőfokain haladt keresztül.

Az én megokolásomat mégsem tettem félre, mert bizonyos dolgok megfontolása után mégsem találtam LUNDEGÅRDH elméletében mindent annyira rendben, hogy a mellett egy másiknak létjogosultsága ne lehetne.

LUNDEGÅRDH elméletének nincs mindenek előtt elegendő széles alapja. A chromosomáknak meghasadása az ana- és telophasisban sokkal ritkább jelenség, semhogy azt általánosítani lehetne. S így nagyon csekély alapja van amaz állításának, hogy a prophaseisnak dualistikusan kialakuló chromosomái épp oly joggal mondhatók párosodó feleknek, mint meghasadó egész chromosomáknak. T. i. az esetek igen túlnyomó számában a dualistikus állapot vagy a nagyon késői prophaseisban vagy csak éppen az aequatorialis síkban észlelhető és akkor az véleményem szerint csakis a morphologiailag addig egységes chromosoma meghasadásának minősíthető. Ennek következtében én a tipikus oszlásokat illetőleg semmikép sem tehetek a párosodás és meghasadás közé egyenlőségjelt. Sőt még az esetben sem volnánk kénytelenek a prophaseis chromosomáinak kettős voltát a felek párosodásaként felfogni, ha az előző oszlás telophasisában minden élő lény chromosomája kettéhasadna. Mert azt a BOVERI által megállapított chromosoma-fejlődés is megmagyarázza, hogy a nyugvó mag alakítása előtt kettősnek mutatózó chromosomák a nyugvó mag után is dualistikusak. BOVERI ugyanis először 1888-ban és újabban 1909-ben ismételtén bebizonyította, hogy ott, ahol valamely chromo-

soma a maggerendázatba beolvad, megint chromosoma alakul ki, a mit jelen esetiinkre nézve úgy alkalmazhatunk, hogy ott, a hol egy meghasadt chromosoma alkot gerendázatot, újra meghasadt chromosoma alakul ki. LUNDEGÅRDH szerint ez esetben a nyugvó magban fölolvadt chromatin-részeket a dualistikus erő, a párosodásra való törekvés vonzza össze a kettősen kialakult chromosomában. De épp úgy állíthatjuk azt is, hogy az anya-chromosoma monistikus ereje vonja megint a régi kötelékbe a részeket és zárja ki mindenek fölött az idegen chromosomába tartozó chromatin szemcséket. LUNDEGÅRDH a gonocyták chromosomáinak párosodását is ilyenképen gondolja. Szerinte a nyugvó magban a homolog chromosomák részei között dualistikus párosodási ösztön éled föl és ez teszi lehetővé, hogy a prophaseis kialakulására a homolog egész chromosomák épp úgy egymás mellett állanak, mint a tipikus oszlás esetén, egy-egy chromosoma két fiókaútóda. Ha ez csakugyan így történék, akkor valóban igen nagy hasonlóság volna chromosomák oszlása és párosodása között. Azonban nehéz elképzelni, hogy a magtér két különböző helyén föloldódott chromosomák föllazult nyújtványzatos szemecskéi e gerendázat össze-visszaságában hogyan jutnak el egymás mellé. És ha ez mégis keresztülvihető, ha a párosodás lehetősége nem a chromosomáknak van fönntartva, akkor, kérjük, miért szűnik meg oly korán a mag nyugvóállapota, miért látunk napok, hónapok hosszára kialakult chromosomákat. Legfőként megfontolandó azonban az, hogy a tipikus oszlások prophaseisának chromosoma-felei egymás mellett állanak, sőt az oszlás előtt még össze is olvadhatnak, a párosodó egész chromosomákról azonban a *Dendrocoelum*-ban azt tanultuk meg, hogy azok a párosodás előtt egymástól elválasztva, távol eshetnek és részeik a schystonema állapotban egymástól el is távolodhatnak. Ha ezenkívül a körülményes folyamatokat, a párosodásnak különböző erőktől intézett előkészületeit, a párosodó chromosomák szerkezetét és belső elváltozásait tekintjük, melyek a tipikus oszlások prophaseisából mind hiányzanak, akkor a két folyamat összehasonlítása még nehezebb lesz. A párosodás fogalma, ha

benne a chromatinnak csak dualistikus megjelenését látjuk, véleményem szerint tartalmától fosztódik meg, és annyira üressé válik, mintha csak az élőlények párosodásában sem látnánk egyebet dualistikus törekvésnél.

Úgy a párosodás, mint az oszlás közben a chromosoma-felek helyzeti viszonya azonos, ebből még azonban nem következtethetjük, hogy az azonos helyzetet létesítő élettani folyamat is közös. Mert, a mint én azt már a hosszanti párosodás ellen tett vádak bírálata közben kifejtettem, a két folyamatnak nem a végeredménye azonos, mint LUNDEGÅRDH állítja (1912. 316., 317. oldal), hanem az egyik folyamat oda jut, a honnét a másik kiindul.

Kérdés az is, hogy vajjon nevezhetjük-e a párosodási erőt LUNDEGÅRDH-al egyszerűen dualistikus erőnek. Ő azt azon az alapon tekinti dualistikusnak, mivel mindig csak két chromosoma párosodik. Ennek a megokolásnak azért nincs értéke, mert a chromosomák csakis páronként homologok, egyenlő hosszúak és így kettőnél több chromosoma semmi esetre sem párosodhat össze. Utalok e részt a *Dendrocoelum*-on tett ide vonatkozó megfigyeléseimre és a más szerzőktől közölt adatokra. A párosodást nem kell tehát szükségképen dualistikus erőre visszavezetni, mert az 57. ábra is bizonyítja, hogy a chromosomák minőségi különbözete e folyamatot még ott is megakadályozza, a hol két egymásra utalt chromosoma marad együtt egy magban.

Mindent egybevetve, mondhatjuk tehát, hogy a dualistikus eloszlás elméletét csakis az egyes chromosomákra vonatkoztathatjuk. A prophaseis chromosomáinak dualistikus kialakulásának magyarázatára oly esetben, mikor azok az előző telophasisban már meghasadtak volt, nem szükséges a párosodási tendenciát fölhasználnunk, mert az a BOVERI-féle chromosoma-megtartási törvénnyel is igen jól magyarázható. Az egész chromosomák párosodásának megértéséhez pedig nem szükséges dualistikus erőkhöz folyamodnunk, mert azt a chromosomák minőségi különbözete és heteropoliája is biztosítja. És különben is sokkal több rejlik a párosodásban, semhogy azt egyszerű dualistikus megnyilatkozásnak tekinthessük.

APÁTHY 1892-ben elméletileg még azt is lehetőnek tartotta, hogy a rendes aequationalis oszlások kezdetén a chromosoma, illetőleg a folytonos és spirálisan lefutó spiremalfonalkettős nem a meghasadás, hanem az összeszorulásból származó kettős összerakódás következtében mutatkozik.

c) A chromosomák symmetriája.

A párosodással szoros összefüggésben van a chromosomák alkotására vonatkozó egyik részletkérdés, mely arra akar feleletet adni, hogy vajjon a chromosomák bárhogyan összetapadhatnak-e vagy pedig párosodási síkjuk adott. A ki azt hiszi, hogy ezzel szörszálhasogatáshoz fogunk, az gondoljon a molekulák symmetriai viszonyaira. Ezt a kérdést főként azért nem akarom kikerülni, mert az a chromosomáknak a mitosisokban tanúsított szerepével is szoros viszonyban van.

BOVERI ugyanis annak magyarázatára, hogy az oszlási orsószálak a chromosomákra mindig két szemben fekvő oldalon tapadnak, a chromosomák poláris differentiólódását tételezte fel. Az oszlás síkja a chromosomák két polusát összekötő vonalra merőleges. Már pedig, ha ez a poláris differentiólódás létezik, akkor vele a párosodás síkja is adott, mert ez mindig merőleges az egyes chromosomák hasadási síkjára, a mint azt a párok négyes osztatóságából tudjuk. A chromosomák tehát már az oszlás előtt symmetrikusan jobb és bal leányfelekből vannak fölépítve és mivel párosodáskor erre a symmetriai síkra merőleges lap szerint tapadnak össze, a párosodásban tulajdonképen mind a két leány-chromosoma részt vesz. Ez a tapasztalat pedig igen fontos és nagyjelentőségű adat úgy a chromosomák constitutióját, mint a párosodás lényegét illetően.

A föntiekből azonban az következik, hogy a párok egész chromosomái a heterotipikus oszláskor nem fordítják az orsószálak megtapadására szánt oldalukat az oszlási központok felé, mert ebbe az irányba hasadási síkjukkal tekintenek. E téren alkalmas vizsgálati anyagon csakis megfigyeléssel dönthetünk. Lehetséges az is, hogy symme-

triai síkjuk irányában heteropolárisok a chromosomák és a párosodás miatt csak itt tapadnak az orsószálak, tehát a rendes oszlásokban fölhasznált helytől 90^0 -ra. Ha ilyenformán a chromosomákon az érési oszlásra egyoldalas megtapadási hely különül ki, akkor könnyen érthető az is, hogy a heterochromosomák mért jutnak oly biztosan az egyik polusra el és mért nem maradnak soha az oszlási síkban, mint a két polustól megragadott, de kettéoszlásra képtelen testek vissza.

d) Melyik érési oszlás reductionalis és melyik aequationalis?

Láttuk a történelmi részben, hogy ez a kérdés mily szoros viszonyban van a chromosoma-párosodással. — Mivel az ivari chromosomákról bebizonyosodott, hogy mind a két érési oszlást használhatják reductióra, ebből kifolyólag fölöslegesnek látszanék ezt a kérdést az autosomákat illetőleg feszegetni. Az ivari chromosomák azonban sok tekintetben annyira kivételes szerepet játszanak, hogy a miatt nem igen jogosult róluk az autosomákra következtetni.

Ha meggondoljuk, hogy a párosodás időt kíván és ha arra is tekintünk, hogy a párosodó felek a csokor-stadiumban épp úgy hosszanti hasadást mutatnak, mintha oszlásra készülő szabad chromosomák volnának, akkor azt várná az ember, hogy az a hasadás, mely a csokorhelyzet fölbomlása után a párokat csaknem egész hosszukban kettéválasztja, aequationalis lesz, és így nem a párosodási síknak felel meg. Ezen föltevés szerint a leány-chromosomák továbbra is párosodott állapotban maradnának és így a két megindult folyamat: a párosodás és az egész chromosomák oszlása nem szakítódnék félbe. A *Dendrocoelum*-on könnyű ezen a téren dönteni, mert ebben az állatban a chalasthosyndetikus párok az egész növekvés alatt fönnmaradnak és a folytonosság során az oszlás chromosomáivá lesznek. De a tapasztalatok az előbb említett várakozásnak nem felelnek meg. A chromosomák meghasadási síkja mindig homályosabb, bizonytalanabb, mint a párosodásé és végül telje-

sen eltűnik a meghasadás idejére. Így egész biztosan megállapíthattam azt, hogy a chalasthosyndesist bevezető elválás síkja azonos a párosodásával. Ez az elválási sík pedig az oszlás egyenlítői síkjába kerülve, azzal összeesik, minek következtében az első érési oszlásban a párosodott chromosomák szétkülönödnek és így az reductiósnak nyilvánul.

Úgy látszik tehát, hogy a párosodás az egyes chromosomák meghasadására nem valami kedvező állapot, ellenkezőleg azt megakadályozza, illetőleg, ha megindult, visszahoztatja. Érdekes viszont e tekintetben az *Artemiá*-ra ismét egy pillantást vetni, melynek parthenogenetikus petesejtjeiben a chromosomák nem párosodnak, de rajtuk igen korán hosszanti hasadás észlelhető. Az *Artemiá*-ban ez a kezdődő oszlásból származó párossá válás el sem is tűnik többé, holott a párosodott chromosomákban nagyon rövid időre észlelhető.

Azonkívül nehézségek is származnának abból, ha az a hasadás, mely a chalasthosyndetikus alakzatokat létrehozza az egyes chromosomák oszlási síkjának felelne meg. A tipikus oszlások ugyanis azt bizonyítják, hogy a chromosomák csak meghasadásra képesek és azután a felek mint kettős fonalak vagy pálcikák együtt maradnak mindaddig, míg új erők nem lépnek közbe, melyek az oszlási orsó szálai képeiben eltávolításukat eszközlik. Ha az orsószálak hatása hiányzik vagy csak egyoldalos (a monaster esetében), akkor a leány-chromosomák egymás mellett maradnak. Ezért nem tapasztaljuk mi, hogy a rendes oszlásokban a schistonemákhoz hasonló képek hosszú időn át fennmaradnának. Ezek az okok pedig arra mutatnak, hogy a chalasthosyndesis képleteit nem leány-chromosoma-párok alkotják, hanem részben elvált egész chromosomák, mert ha ezek párosodásra összejöhettek, természetes, hogy individualitásuk alapján orsószálak nélkül is eltávolodhatnak egymástól.¹

¹) Mindamellett HÄCKER (1907. 86., 87. oldal) helyesen jegyzi meg, hogy GREGOIRE-nak nincs igaza, midőn a diakinetikus alakokból hosszanti párosodásra következtet, mert olyan képek másodlagos összecsukódásból is származhatnak.

Még egy pár különleges esetet akarok fölhozni, melyek a mellett szólnak, hogy az első érési oszlás a reductiós. Ismeretes dolog, hogy a *Méhek* spermatocytaiban a chromosomák csak egyszer oszolhatnak, és pedig akkor is aequationalisan, mivel a herék parthenogenetikus úton állanak elő és csak egyszerű chromosoma-fölszerelést, tehát a haploid számot kapják. A chromosomák tehát összeillő felek hiányában nem conjugálódhattak vala. A spermatocyták mégis két érési oszláson mennek keresztül, melyek közül a második, az egész chromosomák felezője, az aequationalis; az elsőben csak a sejttest oszlik, a chromosomák azonban nem oszlanak, tehát ez felelne meg a reductiós oszlásnak. A ROSENBERG vizsgálataiból ismeretessé vált *Drosera*-hybridek is ugyanezt igazolják. Itt a *rotundifolia* és *longifolia* keresztezése útján a párosodás közben 10 chromosoma pár keletkezik, 10 *longifolia*-chromosoma pedig párja nélkül marad fenn. Az első oszláskor a 10 pár reductiósan oszlik, a 10 univalens chromosoma azonban nem oszlik. Azok vagy valamelyik oszlási sarokhoz vonzatnak vagy pedig a protoplasmában hátrahagyatnak.

Mindezek a tapasztalatok tehát azt igazolják, hogy az első érési oszlás általán a reductiós. Nem akarom ezzel azt állítani, hogy kizárólagosan így van, annál kevésbé, mert már vegyes oszlások is ismeretessé váltak (WILSON 1912. *Lygaeus*).

Arra a kérdésre, hogy miért kell két érési oszlásnak végbemenni, KEMNITZ a reductio kérdésével kapcsolatban azzal válaszol, »hogy a két érési oszlás keresztülvitele biztosítja azt, hogy a reductio minden körülmény között megtörténik, a mi természetesen csak egy oszlás által bizonyosan el nem érhető« (497. oldal). Én azonban ezt nem tartom kielégítő feleletnek. Nézetem szerint az érési oszlásnak nemcsak a szám és a kvalitások reductiója a föladata, hanem egyúttal minden egyes chromosoma-individuum hosszanti felezése is, hogy a fiókasejtek épp úgy felezett mikro-chromosomákban részesedjenek, mint a rendes oszlások során. Ezt a két, lényegében különböző föladatot pedig egy oszlás semmikép sem tudja megoldani. Tehát a második érési

oszlás föladata nem az, hogy az elsőben esetleg kimaradt reductiót pótlólag föltétlen befejezze, hanem az, hogy az elsőből nem teljesíthető egyik föladatot megoldja.

H) A szalagcsokorállapot jelentősége.

Vizsgálataim ezt az állapotot teljes jelentőségére emelték úgy, hogy KEMNITZ-czel együtt elmondhatjuk, »miszerint az érési jelenségek legkülönlegesebb bélyege a szalagcsokor« (493. oldal). Bebizonyosodott ugyanis, hogy ez a szabályos kép egy nagyon is rendezetlen állapotból alakul ki, tehát nem előreadott helyzetű, abban nem a RABL-féle irányítottság egyszerű ímsétlődésével van dolgunk.

A szalagcsokrot először KEMNITZ értelmezte találóan, mert ő hozza ezt a kialakulást a chromosomák párosodásával összefüggésbe. Szerinte ugyan csakis a közvetített hosszanti párosodásnak: az utólagos összecsukódásnak (»Faltung«) esetén van ennek a helyzetnek értelme, »mert — úgy mondja — a csokor polaris irányítottságának az a rendeltetése, hogy az eredetileg egymás végébe eső homolog chromosomákat összehajlítva annyira közelítse egymáshoz, hogy ezeknek teljes vagy részleges párhuzamos fekvése így lehető legyen« (492. oldal). Sőt azt állítja, hogy a párhuzamos conjugatio esetén a szalagcsokor czélját nem tudjuk megállapítani; ez azonban, mint azt munkám leíró részében láttuk és mint azt alant még egyszer kifejtem, alaptalan állítás.

Ha azonban a synapsist azonosítjuk a szalagcsokorral, a mihez különösen a régi munkákat illetőleg sok okunk van, akkor azt látjuk, hogy már BOVERI is helyesen ítélte meg ennek az állapotnak a jelentőségét, midőn 1904-ben úgy nyilatkozott, hogy a chromosomáknak a magtér bizonyos helyén való összegyülemzése a homolog felek kölcsönös egymásratalálását segíti elő. WINIWARTER (1900. 105. oldal) is abban látta a synapsis jelentőségét, hogy a vékony fonalú gomolyag összehúzódása által a fonalak különböző részei egymáshoz közelednek és így érintkezésbe jönnek. WINI-

WARTER nyomán azonban még nem gondolhatunk a chromosomák szabad mozgására, mert szerinte a gomolyag ez idő szerint még folytonos szálú.

Azt már dolgozatom leíró részéből ismerjük, hogy ellentétben KEMNITZ kijelentésével, a hosszanti párosodás kívánalmainak mennyire megfelel a chromosomák szalagcsokorszerű elrendeződése. Ez az állapot ugyanis — hogy arra ismételtén rámutassak — a következő három irányban jelent kedvező helyzetet a hosszanti párosodásra nézve: 1. A chromosomák végei egy szűk mezőre kerülnek össze, 2. a chromosoma-szárak mind egy pontra irányulnak, minek következtében a homolog végek összekerülése egyúttal a szárak párhuzamosságát is magával hozhatja, 3. a rendezett chromosoma-szárak közt járható utak alakulnak ki, melyek a szabad helyváltoztatást teszik lehetővé. Mindezek a kedvező körülmények akkor volnának a párosodás részére különlegesen jól hasznosíthatók, ha a chromosomák csak az egyik végükkel állanának a polus-mezőn és pálczikaszerűleg egyenesen nyúlhatnának ki. Ennek azonban két előfeltétele van; az egyik az, hogy a vonzóerőnek homolog végek engedelmeskedjenek, a másik pedig az, hogy a chromosomák a mag átmérőjénél hosszabbak ne legyenek.

Ez az utóbbi feltétel azonban tudomásom szerint sehol sincs megvalósítva és ezért a chromosomáknak másik szárukkal a magtérben szabálytalanul vagy görbén kellene lefutniok, s így a kölcsönös mozgást nagyon megakadályoznák. Így ez a körülmény magyarázza meg azt, hogy miért terelődik mindkét chromosoma-vég az iránymezőre.

Nem könnyű dolog be is bizonyítanunk, hogy a fenn három pontban összeállított és a látszat szerint a hosszanti párosodást megkönnyítő körülmények valóban annak támogatására is alakultak ki. Mivel a párosodás mindig a chromosoma-végekről indul ki, bebizonyított valóságnak tekinthetjük azt, hogy a szalagcsokor a párosodó felek egymásra találását elősegíti és hogy ennél fogva a párosodás érdekében vonzattak egy ilyen szűk területre össze a chromosoma-végek. Azt azonban már nem bizonyíthatjuk be, hogy a szárnak irányítottságukból következő párhuzamosságuk cél-

tudatos jelenség-e vagy pedig — mint azt HÄCKER gondolja — az irányítottságnak véletlen, de természetes következménye. Nagyobb valószínűséggel mondhatjuk, hogy a chromosomák között járható utak létesítése céltudatos jelenség, mert a száraznak ezt a célt szolgáló kiegyenesedése egy másodlagos folyamatban függetlenül történik a végeknek a polusra jutásától.

Maga a szalagcsokor-helyzet még nem jelent azonban egyet a párosodással. Az csak támogatja ezt az életjelenséget. De esetek állanak elő, melyekben minden célszerűsége mellett sem tud a várákozásnak megfelelni. A párosodásnak úgy az ilyen, mint a normalis körülményekben is elsőrendű tényezője a chromosomák szabad helyváltoztató képessége, a mint azt munkám leíró részében részletesen bebizonyítottam és bőven illusztráltam.

Azok az érdekes negatív leletek is, melyek a szalagcsokor hiányáról tanuskodnak oly esetekben, mikor a chromosomák nem párosodnak vagy nem párosodhatnak, a szalagcsokornak szintén a párosodással való szoros kapcsolatról tesznek bizonyosságot. Így hiányzik a szalagcsokor és nem conjugálódnak a chromosomák a *Hártyásszárnyúak* parthenogenetikusan keletkezett hímjeiben, pl. a herékben. Pedig arra a mintára, hogy a mitoticus magosztókészülék ott is kialakul, a hol semmi megosztani való nincs — pl. a *Méh* spermatocytáinak első érési oszlásaiban — itt is megtörténhetnék, hogy olyan helyen is csokorba szedődnének a chromosomák, a hol azoknak nem kell párosodniok. A magosztókészülék és a chromosomák — azonban, mint azt már BOVERI igazolta — egymástól függetlenül alakulnak ki, de a szalagcsokor megjelenése és a párosodás, mint a következőkből is látni fogjuk, egymástól elválaszthatatlan jelenségek. A szalagcsokrot nélkülöző esetek ugyanis három csoportba oszthatók: az 1. helyen látjuk a facultativ parthenogenesis útján fele chromosoma-számmal felnövő egyedek gonocytáit; ezek oly törzslényből indulnak ki, mely két érési oszlás következtében elveszíti a chromosomák felét (*Hymenopteronok*). 2. Ugyancsak kimarad a szalagcsokor a kényszerű (obligat) parthenogenesis esetében is, a hol az

egyedek a második érési oszlás elmaradása következtében teljes chromosoma-számmal nőnek föl (*Branchyopusok*, különösen *Cladocera*k, az *Ostracodák* és a *Rotatoriusok*). 3. Hybridek szaporítósejtjeiben sincs szalagcsokor, ha a chromosomák nem homologok. (*Pygaera*-hybridek, FEDERLEY szerint.)

Ha ezeket a csoportokat bonczolni kezdjük, azt tapasztaljuk, hogy a szalagcsokor kialakulásához különböző erők harmonikus együttthatása szükséges. Az első csoport igazolja, hogy mindenek előtt a kétféle, nevezetesen az apai és az anyai chromosoma-fölszerelés kell, hogy együtt legyen. A második eset azt mutatja, hogy a két chromosoma-garnitúra még nem elegendő, mert külső erők megakadályozhatják úgy a szalagcsokor kialakulását, mint a párosodást. A harmadik csoport még egy lépéssel tovább vezet és azt mutatja, hogy nemcsak két szülőtől kell a chromosoma-fölszereléseknek származniok, hanem azok tagjainak páronként homologoknak is kell lenniök. És ezzel a szalagcsokor kialakulását illetőleg ugyanazon következtetést vontuk le negatív úton, mint a melyhez a chromosomák párosodására nézve korábban már egyszer más úton, nevezetesen közvetlen tapasztalatokból eljutottunk. Ebből a megfigyelésből pedig azt a végkövetkeztetést vonhatjuk le, hogy nem a szalagcsokor készíti a chromosomákat a párosodásra, hanem fordítva, két-két homolog, párosodást igénylő chromosoma erőket vált ki, a melyek a centriolumot működésbe hozzák és a csokorkép kialakítására készítetik. Ez a hatás nyilvánulhat már abban is, hogy a centriolum régi helyzetéhez képest az ismert 180°-os utat megteszi.

Mindezek a tereken azonban a vizsgálatok nehézsége folytán még sok út áll taposatlan előttünk. Így pl. a párosodásra nem szoruló ivari chromosomák szerepe; ezen ugyanis a chromosomáknak a szalagcsokorral kapcsolatos egyéb tünetei (fonálalakúvá való válás, chromiolaris szerkezet) nem észlelhetők. Érdekes volna tudni, hogy a működő erők nem hatnak-e rájuk vagy pedig számukra ható erők nem állottak elő. Fontos volna azt is tudni, hogy

ott, a hol szalagcsokor nem alakul ki, elmarad-e egyúttal a chromosomák fonalas megnyúlása és szemcsés szerkezete is.

Azért, mivel mindezek a tünetek az életjelenségek titokzatos mélysége felé vezetnek minket, nem szabad tőlük visszariadnunk; ha ezeknek a kérdéseknek megoldása miatt az ovo- és spermatocytákban közönséges oszlásoknál nem észlelt és WASSERMANN előtt (88. és 89. oldal) titokzatosnak látszó erőket és »titokzatos folyamatokat« is kell föltételeznünk, az még nem ok a megállásra. A tudomány a kérdéseket minden esetre egyszerű módon törekszik megoldani, de azért az sem tudományos dolog, ha bizonyos jelenségekbe csak azért nem akarunk belenyugodni — mint pl. azt WASSERMANN teszi, — mert azok igen összetettek, titokzatosak, újak s nem egyebüttlátottak megismétlődései. A párosodás miatt már HACKER is tételezett föl (1902. 378. oldal) az ovo- és spermatocyták chromosomái között olyan vonatkozásokat, »melyek a chromatin-elemeknek egyáltalán nem osztályrészei«.

III. A hosszanti párosodás és a chromosomák egyediségének, valamint különbözőségének tana.

Dolgozatom előző fejezetei arról tesznek tanuságot, hogy a chromosomákról ez ideig sok tekintetben hiányosak voltak ismereteink. Vizsgálataimból kitűnt, hogy a chromosomák képességei közül eddig az élet egyik legjellemzőbb bélyegének, a mozgásnak biztos fölismerése rejtve maradt szemünk elől. Bebizonyosodott továbbá az a sokat vitatott és rendkívül magasrendű élettünemény is, hogy a chromosomák csakugyan párosodnak. S ezzel a »párosodás« az életnek: a fajok fönnmaradásának elválaszthatatlan kellékévé jelentkezik, melyet megkezd két törzslény: két szaporító sejt, egy új egyednek: a zygotának létrehozása végett és folytatnak az új egyednek az őt követő nemzedékről gondoskodó szaporító sejtjeiben a chromosomák. Két szaporító sejt párosodása lehetővé teszi két egyed egymástól különböző

képességeinek keveredését egy új nemzedék hasznára, a chromosómák párosodása pedig ezt a hasznat a jövő nemzedék számára tovább gyümölcsözteti, mert általa lehetetlenné válik a keveredésnek különben az érési oszlások következtében föltétlen beálló visszakozaása.

A chromosómák pedig e tapasztalatok közben, mint a sejtnék igen magas önállósággal bíró elemi részei, elevenedtek meg szemeink előtt, mert a magosztó készülékek régi ismereteink szerint tehetetlen játékszerei egyszerre csak önálló mozgásra éledtek. Tapasztaltuk, hogy párosodási ösztön érik meg bennük, mely ösztönről tudjuk, hogy a helyváltoztatásra különben képtelen növények szaporító sejteit igen sok esetben szintén élénk mozgásra készíti és szervezi. És sajátságosan észleltük, hogy miként mindenütt az élők világában, úgy a chromosómák között is a párosodás egyszerre csakis két meghatározott képlet között lehetséges. Mindezekben pedig azt vesszük észre, hogy egy új úton a tudomány sokat vitatott mezejére, nevezetesen a chromosómák individualitásának és lényegbeli különbözőségének a kérdéséhez jutottunk. Éppen ezért szükségesnek látom az én vizsgálati eredményeim megbeszélésével kapcsolatban rövidesen összegezni mindazt, a mit a tudomány eddig ezen a téren elért.

A) Az egyediség tana.

A chromosómák individualitásának, mint azok megtartásának tanát, először RABL C. 1885-ben, később világosabb fogalmazással és határozottabb tartalommal BOVERI 1887-ben mondotta ki, s azóta az ő tudományos munkásságának minden nagyobb méretű megnyilatkozása egy-egy újabb bizonyítékot vagy legalább is támasztékot hozott e tétel számára. Az elméletnek hívei között úgy a védelemben, mint a támadásban ő volt a vezérharcos. Ennek a tanak nagy jelentőségét RABL-nak és BOVERI-nek egyik nagy biológus kortársa, HÄCKER, 1907-ben találóan értékeli, mikor azt a sejttani kutatások egyik vezércsillagának nevezi (II. oldal). HÄCKER összefoglaló munkájának ugyanazon

az oldalán hangoztatja azt is, hogy egy elméletnek bizonyosságát nagy mértékben fokozza az, ha minden új eredmény annak egyúttal újabb támasztékaül szolgál. Én azt hiszem, vizsgálataim közben szerzett tapasztalataim ennek a kívánságnak megfelelnek, mert most már a párosodó chromosomák egyedi viselkedése nemcsak különleges okok folytán bebizonyított, hanem egyenesen megfigyelt jelenség.

Az individualitás tana BOVERI értelmében azt állítja, hogy a chromosomák a nyugvó magban, a chromatinnak gerendázatosan szétszlott állapotában, melyben mi mai segédeszközeinkkel semmi további alkotórészt megkülönböztetni nem tudunk, lényegükben változatlanul fönmaradnak és így adott chromosoma képzéséhez pontosan azok a részek kerülnek össze, melyek a nyugvó mag kialakulása előtt kizárólagosan együtt alkottak egy chromosomát; röviden, minden a nyugvó magból kialakuló chromosoma egy adott, a nyugvó magba belépett chromosomával azonosítható (BOVERI, 1888. 145. és 149-től 154-ig terjedő oldalak). Ezt a tant ezért a chromosoma-megtartás elméletének (»Erhaltungshypothese«) is nevezik. BOVERI az egyediség tanának megértetése kedvéért a chromosomákat már 1888-ban, s azóta ismételten többször, egy *Rhizopus*-szal hasonlította össze (34. és 158. oldal). Szerinte a chromosomák a maggerendázat képzésekor RABL-nak 1885-ben közzétett tapasztalataival egyezően *Rhizopusok* módjára nyújtványzatot bocsájtanak, miközben egyfelől testük központi része eltűnik, másfelől pedig az egyes egyedek között mosódik el a határ. BOVERI-nek ez a *Rhizopus*-hasonlata már csak azért is nagyon találó, mert ezeknek a *Véglények*-nek nemzedékváltozásában is találkozunk alakokkal, melyek az osztási chromosomákhoz hasonlóan semmi *Rhizopus*-bélyeget nem viselnek, hanem részarányos és külön sarkú tengelytől jellemzett egyedek.

A chromosomák fönmaradását a nyugvó magban, mint említém, először RABL C. mondotta ki 1885-ben. RABL vizsgálatainak eredményeit munkám első részében ismerttettem. Ezek röviden abban foglalhatók össze, hogy az oszt-

lásra készülő mag gomolyagfonalai pontosan abban a számban és elrendezésben lépnek föl, mint a minőben azok előzőleg a nyugvó mag képzése kezdetén elhelyezkedtek. RABL szerint föltételezhető, hogy minden chromosoma helyén fönmarad a nyugvó magban egy-egy primarius magfonal (»primäre Kernfäden«, 323. oldal), mely másodlagos és harmadlagos oldalágak bocsátásával osztja szét a magban a chromatint. A következő oszlásra való előkészületkor a chromatin ezen a már kialakult pályákon a primarius magfonalakba áramlik vissza és így a chromosomák ugyanazon a helyen alakulnak ki, a hol a nyugalmi állapotba átmentek (323. oldal és XII. tábla 12 a. és 12 b. ábra). RABL ezen állításaiban benne foglaltatik az individualitás-tan; s ezért az elméletet sokan RABL-BOVERI-féle hypothesisnek is nevezik. RABL azonban szavaiban nem fejezte ki világosan azt, hogy a primarius magfonalból kiinduló oldalágakon az ugyanazon chromosomához tartozó chromatin mind visszagyülemlik-e és hogy kizárólagosan csak az gyülemlik vissza. Már pedig BOVERI szerint az individualitásnak egyedül a részek megmáshíthatatlan összetartozósága az alapja. RABL-nak a *Salamandra*-álczák hámjain végzett vizsgálatai bizonyítékot még voltaképen nem is nyújtottak az egyediség tana mellett, azok a tapasztalatok őt egyszerűen csak följogosították egy elmélet föllállítására. Az elméletnek az első és egyáltalán legfontosabb bizonyítékait, mint látni fogjuk, BOVERI nyújtotta.

A RABL-BOVERI-féle tannak alapját a chromosomák számának az egyes állatfajokat jellemző állandósága, vagyis a chromosoma-szám törvénye képezi, mely BOVERI szavai szerint azt jelenti, hogy bármely magból csak annyi chromosoma kerülhet ki, a mennyiből a mag fölépült (BOVERI, 1887; a chromosoma-törvényre vonatkozó részletesebb adatok végett utalom az olvasót HÄCKER-nek 1907-ben megjelent dolgozata 15-től 18-ig terjedő oldalaira).

A chromosomák egyediségének tana egyenes és kerülő utakon bizonyítható. Közvetetlen bizonyítékokat csakis megfigyelés útján szerezhetünk, ha módunkban van a nyugvó mag kialakításában résztvevő chromosomákat a belőle elő-

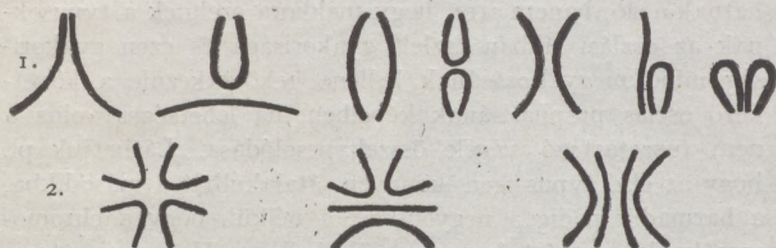
állókkaí azonosítanunk. Kerülő úton másodlagos bizonyítékokat pedig a kész chromosomákról szerzett tapasztalatainkkal állapíthatunk meg.

a) Közvetetlen bizonyítékok.

1. A chromosomák helyhez kötöttsége az *Ascaris* barázdálódási golyóiban.

A chromosomák egyediségének legértékesebb bizonyítékát BOVERI azzal az ismételten szerzett tapasztalatával nyújtotta, hogy a magnak azon a helyén, a hol egy chromosoma végső része a maggerendázatba átmegy, újra chromosomavég jelenik meg. És pedig BOVERI ezt a megfigyelését 1888-ban és 1909-ben egy erre a célra különlegesen kedvező *Ascaris megalocephala* anyagon tette. Ugyanis ő tapasztalta először azóta a zoológiában közismertté vált ama jelenséget, hogy ennek az állatnak első barázdálódási golyóiban a magvakon a chromosoma-végeknek megfelelően el nem tűnő nyújtványok keletkeznek. BOVERI észlelete szerint minden egyes magnyújtványban egy-egy chromosoma-vég oldódik föl gerendázattá és ugyanott újra egy-egy chromosoma-vég alakul ki. Ugyancsak az ő tapasztalata nyomán vált ismertté az élettudományokban a diminutió esete, mely abban áll, hogy bizonyos számú barázdálódási golyó magjának megalkotására nem használódnak föl a chromosomák egész hosszukban, hanem a végrészek az oszlás metakinesise alatt a protoplasmában maradnak vissza. Az ilyen, végrészüktől megfosztott chromosomákból fölépülő magokon viszont azt tapasztalta BOVERI, hogy azokon nyújtványok nem képződnek: tehát ez a negatív lelet is a mellett érvel, hogy a magnyújtványokat csakugyan tisztán a chromosoma-végek hozzák létre (1909. 224. és 225. oldal). Ennek alapján 1909-ben (201. oldal) a következő tételt állította föl: »ugyanazon a helyen, a hol egy chromosoma-vég a nyugalmi állapotba átment, ott megint egy másik jelenik meg« (»an der Stelle, wo ein Schleifenende in den Ruhezustand übergegangen ist, da kommt auch wieder ein solches zum Vorschein«).

Az új chromosoma-végek azonosságát a régiekkel tehát a tapasztalat igazolja, azt azonban megfigyelni nem lehet, hogy az összetartozó chromosoma-végeket saját régi középdarabjuk fogja-e új chromosomává összekapcsolni vagy sem. Mégis igen sajátságos körülmények teljes biztonsággal ezt igazolják. BOVERI ugyanis az *Ascaris megalocephala bivalens* négy chromosomájának elrendeződésében a K. 2. rajzon ábrázolt három csoportosulási módot tapasztalta:



K. rajz Boveri után (1. 1909. 222. oldal, 2. 184. oldal.)

Soha sem észlelte azonban, hogy a négy chromosoma közül valamelyik a másikat egyszerűen (tehát nem kétszeresen) keresztezte volna. Azt tudjuk, hogy a nyolcz chromosoma-vég a magnyújtványokban rögzítve van. Tegyük azonban föl, hogy ezeket a rögzített végeket páronként középdarabok szabadon kapcsolhatnák össze és próbáljuk ennek megfelelően mi is ebben a három csoportosulási típusban a végeket szabadon összekötni. Akkor, ha pl. ezt a kísérletet az első, sugarason rendezkedő csoporton tesszük meg, mindjárt látni fogjuk, hogy belőle a második és harmadik, vagyis két olyan csoportosulási mód igen egyszerűen előállhat, a hol a chromosomák egymást nem keresztezik. Próbáljuk azonban tovább az összekapcsolás még igen nagy számú lehetőségeit végig és akkor azt fogjuk látni, hogy az esetek igen túlnyomó számában mégis két-két chromosoma egymást egyszerűen keresztezni fogja. Mivel ismétlem, BOVERI ilyen kereszteződést sohse észlelt, bebizonyítottunk tehát vele együtt azt, hogy a chromosoma-végeket csakis hozzájuk tartozó régi középdarabjuk csatolja újra egésszé. (BOVERI, 1888. 145. és 149-től 154.

oldal.) Más szempontok vezérelték BOVERI-t a chromosomavégek változatlan összekapcsolódásának bebizonyításában a két chromosomával bíró *Ascaris megalocephala univalens* esetében. Ő 1909-ben ebben az állatban a két chromosoma egymáshoz való viszonyában a K. 1. rajzon látható hét esetet állapította meg.

Itt BOVERI nem arra volt tekintettel, hogy a rögzített végek megváltozott összekapcsolásával kereszteződések állhatnak-e elő, hanem arra, hogy mekkora ezeknek a típusoknak az oszlási síkban észlelt gyakorisága és ezen gyakoriság minő megváltozásának kellene bekövetkeznie a következő oszlás prophasísának képeiben, ha lehetséges volna a nem összetartozó végek összekapcsolódása. Láthatjuk pl. hogy az első típus igen könnyen átalakulhat a másodikba, a harmadik pedig a negyedikbe, a nélkül, hogy a chromosomáknak egymást keresztezniök kellene. Ha ez az átcsoportosulás azonban lehetséges volna, az azonnal be is bizonyosodnék, mert akkor a leánymagokból kialakuló chromosoma-elhelyezkedésnek más gyakoriságát kellett volna BOVERI-nek észlelnie, mint a minőt az oszlási síkokon, illetőleg közvetlenül a leánymagok kialakulása előtt megállapított. Így leggyakoribb csoportosulási típusul a negyediket és legritkébbnek — csak egyszer — a harmadikat találta. Ha pedig a nyugvó mag után a chromosomák reconstitúciója közben a negyedik típus a harmadikká alakulhatna át, akkor utóbbiaknak százalékszámja erősen emelkedett volna az előbbiek csökkenése során. Ezt BOVERI nem tapasztalta, s így bebizonyosodott előtte ebben az állatban is, hogy chromosoma-végeket csakis régi középdarabjaik köthetnek egészszé össze; és ezzel bebizonyosodott ebben az esetben is a chromosomák individualitása.

BOVERI 1888-ban (37-től 38-ig és 51-től 52-ig terjedő oldalon) az *Ascaris* női pronucleusán azt az érdekes jelenséget figyelte meg, hogy annak két chromosomája a magtérnek egyenként egyik-egyik félgömbjén, ágazata útján felületesen terjeszkedett szét gerendázatba és a nyugvó mag megszűnte után ugyancsak egy-egy félgömböt uralva jelentek meg. BOVERI erre a tapasztalatára nem sok ügyet

vet, pedig én azt hiszem, ez is igen erőteljes bizonyítéka a chromosomák egyediségének.

2. A chromosomák azonos fekvése a barázdálódás két testvér-golyójában a következő oszlás előtt. BOVERI úgy 1888-ban, mint 1909-ben ismételtén tapasztalta, hogy némely *Ascaris*-ban a barázdálódás közben a chromosomák kölcsönös helyzete a metakinesis alatt egyáltalán nem változik meg, hogy tehát a polus felé vándorló leány-chromosomák két csoportja egymáshoz tükörképszerű helyzetben marad. Folytatólagosan észlelte azt is, hogy ez a kölcsönösen azonos fekvés a két leánymag újraalakítása közben sem változik meg, tehát a leánymagokat azonos fekvésű chromosomák építik föl. És az így kialakult leánymagok chromosomái a következő oszlásra való előkészületükkor, mint azt BOVERI dolgozatának (1919) IX. és X. táblái bizonyítják, megint kölcsönösen azonos helyzetben alakulnak ki, úgy, hogy egymásnak egy nyugalmi szakasz után is még mindig tükörképei maradnak. Ezek a tapasztalatok bizonyítják, hogy a chromosomák a nyugvó magban helyüket nem változtatják meg, tehát a régi chromatin-állomány megint oda gyűl össze, a honnan a mag kialakulása kezdetén szétterült volt. S ha a magnyújtványok biztosítják, hogy a bennük feloldódott chromosoma-véghez más chromosoma chromatinja ne keveredhessék hozzá, ennek eshetőségét a magtérben bennlevő chromosoma-részekre nézve is kizárja véleményem szerint az a körülmény, hogy ezek is a régi helyükön képződtek ki. Azt ugyanis feltételezhetjük, hogy mihielyt lehetővé válnék egy chromosoma testébe idegen területről származó chromatinnak a beiktatása, az mindjárt az illető chromosoma-rész eltolódását és így a tükörképszerű fekvés megzavarását eredményezné.

3. Rendellenes chromosoma-szám fennmaradása az oszlások során. BOVERI 1888-ban megjelent dolgozatában arról a sajátságos tapasztalatáról ad hírt, hogy ha egy *Ascaris* petesejtben az érési oszlások alatt az oszlási orsó rendellenes működése következtében fölösleges chromosoma marad vissza, az az embryalis fejlőd-

désen keresztül sohse tűnik el és viszont szintén ily okból hiányzó chromosoma sohse pótlódik mással (1888. 171-től-187-ik oldal). Az *Ascaris*-ban ugyanis könnyű bizonyítani, hogy valamely embryum chromosoma-számában tapasztalható rendellenesség az érési oszlások óta, tehát nemzedékek hosszú során át maradt fenn, mert az iránytestecskék egészen a féreg-alak kifejlődéséig fennmaradnak és bennük az osztályrészl jutott chromosomák sem magot nem alkotnak, sem föl nem bomlanak. BOVERI az embryum fölösleges chromosomája fejében az iránytestekben hiányt, az embryumból hiányzó fejében pedig az iránytestecskékben fölösleget állapított meg. Szintén tapasztalta azt is, hogy az érési oszlások alkalmával a helyesen haladó leány-chromosomák csoportjából egy-egy elmaradhat.

Bármennyire is fontosak ezek a megállapítások a chromosomák individualitása szempontjából, a kételkedőt mégse kényszerítik annak elfogadására, hogy pl. a fölösleges chromosoma képzésére mindig ugyanazon chromatin-állomány gyülemlik össze; már pedig az individualitás tana nemcsak az egyedek száma, hanem azok állománya változatlanul azonos voltának a bebizonyítását is követeli. Ezért később (1904. 15. és 14., 1909. 223-tól 234-ig terjedő oldalakon) BOVERI sem tekinti e tapasztalatait bizonyítéknak, ellenben még mindig elmélete elengedhetetlen alapjának.

4. A botanikusok által leírt karyosomák és az érési oszlások chromosomái az interkinésis alatt. Ujabban a botanikusok egy érdekes kutatási térrel ismertetnek meg bennünket a karyosomákban, melytől az egyediség tana igen jó kilátásokkal várhat fontos bizonyítékokat. A karyosomák feltűnő képletek: rögök vagy csomópontok a mag chromatikus állományában, melyek némely növényben a chromosomákkal egyező számban lépnek föl; pl. a *Capsella Bursa pastoris*, *Crepis virens*- és *Cucurbita Pepo*-ban. A részletesebb irodalmat az olvasó LUNDEGÅRDH-nak 1913-ban megjelent beható és éles bírálattal írt munkájában találja meg (275-től 286. oldalig), LUNDEGÅRDH szerint a chromosoma-számban megjelenő karyosomák és a chromosomák közötti össze-

függés nem tagadható. Szerinte ugyanis és más szerzők szerint is a *Cucurbitá*-ban, *Phaseolus*-ban és a *Solanum*-ban a karyosómák nem egyebek, mint a telophasis chromosomáinak maradványai (»überdauernde Chromosomen oder Chromosomenteile«, LUNDEGÅRDH: 284. oldal). Másrészt pedig a *Cucurbitá*-ban azt állapította meg LUNDEGÅRDH, hogy a karyosómák az oszlás előtt chromosomává nőnek ki. Ez esetben tehát a karyosómák a BOVERI-féle hasonlat szerint a *Rhizopusok* központi testének felelnének meg, melyek a mag nyugalmi állapota alatt, tehát az interphasisban is fennmaradnának. — A legjobb reményekkel lehetünk tehát a tekintetben, hogy a növényvilágban nem sokat várat magára egy olyan vizsgálati anyag, melyben a chromosómák fennmaradását a nyugvó magban a nagyító alatt igazolhatjuk és akkor az egyediség kérdésében nem leszünk többé elméletre szorítva.

Ebből a nézőpontból minden elfogulatlan bűvárnak abban a jelenségben, hogy a két érési oszlás között, az ú. n. interkinesis alatt a chromosómák — eltekintve egynéhány a spermatogenesisben észlelt esettől — nem oldódnak föl, szintén az egyediség kifejezését kellene látnia. De a kutatók azt mondják, hogy itt nem az egyediség nyilatkozásáról, hanem a magoszlás gyorsított eljárásáról kell beszélnünk. Pedig másrészt a karyosoma-képződés határesetéül is tekinthetjük e jelenséget, mikor a karyosoma és chromosoma egyet jelentenek, mert kivételesen az interkinesis alatt is megtörténhetik, hogy a chromosómák pillanatnyira nyugvó magot alakítanak, vagy legalább is nyújtványos felületűekké válnak. S azt hiszem erre az állításra mindjárt föl leszünk jogosítva, mihelyt bebizonyosodik, hogy egy adott karyosoma egy meghatározott chromosoma maradványa és így ez a következő oszláskor ugyanolyan chromosomát fog hozzácsatoló részeivel kialakítani, mint a minőből is származott.

5. A *Dendrocöelum*-ban az ovogenesis alatt nem lehet szó a chromosómák individuilitásának megszűntéről. A fentiekben tapasztalhatjuk, hogy a tér, melyen a chromosómák individualitása mellett bizonyítékokat szerezhetünk, igen szűk korlátok közé van szorítva. Meg-

figyeléseket én is tettem, melyek az egyediség tana mellett szólnak, de azokat »bizonyítékoknak« nem nevezhetem. Mindamellettt főlemlítem mégis azokat. BOVERI-nek az első pont alatt ismertetett tételét támogatja az a tapasztalatom, melyet munkám első részében a chromosomák és a nucleolusok viszonyáról írtam. Bizonyára emlékezünk még rá, hogy egyes chromosomák nyújtványait a nucleoluson ülve bocsátják környezetükben szét. A nucleolusokat később a mag nyugalmi állapotában is mindig összefüggésben találjuk a finom chromatin-hálózat egy-két fonalával. A nyugalmi szakaszra jövő gomolyag kialakulása közben pedig ugyancsak a nucleoluson ültükben látunk chromosomákat kifejlődni. Bebizonyítani itt azt nem tudjuk, csak éppen a legnagyobb valószínűséggel tételezhetjük föl, hogy egy adott nucleolusszal kapcsolatban a gomolyagállapotban ugyanaz a chromosoma jelenik meg, a mely rajta ülve ment át a nyugalmi szakaszba. A nucleolus ennél fogva éppen úgy jelölheti egy chromosoma végét, mint az *Ascaris*-ban a magnyújtvány. Ez a tapasztalatom tehát egy halvány támasztéka lehet BOVERI ama tételének, mely szerint »ugyanazon a helyen, a hol egy chromosoma-vég a nyugalmi állapotba átment, ott megint egy másik jelenik meg«. Ezt az észleletemet azért teszem itt szóvá, hogy e révén a kutatók figyelmét, kik esetleg kedvezőbb vizsgálati anyaggal foglalatoskodnak, erre az individualitás bizonyítása szempontjából kiaknázható viszonyra felhívjam.

A *Dendrocoelum* chromosomáinak és nucleolusainak ezt a viszonyát azonban az egyediség tana főként védekezésül használhatja föl gyümölcsözően támadások ellen. Megállapítottuk ugyanis, hogy a gomolyag-fonalak túlnyomó száma nucleolusoktól függetlenül alakul ki, a mi egyezett azzal az előző tapasztalatunkkal, hogy a nyugvó mag képzésekor szétágazó chromosomák közül is szintén csak egy-néhány állott nucleolusszal kapcsolatban. A *Dendrocoelum* chromosomái a növekvési szak kezdetén kialakuló gomolyagtól kezdve az egész további ovogenesis alatt chromosoma-állapotukban maradnak fenn, holott azok az állatok túlnyomó részében a petesejtek növekvésének második szaka-

szában felhőszerűleg szétporladnak. Ezek közül a mi esetünkben el nem tűnő chromosomák vagy chromosoma-párok közül egyesek mindig a nucleoluson tapadnak. A *Dendrocoelum*-ban tehát az ovogenesis alatt nem lehet szó a chromosomák individualitásának megszüntéről vagy oly jelenségekről, melyek az individualitas ellen bizonyítanak. Annál erősebb fegyvert törekszenek e tan ellenfelei a chromosomáknak az *Amphibium*-okban és az *Echinodermák*-ban észlelhető szétoszlásából és állítólagos eltűnéséből kovácsolni. Azt állítják ugyanis, hogy a chromosomák a petesejtek növekvésének második szakasza előtt szétporlódás útján megsemmisülnek, ellenben fönmaradnak a szervezetlen nucleolusok vagy egy nagy nucleolus és ezekből az érési oszlás elején új chromosomák nőnek ki. Voltaképen azonban a bűvárok itt sem a chromosomák kinövését, hanem csak a nucleolusokon való megjelenését észlelték. Ez pedig egészen más dolog. Ebből a nucleolusokon való megjelenésből ugyanis jogosan nem a belőle történő kinövésre, hanem, a *Dendrocoelum* példáját ujj-mutatásul használva, csak arra lehet következtetni, hogy azok a chromosomák valójában nem is voltak eltűnve, hanem csak chromatin-állományuk ment olyan élettani és ezzel kapcsolatosan talán kémiai átalakuláson keresztül, mely annak szokásos színezhetőségét és színeződőképességét jelen technikai eszközre nézve csaknem megsemmisítette. Fölfogásom szerint tehát ezekben az esetekben a chromosomáknak a nucleoluson fokozottan mind élesebbé váló kialakulása nem egyéb, mint a színezhetőség lassú visszatérésének a jele. Hogy a *Dendrocoelum* chromosomáinak ez a persistentiája néhány más hasonló példával együtt mennyire egy általános jelenség szélsőséges kifejezője, mutatja az is, hogy mindinkább szaporodik az esetek száma, a melyekben addig elpusztultnak leírt chromosomákat alkalmas fogásokkal láthatókká tesznek.

Azok az észleleteink, melyeket a chromosomák maggerendázattá való átalakulásán és később, újra-kialakulásán tettem, teljes mértékben igazolják BOVERI *Rhizopus*-hasonlatának helyességét. A folyamat elején folytonosan

tovább ágazó nyújtványokat bocsátó és vele egységében mindinkább elmosódó, a végén pedig a megfogvatkozó nyújtványok árán mindinkább körülírtabbá váló képleteket látunk. Ez a tapasztalat azonban csak valószínűvé teszi, de nem bizonyítja az összegyűlő részek azonosságát a kibocsátottakkal. Nem bizonyíthatja azért sem, mert a fiatal ovocytákban a közelgő nagyfontosságú feladatok megoldása végett oly változások vezetődnek be, melyek lehetlenné teszik, hogy a chromosomák a nyugvómag állapota előtt mutatott kölcsönös helyzetüket a nyugalmi állapot után is fönntartsák. Itt ugyanis a munkám első részében behatóan ismertetett jelenségre gondolok, mely szerint az ovocytákban a párosodás érdekében hosszú fonál-chromosomák alakulnak ki, a mi a chromosomáknak régi helyük-ről való eltolódását teszi szükségessé.

Csak mint munkatervet akarom fölemlíteni, hogy a *Dendrocoelum* ovogenesis a rendellenes chromosomaszám megőrzésének tanulmányozására is alkalmas vizsgálati tárgy. Benne gyakran tapasztalhatók többsarkú oszlások és ennek következtében a chromosomák egyenlőtlen szétoszlása. Az ilyen sok központ szerint megindított oszlásokkal gyakran megesik az, hogy a sejttest egyáltalán nem darabolódik, hanem benne a magvak a polosok számának megfelelően képződnek ki. Ez esetben pedig egy sejttesten belül a magok között huszonnyolcz chromosoma osztódott szét. Itt a vizsgálat feladata tehát csak annyi, hogy megállapítsa a magvak nyugalmi állapota után, mondjuk, a vékonyfonalú csokorállapotban a chromosomák számát, s ha ez összesen ott is huszonnyolcznak mutatkozik, akkor be van bizonyítva, hogy az ovocytamagvak a rendellenes chromosomaszámon nyugalmi szakaszukban nem változtatnak.

b) Másodlagos bizonyítékok.

Közvetített bizonyítékokat, melyek megfigyelési tárgyat a kész chromosomák képezik, az egyediség tana számára igen különböző tereken szerezhetünk; ilyenek a sejt-

tani alapon végzett hybrid-kutatás, a chromosomák morfológiai megkülönböztethetősége, az ivari chromosomák tana, a chromosomák párosodása, egyes chromosomák alkotórészeinek egymástól különböző volta, a chromosomáknak minőségi különbözősége és végül e képletek mozgóképessége. Ezekben a vizsgálódások tárgyai mindenütt oly állatok lehetnek, melyek chromosomái alakjuk szerint megkülönböztethetők egymástól. Mondhatjuk tehát, hogy az indirekt bizonyítékok alapjául a chromosomák morfológiai megkülönböztethetősége szolgál.

1. A chromosoma-állapot fönnmaradása az ovocyták növekvésének második szakaszában. Fönnebb ismételten tárgyaltam azt a jelenséget, hogy a *Dendrocoelum* egyszer létrejött chromosoma-párjai chromosoma-állapotukat többé nem változtatják át maggerendázattá (mondjuk *Rhizopus*-állapottá), hanem ilyenekként maradnak meg és válnak az érési oszlás chromosomáivá. Ehhez hasonló esetet több állatban figyeltek meg. Sőt DUBLIN (lásd HÄCKER, 1909. 13. oldal) egy *Bryozoon*-nak a *Pedicelliná*-nak petesejtjeiben a sejtmag kialakulásától kezdődőleg szüntelen ki tudta mutatni a chromosomákat. Hovatovább mindinkább szaporodnak azok az adatok is, melyek újabban chromosomákról adnak hírt olyan helyről, a hol addig azoknak eltűnéséről beszéltek. Abból pedig, hogy a fejlődés bizonyos szakaszában a chromosomák individualitásuknak a megfigyelőre nézve kifejezett állapotában a magvak nagyon is élénk tevékenysége közben hosszú időre megmaradhatnak, azt hiszem, joggal következtethetünk arra, hogy a más állatoknak azonos állapotú magjaiban a szétoszlott, tehát individuumokként el nem különíthető chromosomái ott szintén megcsorbítatlan egyediségükben léteznek.

Ezt a következtetésünket egy másik körülmény is igazolja. Ha valamely állatban a chromosomák a petesejt második növekvése közben a magban szét is oszlnak, a szalagcsokor fölbomlása után a párok ott sem válnak egymástól teljesen szét, hanem csak helyenként meghasadnak. Itt tehát a pároknak éppen az ú. n. schistonema-állapotában

következik be chromatin-állományuk felhőszerű szétoszlása. Mikor pedig a chromosomák bennük az érési oszlás előtt megint láthatóvá válnak, újra chromosoma-párok képében jelennek meg. Látjuk tehát, hogy az állítólag eltűnt individuumok párosodott állapotukat az alatt sem adták föl. Lehetséges azonban a párosodott állapotnak fönntartása individuumok léte nélkül? Azt hiszem nem, hisz már a párra egyesülhetés végett is az individuumoknak chromosoma-állapotukat kellett fölölteniök. Ha pedig az érési oszlások előtt párok keletkezhetnének a chromatin egyszerű összeseregüléséből, tehát individuumoknak ezt megelőző virtualis léte nélkül, mire való volt ott előzőleg a párosodás végett látható, észlelhető individuumok előállása.

2. A barázdálódási golyók magjának gonomerikus állapotában is a chromosomák egyediségének egyik indirekt bizonyítékát kell látnunk HÄCKER-rel együtt (1903. 382-től 387-ig terjedő oldalakon). A gonomeria RÜCKERT-nek 1895-ben és HÄCKER-nek 1903-ban a *Cyclops*-on, továbbá HÄCKER-nek más *Copepusok*-on szerzett tapasztalatai értelmében abban áll, hogy az apai és anyai chromosomák csoportja a barázdálódási golyókban a magnak külön-külön félgömbjét foglalja le, s így egy ú. n. kétmagúság áll elő, mert a kétféle származású chromosomák nem keverednek össze még a csirapályán se, mindaddig, a míg a sejtek szaporító anyasejteké (gonocyttákká) nem váltak. És az apai származású chromosomák össze nem keveredése az anyaiakkal a legnagyobb valószínűség szerint bizonyossá teszi előttünk azt, hogy akkor pl. az egyik apai chromosoma chromatinja se vegyül össze a másikkal. (Bővebben HÄCKER, 1907. 29-től 34-ik oldalig.)

3. MOENKHAUS *Menidia* × *Fundulus*-hybridjei. A sejttenilag alaposan átkutatott keresztezési esetek között nagy hírre tettek szert azok a hybridek, melyeket MOENKHAUS két halnak a kereszteződéséből nyert. A *Menidia* és *Fundulus* kereszteződéséből származó embryum két első barázdálódási oszlása közben ugyanis azt tapasztalta, hogy az apai és az anyai chromosomák az oszlási orsó körül egy-

egy külön álló symmetrikus csoportot alkotnak (gonomeria), tehát egymással nem keverednek. A négysejtű állapot után azonban egyenletesen széteszólnak. És ez az állapotuk nyújt éppen fontos bizonyítékot a chromosomák egyediségének megőrzésére, mert az összekeveredett tömegben későbbi oszlások alatt is könnyen fölismerhetők a *Fundulus*-chromosomák nagyobb hosszúságuk és egyenes lefutásukról, a *Menidia*-tól származók pedig rövid, görbült alakjukról. — Bármennyire is meglepődik az ember MOENKHAUS észleleteinek szépségétől és egyszerűségétől, még sincs azoknak, mint az individualitas mellett szóló bizonyítéknak kényszerítő értékük. Az eset megint csak úgy, mint a HÄCKER-féle gonomeria azt bizonyítja, hogy a *Menidia*-chromosomák összessége megőrizte »individualitását« a *Fundulus*-tól valókkal szemben. Azonban a tan érdekében mégis többet bizonyít, mint a *Cyclopsok* gonomeriája, mert a chromosomák összekeveredett állapotuk után is az anyára vagy az apára ütnek vissza, a mi csak úgy lehetséges, hogy ha pl. egy *Fundulus*-chromosomák közé került *Menidia*-chromosoma nyugalmi állapotában (a maggerendázatban) chromatin-állományából szomszédjainak semmit sem ad át és semmit sem vesz tőlük el, szóval ha egyediségét minden tekintetben megőrzi.

4. BALTZER észleletei *Echinoderma*-hybrideken. Nagyobb bizonyító ereje van az egyediség tana mellett BALTZER (1910. 533-tól 534-ik oldalig.) tapasztalatainak, melyeket ő *Sphaerechinus* ♀ × *Strongylocentrotus* ♂ és *Strongylocentrotus* ♀ × *Sphaerechinus* ♂ hybridéken szerzett; még pedig azért, mert ő számszerint sokkal kevesebb, nevezetesen két chromosoma fennmaradását tudta nyomon követni. A hybridekben ugyanis két *Sphaerechinus*-chromosomát föltűnő hosszánál fogva úgy a többi hason-
származású, mint valamennyi *Strongylocentrotus*-ból való-
tól igen könnyen meg tudott különböztetni. Ha a hybridben a *Sphaerechinus*-chromosomák apai származásúak voltak, akkor abból tizenhatot vagy tizenhetet a hybrid magja nem tűrt magában, hanem a protoplasmába vetette ki őket; a kidobottak között volt mindig a két hosszú chromosoma

is (25 *a.* és *b.* ábra, XXVIII. tábla). Ha ellenben *Sphaerechinus*-petesejt termékenyítődött meg *Strongylocentrotus*-spermával, akkor a chromosomák békességben megfértek együtt és miként BALTZER 23 *a.* és *b.* ábrája (XXVIII. tábla) mutatja, a két hosszú, anyai chromosoma jól észlelhető volt. Ez esetben tehát két chromosoma bebizonyított egyediségből következtetjük, hogy azt a többiek is megtartják.

5. FEDERLEY *Pygaera*-hybridjei. A chromosomák egyedisége mellett a legújabb és legérdekesebb bizonyítékot FEDERLEY-nek a *Pygaera*-hybrideken ejtett sejttani vizsgálatai hozták. A fönnemlített hybrid-példák azért nem voltak sejttani vizsgálatokra teljesen kiaknázhatók, mert az állatokat nem lehetett fölnevelni. FEDERLEY *Pygaerái* azonban életképesek voltak, belőlük másodlagos hybrideket is tudott előállítani és mindenek fölött igen jól lehetett szaporító sejtjeik chromosoma-viszonyait tanulmányozni. Kísérleti tárgyai a *Pygaera anachoreta* (fele-chromosoma-szám 30), — *curtula* (fele-chromosoma-szám 29) és — *nigra* (fele-chromosoma-szám 23) voltak. A minket érdeklő legfontosabb eredményei a következők. A hybridekben mindkét fajta szülő chromosomái fönnmarnak és így azok száma a két szülő fele-chromosoma-számának összegével egyenlő:

curtula ♂ × *anachoreta* ♀ 59 chromosoma.

curtula ♂ × *nigra* ♀ 52 »

nigra ♂ × *curtula* ♀ 52 »

Ezeknek a hybrideknek gonocyta-nemzedékében nem alakul ki a csokorállapot, a chromosomák nem párosodnak és így a chromosoma-szám felére apasztása is elmarad. A két állatfaj chromosomái tehát nem mutatnak vonzódást egymáshoz. FEDERLEY így ebben a jelenségben a chromosomák egyediségének igen erős bizonyítékát látja (51. oldal.) Világos, hogy ebből a tapasztalatból másra következtetnünk, nem lehet, de annak még sincs nagyobb bizonyító ereje, mint a MOENKHAUS-tól vizsgált eseteknek, mert itt is csak az apai chromosomák összességének fönnmarnadását lehetett az anyai részről valókkal szemben megállapítani.

FEDERLEY azonban a két részről származó chromosomák kölcsönös tartózkodása (HÄCKER szerint repulsiója)

alól kivételeket is talált, mert dolgozatának 35—40 továbbá a 48. és 51. oldalain arról tudósít, hogy a *curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ hybridekben egyes chromosomák mégis párosodtak. FEDERLEY ennek a tapasztalatának semmi különös jelentőséget nem tulajdonít, mert vele elméleti szempontból egyáltalán nem foglalkozik, holott nézetem szerint az sokkal erősebb bizonyíték az individualitás mellett, mint a chromosomák általános repulsiója. Mert miért nem párosodik a chromosomák túlnyomó része? FEDERLEY azt hiszi, hogy ennek a két chromosoma-csoport fajilagos különbözete az oka. Akkor azonban az az erő minden chromosomát vissza kellene hogy tartson a párosodástól. A MONTGOMERY, SUTTON és különösen a magam vizsgálatai kiderítették azonban, hogy a tiszta fajok szaporító sejtjeiben sem kényük-kedvük szerint párosodnak a chromosomák, hanem előre megszabva csakis két ú. n. homolog apai és anyai chromosoma tapadhat össze. Ebből világosan következtethetjük, hogy ha a *curtula* × *anachoreta* hybridben egyes chromosomák fajilag idegen voltak ellenére is párosodnak, ez csak a miatt következhetik be, mert ezek homologok; a többiek pedig nem párosodnak, mert köztük nincs több minőségileg egyenlő pár. Az pedig nagyon könnyen lehetséges a következő megfontolások alapján. Nem gondolható ugyanis, hogy úgy a *curtula*, mint az *anachoreta* chromosomák minőségileg és mennyiségileg egyenlő részekből volnának fölépítve, mert akkor, ha közülök kettő párosodott, valamenynyinek ezt kellett volna cselekednie. Az tehát bizonyos, hogy a két állatfajban a chromatin nem egynemű, hanem különmemű részekből tevődik össze. Ha pedig külön-külön mindkét állatfajban a chromosomák különmemű részekből vannak fölépítve, akkor e tekintetben azzal a két eshetőséggel állunk szemben, hogy az alkotórészek száma a két állatban vagy egyenlő vagy különböző. Ha pedig az egyenlő számú kvalitásoknak a chromosomák egyenlő száma között kellene megoszolniok, még akkor se következne be, hogy a két állatfajban szükségképen, páronként egyenlő, azaz homolog chromosomák alakuljanak ki, mert a részek bizo-

nyos mértékig igen különböző csoportosításban állhatnának chromosomákká össze. Ha pedig ezek az egyenlő számú kvalitások különböző számú chromosomák között oszlanak el, akkor meg bizonyos mértékben lehetetlen, vagy legalább is igen korlátolt számban lehetséges homolog chromosomák létrejötte. Még nehezebben gondolható homolog chromosomák keletkezése akkor, ha a magot alkotó részek számbeli-
leg különbözők. A *Pygaerák* esetében valószínűleg az előbbi lehetőséggel állunk szemben. Lehet ugyanis, hogy ezek chromosomái igen közeli rokonságuk alapján egyenlő számú kvalitásuk összességét tartalmazzák, de a chromosomák számuk különbözősége és a kvalitások nem azonos csoportosítása miatt páronként általában nem homologok. Ez alól kivételként homolog chromosomák keletkezhetnek a kvalitások véletlenül azonos csoportosulása, vagy, a mi még valószínűbb, a miatt, mert bizonyos részek kapcsolata fölbont-
hatatlan. Az átörökléstan ugyanis sok bizonyítékot nyújtott a mellett, hogy bizonyos képességek másokkal elválaszthatatlan kapcsolatban öröklődnek. Ez pedig csak úgy lehetséges, ha a képességeket viselő anyagi tényezők is elszakíthatatlanul vannak egymással egyesülve.

Szóval nézetünk szerint a *Pygaerák* egyesülő chromosomái egymással homologok, a többitől tehát minőségileg különbözők. És ilyenekül kellett maradniok a sejtnemzedékek hosszú során keresztül, különben nem párosodhattak volna egymással. Ez pedig csak úgy volt lehetséges, ha képzésükhöz minden oszlás elején ugyanazon részek gyűltek össze, melyek belőlük a nyugvó mag képzésekor szétterjedtek, szóval ha individualitásukat megőrizték.

6. Az *anachoreta*-chromosomák párosodása a *Pygaera*-hybridekben. FEDERLEY egy hím *curtula* ♂ × *anachoreta* ♀ hybridet visszakeresztzett egy *anachoreta* nősténnyel. Így előállott egy másodlagos hybrid: (*curtula* ♂ × *anachoreta* ♀) ♂ × *anachoreta* ♀, a melynek magjaiban 89 (59+30) chromosoma volt található. Ezek közül 30 az *anachoreta*-n a g y a n y á t ó l, 30 pedig az *anachoreta*-a n y á t ó l származik és csak 29 volt *curtula*-chromosoma köztük (FEDERLEY 43-tól 49. és 52. oldal).

Ezek az *anachoreta*-chromosomák a spermatocytákban egy szabályszerű csokorállapotban párosodtak egymás közt, a *curtula*-chromosomák pedig tétlenül maradtak. FEDERLEY véleménye szerint »a mi kérdésünkre nézve különleges jelentősége van annak, hogy a *curtula*-nagyatya 29 chromosomája még az unokákban is föltalálható, jöllehet ezek létüket már két egymásutáni nemzedéken keresztül egy-egy *anachoreta*-petesejtben kezdték el« (52. oldal). Én azonban a chromosomák egyediségének kétségtelen bizonyítékát megint nem abban találok, hogy *curtula*-chromosomák egy túlnyomólag *anachoreta*-származású individuum második nemzedékében is fönnmaradtak, hanem megint csak az *anachoreta*-chromosomák párosodásában. Azt ugyanis közvetlenül semmi jel sem igazolja, hogy a *curtula*-chromosomák mint ilyenek maradtak fönn, a tények csak annyit mutatnak, hogy azok mások, mint az *anachoretá*-tól valók. Ellenben a többi chromosomák párosodása csakugyan bebizonyítja, hogy a 30 nagyanyai *anachoreta*-chromosoma két nemzedéken keresztül változatlanul fönnmaradt, mert a vele újonnan összekerült 30 anyai chromosomával páronként összetapadt. Továbbá a chromosomák párosodása bizonyította be nekünk azt, hogy kettőnként egyenlő chromosomák léteznek és hogy egyik pár a másiktól különbözik, és hogy éppen a különbözőség miatt lehetetlen, hogy kettőnél több chromosoma összetapadhasson. Egy sorozat tagjainak individualitását pedig csak azáltal bizonyíthatjuk be, ha előzőleg az egyes tagok egymástól való különbözőségét igazoltuk. Ezt az igazolást pedig, ismétlem, a párosodás végzi el.

7. Az ivari chromosomák. A kész chromosomákon végezhető vizsgálatok között az egyediség tana mellett eddig a legerőteljesebb bizonyítékokat az ivari chromosomákon vagy hetero-chromosomákon tett észleletek nyújtották, a mint arra HÄCKER is rámutatott (1907. 53. oldal). Ezeket illetőleg nem fér kétség ahhoz, hogy bennük a többiektől lényegében különböző és élettani tekintetben igen jól ismert chromosomákkal van dolgunk. Az ivari chromosomák a többiektől a legtöbb esetben alakjuk szerint is igen jól megkülönböztethetők és több sejt-nemzedéken át

követhetők. Az ilyen chromosomák létét pedig, melyek a többiektől élettani rendeltetésük és alakjuk szerint is igen jól megkülönböztethetők, csakis úgy érthetjük meg, ha alkotó részeik az oszlások sora közben azonosak maradnak.

FICK (1907. 87., 88. oldal) szerint az ivari chromosomák fönmaradásának a sejtnemzedékek hosszú során keresztül a chromosomák individualitása mellett nincs bizonyító ereje, mert az nem csoda és nem föltűnő, hanem egy magától értetődő dolog. Én azt hiszem, hogy az egyediség tana nem különleges, nem föltűnő, hanem ellenkezőleg, magától értetődő jelenségektől vár bizonyítékot, és minél magától érthetőbb valamely tapasztalat, annál nagyobb annak bizonyító ereje is.

8. A szaporító sejtek chromosomáinak párosodása. Bármennyire föltűnő is a szaporító anyasejtek chromosomáinak viselkedése a párosodás közben, az még sem értékesíthető oly egyszerűen az egyediség tana bizonyítékaként. Ha valaki fölteszi magában, hogy a chromosomák lényegileg egyenértékűek és a párosodásnak más célja nincs, mint annak lehetővé tétele, hogy a chromosomák száma felére apadjon, az előtt teljesen mindegy, hogy melyik chromosoma párosodik a másikkal. Sőt, ha az illető a chromosomák végén való párosodását (a metasyn-desist) lehetőnek tartja, akkor előtte mindjárt fölöslegessé válik a chromosomák mozgóképességére, mint az egyediség különleges megnyilvánulására való utalás is, mert a polus-mezőn egyik vég valamelyik másikkal minden mozgás nélkül összeérhet. Ezért a párosodás ténye, mint az egyediség tanának egyik bizonyítéka, csakis akkor értékelhető, ha mellette bebizonyítható, hogy a szaporító sejtek chromosoma-készlete felerészben apai és felerészben anyai származású s ha az apai chromosomák alakjuk vagy méreteik különbözőségénél fogva egy olyan sorozatot alkotnak, melynek tagjai egymástól minőségileg különbözők, de az anyai chromosomák hasonló sorozatának egy-egy tagjával azonos alkatúak, vagyis homologok. És ezeknek a követelményeknek a búvárok kutatása több-kevesebb teljességgel egyenéhány esetben már meg is felelt; így először munkájá-

val két amerikai, MONTGOMERY és SUTTON. (Az idevágó irodalmat lásd bővebben HÄCKER, 1907. 44. és 42. oldal.)

A magam részéről dolgozatomban I. és II. részében több alkalommal és különböző utakon bizonyítottam be, hogy a *Dendrocoelum* chromosomái alakjuk, illetőleg méreteik szerint egymástól különbözők és hogy e mellett páronként egyenlő hosszúak. Különösen nagy súlyt helyeztünk arra, hogy a párok és ezeknek más állapotú chromosomákéval csaknem azonos viszonylagos hossz-különbözetük a párosodás előtt is meg volt állapítható. A kettőnként egyenlő hosszú chromosomák homológiája pedig, vagyis qualitative azonos volta, az által bizonyosodott be, hogy egymás között csakis ezek párosodtak, viszont a különböző hosszú chromosomák qualitative különböző volta úgy, hogy azok még akkor sem párosodtak egymás között, ha egy többsarkú-oszlás alatt a rendellenes eloszlás következtében közülük két különböző hosszal bíró került össze egy magba.

Ezek után az a kérdés vetődik föl, hogy miként őrzik meg a chromosomák a nyugvó magban különbözőségüket úgy, hogy páronként mégis egyenlők maradjanak.

Ha egy mag chromosomái egyenként különböznenek egymástól, tehát párok köztük nem volnának, akkor minden érvelésünk hiábavaló volna, hogy különbözőségüket csakis egyediségük fenntartása mellett őrizhetik meg, hisz a chromosomák különbözők maradnának mindig, akármi-lyen csoportosulásban állanának össze az egymástól különbözőeknek föltételezett chromatin-részek. A párok homológiája azonban a részek csoportosulásának eshetőségét mindjárt a minimumra csökkenti. Mihelyt ugyanis valamelyik pár egyik feléből individualitásának feláldozásával részek egy másik vele nem homolog chromosoma testéhez csatlakoznának, azonnal két pár homológiája szűnnék meg: az egyiké a fogyatkozás, a másiké a gyarapodás útján. Ha pedig egy páron belül egyik componens ad át a másiknak valamit, a homológiának akkor is vége. Ugyancsak erre vezetne a részek kicserélődése is a nem homolog chromosomák között. — A párok homológiája és a chromosomák különbözősége az egyediség feláldozása mellett csakis

a következő kivételes esetekben nem zavarodnék meg. Először is nem veszít egyik pár sem homológiájából, ha két homolog chromosoma azonos végéről más két homolog félnek szintén azonos végeire egyenlő, vagyis minőségileg azonos részeket átiktat. Föltűnően megzavarodnék azonban ezáltal a párok viszonylagos hosszúsága, a mit pedig méréseim nem igazolnak. Ha az azonos részek azonban nem átiktatódnak, hanem két pár végén kicserélődnek, akkor hoszszukban nem történik változás, és ebben az esetben az egyediség megőrzése a nagyítóban nem volna ellenőrizhető. Hogy azonban ennek a cserének mi célja volna, arról sejteltmem sincs. Még kevésbé arról, hogy mikép lenne ez a nyugvó magban keresztülvihető, mikor annak kialakulásakor még két homolog chromosoma is alig kerül egymás mellé, nem-hogy négynek páronként azonos végei. Megtörténhetnék végül még az is, hogy két homolog chromosoma cserél ki azonos részeket a nyugvó magban. Ennek keresztülvihetőségét szintén nehezen tudjuk elgondolni; s ha ez megtörténhetik, akkor azt nem értjük, hogy mire való az a benső hosszanti párosodás, melynek egyik célját éppen abban láttuk, hogy általa azonos részek kicserélődésére mód adassék. — Ezekből a megfontolásokból is következik, hogy a párokat alkotó két-két chromosoma homológiája azoknak a többiektől qualitative különböző volta esetében csakis individualitásuk megőrzése mellett tartható fenn.

Nekünk azonban voltaképen egyáltalán nincsen szükségünk arra, hogy ezt a kérdést ily nagy körtekintéssel kezeljük, hogy az egyediség tana ellen bizonyítható, kigondolt eshetőségekkel álljunk harczba. Sokkal inkább tapasztalati igazságainkra kell utalnunk, melyek arról beszélnek, hogy két-két összepárosodó chromosoma a legapróbb részletekig azonos alkotású, pedig egyenként minőségileg, sőt nagyság tekintetében is különböző részekből vannak fölépítve, melyek sorakozásuk szerint a chromosomákat heteropolaris képletekké teszik; és a párosodásban mégis azonos végek és azonos részek kerülnek szembe. Mindez pedig azt bizonyítja, hogy a chromoso-

mák kiképződésekor törvényszerűségek nemcsak azt szabályozzák, hogy egy adott chromosoma részecskéi minden oszláskor hiánytalanul összekerüljenek, hanem azt is, hogy azok mily sorrendben sorakozzanak. Ezekből pedig világosan következik, hogy a chromosomák párosodásának tünetényei az egyediség tanának egyik legfényesebb bizonyítékát szolgáltatják.

9. A chromosomák alakbeli különbözősége. E fejezetben a chromosomák alakbeli, és a mi vele sok tekintetben egyet jelent, nagyságbeli különbözőségét kíséreljük meg az egyediség tana mellett szóló bizonyítékként érvényesíteni. — BOVERI 1907-ben erre nézve azt a kijelentést tette, hogy a chromosomák mennyiségi különbözete még semmikép sem bizonyítéka minőségi különbségüknek, tehát a hosszának különbözetéből még a chromosomák lényegbeli különbözőségére nem következtethetünk. Ugyancsak ezt monhatjuk róla akkor is, ha azt az egyediség bizonyítékaként akarnók fölhasználni, mert a chromosomák viszonylagos hosszának visszatérése az oszlások során azt még nem bizonyítja, hogy az egyes chromosomák mindig azonos részekből épülnének föl. BOVERI szerint (1909. 243. oldal) a chromosomák minőségi különbözete pedig egyediségüknek még szintén nem bizonyítéka. És mégis az az érdekes, hogy, habár a chromosomák visszatérő alakbeli különbözősége sem egyediségüket, sem minőségi különbözetüket és továbbá egy megállapított minőségi különbözet az egyediséget nem támogatja, a két dolog együttesen mégis az egyediség tanának legjobb bizonyítékát szolgáltatja. BOVERI 1909-ben (243. oldal) FICK-nek adott válaszában erre nézve a következőket mondja: »Azok az utóbbi években észrevett jelek, melyek szerint egyes magvakban a chromosomák lényegileg (»essentiell«) különbözők, azok a megállapítások, melyek szerint ezeknek a kísérletileg meghatározott élettani különbözőségeknek alaktaniak felelnek meg és végezetül azok a tapasztalatok, melyek szerint ezek az alakbeli különbözőségek az egymás után következő sejtnemzedékekben hasonló módon térnek vissza, ezek együt-

tesen a legértékesebb támasztékok, melyeket *Az egyediség* tana az újabb időben nyert.¹⁾ Hogy az általam elért eredmények e tekintetben mily jól értékesíthetők, — mivel ismétlésekbe nem akarok bocsátkozni — utalok a chromosomák párosodásánál az előző 8. pont alatt mondottak figyelembevételére. Nekem éppen a chromosomák alak-, azaz hosszúságbeli különbözete tette lehetővé, hogy minőségi különbözetüket kimutassam és a párosodás tapasztalatainak segítségével individualitásuk fennmaradására mutassak rá.

10. A chromosomák helyváltoztatóképessége. Munkám I. részében a chromosomák mozgóképességéről írottak voltaképp egyáltalán nem bizonyítékai az egyediség tanának, vagyis BOVERI értelmében a chromosoma-részek elválaszthatatlan összetartozóságának, hanem csak a kész chromosomákra nyomják rá az »egyed« egyik legszemléltetőbb bélyegét. Az ugyanis ismeretes dolog, hogy az oszlás chromosomái az életnek nem sok jelét árulják el a szemlélő előtt. A mint azt BOVERI 1888-ban helyesen fejezi ki, átengedik magukat a sejtoszlás mechanismusának, az fölállítja őket az oszlási síkba s ott — esetleg már korábban — maguktól hosszukban megfeleződnek, de azontúl a metakinesis alatt egészen szenvedőlegesen viselkednek. Csak néha mutatnak a sarkokhoz tartó útjukban kígyózó alakot, a miben BOVERI a mozgóképesség jelét látja. BOVERI azonkívül 1888-ban (38., 77., 78. és 133. oldal) és későbbi időkben is gyakran nyilatkozik úgy, hogy a chromosomák nyújtványképzése, illetőleg visszahúzása szintén a mozgóképesség egyik megnyilvánulása. A mozgás eme fajánál azonban csak a chromosomák egyes részei változtatják helyzetüket a többiekéhez képest, a mi-

¹⁾ »Die in den letzten Jahren gewonnenen Anzeichen, dass in manchen Kernen die Chromosomen essentiell verschieden sind, die Feststellungen, dass diesen durch Experimente erschlossenen physiologischen Unterschieden morphologische entsprechen, und endlich die Nachweise, dass diese morphologischen Verschiedenheiten in den aufeinanderfolgenden Zellgenerationen in gleicher Weise wiederkehren, dies sind mir die wertvollsten Stützen, welche die Individualitätstheorie in neuerer Zeit gewonnen hat.«

nek magyarázatára azonban nem szükséges mozgóképességet föltételeznünk, mert az mechanikai alapon is lehetséges. A chromosomák párosodása közben észlelt mozgásait azonban éppoly kevésbé lehet physikai alapon megmagyarázni, mint két élőlénynek a párosodás előtt és alatt kifejtett mozgásait. Még a szalagcsokor kifejtésére vezető mozgásokat, nevezetesen a chromosoma-végeknek a maghártyára való jutását, a maghártyán végigcsúszását és a fonalak kinyújtózását tekinthetjük olyanokul, melyek valamely külső vonzó illetőleg irányítóerő hatása alatt a fonalak szenvedőlegesen viselkedése mellett történnek. Azonban itt se tarthatjuk kizártnak azt, hogy a fonalak egyúttal önállóan is mozognak. A párosodás közben azonban tapasztaltuk, hogy fonalak, melyek előzőleg nem egymás mellett állottak, egymást fölkeresik. Eközben hajladoznak, kígyózó alakot mutatnak s egy kanyarulatosan lefutó felet a másik utánanyomulással követni képes. Ha pedig a párosodás vagy az egymásra találás a szalagcsokorhelyzetben lehetetlen, akkor fölszabadítják magukat a csokrot együtt-tartó vonzóerő hatása alól és így tovább párosodnak vagy egymást egybeüti keresik föl. Ezek a jelenségek pedig az »individualitas«-nak legfőbb jelei, mert a chromosomák szemünk előtt mint igazi, bizonyos mértékben önkormányzatú egyedek jelennek meg. S most, miután a helyváltoztatásnak eme alakját látjuk, nagyobb bizonyossággal állíthatjuk, hogy a nyújtványképzés és azok behúzása is a *Rhizopusok* módjára önálló mozgásnak lehet a megnyilatkozása.

Joggal sorolhatjuk tehát azokhoz a képességekhez, melyeket BOVERI 1904-ben (90. oldal) a chromosomákról összeállított, nevezetesen az áthasonító, a növekvő, a szaporodó, a párosodó és a részek mozgóképességéhez, az egész chromosomák helyváltoztatóképességét is.

c) A párosodás és a chromosomák új egyénisége.

Nem mulaszthatom el, hogy rá ne mutassak arra a körülményre, hogy a chromosomák a párosodás útján új egyéniségre tesznek szert. Ezt a kijelentést ugyanazon az alapon tehetjük, mint a minő alapon APÁTHY előadásai

szerint két conjugálódó *Paramaecium*-ról azt állítjuk, hogy azok a szétválás után többé nem a régi egyéniség, hanem részeik kölcsönös kicserélődése útján új egyéniséget nyertek. A *Paramaecium* individualitása ugyanis függvénye mindazoknak a lényeges alkotórészeknek, melyekből teste fölépül. Ha ezek a részek az ivartalan osztódások során bizonyos változások miatt az életrevalóság meggyöngyülését kezdik előidézni és az individuumot az elpusztulás veszélyével fenyegetik, akkor a *Paramaecium*-ban előáll egy benső szükség az életre nézve leglényegesebb alkotórészeinek egy másik és más individualitású *Paramaecium* részeivel való összekeverésére, hogy így az egyéniség tényezőinek új és egyúttal a magáénál gazdagabb kombinációját állítsa elő. A szétvált *Paramaecium* közül egyik se lesz olyan egyéniség, mint az összepárosodók, mert egyfelől egyéniségének lényeges tényezői közül bizonyos részt kiküszöböl a párjába és másfelől kapott cserébe oly részt, mely egy idegen egyéniségnek volt tényezője. A párosodó chromosomákon ezzel teljesen azonos eset történik meg. Ezek is bizonyos oly részeket cserélnek ki és iktatnak a maguk testébe, melyek azelőtt egy másik chromosoma egyediségének voltak viselő tényezői. Tehát ezek is új individualitást nyernek a párosodás után. Az individualitás »új« volta azonban nem egy réginek az elpusztulását, megszakadását, hanem annak csak átfarmálódását jelenti.

A mondottakat hangoztatnunk kell azért, mert pl. HERTWIG OSZKÁR szerint (416. oldal) a bélyegegységeknek a hybrid-öröklésben mutatott önállósága és hordozóiknak keverhetősége nem volna összeegyeztethető a chromosomák egyediségével.

d) Chromatin- és achromatin-elmélet.

BOVERI egyediségtana a chromosomáknak mint chromatikus individuumoknak a nyugvó magban való fönnmaradására vonatkozik; az elmélet tárgyát tehát a mag színezhető állománya: a chromatin képezi. A chromatin fogalma pedig, sajnos, mikrotechnikai kimutathatóságával, nevezetesen színezhetőségével nagyon szorosan össze van forrva.

Vannak azonban magvak, így a *Kétéltűek* és a *Tüskésbőrűek* petésejtjének magja, melyekben állítólag bizonyos időben a nucleolusokon kívül semmiféle chromatint nem lehet kimutatni. Ennek alapján a bűvárok egy része, élükön FICK-
kel, a chromosomák egyediségének tanát elveti és az említett két állatcsoportban a később megjelenő chromosomák származási alapjául a nucleolusokat jelöli meg. A bűvárok másik csoportja pedig HÄCKER-rel ragaszkodik ugyan az egyediség tanához, azonban a nagyítóban jól látható elemek mezejéről visszavonul és a kevésbé színezhető achromatin fönmaradásában látja a chromosomák egyediségét megőrizve (HÄCKER, 1902. 386., 387. oldal; 1907. 24-től 29. oldal). E szerint az elmélet szerint »a folytonosság kérdésének súlypontja a chromatin-állományról a mag odvacskás szerkezetű alapállományára (Grundplasma) helyezendő át, a mely utóbbi a szerzők »achromatin«-jának vagy »linin«-jének, részben »plastin«-jának felel meg» (HÄCKER, 1909. 26. oldal).

Nekem úgy tetszik, hogy ez az elmélet egyáltalán nem jobb a régi chromatin-elméletnél és ezért állást szeretnék foglalni vele szemben, habár magának BOVERI-nek is sok nyilatkozatából az olvasható ki, hogy utóbbi időben ő is közeledett ehhez az elmélethez.

A mi nézőpontunk körvonalozása érdekében mindenekelőtt következő kérdésekre kell feleletet adnunk: 1. Bebizonyította-e már valaki, hogy a chromosomáknak achromatinból álló alapjuk van? 2. Az achromatin megtartása be van-e bizonyítva vagy egyáltalán bebizonyítható-e? 3. Szükséges-e, hogy a sejttan a chromatinnak színezésbeli viselkedéséhez minden körülmény között ragaszkodjék?

A mi az első kérdést illeti, a mennyire csak az irodalom előttem ismeretes, nem létezik sem mikrotechnikai, sem mikrochemiai bizonyíték, a mely minket a chromosomákban egy linin-alapállománynak elfogadására kényszerítene. Ugyanezen a véleményen van az *Allium Cepá*-t illetőleg GREGOIRE is (1906. 328. oldal) és valamennyi élő szervezet magját illetőleg LUNDEGÅRDH is (1912. 289., 299. oldal). Hogy a sejttanba mégis úgy begyökeredett ez a nézet, hogy minduntalan a chromosomák linin-állományáról olvas-

hatunk, annak egyszerű magyarázata az, hogy a sejttan legelső nagy mesterei, mint FLEMMING,¹⁾ STRASBURGER²⁾ és VAN BENEDEN³⁾ a mag sejttanára nézve alapvető munkáikban mindnyájan írtak róla és ezt a fölfogást az utónemzedék kritika nélkül magába szívta. Pedig a chromosomának egységes alapszínében legfőllebb csak árnyalatbéli különbözőségekre akadunk, ennek alapján pedig nincs jogunk bennük a chromatintól különböző állományt föltételeznünk, mert az a chromosoma részeinek különböző tömörségével is jól megmagyarázható. Másrészt tudjuk azt, hogy a chromatin sejtnemzedéktől sejtnemzedékig egy ciklusos átváltozáson megy keresztül, melylyel kapcsolatban a színezhetőségben nemcsak árnyalatbéli különbözőségek, hanem a kémiai jelleg megváltozására valló átváltozás mutatkozhatik oxychromatikus állapotból a basichromatikusba. Továbbá tekintettel a fehérje-molekulák kemiájára, a legtöbb szerzővel tekintettel kell lennünk arra, hogy a chromatintól nem követelhetjük meg, hogy az a faj vagy az egyed sejteire, illetőleg ezek különböző élettani állapotára nézve mindig azonos kémiai testként jelentkezzen. Ha mindezeket figyelembe vesszük, akkor könnyen érthető, ha némely állat chromosomája nem színeződik teljesen egyneműre, hanem a főszín mellett annak árnyalatai is mutatkoznak. A *Dendrocoelum* párosodási chromosomáiban a chromiolumok és a közti szakaszok között mutatkozott színárnyalatbéli különbség, de az oszlás rendes chromosomái teljesen egyneműekre színeződnek, s így bennük lininnek sehol semmi nyomára nem akadtam.

¹⁾ Flemming, Walter: Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Arch. f. mikr. Anat. I. Teil: 16 Bd. 1879. — II. Teil: 18 Bd. 1880. — III. Teil: 20 Bd. 1882. — Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. Leipzig. Vogel. 1882.

²⁾ Strasburger, E.: Über den Theilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältniss der Kerntheilung zur Zelltheilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 21. 1882.

³⁾ Beneden, E. van: Recherches sur la maturation de l'œuf, la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride megalocephale. Bull. Acad. Roy. de Belg. 1887.

Ha tehát a chromosomákban semminemű achromatint nem tudtak kimutatni, micsoda joggal keressük mi a chromosomák egyediségének megőrzését a nyugvómagállapot alatt az achromatin megmaradásában?

Ilyeténképpen a második kérdésünk is tárgytalanná válnék, ha a chromatin és achromatin között nem volna föltehető egy megfordítható származási viszony, mely szerint egymásba kölcsönösen átalakulnának. Ezen a módon ugyanis megvalósítható volna HÄCKER-nek az a föltevése, hogy a chromosomák a nekik megfelelő magterek axiális övének differentiálódása által állanak elő és így minden egyes új chromosoma az előzőhöz oly viszonyban volna, mint leány az anyához. E szerint a fölfogás szerint viszont aztán a mi első kérdésünk lenne tárgytalan, mert így a lininnek csak közvetítő szerepe volna két chromosoma-nemzedék között, maga pedig a chromosomából hiányozhatnék. A milyen könnyű azonban az a föltevés, éppoly nehéz a bizonyítás. VEJDovsky-nak 1912-ben megjelent erre irányuló vizsgálatait és azokra épített elméleti fejtegetéseit jól ismerem, köztük azonban a nagyító útján hozott oly bizonyítékokat, melyek elől a kitérés lehetetlen volna, nem talállok. És ez a bizonyíték egyelőre nehezen is hozható, mert a linint vegyileg egyáltalán nem ismerjük és azonkívül ez az állomány — mint azt az achromatin név is mutatja — a legtöbb festékkel szemben igen kevés fogékonyságot mutat. Ha pedig lehetséges volna is a linin és az achromatin között a kölcsönös átalakulás, azt valamely adott átmeneti állapotról sohse tudnók bebizonyítani, hogy az egy lininné szétbomló chromatin-e vagy chromatinná fölépülő achromatin.

A nehezebbik része ennek a kérdésnek azonban az, hogy az achromatin-elmélet a lininnek ezzel a közvetítő szerepével nem jöhet ki és így nem mondhat le arról sem, hogy az achromatin a chromosomákból hiányozzék. A fölött ugyanis vitáznunk ma már nem kell, hogy a chromosomáknak az átöröklésben nagy jelentőségük van. Vita tárgya legföljebb az lehet, hogy e téren a szerepük kizárólagos-e vagy pedig a sejt egyéb alkotórészeivel megosztott. Az örök-

lés-tudománynak egyik saroktétele pedig az, hogy az elődével azonos képesség csakis egy anyagában meg nem változó, vagyis az öröklés-tudomány szavai szerint folytonos állomány által vihető az utódra át. Már pedig valahányszor a chromatin achromatinná alakul át, anyagában változik meg és így az átörökítő anyagi tényező continuitása minden oszlás után megszűnnék. Az achromatinnak tehát a HÄCKER-féle elmélet szerint, mint a chromosomák individualitását képviselő elemnek a chromosomákban is benn kell lennie, és pedig azoknak lényegesebbik alkotórészét kell képeznie. Más szóval így a lininnek lenne az a nagy jelentősége, a mit eddig a chromatinnak tulajdonítottunk, és így a chromatinnak biológiai jelentősége mellékessé válnék, mint pl. egy állatnak színe az alakja mellett.

Vizsgáljuk meg azonban ezek után még azt is, hogy az achromatin-elmélettel mennyiben egyeztethetők össze mindazok a jelenségek, melyeket az egyediség tana a chromatinra, mint a chromosomák egyedül lényeges alkotórészére támaszkodva, könnyen meg tudott magyarázni. — BOVERI-nek az egyediség tanát támogató két alapbizonyítéka, nevezetesen a chromosomáknak ugyanazon a helyen való megjelenése, a melyen a maggerendázatba átalakultak, továbbá azoknak két leánymag prophasissában föllépő tükröképszerű elhelyezkedése nincs ellentétben az achromatin-elmélettel. Éppúgy símán magyarázható meg vele a chromosoma-szám törvénye és a rendellenes chromosomaszámnak megőrzése is sejtnemzedékek hosszú során keresztül. A chromosoma-individualitas valamennyi másodlagos bizonyítéka — egynek a kivételével — szintén összhangba hozható vele. — Azonban egy egészen gazdag tapasztalati anyag, csodálatos jelenségek egész sokasága van a mitotikus magoszlások chromosomáival kapcsolatban, melyek a chromatinnak nagy biológiai hírnevet szereztek és a melyek mind magyarázat nélkül maradnak, mihelyt az egyediség tanában az achromatinra helyezzük a fősúlyt és a chromatint másodrangú tényezővé súlyesztjük. Tudjuk ugyanis, hogy a leánymagokba félchromosomák, az anyasejtéhez képest feleannyi chromatin-állományal ke-

rülnek bele. Tapasztaljuk azt is, hogy ez a chromatin a mag nyugalmi szakasza alatt kétszer annyira szaporodik, mert a legközelebbi oszláskor a két leánymag külön-külön ugyanannyi chromatint kap, mint amennyit elődjétől az anyamag örökölt volt. Fontosabb azonban ránk nézve az a tapasztalat, hogy az oszlások elején a magtér összes chromatinja begyülemlik a chromosomákba és teljesen megfeleződik, holott az achromatinról még csak azt sem tudjuk, hogy az a chromosomában egyáltalán található-e vagy sem. Azt ellenben az oszlás elején bárhol és bármikor megállapíthatjuk, hogy a magtérben a kialakult chromosomák között az achromatin ottmaradt. Szóval ellentétben a chromatinnal, mennyiségének kétszeresére való emelkedése nem állapítható meg, továbbá a chromosoma-képzéshez semmi körülmény között sem használódik teljes mennyiségében föl, tehát nem is feleződhetik a leánysejtek között és így nem igen állhat az átöröklés szolgálatában sem. Különösen a persistens chromosomájú petesejtek magjában mutatkozik élesen ez az ellentét az achromatin és a chromatin között, tehát éppen annak a sejtféleségnek a magjában, mely miatt egynéhány állatnak (*Kéltűek, Tüskésbőrűek*) a magján szerzett tapasztalatok alapján az achromatin-elmélet megszületett. Ha a *Dendrocoelum* petesejtjeit figyelemmel kísérjük, azt tapasztaljuk, hogy a kettős fonálú szalagcsokortól számítva a chromosomák méreteikben észrevehetőleg nem nagyobbodnak, tehát a chromatin-állomány se szaporodik, ellenben a linin tömötségében, keménységében és a rögzítő szerek ellen tanúsított ellenállóképességében folyton gyarapszik. Az érési oszlások előtt pedig semmi sem kerül belőle a chromosomákba, hanem az a maghártya eloszlása után összekeveredik a sejttest állományaival. Szóval a tapasztalat azt bizonyítja, hogy az achromatinnak éppen ott van az egyediség megőrzésében a legkevesebb szerepe, ahol azt e tan megmentése érdekében elsőrangú tényezővé akarták emelni.

BOVERI a chromosomák egyediségével a számbeli redukció kérdését, tehát a párosodást is, a legjobb összhangba hozta.

Maga a párosodás, vagyis két chromosomának összetapadása nem áll az achromatin-elmélettel ellentétben, ez azonban a hosszanti párosodás mellékkörülményeit nem képes megmagyarázni. A párosodást mindenekelőtt tisztán chromatinból álló képletek viszik végbe, melyek egy achromatin-környezetbe vannak beágyazva. Ez azonban mellékes. Fontosabb az a körülmény, hogy a chromatin-fonalak chromiolumok kikülönülése útján szervezettekké válnak és hogy a hosszanti párosodás lényege abban van, hogy két-két egyenlő hosszú fonál minden achromatintól mentes chromiolumai, még méreteikben is betartva az egyenlőséget, páronként szembekerülnek. Ezek az észleletek tehát világosan mutatják, hogy a chromosomák párosodásában kimutatható szerepet csakis a *chromatin* tölt be.

A halálos szűrást azonban az achromatin-elmélet a radium-sugarakkal végzett sejttani és örökléstani kutatásoktól kapta, melyekben HERTWIG Oszkár és gyermekei Paula és Günther jártak legelől.¹⁾ Ezekben a kísérletekben a chromatin fényesen megállta helyét az átöröklés terén eddig neki tulajdonított vezérszerepet illetőleg. E vizsgálatokban a nyugvó mag chromatinja igen erős eltorzulást mutat, megbetegedést, — HERTWIG-ék szava szerint —, radiumbetegséget kap és vele kapcsolatban az átöröklésben, különösen a fejlődés terén mindenféle zavarok jelentkeznek. A lininen azonban a radium-sugarak hatása alatt semmi kóros elváltozás nem lép föl. A *Dendrocoelum* petesejtjein magam is végeztem 17 mgr radium-bromiddal 5 mm távolságból besugárzási kísérleteket. Ha az állat petefészke tájékán a radium-sugarak hatásának egy óráig volt kitéve, akkor 24 óra elteltével a növekvés második szakaszában levő petesejtek meghasadt chromosoma-párjai (schistonemái) valamenynyien a nucleolus körül csapzódtak össze. A linin azonban napok múltán sem mutatott változást.

¹⁾ Az idevágó irodalmat lásd: Hertwig, Paula: Das Verhalten des mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Froschei cz. dolgozatának 181. és 182. oldalán. — Archiv f. mikr. Anat. Bd. 81. 1912. 173-től 182. oldal.

Minden elgondolható jel arra mutat tehát, hogy nekünk az egyediség tanában főszólyt a chromatin sejtnemzedékről sejtnemzedékre való megtartására kell fektetnünk. Ezért helyénvaló megvizsgálnunk azt, hogy chromatinon minden körülmények között azt a jellegzetesen színezhető állományt kell-e értenünk, melylyel a rendes nyugvó magokban megismerkedtünk. Jól tudva azt, hogy mihelyt lemondunk chromatinnak csak azt tekinteni, ami a magban közismert módon sajátlagosan színeződik, a mikrotechnika mai állása mellett bizonyos mértékben a talajt veszítjük el a lábunk alól: hangozatom újra, hogy az még egyáltalán nem bizonyos, hogy ez a kérdés ma már föltétlenül megbeszélés tárgyát kell hogy képezze. Azokból a folyton szaporodó esetekből, melyek a chromatinnak, sőt chromosomáknak kimutatásáról adnak hírt oly állatokból, hol addig a chromatin semmi nyomát sem látták, azt a reményt táplálhatjuk, hogy valamikor csak sikerül azt mindenütt kimutatni. Számolni kell végezetül úgy nekünk, mint a chromatin-elmélet ellenfeleinek azzal az eshetőséggel is, hogy némely petesejt magjában nem chemiaailag tűnik el a chromatin, hanem physikailag oly finom szemecskékben oszlik el, hogy azok a mikroszkopos láthatóság határán (0.2μ) alul maradnak.

Tegyük föl azonban, hogy a chromatin elvesztheti színeződőképességét. Mindjárt hozzá kell fűznöm, hogy ez csak igen kivételes esetben történik meg, mert csak néhány állatosztály petesejtjéről van szó. S hogy a chromatin színeződőképessége a petesejtekben csakugyan elveszhet, arra nézve, véletlenül, igen érdekes bizonyítékhoz jutottam. Szétpamatolt készítményeimen tapasztaltam ugyanis, hogy a pamatolási mező széle a rögzítő gőzökbe való átvitelkor néha kiszáradt. Ha itt petesejtmagok is beszáradtak, akkor azokon az a sajátyszerű átalakulás mutatkozott, hogy a linin erősen színezhetővé vált, a chromosoma-párok pedig a legtöbb festékkel szemben elvesztették fogékonyságukat és így a készítményekben a sötét linin alapon mint világos lenyomatok mutatkoztak. Szándékosan megismételt kísérletek hasonló eredményre vezettek. A beszáradás másféle sejtek

magvainak színeződési képességét is gyöngítette, a z o n b a n teljesen seholy se vette el. Ebből tehát megállapíthatjuk, hogy ha már egy olyan egyszerű behatás, mint a vízelvonás, látszólag oly mély, a lényegével egyenesen ellentmondó változást idéz elő a chromatinon, akkor ez az állomány a petesejtek növekvésének második szakasza alatt némely állatban physikailag igen labilis egyensúlyban van és rajta lényegét nem érintő változások is könnyen mutakozhatnak, melyek miatt színeződőképességét veszítheti.

Egybevetve mindent, kimondhatjuk, hogy a chromatin-elmélet az egyediség tanának tárgyaként mindenütt helytállhat, az achromatin-elmélettel azonban nem mindenütt helyettesíthető. Ezért nem látom egyáltalán be, hogy BOVERI az individualitas tanának régi tartalmából miért engedett és miért tartja az egyediséget az achromatin útján is képviselhetőnek.

B) A chromosomák minőségi különbözete.

Az előző fejezetben a chromosomák különbözőségének kérdését gyakran érintettem. Láttuk, hogy az az egyediség tanának támasztékeként is használható, ha a lényegbeli különbség a chromosomák alakbéli megkülönböztethetőségével is kapcsolatos. Itt e fejezetben a különbözőség tanának bizonyítékait fogjuk tárgyalni. Ezek nem lesznek oly bőségesek, mint amennyit az egyediség tana körül összehordotunk, mert itt, az elmélet természete szerint, voltaképp csak physiologiai bizonyítékokat használhatnánk föl. Csak különleges körülmények teszik az alaktani bizonyítékokat értékelhetőkké.

HÄCKER szerint (1907. 47. oldal) a chromosomák különbözősége már WEISMANN-nak a nyolczvanas évek elejéről származó elméleti irataiban érintve van. BOVERI először 1888-ban (185. oldal) említi a chromosomák minőségi különbözetét. Ezt az elméletet azonban voltaképpen BOVERI 1902-ben fejtette ki és egyúttal bizonyította be először dispermiás kísérleteivel. Ugyanebben az évben SUTTON is kimondja morfológiai alapon a chromosomák lényegbeli különböző-

ségét, de egyúttal BOVERI idevágó kísérleteire is hivatkozik. SUTTON kijelentésében a *Brachystola magna* chromosomáinak alakbeli különbözőségére és annak tizenegy sejtnemzedéken keresztül megfigyelt változatlan viszonyban való visszatérésére támaszkodott.

Bizonyítékok.

I. BOVERI dispermias kísérletei. BOVERI elméletét kimerítőleg 1907-ben megjelent nagy munkájával bizonyította be, melyben még 1902-ben megkezdett dispermias kísérleteit juttatta befejezéshez. Az ő mélyreható megfigyeléseiből és minden eshetőséggel számoló, körütekintő megfontolásaiból a következőket emelem ki. BOVERI a chromosomák különbözőségét két spermiummal megtermékenyített petesejtekből származó *Tengeri Sün*-lárvák pathologikus és csak nagy ritkán rendes fejlődésmenetéből bizonyítja be. A dispermia után ugyanis annak a törvényszerűségnek megfelelően, hogy rendszeren minden petesejtben kétannyi oszlási központ alakul ki, mint ahány spermium abba behatolt: a megtermékenyített petesejt egyszerre több barázdálódási golyóra esik szét. És pedig a két spermium behatolásának rendszerint négy sejtre való oszlás a következménye. BOVERI azonban rázással el tudta nyomni az egyik spermocentrum megoszlását és így három sarkú oszlási képeket nyert és ennek megfelelően három primarius barázdálódási golyó létrejöttét is el tudta érni. Ez a többsarkú chromosoma-szétosztó-szerkezet¹⁾ — mint az dolgozatom leíró részében saját tapasztalataim ismertetésekor is láttuk — először is nem tudja a chromosomákat a központok között számszerint egyenlően szétosztani, másodszor még kevésbé a rendes fejlődéshez szükséges chromosomafölszerelést, mondjuk az egy szülőtől származó chromosomák összességét kiválasztani, hanem mindenik központ a közelében levő és egyáltalán elérhető chromosomákat egészen vakon húzza magához. Ennek következtében a három előmagnak csak egyszer meghasadó 54 chromosomájából származó 108 chromosomán a három vagy négy oszlási központ egyenlőtlenül és a mi még rosszabb: hely-

¹⁾ Eltekintve az úgynevezett amphiaster-monaster typustól.

telen csoportosítással osztozkodik. Ez a BOVERI tapasztalatainak egyik csoportja. A másik pedig az, hogy a dispermiás álcák vagy egészükben, vagy egyes negyedeikben, illetőleg a három barázdálódási golyókkal megindulók egyes harmadaikban pathologikus fejlődést mutattak. És pedig amily különböző csoportosulásban kaphatják az egyszerre föllépő négyes vagy hármas barázdálódási golyók a chromosomákat, époly különböző természetűek voltak az egyes lárva-negyedek illetőleg harmadok megbetegedései. Éppen ezért BOVERI a lárvarészek megbetegedésének különbözőségét a chromosomák igen különböző csoportokban való szétosztásával hozza kapcsolatba. Végezetül BOVERI azt a fontos tapasztalatot tette, hogy a három barázdálódási golyóval fejlődésnek induló álcák között sokkal gyakoribb volt az egészséges fejlődés, mint a négyesek között.

BOVERI ezeket a tapasztalatait a következőképen hozza összefüggésbe egymással és a chromosomák különbözőségével. Az *Echinusok*-ban 36 chromosoma van, melyek felerészben apaiak, felerészben anyai származásúak. A merogonia vagy a női parthenogenesis esetei azonban azt bizonyítják, hogy ezek az állatok az apai vagy anyai rész 18 chromosomájával is rendes *Pluteus*-szá fejlődhetnek. Ha pedig a chromosomák egymás között egyenlők volnának és így a rendes fejlődéshez szükséges minimális chromatin-mennyiséget 18 chromosoma szolgáltatná, akkor a három — kezdő-blastomeronú álcáknak — (mivel ezek első sejtjei a 108 chromosomának háromfelé való osztása közben átlag 36 chromosomához és az esetek túlnyomó számában a 18-ban megállapított minimumnál mindenesetre többhöz jutnának) — igen nagy százalékban rendesen kellene fejlődniök. És ugyancsak így áll a dolog a négyes kezdő barázdálódási golyóval megindulóknak is, mert ezek is átlag 27 chromosomához juthatnak hozzá. Mivel ez nem következik be, világos, hogy a chromosomák egymás között nem egyenlők és így az egészséges fejlődéshez nem annyira a chromosomák száma, mint azok helyes combinatiója a fontos. Ez a combinatio pedig a chromosomák rendszertelen szétosztása miatt rendkívül változatos lehet. S BOVERI ezzel hozza

szoros kapcsolatba a lárvák vagy azok részei megbetegedésének rendkívül változatos voltát. Egyes lárvá-harmadok vagy negyedek oly szerencsétlen összeállításban kaphatják a chromosomákat, hogy azok vagy az egész álczán belül, vagy az isolatiós tenyészetekben magukban teljesen tönkremennek.

Ha továbbá tekintetbe vesszük, hogy a 108 chromosomának háromfelé való szétoztása közben sokkal könnyebben történhetik meg az, hogy mind a három barázdálódási golyó legalább 18 chromosomát helyes összeállításban kapjon, mint a négyfelé való szétoztásban : mindjárt megértjük azt is, hogy a hármas *Pluteus*-ok között miért több az egészséges, mint a négy kezdő barázdálódási golyóval megindulók között. Különösen a hármas *Pluteus*-ok között tudott BOVERI a teljesen egészséges és tökéletesen korcs alakok között mindennemű átmenetet megtalálni. És az az érdekes, hogy az átmeneti alakok százalékszámát megfelelt annak, amit a chromosomák eloszlásából valószínűségi számítások, illetőleg egy műszerben véghezvitt valószínűségi kísérletek eredményeztek. BOVERI végezetül bebizonyította azt is, hogy a pathologikus jelenségeknek semmi más oka nem lehet, mint a dispermiából származó többsarkú oszlás és annak folytán a chromosomák helytelen combinatiójú eloszlása, mert egy rendesen megtermékenyített embryumnak csak egyik barázdálódási golyójában hozott rázás útján többsarkú oszlást létre s ebből a golyóból származó rész pathologikusan tönkrement, a többi pedig és annak származékai, mivel a rendes 36 chromosomával voltak fölruházva, egészségesen továbbfejlődtek.

Röviden összefoglalva : BOVERI a chromosomák minőségi különbözőségét dispermiás kísérleteiben a chromosomáknak egy többsarkú oszlásból bekövetkező nem helyes combinatiójú eloszlásával, az ebből származó pathologikus fejlődéssel, a beteges fejlődés egyedenként és az egyedek területei szerint különböző voltával és a hármas *Pluteus*-ok egészséges kifejlődésének nagyobb számával bizonyítja be.

2. BALTZER-nek (1909. a.) *Echinodermák*-on szerzett alaktani bizonyítékai abban állanak, hogy ő az *Echinus*-ok és *Strongylocentrotus*-ok barázdálódási oszlásai közben a metakinesis alatt két hosszú horogalakú és az

Echinusok-éban ezenkívül két rövid patkóalakú chromosomát tapasztalt, melyek oszlásról-oszlásra hiánytalanul jelentkeztek a többi pálczikaszerű chromosomák között. A két nagy chromosoma horogalakja olymódon keletkezett, hogy ezekre az oszlási orsó szálai nem a végükön, hanem ahhoz közel, — a patkó alak pedig viszont úgy, hogy az orsó szálai a középrészükre tapadtak. A hosszáról mindig fölimerhető két legnagyobb chromosoma tehát azt a physiologiai különbséget mutatta a többiekkel szemben, hogy az oszlási orsó száalai csakis excentrikusan tapadhattak rájuk.

3. BALTZER élettani bizonyítékai *Echino-derma-hybridek* segítségével. Bár nem kicsinyelhetjük le BALTZER előbbi bizonyítékainak értékét sem, azok mégsem oly rendkívül érdekesek és fontosak, mint azok, melyeket, miként BOVERI, szintén *Echinoderma*-álczák megtermékenyítése és barázdálódása közben szerzett. BALTZER kísérletei mégis különböznek a BOVERI-féléktől, mert előbbi monospermias hybrideket vizsgált és így a chromosomák különbözőségére nem rendellenes combinatiójú eloszlásukból következtetett, hanem egy igen sajátos jelenségből, melyet ő elimináció-nak: chromosoma-kiküszöbölésnek nevezett el. Az egyediség tana másodlagos bizonyítékai között a 4. pontban ismertettük már ezeket a *Sphaerechinus* × *Strongylocentrotus* hybrideket. E szerint a *Sphaerechinus* ♂ hybridekben 16 apai chromosoma minden kétséget kizáró különbözősége 4 másik apaitól egyrészt azáltal bizonyosodott be igen találóan, hogy az előbbieket az anyai *Strongylocentrotus*-protoplaszához nem tudtak assimilálódni s így az első oszlás alatt nem jutottak be a magba, hanem a sejtestben elpusztultak, — másrészt pedig azáltal, hogy az így keletkezett álcza vázképletei tisztán anyai bélyegeket mutattak, tehát a 16 eliminált chromosoma között a vázképzést irányítók is ott voltak.

4. Ivari chromosomák. Voltaképen, ha a chromosomák lényegbeli különbözőségére nézve egyszerű és világos bizonyítékkal akarunk szolgálni, akkor valamennyi szerzővel egy értelemben az ivari chromosomákra kell hivatkoznunk. Ezen a téren különösen az *Izettlábúak*, *Fonalférgek*, *Puhatestűek* és *Tüskésbőrűek* körében igen számos esetben bizo-

nyosodott be, hogy az ivari meghatározásban a többiektől morphologiailag is különböző chromosomák döntenek. Ezeket az irodalom monosomák, heterochromosomák, idiochromosomák és mikrochromosomák elnevezéssel illeti.

5. A chromosomák párosodása és a *Dendrocoelum* ovogoniumainak többsarkú oszlásai. Az a tér, melyen én a chromosomák különbözősége számára bizonyítékokat szereztem, úgy a BOVERI-, mint a BALTZER-féle kísérletek terétől különbözik. Én ugyanis tapasztalataimat az ovocyták első növekvési szakaszában szereztem. Épúgy különbözik a szereplő élettani jelenség is, mert itt a chromosomák párosodásából vagy nem párosodásából vonunk le következtetéseket. Csak abban az egy tekintetben van ezekben közös vonás BOVERI kísérleteivel, hogy t. i a kiaknázható jelenség szülőoka egy többsarkú oszlás, és annak közös következménye a chromosomák egyenlőtlen szétoszlása. Különben pedig készítményeimben úgy az alaktani, mint az élettani bizonyítékok együtt, egyazon chromosomákon mutatkoznak.

Már a párosodás általános lefutása, amelynek folyamán mindig csak az egyenlő hosszú chromosomák párosodnak, és a mi közben a chromosomák az összetalálkozásra igen élénk mozgásokat végeznek, arra mutat, hogy a chromosomák csak páronként egyenlők illetőleg homologok, de eme különben hosszúságuk szerint is különböző párok egymástól lényegileg különböznek.

Ezt a következtetés révén levezetett lényegbeli különbséget egy a természettől magától véghezvitt kísérletben fényesen bizonyította be a *Dendrocoelum*-ban egy többsarkú oszlásnak különleges következménye. Itt BOVERI dispermiás kísérleteinek megfelelően egy többsarkú oszlásban a chromosomák rendellenes szétoszlása következtében a homolog felek nem egy, hanem különböző magvakba kerülhetnek, és viszont, mint azt az én 57. ábrám (IV. tábla) mutatja, egyazon magba különböző hosszú, párjukat vesztett chromosomák terelődnek össze. Ezek össze nem párosodása pedig lényegbeli különbözőségük legfényesebb bizonyítéka. Ki kell emelnem, hogy ennek a tapasztalatomnak különleges bizonyítóereje abban rejlik, hogy itt a szemlélő egyazon mik-

roszkópos képben a két chromosoma élettanilag nem azonos viselkedését és azok morphologiai különbségét együtt észlelheti. A kép tehát további magyarázatra nem szorul.

*

Ha visszatekintünk mindazokra, a mit a chromosomák egységiségének és minőségi különbségének bizonyítására az irodalomból összeállítottunk, azt hiszem, ma is joggal ismételhetjük meg rájuk vonatkozólag BOVERI-nek 1904-ben a würzburgi zoologiai congressuson mondott szavait: »Oly tényeket, melyek az elméletet valójában megingatnák, nem találok sehol; ellenkezőleg, a hol csak az utóbbi időkben a mag szervezetének kikutatásában előrehaladtunk, az elméletnek mindenütt új bizonyítékaira akadtunk.« (1904. 22. oldal.) Ezt szeretném hinni az általam végzett vizsgálatokról is.

C) Ellenvélemények Boveri két elméletéről.

I. FICK manőver-elmélete és ennek bírálata.

FICK-nek BOVERI ellen az individualitás-tan terén intézett támadásaival (1905. 1907.) nem akarok behatóan foglalkozni, mivel azokat BOVERI 1907-ben és 1909-ben elég alaposan megczáfolta. Néhány megjegyzést még sem kerülhetek ki, még pedig azért sem, mert nem elegendő, hogy a föntiekben a RABL-BOVERI-féle elméletnek igazát kimutattuk, hanem egyúttal az ellen-hypothesist is lehetetlenné kell tennünk, mivel két azonos tárgyú elméletnek a lehetsége mind a kettőnek a gyöngéjét jelenti.

FICK manőver-elmélete (1899, 1905, 1907) a chromosomákat »a chromatin taktikai alakulataként tekinti, amelyek csak akkor lépnek föl, ha a chromatinnak szabályos eloszlására kerül sor. Föllépnek és eltűnnek, mint a magorsó.« (1907. 114 oldal.)¹⁾ FICK elméletének eme szavaiban még

¹⁾ »...taktische Formationen des Chromatins, die nur dann auftreten, wenn es auf eine regelmässige Verteilung des Chromatins ankommt. Sie treten auf und verschwinden, wie die Kernspindel.«

nincs új dolog, mert 1890-ben HERTVIG O. is körülbelül azokat mondta, midőn a chromosomákat az akkor működésbe lépő rendezőerők hatása alatt az oszlás rövid szakaszára létrejött múló képleteknek tekinti. FICK elméletében újdonság csak az a mód, a hogyan ő a chromosomák létrejöttét gondolja. Szerinte a chromosomák »a chromatinnak olyan mozgó manőverkapcsolatai (Manövrierverbände), melyeknek a minden fajra jellemző chromosoma-számban való létrejöttéhez a sejtekben egy bizonyos chromatinmanőver-mód örözik meg. Minden organizmus sejtjeiben csakis ez a szabály (Reglement), ez a manőver-mód marad fenn, a mely a chromatin-szemcséket, vagyis az élet elemeit bizonyos kapcsolatokba hozza össze.«

A mint láttuk, a BABL-BOVERI-féle egyediségtan a nyugvó magbéli állapotok megmagyarázására szolgál, FICK elmélete azonban egyáltalán nem törődik azzal, hogy a chromatinnal ott mi történik. Szerinte a sejtek megőriznek egy manőver-reglamát s ez lehetővé teszi a chromatinnak chromosoma alkotására az összegyülemelést, bármely állapotban van is az. FICK szerint ezért nem is elmélet, a miről ő beszél, hanem a valóságnak rövid kifejezése. (1907. 116. oldal.)

Nézetem szerint azonban az egész FICK-féle elmélet voltaképp nem egyéb, mint egy csalódásba ejtés, melyet a' katonaságot nagyon szerencsésen példázó hasonlat okoz. Ha azonban az ember magát a hasonlatnak lebilincselő erejétől megszabadítja, akkor mindjárt látni fogja, hogy FICK kijelentései nem a valóság rövid kifejezései, hanem azok is hypothesisek.

Hypothesis először is az az állítása, hogy a chromosomák taktikai alakulatok, mobilis chromatin-formatiók. Az oszlás chromosomáiról nehéz ugyanis azt állítanunk, hogy azok tevőlegesen mozgó képletek. Ha azok volnának, akkor a sejtnak nem volna külön magosztó készülékre szüksége, melynek a rendeltetése az, hogy a chromosoma-feleket a két sarokhoz juttassa. Sőt ellenkezőleg, a chromosomák aktivitásukat kialakulásukkal befejezik és még az oszlási síkba is passive állíttatnak be s tevőleges szerepüket újra csakis a — FICK szerint úgynevezett — demobilisatiónál vagyis a leánymag

fölepítésekor kezdik meg a nyújtványbocsátással és folytatólagos továbbágazással.

FICK a tapasztalat igazságai előtt húny szemet, midőn azt írja, hogy azoknak az erőknek keresése, melyek a chromatin-részecskéket (a »biontos«-okat) összehozzák, nem a mikroszkopizálónak, hanem a sejt-philosophusnak a föladata. Hiszen már elegendő esetben írták le, hogy nem egyszerűen valamelyes erő hatása alatt sereglenek össze a chromatin-szemecskék, hanem, miként azt a *Dendrocoleum*-ban is láttuk, a vékonyfonalú sűrű maghálózatból egy ritkább, de vastag fonalú alakul ki, ebben azután vastagabb közép vonalak jelennek meg, melybe az oldalfonalak összefolynak. Az egyediség tana ezt a jelenséget igen simán tudja azzal megmagyarázni, hogy itt a chromosoma-individuumok nyújtványaitak húzzák össze és vonják később központi részükbe vissza, azon módon és fordított sorrendben, mint a hogy azokat a nyugvó mag alakításakor kibocsátották.

FICK elmélete nem a tapasztalati igazságok rövid kifejezése, már csak azért sem, mert a chromosoma-szám állandóságának magyarázása végett kénytelen egy segéd-hypotesishez folyamodni, mely szerint minden élő fajnak saját külön manőver-reglamája van, a mely a sejt-nemzedékek során megőrződik. Ennek a képességnek, ennek a szabályozó erőnek azonban nézetem szerint a sejtben valami anyagi részhez kell kötve lennie. E részt tekintetbe jöhetnek maguk a chromatin-szemcsék, vagy pedig a maga egészében a sejt-mag, esetleg a sejttest. FICK a manőver-szabályzat viselőiként hallgatagon vagy öntudatlan a chromatin-részecskéket jelöli meg, mert 1905-ben a *Fundulus* × *Menidia* hybridek merogoniáját úgy magyarázza, hogy a *Menidia*-chromatin-szemcsék a *Menidia*-szabályzat, a másiké pedig a *Fundulus*-szabályzat szerint kerülnek össze. Ez ellen a föltevés ellen azonban, mely szerint a manőver-szabályzat viselői, érvényesítői és a szerinte cselekvők, maguk a chromatin-szemecskék volnának, magunkat az elmélet tárgykörébe beleélve: föl kell említenünk azt, hogy FICK és hivei fölfogása szerint némely faj petesejtjének magjában a chromatin teljesen eltűnik. A chromatin elpusztulásával pedig megsemmisülne a szabályzat is

és ennek következtében az érési oszlás chromosomái nem az illető fajt jellemző számban és alakban jelennének meg. Ennek következtében pedig a manőver-elmélet hívei kénytelenek volnának azt föltételezni, hogy a szabályzat hordozója vagy a sejtmag, vagy a sejtttest. Ennek az eshetőségnek a föltételezésével azonban igen helyesen száll szembe FEDERLEY (54. oldal) éppen a *Fundulus* \times *Menidia* hibridek alapján, midőn megjegyzi, hogy akkor a *Fundulus*-petesejtbe került *Menidia*-chromosomáknak ahhoz a szabályzathoz kellene alkalmazkodniok, mely szerint a *Fundulus*-chromosomák keletkeznek, és nem volna módjukban önfejlőleg a saját manőver-szabályzatukat követni. A *Fundulus*-szabályzat pedig chromosomákat csakis a fajt jellemző számban és alakban manőverez össze, tehát a hibridekben *Menidia*-chromosomáknak nem szabadna keletkezniök. Mivel pedig ez nem így van, a manőver-reglama érvényesítője sem a sejtmag, sem a sejtttest nem lehet.

A manőver-elmélet tehát képtelen oly dolgokban helytállani, melyekben az egyediség tana a vizsgát a legfényesebben kiállja, a mennyiben ez azt mondja, hogy a chromosomák idegen talajon egyediségük miatt vagy elpusztulnak, mint a *Sphaerechinus* \times *Strongylocentrotus* eset bizonyítja, vagy pedig fönntartják magukat s a nyugvó magba szétbocsátott részeit bevonják, a mint azt a *Fundulus* \times *Menidia* esetében illetőleg még szebben a *Pygaera*-hibridekben láttuk.

Mivel a hibridekből szerezhető tapasztalat csak azt az eshetőséget engedi meg, hogy a manőverezés szabályainak elemi hordozói csakis maguk a manőverező chromatin-részecskék lehetnek, és mivel továbbá a manőver-szabályzat azokban a bizonyos csirahólyagocskákban is érvényesül, melyekben állítólag a chromatin eltűnik, mert a chromosomák az érési oszláshoz a szervezetet jellemző számban és alakban jelennek meg: — akkor csak a logikai kényszerűségnek engedünk, ha arra következtetünk, hogy a chromatin itt éppen a reglama tapasztalható érvényesülése miatt nem tűnhetett el. Ebből a FICK elmélete alapján tett következtetésből pedig kettős nyereségünk van. Először is magától megsemmisül az egyediség tana ellen emelt legveszedelmesebb ellenvetés,

t. i. az, hogy a chromatin folytonosságában valahol szakadás állana be és így fölöslegessé válik az achromatin-elmélet is. Másrészt pedig a chromatin-részek reglama-érző képességének oly magas fokúnak kell lenni, hogy az összetartozó szemecskék csakis egyazon chromosoma képzéséhez jöhetnek össze, mert különben teljes lehetetlen volna a chromosomákat az illető fajt jellemző számban létrehozni. Az eshetőség igenis megvan rá, hogy a chromosoma-képzést külső erő szabályozza, a mely megszabhatná a határt, hogy pl. mennyiség szerint mennyi chromatin kerülhet egy-egy chromosomába, de ismétlem, a hybridek világosan bebizonyítják, hogy külső erő a chromosomák kialakulását nem szabályozhatja. Ha pedig a manőver-elmélet a chromosomák különbözőségét, mondjuk egy-egy ivari chromosomának sejtnemzedékeken át kimutatott fönmaradását, továbbá az alak és nagyságbeli különbözőségek állandóságát is meg akarja magyarázni, akkor meg éppen nem kerülheti el a chromatin-részek egy-egy chromosomától megszabott összetartozási érzetének föltételezését. Ha pedig — hogy következtetéseinknek a végére jussak — a manőver-elmélet a chromatin-részeket ezzel a nagy összetartozási érzettel kénytelen fölruházni, mely szerint a részek csakis a régi kötelékbe térhetnek vissza, akkor mi ezeket a biontosokat mint az egyediség tanának hű katonáit üdvözölhetjük, mert elvégre a chromosomák egyedisége sem jelent egyebet, mint a chromatin-részek sejtnemzedékről sejtnemzedékre megőrzött egyazon képletbe való összetartozását.

Még kevésbé tud helytállani a manőver-elmélet, ha annak nézőpontjából a hosszszanti párosodást akarjuk megérteni. FICK szerint (1905) ugyanis a chromosákban rejtőző egyedek egyáltalán nincsenek az illető képlethez kötve¹⁾ és így fölösleges a párosodás alatt két ezred legénységcseréjével összehasonlítani a chromiolumok kicserélődését, mikor a sza-

¹⁾ Az pedig egy belső ellenmondás FICK elméletében, ha ő egyrészt azt állítja, hogy a chromatin-részek éppoly kevésbé vannak chromosomához kötve, mint a mozgósított katona a mozgó colonnéhoz, és másrészt a chromosomák különbözőségének állandó jellegét mégis meg akarja magyarázni.

badon mozgó legénység sorbaállítás nélkül is cserélhető. És talán sok is volna a reglama betartásából, hogy két egymás mellé sorba állott ezredben az egyenlő vastag katonák a chromiolumok mintájára egymással szembe kerüljenek. De ezzel szemben mily könnyen magyaráz meg mindent az egyediség tana: Individuumok párosodhatnak, nemi ösztön fölléphet bennük, végezhetnek mozgásokat, lehetnek tükörképszerűleg egyenlően organizálva.

Az egyediség tanának nagy ereje éppen abban rejlik, hogy minden tapasztalatunkat, a mit a chromosomákon és velük kapcsolatban az átöröklésben tehetünk, símán megmagyarázza és sok új jelenségre kilátást nyit; és vele szemben a manőver-elmélet legnagyobb gyengéje abban, hogy az, mikor mint egy mindent felölelő elmélet minél inkább meg akarja a chromosomákkal kapcsolatos összes jelenségeket érteni, annál inkább közeledik az egyediség tanához és bizonyítja egyúttal maga azt, hogy a chromosomákkal történő változások megértésére csakis egy elmélet lehetséges.

2. MEVES és mások kifogásai és azok bírálata; HÄCKER följegása a chromosomák nem egyidejű (heterochronos) fejlődéséről.

Az egyediség tanára vonatkozó fejtegetéseimet FICK elméleténél is közelebbről érinti MEVES-nek 1911-ben megjelent kritikája.

MEVES (1911. 286-tól 289. oldal) — BOVERI bizonyítékai közül csak annak az egynek ad helyet, hogy ő az *Ascaris* barázdálódási golyóiban csakugyan bebizonyította a chromosomáknak mint individuumoknak a megmaradását. Abba azonban nem akar bele menni, hogy ezt az esetet általánosítsuk. Azt mondja, hogy a barázdálódási golyókban csak azért maradnak meg a chromosoma-egyedek, mert itt a fejlődés gyors menete érdekében a chromatin átalakulásaiban egy rövidített eljárás vezetődik be. Ez azonban nem ellenbizonyíték, hisz azonos folyamatok különböző gyorsasága még nem szól a benne szereplő anyagi tényezők azonosságá ellen. MEVES ezenkívül a sejttanban ismeretes analog esetre is hivatkozik. Nevezetesen rámutat arra (288. oldal), hogy

1902-ben bizonyos esetekre nézve a centrosomák discontinuitását mutatta ki, holott addig azokat is nemzedékről-nemzedékre örökölt képleteknek tekintették. Erre vonatkozólag mindenekelőtt meg kell jegyeznünk, hogy a centrosomák a sejtnék alacsonyabb rangú képletei, mint a chromosomák. De tegyük föl, hogy igaz MEVES-nek a centrosomákra vonatkozó állítása, és tegyük föl, hogy kimutatják a sejt még annyi elemi organumának is a discontinuitását, az még mindig nem bizonyítaná, hogy a chromosomáknak is hasonló sorsuk van.

MEVES a chromosomák egyediségtanának gyöngéjét szeretné abban is látni, hogy BOVERI a chromosomák számának fajonként állandó voltát többé nem tekinti az egyediség bizonyítékaként. Nézetem szerint azonban az egyáltalán nem jelenti valamely elmélet megdőlését, ha a szerző a valaha megállapított bizonyítékok közül egyet kiiktat, mert róla észreveszi, hogy az nem annyira bizonyíték, mint inkább elméletének nélkülözhetetlen tapasztalati alapja.

MEVES ama megjegyzésében, hogy a nyugvó magok számos olyan faja állapítható meg, melyek az egyediség tanával a legélesebb ellentétben állanak, szintén nem látjuk az egyediség tanának a megdőlését, mivel — a növények karyosomás magvait nem tekintve — semmiféle nyugvó mag sem bizonyít az egyediség tana mellett. BOVERI nem győzte eleget hangoztatni, hogy az elmélet, tekintet nélkül a nyugvó magbéli állapotokra, azt akarja megmagyarázni, hogy ott, a hol semmi nyoma sincs egyedek fönmaradásának, sőt minden látszat ez ellen szól, mégis individuumokként kell a chromosomáknak fönmaradniok. Az elmélet azzal époly kevésbé törődik, hogy a spermium-fejek egyneműek, mint a maggerendázat elemezhetetlen bonyolódottságával.

MEVES csodálkozik a fölött is, hogy az egyediség tanának fogalmazásakor a chromosomák nucleolus-állapotát nem vették figyelembe. Erre vonatkozó véleményemet nem akarom itt is újra megismételni, hanem utalom az olvasót jelen dolgozatom 204, 205. oldalaira. Csak azt akarom megjegyezni, hogy pár évvel ezelőtt magam is szemtanúja voltam azoknak a vizsgálatoknak, melyekben ROSEN az *Echinaster sepositus*

csirahólyagocskájában, hol a chromosomáknak szintén nucleolusokból való származását írják le, a gyakran chromosoma-tetrasokhoz hasonló nucleolusok százai között a lámpakefeszzerű chromosomákat kimutatta.

Az egyediség tanának bizonyítékai között nem tettem említést arról, hogy BOVERI 1904-ben (14-től 22. oldal) a nyugvó mag chromatinjának kétszeresére való fölszaporodását csakis úgy találja megmagyarázhatónak, ha a chromatin ebben az állapotában is, egyedekhez van kötve. MEVES (289—291. oldal) azonban FICK-re (1905. 197. oldal) és TELLYESNITZKY-re (1907. 38. oldal) támaszkodva azt állítja, hogy a chromatinnak kétszeresére való megnövekedése még kisebb individualizált képletek, mint a BALBIANI-PRITZNER-féle szemecskék, vagy az EISEN-féle chromiolumok, vagy még ezeknél is kisebb részecskék segítségével is megmagyarázható. Így MEVES szerint ez a bizonyíték se állja meg a helyét. Ezzel szemben megállapítandó az, hogy BOVERI sohse állította, hogy a chromatinban »még kisebb, esetleg különböző minőségű egységek« (BOVERI, 1904. 34. oldal) elő ne fordulnának. Sőt ő mutatta ki 1887-ben először a diminutio útján azt, hogy a chromosómák különmemű részekből vannak fölépítve. Hangoztatnunk kell másfelől azt is, hogy az a megállapítás, hogy valamely képlet még kisebb individualis elemekből van fölépítve, époly kevésbé bizonyít a részekre bontható képlet egyedisége ellen, mint egy-egy *Metazoon* egyedisége ellen az a valóság, hogy ez számtalan kicsiny egyedekből: sejtekből van összetéve. És végezetül, a mily kevésbé szól valamely élőlény, pl. egyszerűség kedvéért egy *Volvox*-kolónia egyedisége ellen az, hogy ennek tömegbéli megkettőződése végezetül sejtjei mint alkotó individuumai számának a megkettőződésén alapszik, éppoly kevésbé látjuk az egyediség tanát azáltal veszélyeztetve, hogy a chromatin tömegbéli megkettőződése végeredményben pl. a chromiolumok megkettőződésén alapszik. Az egyediség egyáltalán nem jelent függetlenséget sem ki-, sem befelé.

Ugyancsak a nyugvó magban általa tapasztalt vagy úgy értelmezett állapotokra való tekintettel állítja föl TELLYESNITZKY 1907-ben epigenetikus elméletét, mely tagadja a

chromosomák continuitásának (az evolúciónak) tanát, de az egyediség elméletét az epigenetikus számadással összeegyeztethetőnek tartja (34. oldal). TELLYESNITZKY fejtegetéseivel már csak azért sem foglalkozom behatóan, mert válaszul tételeire igen gyakran a FICK elméletére mondottakat kellene ismételniünk. Nézeteit rövidesen a következőkben foglaljuk össze. Szerinte a mag egy folyadékcsöpp, melyben a chromatin [melyet ő magállománynak, örökítő állománynak («Vererbungssubstanz») vagy chromosoma-állománynak nevez] oldatszerű állapotban van, mivel corpora non agunt, nisi soluta és abból az oldatból a chromosomák az oszlások alkalmával mint fehérje-kristályok a kristályosodással azonos folyamat útján állanak elő. Ő a nyugvó magban semminemű szerkezetet el nem ismer, egyszerűen azért, mert elevenen vizsgált magokban azt nem látja. A vizsgálati módszerekkel kimutatott szerkezeteket pedig minden formájukban műtermékeknek minősíti. Erre a rögzített anyagra vonatkozó, indokolatlanul szélsőséges álláspontjára azáltal érzi magát följogosítva, hogy a rögzítőszerkek a magon kimutathatóan idéznek elő műtermékszerű elváltozást, a mit különben az én tapasztalataim is igazolnak. TELLYESNITZKY elméletének három tapasztalati kiindulópontja van. Az egyik az élő mag homogen volta, a másik a rögzítőszerkek műtermékeket előállító hatása a nyugvó magra, a harmadik pedig az *Amphibium*-petemagoknak rögzítőszerkek után is egyneműnek mutatókozó és főntebb már többször ismertetett volta. Hogy ez utóbbi jelenség mennyiben használható elméletek alapköve gyanánt, arra nézve véleményemet már fönt elmondottam. Ha pedig TELLYESNITZKY az élő nyugvó magban nem lát a nucleoluson kívül egy folyadékcsöppnél egyebet, az őt egyáltalán nem jogosítja föl egyéb módokon kimutatott szerkezetek tagadására. Teljes joggal ő csak annyit mondhat, hogy a magnak a nucleoluson kívül nincsen eleven állapotban optikai contrasttal bíró külön alkotórésze. Az optikai ellentétek hiánya azonban még nem jelent egyet a szerkezetet formáló anyag hiányával. Továbbá, ha a mikroszkopos vizsgálatok tudománya másodlagosan optikai contrasttal tud a magban bizonyos részeket

fölruházni, az még nem jelent egyet azzal, hogy ez a tudomány tisztán műtermékekről tárgyal. Nagyon helyes TELLYESNITZKY-nek az a törekvése, hogy a műtermékek könnyű keletkezésére és különösen a vizsgálati anyag belsejében lévő magvak nagyfokú műtermékszerű elváltozására élés szavakkal rámutat, azonban azt nem látom egyáltalán kellőleg megindokolva, hogy miért tekintsünk minden structurát műterméknek. TELLYESNITZKY elméletének egyik hibája ez a megalapozatlanság, a másik pedig az, hogy igen csekély terjedelmű vizsgálati anyagból indul ki úgy az oly sok szerzőtől támogatott continuitas-tan megdöntésére, valamint a maga epigenetikus elméletének fölépítésére. Az epigenesis tana ugyanis azt mondja, hogy a telophasis chromosomái a magban teljesen föloldódnak és a következő oszlásra az új chromosomák valamelyes kritályosodási folyamat útján állanak elő. Hogyan magyarázza meg azonban ez az elmélet a chromosomáknak állatfajonként jellemző számát, egyazon állatfaj chromosomáinak különböző alakját, a chromosomaszám reduktióját a gonocyta-nemzedékben, a chromosomák hosszanti párosodását és egyáltalán a párosodás tényét, a chromosomák mozgóképességét, azok egyedi különbözőségét, a párok homológiáját, az apai és anyai chromosomák fönnmaradását, a MOENKHAUS-féle hybridekben a *Fundulus*-petesejtbe került *Menidia*-chromosomák fönnmaradását, vagy a FEDERLEY-féle *Pygaera*-hybridek *curtula*-chromosomáinak két nemzedéken át való megtartódását és végül az ivari chromosomákat? Mindezekből látjuk, hogy az epigenesis tana akkor, a mikor megfogalmaztatott, a kérdéseknek a continuitas-tannal könnyen magyarázható egész tömegére nem volt tekintettel.

Más szerzők a diminutióban is egy oly jelenséget látnak, mely az egyediség tanával szintén nem férne össze. Hogy azonban valamely individuum egy részének elvesztése mily kevéssé csonkítja annak egyediségét, arra kiváló példaként említhetjük föl igen sok alsóbbrendű állat spermiumainak, tehát az állati szervezetben a legnagyobb individualitást nyilvánító sejteknek kifejlődését a spermatidákból. Ha itt csak a

Laposférgek-et vesszük tekintetbe, azt tapasztaljuk, hogy a spermatidák — vagy másodlagosan összetapadva, vagy a spermatogonium tagolódása során együtt maradva — szederforma képletet alkotnak, melynek középpontja a spermatidák összeolvadt magnélküli protoplasma része. A központi, sejtmagnélküli cytophoron-on az egyes spermatidák mint valami csapok ülnek. Magvuk mindig distalisan esik. A spermiumok pedig kifejlődésük alkalmával ennek a protoplasma-tömegnek nagy részét visszahagyják, tehát sejtestüknek látható diminutiójával fejlődnek ki. A mily kevéssé juthat valakinek eszébe az, hogy ezek a spermiumok hiányos egyediséggel vannak fölruházva: éppoly jogtalan az az állítás, hogy az *Ascaris* diminutiót szenvedő chromosomáit nem lehet többé egyedeknek tekinteni.

Különleges megtámadtatásban részesült több szerzőtől (FICK, MEVES, HÄCKER, 1907. 54-től 57. oldal) a chromosomák alakbeli különbözősége is, mint az egyediség tanának támasztéka. (Az ellenvélemények irodalmát HÄCKER 1907-ben a 43-tól 45. oldalon állítja össze.) HÄCKER a chromosomák nagyságbeli különbözetét azok növekvésének különidejűségével (heterochronia) magyarázza. A metakinesis alatt észlelhető különalakúságot pedig — melyet különösen GREGOIRE iskolája abból származtat le, hogy az orslási orsó száalai a chromosomákra, mintegy egyediségük és különbözőségük külön bélyegeként, csakis meghatározott helyen tapadhatnak — HÄCKER azokkal a kölcsönhatásokkal magyarázza, melyek egyrészt maguk a chromosomák, másrészt pedig a chromosomák és a polusok között fellépnek. Én azonban azt hiszem, elegendő jel mutat arra, hogy a chromosomák szétosztásában az orsószálaknak tulajdoníthassunk elsőrangú szerepet — ide tartozik pl. RAPEPORT-nak dolgozatom I. részében ismertetett észlelete is — és hogy ennek következtében ne ejtsük el az egyediség tanának támasztékai közül a metakinesis chromosomáinak különalakúságát, mint az orsószálak megtapadási helyének adott voltából származó jelenséget.

MEVES 1911-ben megjelent *Salamandra*-dolgozatában

nem magyarázatokkal igyekeznek erejét venni a chromosomák alak- és nagyságbeli különbözete bizonyító értékének, hanem megfigyelései alapján azt akarja bebizonyítani, hogy ez a nagyságbeli különbség oly kevéssé állandó, hogy ott törvényszerűségről beszélni egyáltalán nem lehet. MEVES-nek BOVERI ellen irányuló fejtegetései értékelése közben két kérdésre kell feleletet adnunk. Először is arra, hogy állította-e valaha BOVERI, hogy a chromosomák morphologiai különbözete pusztán egymagában, függetlenül egyéb jelenségtől, bizonyítja-e az egyediség tanát, másodszer pedig arra, hogy MEVES valójában bebizonyította-e a *Salamandra* chromosomái viszonylagos hosszának szabálytalanul változó voltát.

Mindenekelőtt különbséget kell tennünk valamely elmélet bizonyítékai, támasztékai és az elmélet magyarázó-, vagyis felölölképeségei között. A bizonyítékok kényszerítő erejűek, kizárnak minden más magyarázatot. A támasztékok gyöngébb erejű érvek, melyek az elmélet mellett szólnak, de nem kizáró értékűek; mellettük más magyarázatok is helytállhatnak. Az elmélet fölvilágosító, magyarázó ereje pedig abban van, hogy különböző jelenségeket összefüggésbe hoz és olyanokat is megértet velünk, melyek tartalmát nem teszik. BOVERI pedig a chromosomák morphologiai különbözőségét sehol sem számítja az egyediség bizonyítékai közé. Ő erről a jelenségről először 1892-ben (409. oldal) tesz említést és akkor azt mondja, hogy a chromosomák különböző hossza azok adott száma mellett csakis az egyediség föltevésével magyarázható meg, de semmi esetre sem azzal a polaritással, melyet HERTWIG O. a chromatin-szemecskéknek tulajdonít. Itt tehát BOVERI csak magyarázni kívánja a morphologiai különbséget az egyediség tanával. 1909-ben a 248. és 257. oldalon megismétli ezt a véleményét. Ugyanakkor azonban a 243. oldalon azt írja, hogy a chromosomák morphologiai különbözőségének kimutatása és a különbözőségnek a sejtnemzedékek során állandó megnyilatkozása az egyediség tanának legbecsesebb bizonyítéka, de csakis abban az esetben, ha kísérletileg egyszersmind a szóban lévő chromosomák élettani különbsége is bebizonyosodik. Magam is hangoz-

tattam már dolgozatom folyamán, hogy a chromosomák alakbeli különbözősége még az egyediséget nem igazolja, ha azonban egyúttal minőségi különbséget is bizonyítható rájuk, sőt ennek a minőségi különbségetnek — az alakkal kapcsolatosan — folytatólagos megőrzése mutatható ki, mint az a *Dendrocoelum*-ban a párosodás során sikerült, akkor ezeknek a jelenségeknek a kapcsolata az egyediség tanának nemcsak támasztéka, hanem bizonyítéka is.

Azonkívül MEVEST vizsgálataiban alkalmazott módszere sem jogosította teljesen föl annak a kijelentésére, hogy a *Salamandra*-hám mitosisaiban a chromosomák hosszkülönbségeiben nincs törvényszerűség. MEVES ugyanis nem maguknak a chromosomáknak, hanem a rajzolókészülékkel nyert vetületeiknek hosszát mérte meg. A vetület hossza pedig a chromosomák görbült lefutása és az oszlási síkból való kibillenése következtében nagyon ritkán felel meg a valódi hosszának. Dolgozatának 274. oldalán ezt illetőleg maga MEVES is a következően nyilatkozik: »Pontos megállapítások végett a chromosomákon hosszméréseket kell végezni. E közben hibák mindenestre elkerülhetetlenek. Legelőször is tekintetbe kell vennünk, hogy a chromosomák az oszlás folyamán gyakran egyenlőtlenül megrövidülnek, úgy, hogy egyenlő térfogatú chromosomák esetleg különböző vastagok és ennek megfelelően különböző hosszúak lehetnek. Továbbá semmiestre sem fekszik minden chromosoma a monastroid stadiumban (»Mutterstern«) pontosan az oszlási síkban, ezt általában csak a chromosomák áthajlatai cselekszik, a száruk azonban a legtöbb esetben kilépnek az oszlási síkból. Ehhez járul még az, hogy a chromosomák gyakran nem egyenesre nyúltak, hanem erősebb vagy gyöngébb görbülettel futnak le. A rajzban az ilyen chromosomák távlatilag rövidek. Ennélfogva az ábrákon keresztülvitt mérések mindig csak többé-kevésbé közelítő értéket szolgáltatnak.«

Sajnos, MEVES ábrái nincsenek plastikusan rajzolva. Azok a chromosomákat csak körvonalaikban tüntetik fel. S így nem támaszkodhatunk eléggé az ő ábráira, hogy kellőleg igazollhassuk mérési adatainak sok tekintetben oly hibás voltát, mely még a chromosomáknak ezeken a méréseken ala-

puló sorrendje föltétlen kiigazítását is megköveteli. Mégis sok chromosomára akadhatunk MEVES rajzai között, a melyek alapján én — a ki a *Dendrocoelum* chromosomáinak mérése, restructiója közben elegendő tapasztalatot szereztem arra nézve, hogy egy projectiv kép és az eredeti fonalhossz között mekkora különbségek lehetségesek — kétségemet fejezhetem ki a fölött, hogy az ily módon keresztülvitt mérések tudományos vizsgálódásokhoz alapul, sőt támadó fegyverekül használhatók volnának. Ha pl. összehasonlítjuk MEVES 14. ábrájának (XII. tábla) kicsiny átvonalozott chromosomáit a 15. ábra 25-tel jelzett hasonló alakú chromosomájával, továbbá jelen dolgozatom 4. ábrájának (I. tábla) IV. 1. jelzésű képletével, illetőleg ennek az A szövegközi ábrában látható restructiójával, mindjárt belátjuk, hogy a vetületi képen nem lehet hosszúságméréseket végezni.

Tegyük föl, hogy MONTGOMERY és SUTTON értelmében páronként egyenlő hosszú chromosomák a *Salamandrá*-ban is előfordulnak. Akkor pl., hogy csak egyes eseteket említsek, a 18. ábra XIII. és XIV. chromosomásának egyenlő hosszúnak kellene lenni, MEVES szerint (28. oldal) azonban ezek 46, illetve 51 hosszegységet mutatnak. Ha azonban ebben az ábrában a 46-os, illetve 51-es számú chromosomákat összehasonlítjuk, mindjárt kitűnik, hogy a 46-ost csaknem az 51-es hossz illeti meg. Éppígy áll a dolog a 17. ábrában az 51-es és 60-as számú chromosomákkal, melyek a sorrendben XVII., illetve XVIII-nak vannak feltüntetve. Az 51-es chromosoma mindkét végén fölfelé irányított görbülés van jelezve, melyet a hodometer egyáltalán nem mutathatott ki. Különben pedig ez a 17. ábra a görbülések miatt elkerülhetetlen hibák igen gazdag forrása. Itt a 24 chromosoma közül csakis a következő tizenegyről szerezhetünk a rajz alapján közelítő értékeket: 25.25, 25, 29, 31, 39, 42, 49, 64, 68, de ezekről is csak abban az esetben, ha az optikai tengely irányába s így merőlegesen a rajz síkjára egyik sem mutatott görbületet, melyet a vetületi kép nem árulhat el nekünk.

Bármennyire hibásak is MEVES hosszmeretei, azok még így se tudják a chromosomák hosszának bizonyos mértékű állandóságát teljes mértékben lerontani. MEVES-nek

ugyanis mégis meg kellett nyolc igen rövid chromosomát a többiektől különböztetnie.

De ha a valóságos chromosoma-hosszak tényleg arról is tennének tanuságot, hogy a *Salamandra*-ban nincs e tekintetben törvényszerűség, még akkor sem omlanék az egyediség tanának egyetlen bizonyítéka sem össze. Az elmélet csak megérteti velünk azt, hogy a hosszkülönbségek nemzedékről-nemzedékre törvényszerűleg ismétlődnek, — mint a hogy az úgy az állat- mint a növényországban nagy elterjedéssel így is van — azonban nem követeli meg annak föltétlen bekövetkezését. Az egyediség fogalma a biológiában sehol sem függ az alak állandóságától, ha azonban ez mégis állandó kísérelül szegődik hozzá, s ha az állandó alakok élettanilag különböző, de e tekintetben is constans egységeket képviselnek (pl. ivari chromosomák), akkor az egyediség annál kifejezettebb, megörögzöttebb és az alak állandósága is az egyediség egyik bizonyítékává emelkedik.

HÄCKER szerint a chromosomák hosszának különbözősége mellett azok páronként egyenlő hosszából sem lehet teljes joggal arra következtetni, hogy a párokban apai és anyai chromosomák találkoznak, és így arra sem, hogy a különböző hosszú vagyis a nem párosodó chromosomák lényegileg különbözők volnának, mert a heterochronos fejlődésnek ebben is szerepe lehet. Ezzel szemben rá kell mutatnom egyrészt az én 57. ábrámra (IV. tábla), a hol HÄCKER szerint két különidejűleg fejlődő chromosomát kellene a nem párosodókban látni. Ezeknek azonban lehetett volna módjukban az eusyndesis hosszú szakasza alatt egymást a fejlődésben utólni, hiszen rendes körülmények között a többi chromosomáknak a párosodáshoz való előkészülethez igen rövid idő van rendelkezésre. Azt ugyanis, úgy hiszem, HÄCKER is föltételezi, hogy minden chromosoma az összetapadásnak adott pillanatában a fejlettségnek és így az érettségnek adott pontjára jutott el, egy éppen olyan adott állapotba, mint a minőben minden chromosoma eljut a rendes oszlások alatt, a kettéhasadása pillanatában. Ha pedig két chromosomát a párosodás keresztülvitelének rendes rövid szakasza alatt csak a heterochronos fejlődés akadályoz meg az össze-

tapadásban, ez az akadály elmúlik, mihelyt módja van az egyiknek oda eljutni, a hova a másik már fejlődésében, annak gyorsabb menete miatt elkerült. Így pl. LENHOSSÉK (257. oldal) a *Patkány* spermatocytaiban a mag gyűrűszerű chromosomatetrasait a fejlődés folyamatán az összehúzódnás igen különböző fokán találta, e képletek azonban egy adott időpontra, nevezetesen az érési oszlás megindulásáig mégis mind egyenlő állapotba kerültek. De ha a *Dendrocoelum*-ban ez az 57. ábrabeli két chromosoma az idők folyamán se lett egyenlő, annak bizonyára nem a különidejű fejlődés, hanem egyéb az oka: nevezetesen a nagy hosszkülönbség, a chromiolumok nagyobb száma és mindenek fölött a két chromosoma egyedileg más volta. Azonkívül a párosodott chromosomáknak is, ha azok hosszkülönbsége csakis a fejlődés nem egyidejűségének a következménye, akkor, a mikor teljes kialakulásukhoz annyi idő van rendelkezésre, mint jelen esetben az eusyndesis alatt, végezetül mindnyájan egyenlő hosszúaknak kellene lenniök. Azonban ez sem következik be, hanem az egyes párok között szemmértékre szüntelen az a körülbelüli hosszkülönbség észlelhető, melyet a párosodás előtt megállapítottam. És eltekintve ettől, hogyan követeljük meg a heterochronos fejlődéstől, hogy a mellett kettenként és csakis kettenként mégis egyenlő hosszúak legyenek a chromosomák. De ha mindez a különidejű fejlődés mellett mégis bekövetkezik s ha ezenkívül a párok állandó hosszkülönbségének is a fejlődésbeli késedelem volna az oka, ez is a chromosomák lényegbeli különbözősége mellett bizonyítana, mert akkor a fejlődés késedelmének állandóságát nem érthetnők meg a chromosomák egyenlősége mellett. Ha pedig a chromosomák állandó nagyságbeli különbségét az állandó fejlődéskésedelemmel helyettesítjük, akkor a morphologiai helyett egy physiologiai bizonyítékot állítunk be, a mi csak nyereség a chromosomák minőségi különbözete tanára nézve.

MEVES szerint az érési oszlások is legnagyobb ellentétben vannak az egyediség tanával, mert a párhuzamos conjugatio, mely addig az egyediség kérdését a chromosomák számának látszólagos felére apasztásával fényesen összeegyeztet

tette, GOLDSCHMIDT (1906), MEVES (1907, 1908), FICK (1907, 1908), DUESBERG (1908), HACKER (1909) ellenvetései után nem tekinthető létezőnek. MEVES állítására jelen dolgozatom megadja a kellő választ. Egyébként a fentemlített bűvárok közül GOLDSCHMIDT-ről személyes érintkezés alapján tudom, hogy nézete 1906 óta e tekintetben alaposan megváltozott, a mihez különösen készítményeim áttanulmányozása sokban hozzájárult.

Tehát ugyanazzal a határozottsággal, mellyel MEVES 1911-ben (209. oldal) állította, hogy vizsgálódásainak eredményei szerint a BOVERI által az egyediség tanának javára föllállított bizonyítékok közül egyetlen egy sem állja meg a helyét, állíthatjuk ma mi is, hogy azok közül MEVES vizsgálatai és kritikája alapján egy se dőlt meg, sőt azok kutatásaim útján új erősséget nyertek.

Eredmények összefoglalása.

1. A *Dendrocoelum* ovogoniumaiban a hossz méretek alapján egy kétsoros chromosoma-fölszerelés (garnitura) mutatható ki, a mely páronként egyenlő hosszú chromosomákból áll. A leghosszabbak a legrövidebbeket méreteikben kétszeresen múlják fölül.
2. Az ovocyták magva a rendes, tizennégyes számban együtt lévő chromosomákból épül föl. Ezek a maggerendázatban való átmenetelük előtt a hosszukban való meghasadásnak és így a kétértékűségnek semmi nyomát sem mutatják.
3. A nyugvó mag chromatin-szemcséit chromatin-szálak kapcsolják össze finom gerendázattá.
4. Ha az ovocyták körülbelül az anya-ovogoniumok nagyságát érték, magjukban gomolyag alakul ki, mely kezdetől fogva elkülönült chromatin-fonalakból áll. A fonalak a legnagyobb valószínűség szerint a chromosomák rendes (diploid) számának megfelelően jelentkeznek. A magtérben szabálytalanul haladnak és így rajtuk a RABL-féle irányítottságnak semmi nyomára nem akadunk. Hosszukkal az ovogonialis gomolyagfonalakat többszörösen fölülmulják. Most sem mutatkoznak hosszirányban meghasadtaknak.
5. Ebből a szabálytalan alakú gomolyagból a chromosomák irányítódása útján egy szalagcsokorszerű állapot alakul ki, melynek létrehozásában a *Dendrocoelum*-ban is a centrosomának vagy a cytocentrumnak jut főszerep, miként arra BUCHNER már

rámutatott. Az irányulás folyamata a *Dendrocoelum*-ban lépésről-lépésre követhető.

6. Megállapítottam, hogy a fonal-chromosomák a vékonyfonalú szalagcsokorban is a rendes tizennégyes számban vannak együtt. Ezek most a chromiolumok miatt szabályos szemcsézetet mutatnak. Hosszúságuk körülbelül négyszer akkora, mint az ovogoniumok chromosomáinak. Megállapítható volt ebben a stádiumban is a kettős chromosoma-garnitúra léte, szintúgy a páronként egyenlő hosszúság és a párok viszonylagos hosszúságának az ovogoniumokban tapasztaltakkal csaknem azonos volta. Az egyenlő hosszú, vagyis homolog chromosomák nem állanak egymás mellett.
7. A chromosomák szalagcsokorszerű elhelyezkedése a párosodást a következőképpen segíti elő: 1. A párosodó chromosoma végek egy szűk mezőn egymás mellé terelődnek. 2. Így a chromosoma-szárok már maguktól többé-kevésbé párhuzamosak lesznek. 3. Az egy irányban néző chromosomák között mozgásra alkalmas szabad utak keletkeznek. A szalagcsokor-helyzet azonban a chromosomáknak a gomolyag-állapotban keletkezett összecsavarodásait stb. nem tünteti el, abból csakis a chromosomák mozgóképessége segíti ki a párosodó feleket.
8. A chromosomák párosodása a következő jelenségekben nyilatkozik meg: 1. Az egymástól elkülönülten álló felek egymást kölcsönösen fölkeresik, a mi csakis a párosodási ösztön föllépésével magyarázható. 2. A párosodás a végektől fokozatosan a közép felé tart, miközben a felek chromiolumai mint párok pontosan szembekerülnek egymással. 3. Az összetapadt felek egymásra lapulnak és megrövidülnek. 4. A felek részeiknek kölcsönös kicserélése útján újra szervezkednek.
9. Különböző módokon bizonyosodott a chromosomák mozgó- és helyváltoztató-képessége és állományuknak ahhoz szükséges consistentiája.
10. A mindkét végüktől a közép felé haladóan párosodó felek szabad részüktől alkotott gyűrű vagy hasadékszerű középrészükbe néha idegen fonal-chromosomákat vagy párokat zárnak be, minek következtében a párosodás egy ideig fönnakad. Mivel azonban a kettős fonalú csokorban a chromosomákat mindig teljesen párosodott állapotukban találtam, ebből bizonyos, hogy az összetapadó párok még az ilyen helyzetekből is kiszabadítják magukat mozgóképességük útján.
11. Mivel a csak alig összetapadt párok szabad szárai mindig egyenlő hosszúak, mivel továbbá a felek egyenlő számú chromiolumokkal vannak ellátva és azonkívül egyenlő vastagok is: bizonyítotttnak kell tekintenünk, hogy csakis az egyenlő hosszú fonal-chromosomák párosodnak össze. Ezáltal azonban

- a *Dendrocoelum*-ra nézve is bebizonyosodott MONTGOMERY-nek ama föltevése, hogy minden párban egy apai és egy anyai chromosoma tapad össze.
12. SUTTON ama föltevésének helyessége is bebizonyítható volt a *Dendrocoelum*-ot illetőleg, hogy a kettőnként egyenlő hosszú chromosomák homologok, vagyis qualitative egyenlők, de a különböző hosszú chromosomák qualitative különbözők. Ugyanis az ovogoniumok többsarkú oszlásában BOVERI *Tengeri Sünök*-ön tett tapasztalatának megfelelően a chromosomák egyenlőtlenül osztódnak el, a minnek következtében az egyenlő hosszú chromosomák elválasztódván különböző magokba és így egyazon magba rendes párjukat veszítve, különböző hosszúak jöttek össze. Ezek nem párosodtak, hanem megmaradtak univalens chromosomáknak.
 13. A párosodásból azt is kikövetkeztettük, hogy a chromosomák Roux megfontolásainak megfelelően lényegileg különböző részekből, különböző átörökítő materialis tényezőkből vannak fölépítve. Ezt a *Dendrocoelum*-ban a következő három tapasztalat bizonyította be: 1. Az univalens fonal-chromosomákban egyes chromiolumok a többiektől méreteik alapján különböznek. 2. Ezeknek a fonalakban megállapított helyük van, mert a párosodás közben egymással szembekerülnek. 3. Mivel pedig a fonalpárokból ezek a morphologiailag jól megkülönböztethető chromiolum-párok asymmetrikusan fekszenek, világos, hogy a chromosomák hosszuk szerint heteropolaris képletek.
 14. A tapasztalatoknak ez a csoportja: két-két chromosomának qualitative azonos volta, a párok essentialis különbözése és a chromosomák megszabott fölépülése vaskövetkezetességgel bizonyítja a chromosomák individualitását. Úgyszintén a párosodás alatt észlelt mozgóképességük, valamint az abból kikövetkeztetett párosodási ösztönük is világosan szól a mellett, hogy bennük az önkormányzattal bíró egyediség elég magas fokán álló elemeket kell fölismernünk.
 15. Mint minden párosodó sejt vagy *Véglény*, úgy a chromosomák is párosodásukkal kapcsolatos újraszervezkedésük közben új egyediséget nyernek, minek következtében az utódokra nem azokat a képességeket örökítik át, melyeket az elődből áthoztak volt.
 16. A kettősfonalú szalagcsokor-stadiumban a párok felei között a párosodás síkja mindig kimutatható (a számbeli reductio tehát csak látszólagos), és az később (a párosodásra következő oszlásnál) az egymástól elkülönülő elemek elválási síkjává lesz. Tehát az első érési oszlás reductió oszlás.
 17. Az *eusyndesis* stadiumában a párokon belül az egyes chromosomákon egy a párosodási síkra merőlegesen álló elválási sík

lép föl. Ez azt bizonyítja, hogy a párosodás előtt már kinőtt, tehát oszlásra megérett egész chromosomák úgy tapadnak össze, hogy egyúttal a bennük rejtőző két leány-chromosoma is párosodáshoz jusson. Ha ugyanis a chromosoma-felek másodlagos meghasadási síkja a párosodási síkkal párhuzamos volna, akkor csak a belső leány-chromosomák volnának egymással érintkezésben és részesülhetnének a párosodás előnyös következményeiben. Az egyes chromosomák meghasadási síkja sohse oly éles, mint a párosodásé, később el is tűnik teljesen. — A párosodott állapot hosszú tartamából arra kell következtetnünk, hogy azalatt a felek között submikroszkopikus változások is mennek végbe. Az *eusyndesist* különben láthatólag a párok méreteinek változása jellemzi csak.

18. A szalagcsokor irányítottságának fölbomlásával kapcsolatban a kettős fonalak párosodási síkjukban helyenként meghasadnak, schistonemákká alakulnak át és a mag a *chalasthosyndesis* (diakinesis HÄCKER) stadiumába kerül.
19. Mivel az irányítottság fölbomlásával kapcsolatban a centrosoma az ovocytákban is épp úgy megoszlik, mint a spermatocytákban, teljessé válik e kétféle szaporító sejt fejlődése között az analogia. A petesejt óriássá való növekvése (a *Dendrocoelum*-ban legalább) az oszlás megindítása után — annak természetesen elfojtása útján — következik be.
20. A nucleolusoknak az ovogenesis alatt passiv szerepük van. A fiatal ovocytákban a chromosomák végén különödnék ki. Gyakran már a szalagcsokor-helyzet létrejötte előtt összeolvadnak, leginkább azonban ennek kialakulása közben. Ennek az összeolvadásnak a megítélésében nem tartok együtt KEMNITZ-cel, a ki abban is pseudoreductiót lát. — A nucleolusnak vagy a nucleolusoknak részvétele a szalagcsokor irányozódásában szintén passiv jelenség, mert azokat az iránymezőre a rájuk tapadó chromosoma-vég vonszolja el. A nucleolus az érési oszlások alkalmával a protoplasmába kerül.

Irodalomjegyzék.

- APÁTHY István, 1892. Állattani előadások, bevezetésül az élettudományba. Kolozsvár, 128. oldal.
1908. A rögzíthetőség és a fősthetőség különbözősége, mint az élettani állapot változásainak jele az idegrendszerben. Akadémiai Értesítő. XIX. köt. 8—9. füz. 401—411. l.
1912. a) Neuere Beiträge zur Schneidetechnik. Zeitsch. f. wiss. Mikr. u. f. mikr. Techn. Bd. XXIX. p. 449—515.

1912. b) Általános fejlődéstan és szövettan. Kolozsvár, 293 oldal.
Jegyezte Boga Lajos.
1912. c) A fejlődés törvényei és a társadalom. Budapest, 277 oldal.
- v. BAEHR W. B. 1909. Die Ovogenese bei einigen viviparen Aphidien und die Spermatogenese von *Aphis saliceti*, mit besonderer Berücksichtigung der Chromatinverhältnisse. Arch. f. Zellforschung. Bd. III. p. 269—333. Taf. XII—XV.
- BALTZER F. 1909. a) Die Chromosomen von *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus*. Arch. f. Zellf. Bd. III p. 549—632. 25. Textfig. Taf. XXXVII—XXXVIII.
1909. b) Über die Entwicklung der Echiniden-Bastarde mit besonderer Berücksichtigung der Chromatinverhältnisse. Zool. Anz. Bd. XXXV. p. 5—15. 3. Fig.
1910. Über die Beziehung zwischen dem Chromatin und der Entwicklung bei Echinodermenbastarden. Arch. f. Zellf. Bd. V. p. 497—621. 19 Textfig. Taf. XXV—XXIX.
- BONNEVIE K. 1906. Untersuchungen über Keimzellen. I. Beobachtungen an den Keimzellen von *Enteroxenos Östergreni*. Jen. Zeitschr. Bd. 41.
1908. Chromosomenstudien. I. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 450—514. 2 Textfig. Taf. XI—XV.
1909. Chromosomenstudien. II. Arch. f. Zellf. Bd. II. p. 201—278. 23 Textfig. Taf. XIII—XIX.
- BOVERI Th. 1888. Zellenstudien II. Die Befruchtung und Teilung des Eies von *Ascaris megalocephala*. Jena. 198 p. 5 Taf.
1890. Zellenstudien. III. Über das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung. Jena, 88 p. 3 Taf.
1891. Befruchtung. Anat. Hefte. II. Abt. »Ergebnisse«. p. 386—485. 15 Textfig.
1900. Zellenstudien. IV. Über die Natur der Centrosomen. Jena.
1902. Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkernes. Verh. d. Phys.-Med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. XXXV. p. 67—90.
1904. Ergebnisse über die Constitution der chromatischen Substanz des Kernes. Jena.
1907. Zellenstudien. VI. Die Entwicklung dispermer Seeigeltier-Eier. Ein Beitrag zur Befruchtungslehre und zur Theorie des Kernes. Jena. 292 p. 73 Textfig. 10 Taf.
1909. Die Blastomerenkerne von *Ascaris megalocephala* und die Theorie der Chromosomenindividualität. Arch. f. Zellf. Bd. III. p. 181—268. 7 Textfig. Taf. VII—XI.
- BRAUER A. 1892. Über das Ei von *Branchipus Grubii* v. Dyb von der Bildung bis zur Ablage. Anhang zu den Abhandl. d. kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin.

- BUCHNER P. 1909. Das accessorische Chromosom in Spermatogenese und Orogenese der Orthopteren, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Reduktion. Arch. f. Zellf. Bd. III. 1909. p. 335—430. 5 Textfig. Taf. XVI—XXI.
- EISEN G. 1900. The Spermatogenesis of Batrachoseps. Journ. of Morph. Vol. XVII.
- FEDERLEY H. 1913. Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta*, *curtula* und *pigra* sowie einiger ihrer Bastarde. Ein Beitrag zur Frage der konstanten intermediären Artbastarde und der Spermatogenese der Lepidopteren. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungsl. Bd. IX. p. 1—110. 5 Textfig. Taf. I—IV.
- FICK R. 1893. Über die Reifung und Befruchtung des Axolotl-Eis. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVI. p. 529—614. Taf. XXVII—XXX.
1905. Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduktion und Vererbung. Arch. f. Anat. und Entw.-Mech. Anat. Abt. Supl. p. 179—228.
1906. Vererbungsfragen, Reduktions- und Chromosomenhypothesen; Bastardregeln. Anat. Hefte. II. Abt. Erg. d. Anat. u. Entwickl. Bd. XVI. p. 1—140.
1908. Zur Conjugation der Chromosomen. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 604—611.
1909. Bemerkungen zu Boveri's Aufsatz über die Blastomerenkerne von *Ascaris* und die Theorie der Chromosomen. Arch. f. Zellf. Bd. III. p. 521—523.
- FRIES W. 1910. Die Entwicklung der Chromosomen im Ei von *Branchipus Grub.* und der parthenogenetischen Generationen von *Artemia salina*. Arch. f. Zellf. Bd. IV. 1910. p. 44—80. Taf. III—V.
- GELEI J. 1913. a) Über die Orogenese von *Dendrocoelum lacteum*. Arch. f. Zellf. Bd. XI. p. 51—150. Taf. IV—V.
1913. b) Bau, Teilung und Infektionsverhältnisse von *Trypanoplasma dendrocoeli* Fantham et Porter.¹⁾ Arch. f. Protistenkunde. Bd. XXXII. p. 171—204. 1 Textfig. Taf. VII.
- GOLDSCHMIDT R. 1905. Eireifung, Befruchtung und Embryonalentwicklung des *Zoogonus mirus* Lss. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. XXI. p. 606—654. 1 Textfig. Taf. XXXVI—XXXVIII.
1908. a) Über das Verhalten des Chromatins bei der Eireifung und Befruchtung des *Dicrocoelium lanceolatum* Stil. et Hass. (*Distomum lanceolatum*.) Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 232—244. Taf. VII.

¹⁾ Az eredeti dolgozatban PORTER neve tévedésből kimaradt.

1908. b) Ist eine parallele Chromosomenkonjugation bewiesen?
Antwort an Herrn und Frau A. und K. E. Schreiner. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 620—622.
1909. Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen des Zoogonus mirus Lss. und der Primärtypus der Reduktion. Arch. f. Zellf. Bd. II. p. 348—370. 6 Textfig. Taf. XXIV—XXV.
- GREGOIRE V. 1905. Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes. I. Mém. La Cellule. Tome XXII. p. 221—376. 147 fig.
1906. La structure de l'élément chromosomique au repos et en division dans les cellules végétales. (Racines d'*Allium*). La Cellule. Tome XXIII. p. 311—355. 3 fig. Pl. I—II.
1910. L'unité essentielle du processus mitotique. Second Mémoire. La Cellule. Tome XXVI. p. 223—422. 145 fig.
- HÄCKER V. 1902. Über das Schicksal der älterlichen und grossälterlichen Kernanteile. Morphologische Beiträge zum Ausbau der Vererbungslehre. Jen. Zeitschr. f. Nat.-Wiss. Bd. XXXVII. p. 296—400. 16 Textfig. Taf. XVII—XX.
1907. Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Erg. u. Zeitschr. d. Zool. Bd. I. 1909. p. 1—121. 43 Textfig.
1910. Ergebnisse und Ausblicke in der Keimzellenforschung. Zeitschr. f. ind. Abst. und Vererbgs. Bd. III. p. 181—200.
- HEIDENHAIM M. 1896. Über einen gefensterten Objektträger aus Aluminium zur Beobachtung des Objekts von beiden Seiten her. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. u. f. mikr. Technik. Bd. XIII. p. 166—172.
1907. Plasma und Zelle. Jena.
- HENKING H. 1891. Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. II. Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei *Pyrrhocoris apterus* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LI. p. 685—737. 1 Textfig. Taf. XXXV—XXXVII.
- HERTWIG O. 1890. Vergleich der Ei und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für zelluläre Streitfragen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVI. p. 51—138. Taf. I—IV.
1909. Allgemeine Biologie. III. Aufl. Jena.
- JANSENS F. A. 1901. La Spermatogénèse chez les Tritons. La Cellule. Tome XIX. p. 7—116. Pl. I—III.
1905. Evolution des Auxocytes mâles du *Batrachoseps attenuatus*. La Cellule. Tome XXII. p. 377—428. Pl. I—VII.
- V. KEMNITZ G. A. 1913. Eibildung, Eireifung, Samenreifung und Befruchtung von *Brachycoelium salamandrae* (*Brachycoelium crassicolle* Rud.) Arch. f. Zellf. Bd. X. p. 470—506. Taf. XXXIX.

- KÜHN A. 1908. Die Entwicklung der Keimzellen in den parthenogenetischen Generationen der Cladoceren *Daphnia pulex* De Geer und *Polyphemus pediculus* De Geer. Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 538—586. 6 Textfig. Taf. XVIII—XXI.
- V. LENHOSSEK M. 1898. Untersuchungen über Spermatogenese. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsmech. Bd. LI. p. 215—318. 1 Textfig. Taf. XII—XIV.
- LUNDEGÅRDH H. 1910. Über Kernteilungen in den Wurzelspitzen von *Allium Cepa* und *Vicia Faba*. Separatabdr. Svensk. Bot. Tidskrift. Bd. IV.
1912. Das Karyotin im Ruhekern und sein Verhalten bei der Bildung und Auflösung der Chromosomen. Arch. f. Zellf. Bd. IX. p. 205—330. 9 Textfig. Taf. XVII—XIX.
1914. Zur Kenntnis der heterotypischen Kernteilung. Arch. f. Zellf. Bd. XIII. p. 145—157. Taf. IV.
- MEVES FR. 1907. Die Spermatocyteinteilungen bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 70. p. 414—491. 5 Textfig. Taf. XXII—XXVI.
1908. Es giebt keine parallele Konjugation der Chromosomen! Antwort an Herrn und Frau Schreiner auf ihren Artikel »Giebt es eine parallele Konjugation der Chromosomen?« Arch. f. Zellf. Bd. I. p. 612—619.
1911. Chromosomenlängen bei *Salamandra*, nebst Bemerkungen zur Individualitätstheorie der Chromosomen. Arch. f. mikr. Anat. Abt. II. für Zeugungs. u. Vererbgs. Bd. LXXVII. p. 273—300. Taf. XI—XII.
- MONTGOMERY TH. H. jr. 1901. a) The spermatogenesis of *Peripathus* (*Peripatopsis*) *balfouri* up to the formation of the spermatid. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontg. Bd. XIV. p. 277—368. Pl. XIX—XXXIX.
1901. b) A study of the chromosomes of the germ cells of Metazoa. Transact. of Americ. Phil. Soc. Vol. XX. N. S. Pt. 2. p. 154—236. Pl. IV—VIII.
1903. The heterotypic maturation mitosis in Amphibia and its general significance. Biol. Bull. Vol. IV.
1904. The maturation phenomena of the germ cells. Biol. Bull. Vol. VI.
- MOENKHAUS W. I. 1904. The development of the hybrids between *Fundulus heteroclitus* and *Menidia notata* with especial reference to the behavior of the maternal and paternal Chromatin. Amer. I. Anat. Vol. III. p. 29—66. 4. Pl.
- ŇEMEC B. 1910. Die Problemen der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen. Berlin, 1910. 532. p. 119 Textfig. 5 Taf.

- RABL C. 1885. Über Zellteilung. Morphol. Jahrb. Bd. X. p. 214—330. 5 Textfig. Taf. VII—XIII.
- ROSEN F. 1913. Über die Entwicklung von *Echimarter sepositus*. Anat. Anz. Bd. XLIV. p. 384—383. 4. Textfig.
- ROSENBERG O. 1904. Über die Tetradenteilung eines *Drosera-Bastardes*. Ber. d. d. Bot. Ges. Bd. XXII. p. 47—53.
- RÜCKERT J. 1892. Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern. Anat. Anz. Bd. VII. p. 107—160. 6 Textfig.
1894. Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. Anat. Hefte. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. III. p. 517—583. 7 Textfig.
1894. Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte, I. Abt. XII. Heft. p. 263—350. Taf. XXI—XXV.
1895. Über das Selbständigbleiben der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der ersten Entwicklung des befruchteten Cyklopses. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV. p. 339—396. Taf. XXI—XXII.
- SCHLEIP W. 1909. Vergleichende Untersuchung der Eireifung bei parthenogenetisch und bei geschlechtlich sich fortpflanzenden Ostracoden. Arch. f. Zellf. Bd. II. p. 310—431. Taf. XXX—XXXIII.
- SCHOENFELD H. 1901. La Spermatogénèse chez le taureau et chez les mammifères en général. Arch. de Biol. Tome XVIII.
- SCHREINER A. und K. E. 1904. Die Reifungsteilungen bei den Wirbeltieren. Ein Beitrag zur Frage nach der Chromatinreduktion. Anat. Anz. Bd. XXIV. p. 561—578. 24 Textfig.
1905. Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa* L. Arch. de Biol. Tome XXI. p. 183—314. Taf. V—XII.
1906. a) Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. I. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Tomopteris onisciformis* Eschscholtz. Arch. de Biol. Tome XXII. p. 1—69. 2 Textfig. Taf. I—III.
1906. b) Neue Studien u. s. w. II. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa* (Laur), *Spinax niger* (Bonap.) und *Myxine glutinosa* (L.). Arch. de Biol. Tome XXII. p. 419—492. 1 Textfig. Taf. XXIII—XXIV.
1906. c) Neue Studien u. s. w. III. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Ophryotrocha puerilis* Clprd.-Mecz. Anat. Anz. Bd. XXIX. p. 465—479. 17 Textfig.
1907. Neue Studien u. s. w. IV. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Enteroksenos. östergeni* Bonn. Skrift. Videns. Christiania. Bd. I. 25 p. 6 Taf.
1908. a) Neue Studien u. s. w. Die Reifung der Geschlechtszellen

- von Zoogenus mirus Lss. Skrift. Vidensk. Christiania. 1908. N° 8. 24 p. 4 Taf.
1908. b) Giebt es eine parallele Konjugation der Chromosomen? Erwiderung an die Herren FICK, GOLDSCHMIDT und MEVES. Skrift. Vidensk. Christiania. N° 4. 31. p. Taf. I—III.
- SUTTON O. W. S. 1902. On the morphology of the chromosome group in *Brachystola magna*. Biol. Bull. Vol. IV.
1903. The chromosomes in heredity. Biol. Bull. Vol. IV.
- V. TELLYESNITZKY K. 1907. Die Entstehung der Chromosomen. Evolution oder Epigenese? Berlin—Wien, 47. p. 22 Textfig.
- VEJDOVSKY F. 1905. Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Königl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 103 p. Textfig. I—V. Taf. IX.
1907. Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Königl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 103 p. 9 Taf. 5. Textfig.
1912. Zum Problem der Vererbungsträger. Königl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 184 p. 16 Textfig. 12 Taf.
- WASSERMANN F. 1913. Die Ovogenese des *Zoogonus mirus* Lss. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXXXIII. II. Abt. p. 1—140. 43 Textfig. Taf. I—IV.
- WEISMANN A. 1887. Über die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung. Jena. 75 p. 3 Textfig.
- WILSON E. B. 1912. Studies on Chromosomes. VIII. Observations on the Maturation-Phenomena in Certain Hemiptera and Other Forms, with Considerations on Synapsis and Reduction. Journ. of Exper. Zool. Vol. XIII. p. 345—431. 9 Pl.
- V. WINIWARTER H. 1901. Recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammifères. Arch. de Biol. Tome XVII.
- V. WINIWARTER et SAINMONT. 1909. Nouvelles recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammifères. (Chat.) Chap. IV. Arch. de Biol. Tome XXIV.

Ábramagyarázat.

Az ábrák elkészítésekor arra törekedtem, hogy a rajzoló-készülékkel a nagyítóban levő képet oly pontosan másoljam le, mint a fényképezőgép; így rajzaim az olvasóra nézve a készítményeket helyettesíthetik. Ha a készítményben a fonal-chromosomák adott helyzete a kép áttekinthetőségét lehetetlenné tette, akkor az illető ábrát melléje állított vázlatos részletképpel teszem megérthetővé. A 10., 12., 14., 15.,

16. ábrák csak annyit tüntetnek föl, ami egy optikai síkban látható: a többiek azonban a sejtet vagy annak egy részletét a készítmény egész vastagságából mutatják be. Csekély kivétellel az ábrák pamatolt készítmények föl nem metszett sejtjeit tüntetik föl. A hol a képet metszetből rajzoltam le, azt külön megjegyzem. Ha az egyes ábrákra vonatkozó magyarázatok között a kikészítésre vonatkozó eljárás nincs megemlítve, akkor a készítményt következőkép állítottam elő: a frissen pamatolt készítményt 10-től 30 másodperczig nedves osmiumtetraoxyddal gőzöltem, azután sublimatnak tömény vizes oldatával 10-től 60 perczig tovább rögzítettem és végül GIEMSA — szerint festettem.

A rajzokat leggyakrabban 2933-szoros nagyítással készítettem. A vizsgálatokhoz túlnyomólag egy nagy ZEISS-féle mikroszkópot és ZEISS-féle rajzolókészüléket használtam. Csak a három utolsó ábrát készítettem egy APÁTHY-typusú REICHERT-féle mikroszkóppal és ABBE-APÁTHY-féle rajzólkészülékkel. A vizsgálatához teljes nyílásszögű fénysugárkúpot használtam megvilágításra, miközben a világítókészülék és a tárgylemez közé optikai cerdrus-olajat iktattam.

Az egyes ábrák magyarázatának végére jegyzett nagyítást a következő körülmények között értem el:

Nagyítás	Tárgylencserendszer gyújtótávola	Compensatiós szem- lencserend- szer nagyí- tása	Nagyító cső hossza	A rajzólkész- ülék távolsága a szemlencse- r. pupillájától mm-ekben
2933 ×	{ 1'5 mm h. immers. (Zeiss) N. A. 1'30 1'12 h. immers. (Zeiss) N. A. 1'30	{ 12 (Zeiss) 18 (Zeiss)	{ betolva (Zeiss) 169 mm	{ 325 325
2400 ×	1'5 mm h. immers. (Zeiss)	8 (Zeiss)	betolva (Zeiss)	231
2200 ×	2 mm h. immers. (Zeiss) N. A. 1'40	12 (Zeiss)	betolva (Zeiss)	325

I. TÁBLA.

1. A chromosomák képződése az utolsó ovogonialis oszlás előtt. Erős, FLEMMING-féle folyadék (3 csepp jégezettet). Vastimsó-haematoxylinos festés. — 2933 ×.
2. Az utolsó ovogonialis oszlás korai prophasisa, gomolyag-állapot rövid, különálló fonalakkal. Összehasonlítandó a 19. ábrával, mely egy fiatal ovocytát hasonló állapotban mutat be. Rögzítés és festés az 1. ábra szerint. — 2933 ×.

3. Egy a 2. ábra állapotán levő sejt magjának és testének nagysága metszetben. Rögzítés és festés az 1. ábra szerint. — 2933 ×.
4. Az utolsó ovogonialis oszlás oszlási síkja. A hét párosan megismétlődő római szám a 14 chromosomából kikerülő 7 párt jelöli. Metszet fiatal állatból (10 μ). Erős FLEMMING-féle folyadék (3 csepp jégeczet), GIEMSA-festés 1%-os ammonium-molybdatos előpácczal. — 2933 ×.
5. A 4. ábrabelivel azonos kép, csak hogy két metszetből összeállítva. A chromosomákat a kés éle törte meg. Vastimsó-haematoxylin. — 2933 ×.
6. Oszlási sík chromosoma-csoportja nem szaporító sejtéből. ZENKER-féle folyadék 45 C⁰-on. Vastimsó-haematoxylin. — 2933 ×.
7. Az utolsó ovogonialis oszlás telophasisa, a lány-chromosomák egyik csoportja. GIEMSA-festés előtt keményítés 1% formalban 1 óráig. — 2933 ×.
8. Az első lépés az ovocyta magjának újraalakításában. Magtérképezés. A chromosomák föllazulása és a nyújtványképzés. Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933 ×.
9. Fiatal ovocyta magjának kialakulása. Részben föllazult és részben elágazott chromosomák. A nucleolusok megjelenése a chromosomák végén. Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933 ×.
10. Egy fiatal ovocyta magjának chromosomái előrehaladottabb állapotban, mint az előző ábrabeliek. Optikai sík képe. Ugyanabból a készítményből, honnan a 7. ábra. — 2933 ×.
11. Egy chromosoma elágazott állapotában, egy olyan magból rajzolva, mely a 9. és 10. ábrabeli között mutatott átmenetet. Ugyanabból a készítményből, melyből a 7. ábra. — 2933 ×.
12. A »chromosomák« utolsó nyomai a fiatal ovocyta-magban. A chromosomák világos *Rhizopus*-állapota. Optikai sík képe. Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933 ×.
13. A mag nyugalmi állapotának tetőpontján, vagyis a chromosomák gerendázatos állapota. Optikai sík képe (a magnak nem aequatorialis magasságából). Ugyanabból a készítményből, mint a 7. ábra. — 2933 ×.
- 14—16. A fonal-chromosomák kialakulásának sorozatos képe a nyugvó mag után. A folyamat eredményét a 19. ábra mutatja. A 14. ábra a mag aequatorialis, a többi egy érintőleges síkjának optikai képe. A 15. és 16. ábrában a mag és a sejtestest körvonalai. A 15-ben a belső kör a mag körvonalát a kép magasságában mutatja. A 7. ábrával egy készítményből. — 2933 ×.
17. Chromatin rögzzerű föltorlódása a csomópontokon, hová a chromosomák képzésekor több ág futott össze. A 16. ábrának megfelelő fejlettségű magvakból. A 7. ábrával egy helyről. — 2933 ×.

18. Egy chromosomának *Rhizopus*-állapota a kialakulás közben. Összehasonlítandó a 11. ábrával. A 16. ábra \times -el jelölt helyének folytatása. — 2933 \times .

II. TÁBLA.

19. Fiatal ovocyta-mag gomolyag-állapota. Elkülönült gomolyag-fonalak. A megtalált 20 fonalvéget + jelöli. A 7. ábrával egy készítményből. — 2933 \times .
20. A 19. ábrában láthatónál valamivel előbbre haladt gomolyag-állapot. Megtaláltam 25 fonalvéget. Ezek túlnyomólag a magtérnek az iránymező felőli oldalán helyezkednek el és pedig a maghártján. Csak a gomolyag-fonalak végső szakaszait rajzoltam be, kivéve a 23—24. számú véggel bíró fonalat, + jelöli e fonalak végét.
21. Az irányozódás első nyoma, mely a szalagcsokor-helyzetet eredményezi. Erős FLEMMING-féle folyadék. Vastimsó-haematoxylin. — 2933 \times .
- 22a. Vékonyfonalú csokor-állapot. Osmiumtetraoxyd gőze 15". Formolosmiumtetraoxyd (4 : 1) 1 óra a jégsekrényben. 1%-os ammonium-molybdat előpácz. Toluidin-kék (1 : 3000) 5 percz. Differentiálás absolut alkoholban. — 2933 \times .
- 22b. A 22a. ábra mélyfekvésű és ennél fogva fődött fonalai. A fonalak szerkezete nincs föltüntetve.
- 22c. A 22a. ábra párosával egyenlő hosszú fonal-chromosomái, eredeti kölcsönös helyzetükben. Az egyes chromosomák iránya és lefutása is azonos a főábra megfelelő chromosomáinak fekvésével.
- 23a. Vékonyfonalú csokor-állapot, melyben az irányítottság valamivel előbbre haladt, mint a 22. ábrában. Mitochondra-festés BENDA szerint. Rögzítés 24 óra. Differentiálás 20 másodpercz. — 2933 \times .
- 23b. A 23a. ábra chromosomái úgy összeállítva, mint a 22c-ben a 22a. ábrabeliek.

III. TÁBLA.

24. A 22a. ábra vékonyfonalú szalagcsokor-képe színes kivitelben, annak bemutatására, hogy az egyenlő hosszú és az ábrában egyenlő színű chromosomák egymáshoz minő kölcsönös helyzetbe kerülnek. A fonal-chromosomák szerkezete nincs föltüntetve.
25. Egy ideális chromosoma-szalagcsokor képe az iránymezővel ellentétes oldalról nézve. Azonos színek egyenlő hosszú chromosomákat jelölnek.
26. A 23a. ábra szalagcsokra vázlatosan. Az egyenlő hosszú chromosomákat azonos színek jelölik. A chromosomák kölcsönös helyzetén nincs változtatva. Lásd a színkulcsot.

A színkulcs a mellette álló római számok segítségével azt mutatja, hogy a 22a. és c., meg a 23a. és b. hasonlóan számozott homolog chromosoma-párjai a színes ábrákban minő színben vannak föltüntetve.

27. Két nem homolog (különböző hosszú) chromosoma egymásba akadva. A 22a. ábrával egy készítményből. A 28-tól a 36-ig terjedő ábrák a párosodás lefolyását a mag összes fonal-chromosomaira való tekintettel mutatják, a 37-től végig egy-egy pár összetapadásáról látunk részletképet.
- 28a. Egy syndetikus szalagcsokor-állapot, melyben a két első chromosoma-pár elkezd az összetapadást. A készítmény előállítási módja azonos a 22a-éval. A sejtestben látható a centrosoma és körülötte egy gyöngéd sugárzat, azonkívül nagy, sötét chromidialis szemcsék és halvány elliptikus, illetőleg pálczika-szerű mitochondrák is láthatóak. — 2933 X.
- 28b. Ebben a 28a. ábra egyes fonal-chromosomái, illetőleg a már conjugálódó két pár van egyenként föltüntetve. Az egyes fonalak lefutása és általános irányulása a 28a. ábráéival azonos.
- 29a. Egy syndetikus csokorkép egy teljesen és egy részben conjugálódott párral. Erős FLEMMING-féle folyadék. 1%-os ammoniummolybdatos előpác 5 perczig. GIEMSA-féle festés 1 óra. Differentiálás abszolút alkoholban. — 2933 X.
- 29b. A 29a. ábra balfelől álló conjugálódó fonalpárja, melynek szárai közé egy más chromosoma került.
30. Egy syndetikus csokorkép három conjugálódó párral, egy-szersmind egy synapsis-szerű jelenség. Erős FLEMMING-féle folyadék. GIEMSA-festés 1 óra. — 2200 X.

IV. T Á B L A.

- 31a. Syndetikus szalagcsokor-kép három conjugálódó párral, melyek közül egy egész hosszában összetapadt. A készítmény kezelése a 22a. szerint. A sejtestben centrosoma és körülte gyöngye sugárzat, továbbá nagy chromidialis granulumok és halvány elliptikus, illetőleg pálczika-alakú mitochondrák. — 2933 X.
- 31b. A 31a. ábra középső, elül álló conjugálódó párja, melynek még szabad szárai közé egy harmadik fonal-chromosoma került. Az összetapadt rész oldalnézetben, csekély általánosítás-sal szemléltetvé téve.
- 32a. Syndetikus szalagcsokor-kép, három elkészült és négy conjugatióba kezdett párral. Tömény sublimatos oldat 45 C^o-on. GIEMSA-festés. — 2200 X.
- 32b. A 32a. részeire szétszedve. A párok méretében és lefutásában nincs változás.

- 33a. Syndetikus szalagcsokor-kép négy összecukódott (egy közé-pütt kissé még nyitott) és három, részben összetapadt párral, utóbbiakat lásd a 33b-ben. A készítmény a 7. ábra tárgyával azonosan volt kezelve. — 2933 ×.
- 33b. A 33a. egy részlete vázlatosan. A párosodó felek mérete és fekvése az előzőnek megfelel. A kép mutatja, hogy nemcsak a párosodó felek nem állnak a párosodás előtt egymás mellett és párhuzamosan egymással, hanem még az összetapadó felek szabad szárai is a magtér legkülönbözőbb részeibe futhatnak szét.
34. Syndetikus szalagcsokor-kép öt elkészült párral (közülök csak egy, a fölül fekvő van közé-pütt kissé nyitva) és két conjugatióban levővel. A még szabad szárok párhuzamos lefutása. Erős FLEMMING-féle folyadék. GIEMSA-festés. A sejttstben a centrosomát a színezés nem tünteti föl, annál jobban a sugárzatot, mint a 30. ábra esetében is. — 2933 ×.
- 35a. A chromosomák párosodásának utolsó szakasza, 5 pár teljesen összetapadt, a hatodik közé-pütt nyitott, a hetedik pedig még el se tudta kezdeni a párosodást a közben levő akadályok miatt, a mint ezt a 35b. megmagyarázza. Mitochondra-festés BENDA szerint, mint a 23a. Centrosoma és sugárzata, sötét chromidialis szemcsék, világos elliptikus vagy pálczikaalakú mitochondrák. — 2933 ×.
- 35b. Vázlatos kép arról, hogy a 35a. ábra két utolsó univalens fonal-chromosomája miképp van a párosodásban közübük került 5 bivalens pár által megakadályozva.
- 36a. Egy párosodási szalagcsokorkép utolsó conjugálódó párjával. Tömény sublimat 45 C⁰-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 36b. Az előző ábra utolsó párosodó feleinek viszonya a velük közvetlenül érintkező kész párokhoz.
37. Fonalkereszteződés a párosodás alatt, két chromiolom közé eső hirtelen 180⁰-os fordulással. Bensőbb párosodásba csak a végek kerültek. A két szabad szár nincs végig lerajzolva. A készítmény kezelése a 7. ábra tárgya szerint. — 2933 ×.
38. Egymást keresztező, rézsútos hidak összetartozó chromiolomok között, melyeket az előző ábrában föltüntetett helyzetből lehet származtatni. A fonalpár nincs egész hosszában rajzolva. A készítmény kezelése a 7. ábra tárgya szerint.
39. Párosodó felek az összetapadás keresztülvitele közben. Megfigyelendő a chromiolomok kölcsönös fekvése a két szárban. Erős FLEMMING-féle folyadék (3 csepp jégeczet). Vastimsó-haematoxylin. — 2933 ×.
40. A két végtől a középszakasz felé tartó egyidejű párosodás. Osmiumtetroxyd gőze 6 másodperc, osmium-sublimat (1 : 5) 6 percz. GIEMSA-festés 1 óráig. — 2933 ×.

41. A párosodásnak ritka esete, a hol egy középső fonalszakasz nem párosodott. A készítmény a 22a. ábra anyaga szerint volt kezelve. — 2933 ×.
42. A párosodásnak csak egyszer tapasztalt esete, melyben a párosodás nem a végektől indult ki, hanem a középső fonalszakaszon kezdődött meg. A nucleolus fölött pontozottan jelölt rész nem volt világosan követhető. Sublimat-eczetsav (5 : 5), színezés először borax-karminnal, később ennek kimosása után vastimsó-haematoxylinnal. — 2933 .
43. Egy conjugálódó pár, mely szabad szarait a fonalaknak az ábrán föl nem tüntetett összevisszaságából a párosodás könnyebb keresztülvihetése végett kihúzza. A készítmény kezelése a 22a. ábra tárgya szerint. — 2933 ×.

V. TÁBLA.

- 44a. Egy conjugálódó pár, a melyben az egyik fél a szabad szarát a fonalaknak az ábrán csak jelzett összevisszaságából kihúzza és egyúttal az iránymezőről is eltávolítja, hogy a másik félnek a mag kerületi részén szabadon fekvő szára után nyomulhasson. A készítmény a 7. ábra tárgya szerint kezeltetett. 2933 ×.
- 44b. A 44a. ábra párosodó fonalai vázlatosan.
- 45a. Egy conjugáló pár, melynek szabad szarai egyenként egy-egy kettős chromosomát öleltek át. Tömény sublimat 45 C⁰-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 45b. Az előző ábra vázlatosan.
46. Egy conjugálódó pár szabad szarai, két elkészült párt ölelnek át. Tömény sublimat 45 C⁰-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
47. Egy conjugálódó pár, melynek egyik szabad szára egy bivalens chromosomát ölel át. Valószínűleg a pár másik (az ábrán elülső) vége is elkezdte az összetapadást. Erős FLEMMING-féle folyadék (három csepp jégeczettal). Vastimsó-haematoxylin (a készítmény először előzetes ammonium-molybdat-pácz után GIEMSA szerint volt festve).
48. Egy syndetikus szalagsokor-kép olyan magról, melybe rendellenes oszlás miatt 14 chromosománál több került. Jobbra egy conjugálódó pár a rendestől eltérően fordított helyzetben fekszik. Tömény sublimat 45 C⁰-on. — 2200 ×.
49. Egy összezavarodott szalagsokor-helyzet a párosodás után. A mag közepén egy középütt még össze nem tapadt chromosoma-pár, melynek hasadékan egy másik fonalpár van átfűzve. A készítmény kezelése a 22a. ábra tárgya szerint. — 2200 ×.
- 50a. A párosodás egy érdekes esete, a hol egy mindkét végtől a közép felé tartóan conjugálódó pár szarai egy bivalens chromo-

- somát fogtak közre. Tömény sublimat 45 C⁰-on. GIEMSA-festés. — 2200 ×.
- 50b. Az 50a. ábra három conjugálódó párja egyező nagyítás mellett.
- 51a. A párosodás ritka esete, a hol egy conjugálódó pár mindkét végétől a közép felé tartóan tapad össze és e közben saját párosodott végső szakaszát foglalta be még más két párral együtt a szabad részeitől alkotott gyűrűbe. Példa egyúttal nucleolusoknak az iránymezőn való egybeolvadására. Tömény sublimat 45 C⁰-on. — 2200 ×.
- 51b. Az 51a. ábra magyarázatául az ottani viszonyok világos, vázlatos föltüntetése.
- 51c. Föltünteteti azt a helyzetet, melyben az 51a. ábra chromosomája a párosodás előtt a vékonyfonalú szalagsokorban állhatott, hogy abból a párosodás folytán az 51a. ábrában látható helyzet kialakulhasson. A pontozás mutatja a két szélén álló univalens fonál mozgásának irányát az egymásratalálás végett. A párosodás közben ennek a két fonalnak azok a részei, melyek a felső két pontozott vonal közé a száraz áthajlatába esnek, nem tapadhatnak össze.
- 52., 53., 54., 55. ábrák párosodó feleket mutatnak, melyeknek szabad száraiak szemmérték szerint is egyenlő hosszúaknak látszanak. Az 52. és 55. ábra egy oly készítményről szól, mely erős FLEMING-féle folyadékkal (3 csepp jégeczet) rögzítve, 1%-os ammonium-molybdatos oldattal páczolva és utána GIEMSA szerint volt festve. Az 54. ábra alapjául szolgáló készítmény ugyanúgy rögzítve és vastímsó-haematoxylinnal festve. Az 53. ábrához a készítményt következőképp állítottam elő: osmium-tetraoxyd gőze 1 perc, tömény sublimat 45 C⁰-on és folytatlagosan szobahőmérsékleten 1 óra és festés GIEMSA szerint.
56. Egy négysarkú oszlás az utolsó ovogonium-nemzedékben, mely a chromosomák egyenlőtlen és helytelen eloszlására vezet. A negyedik oszlási központot a jobbfelőli leány-chromosomacsoport a + helyén födi. Nagy négyszögletes centrosomák. A testvér-chromosomák között kifeszített összekötő fonalak tapasztalhatók. ZENKER-féle folyadék. Celloidin-paraffines beágyazás (12 μ) — 2933 ×.

VI. TÁBLA.

- 57a., 57b. Mindkét ábrában ugyanaz a sejt, két maggal, melyek egy többsarkú oszlás következtében úgy állottak elő, hogy a sejttest nem az oszlási központok számának megfelelően darabolódott szét, hanem csak kettéoszlott. A chromosomák rendellenes eloszlása a bal magban világosan látszik, mivel ott egy rövid és egy hosszú univalens chromosomát észlelhetünk.

Valószínűleg a jobbfelőli magban is hasonló eset áll előttünk. Az oszlási központoknak megkettőződése kettőről négyre mutatja, hogy a párosodás szakasza elmúlt. Sublimat-jégeczet (5:5). Az 57b. ábra borax-karmin-festés után, az 57a. pedig annak kivonása után vastimsó-haematoxylines színezésre készült. 57a.: 2200×; 57b.: 1580× (2 mm. h. immers.; 12 comp. oc.; betölt tubus; rajzasztal a nagyító asztalával egyenlő magasságban).

58. A chromosomák helytelen szétoszlása többsarkú oszlás következtében. Ennek a sejtestnek balfelőli magjába 5 chromosoma került és így az egyik pár nélkül maradt. Az előbbi ábrával egy készítményből. — 1580×.
- 59a. Egy mechanikailag hosszában kihúzott vékonyfonalú szalagcsokor-kép, mely, mivel a húzás következtében egy fonál sem szakadt el, bizonyítja, hogy a chromosomák a consistentia bizonyos fokával vannak fölruházva. A készítmény a 7. ábra tárgya szerint volt kezelve. — 2400×.
- 59b. Az 59a. ábra egyik fonala 2933-szoros nagyítás mellett, hogy ennek hossza a 22a. és 23a. ábrabeliekkel összehasonlítható legyen.
60. Nucleolusok összeolvadása az iránymezőn a chromosomák párosodott állapotában. Forró tömény sublimat. GIEMSA-festés. — 2933×.
61. Egy különsarkú (heteropolaris) chromosoma-pár, mindjárt a párosodás után. Osmiumtetraoxyd gőze 6 másodperc, osmium-sublimat (1:5) 6 perc. GIEMSA-festés. — 2933×.
62. Egy különsarkú (heteropolaris) chromosoma-pár későbbi syndetikus állapotában. Ugyanazon készítményből, mint a 61a. 2933×.
- 63., 64., 65. Kettős fonalú (diplotaen) szalagcsokor-képeket mutatnak; a 63. ábra mindjárt a párosodás után, mikor a párok rövidek, vastagok és kerek chromiolumokkal vannak ellátva, a 64. ábra későbbi eusyndetikus állapotban, mikor a párok hosszúak, vékonyak, chromiolumaik kissé megnyúltak és mellőlük a fonalak rövid tövisnyújtványai is hiányzanak. A 65. ábra mutatja a szalagcsokor-helyzet fölbomlását, mikor a fonalak még hosszabbak lesznek, chromiolumaik pedig kezdenek elhalványodni. A fonalak meghasadása: a chalasthosyndesis kezdete (itt a fonalaknak voltaképen vékonyabbaknak kellene lenniök, mint a 64. ábrabelieknek, a rajzolás közben azonban figyelmem nem terjedt erre is ki). Mindhárom ábra a 7.-kel azonosan kezelt készítményből származik. — 2933×. (Reichert-féle mikroszkóp.)

TARTALOM.

	Lap
Bevezetés	I
I. Megfigyelések	6
A) A vizsgálat módszere.....	6
B) A chromosomák párosodásuk előtt.....	12
1. Az ovogoniumok utolsó nemzedékének oszlása.....	12
2. <i>Praesynödesis</i>	18
a) A peteanyasejt magvának kialakulása és nyugalmi állapot.....	18
b) A mag helyzete a fiatal ovocytákban.....	23
c) A mag nyugalmi állapotának megváltozása, a fonal-chromosomák képződésének első jelei és a gomolyfonalak száma	23
d) A chromosomák csokorállapotának kifejlődése..	28
e) A csokorállapot.....	34
f) A vékonyszálú csokorállapot	35
fa) A vékonyszálú csokorállapot, mint az ovocyták fejlődésének külön szakasza	37
fb) Az irányítottság.....	39
fc) A vékony fonal-chromosomák szerkezete....	40
fd) A csokorszálak száma	42
fe) Az univalens fonal-chromosomák hossza....	43
ff) A vékony fonal-chromosomák kölcsönös fekvése	49
C) <i>Synödesis</i> : a chromosomák párosodásuk alatt.....	51
3. <i>Eusynödesis</i> : igazi párosodási szakasz.....	51
g) A hosszanti párosodás folyamata.....	51
ga) A chromosomák párosodási ösztöne.....	51
gb) A csokorszerű elhelyezkedés jó oldalai.....	52
gc) A chromosomák párosodásának általános jelei	53
gd) A párosodás finomabb részletei.....	55
ge) A chromiolumok száma és fekvése	58

	Lap
gf) A chromosomák újraszervezkedése a párosodás alatt	59
gg) A fonal-chromosomák mozgása a párosodás alatt	61
gh) Beteges tünetek (?)	68
gi) A homolog chromosomák különfekvésének különleges következményei	68
h) A párosodott chromosomák egyforma hosszúságának, elkülönült fekvésének és mozgásának új bizonyítékai	73
ha) Általános bizonyítékok	73
hb) Különleges bizonyítékok többsarkú oszlások útján	75
i) A chromosomák különsarkúsága	80
j) A fonal-chromosomák szilárdsága	82
4. A kettősfonalú csokor, vagyis a párok eusyndetikus állapota	83
5. <i>Chalasthosyndesis</i> , vagyis a chromosomapárok laza összefüggésének szakasza	92
6. A csokorállapot fölbomlása és az ovo- és spermatocytá-nemzedék között levő hasonlóság	93
7. A nucleolusok viselkedése a párosodás alatt	96
II. Általános és összehasonlító fejezet. A chromosomák párosodására vonatkozó irodalom bírálata. Elméletek	
Bevezetés	99
A) A chromosomák párosodásának nevezettana	99
B) Az utolsó ovogonialis oszláskor szerzett tapasztalataim	103
C) A <i>praesyndesis</i> -ről általában	103
a) Észrevételeim a fiatal ovocyták nyugvó magváról	103
b) A párosodást előkészítő fejlődési szakaszok (gomolyállapot, irányzódás, vékonyfonalú szalagcsokor)	106
D) A chromosomák párosodása	112
a) Történeti rész	112
b) Eredményeim összehasonlítása az irodalom adataival	118
c) Kivételek a párosodás alól	128
d) A hosszanti párosodás célja	129
e) Összefoglalás	131
E) A hosszanti párosodással szemben emelt kifogások	132
F) Azonosíthatók-e az ovo- és spermatocyták az őket megelőző szaporodási szakasz és a szervezet egyéb szaporodó sejt-nemzedékeivel?	141
G) A chromosomák párosodásával kapcsolatos elméletek	146
a) Az apai és anyai chromosomák különbsége	146

	Lap
b) Kísérletek a párosodás okozati megmagyarázására...	148
ba) WASSERMANN (91-től 96. oldal) a párosodás okát a chromatin tömegének a mértéken túl való fölszaporodásában keresi	148
bb) Fajfejlődés-történeti nyomok az ovo- és spermatogenesisben és az én arra alapított causalis magyarázatom	153
bc) LUNDEGÅRDH elmélete a chromatinnak dualistikus eloszlásáról	163
c) A chromosomák symmetriája	168
d) Melyik érési oszlás reductionális és melyik aequationális?	169
H) A szalagsokorállapot jelentősége	172
III. A hosszanti párosodás és a chromosomák egyediségének valamint különbözőségének tana	176
A) Az egyediség tana	177
a) Közvetetlen bizonyítékok	180
1. A chromosomák helyhezkööttsége az <i>Ascaris</i> barázdálódási golyóiban	180
2. A chromosomák azonos fekvése a barázdálódás két testvérgolyójában a következő oszlás előtt	183
3. Rendellenes chromosoma-szám fennmaradása az oszlások során	183
4. A botanikusok által leírt karyosomák és az érési oszlások chromosomái az <i>interkinesis</i> alatt.....	184
5. A <i>Dendrocoelum</i> -ban az ovogenesis alatt nem lehet szó a chromosomák individualitásának megszüntéről.....	185
b) Másodlagos bizonyítékok	188
1. A chromosoma-állapot fennmaradása az ovocyták növekvésének második szakaszában.....	189
2. A barázdálódási golyók magjának gonomerikus állapotában is a chromosomák egyediségének egyik indirekt bizonyítékát kell látnunk HÄCKER-rel együtt	190
3. MOENKHAUS <i>Menidia</i> × <i>Fundulus</i> -hybridjei	190
4. BALTZER észleletei <i>Echinoderma</i> -hybrideken	191
5. FEDERLEY <i>Pygaera</i> -hybridjei.....	192
6. Az <i>anachoreta</i> -chromosomák párosodása a <i>Pygaera</i> -hybridekben.....	194
7. Az ivari chromosomák	195
8. A szaporítósejtek chromosomáinak párosodása ..	196
9. A chromosomák, alakbeli különbözősége	199
10. A chromosomák helyváltoztató képessége	201

	Lap
c) A párosodás és a chromosomák új egyénisége....	200
d) Chromatin- és achromatin-elmélet	202
B) A chromosomák minőségi különbözete	210
Bizonyítékok	211
1. BOVERI dispermiás kísérletei.....	211
2. BALTZER-nek (1909. a.) <i>Echinodermák</i> -on szerzett alaktani bizonyítékai.....	213
3. BALTZER élettani bizonyítékai <i>Echinoderma</i> -hybridek segítségével	214
4. Ivari chromosomák	214
5. A chromosomák párosodása és a <i>Dendrocoelum</i> ovo- goniumainak többsarkú oszlásai.....	215
C) Ellenvélemények BOVERI két elméletéről.....	216
1. FICK manőver-elmélete és ennek bírálata.....	216
2. MEVES és mások kifogásai és azok bírálata; HÄCKER fölfogása a chromosomák nem egyidejű (heterochro- nos) fejlődéséről	221
Eredmények összefoglalása	232
Irodalomjegyzék	235
Ábramagyarázat.....	241



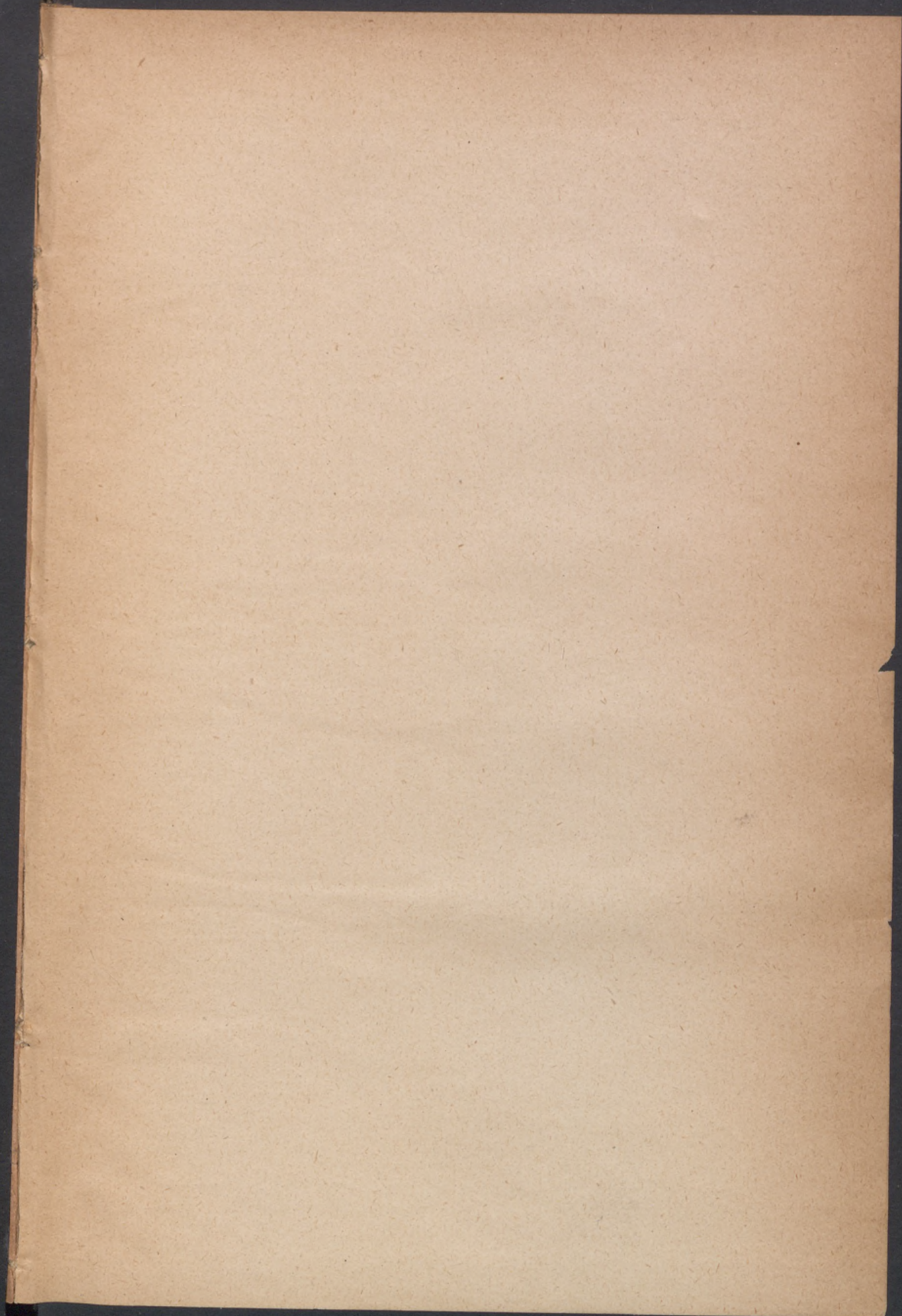
ország phanerogam virányához. A bánát-erdélyi határvidék gomba-viránya. *Simkovich*: A magyar-erdélyországi határhegyek és a Retyezáton gyűjtött májusi lombmohokról. *Feichtinger*: 1872. tett társas-kiránduláson észlelt fészkesekről. *Lojka* Hugó: Az 1872. tett társas kiránduláson gyűjtött zuzmókról. *Ludman* Ottó: Az 1872. tett társas kirándulás helyrajzi magasságmérési és légtüneti tekintetben. *Koch*: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi Trachyt hegycsoportnak 1872. folytatott részletes földtani vizsgálatáról. *Herman* Ottó: *Erismatura leucocephala* a magyar Ornisban. *Mocsáry*: Adatok Biharmegye Faunájához. *Kriesch*: Állattani utazási jelentések 1870. és 1872. évről. Egy új halfaj. Ára 2 kor. 40 fillér. — **XI. kötet.** *Balló* Mátyás: A Duna-folyam vegyi viszonyairól Budapest mellett. *Molnár* János: Vöröspataki és vörösvágási agalmatolith vegyelemzése. *Lojka* Hugó: Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. *Szabó* József: A salgótarjáni kőszénbánya-részvénytársaság bányászatának leírása. *Mocsáry* Sándor: Bihar-megye téhely- és pikkelyröpi. *Simkovich* Lajos: Adatok Magyarhon edényes növényeihez. Jelentés az 1873. évben a Bánság területén tett növényteni kutatásokról. Dr. *Szabó* József: Az ahrudbánya-vöröspataki bányakerület és különösen a vöröspatak-orlai magy. kir. bánya-társulati sz.-kereszt-altárna monographiája. Ára 3 kor. 50 fill. — **XII. kötet.** *Koch*: Előleges jelentés a szt.-endre-visegrádi trachyt-hegycsoportnak az 1874. év nyarán bevégezett részletes földtani vizsgálatáról. *Lojka*: II. Adatok Magyarhon zuzmó-virányához. *Bolla*: Néhány új gombafaj Pozsony környékéről. *Gesell*: Adatok a máramarosi m. kir. bányaaigazgatóságához tartozó, a megye és kerület részében fekvő vas-kőbányaterület földtani megismertetéséhez 2 térképpel. *Frivaldszky*: Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 3 kor. — **XIII. kötet.** *Hazslinszky*: Magyarhon has-gombái (*Gasteromycetes*). *Borbás*: Észrevételek és phytographiai megjegyzések Janka V. »Adatok Magyarhon délkeleti flórájához stb.« című czikkére. *Ormay*: Az 1868-ik évi földrengés Jászberényben. *Freyer*: Az 1871—1873. évben Magyarország keleti részeiben gyűjtött növények jegyzéke. *Mocsáry*: Adatok Zemplén és Ung megyék faunájához. *Borbás*: Adatok a sárga virágú szegfűvek és rokonaik systematikai ismeretéhez. *Staub*: Phytophaenologiai tanulmányok 6 graphikai táblával. *Bernáth*: Adatok Magyarország ásványviz-isméjéhez. *Scherfel*: Lejbniec kénfürdő kenesvizének vegytani elemzése. *Frivaldszky*: Adatok Temes és Krassó megyék faunájához. Ára 5 korona. — **XIV. kötet.** *Staub*: A vegetatio fejlődése Fiume környékén. *Molnár*: A budai Rákóczy keserűviz vegyelemzése. *Bernáth*: A budai Kinizsi forrás viz vegyelemzése. *Nendtvich*: A parádi Enargit. *Mocsáry*: Bihar- és Hajdumegyek hártya-, kétrecez-, egyenes- és főlröpi. *Hazslinszky*: Magyarország üszökgombái és ragyái. *Staub*: Fiume és legközelebbi vidékének floristikus viszonyai. *Borbás*: Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez. *Borbás*: Dr. Haynald L. érsek herbariumának harasztfélői. Ára 6 kor. — **XV. kötet.** *Hazslinszky*: Új adatok Magyarhon gombavirányához. *Koch*: Az Aranyhegy kőzete és ásványai és ezek között két új faj. *Ortway*: A magyarországi Duna-szigetek alakja és iránya. *Rik*: Az erdőbényei vas-timsós ásványviz vegyelemzése. *Ilosvay*: A luhii Margitforrás vegytani elemzése. *Borbás*: Vizsgálatok a hazai Arabisek és egyéb cruciferák körül. *Gesell*: A vörösvágás-dubniki opálbányák földtani viszonyai. *Mocsáry*: Adatok Zólyom és Liptó megyék faunájához. *Borbás*: Floristikai közlemények. *Galgóczy*: Az alföldi aszályosság legvalószínűbb okai és hatásának természetszerű mérséklése. *Nendtvich*: A Stubnai hévviz. *Molnár*: »Aeskulap« budai új keserűviz vegytani elemzése. *Ludmann*: Kivonat a Vihorlát trachythegységnek topographikus leírásából. *Szabó*: Adatok a moraviczai ásványok jegyzékének kiegészítéséhez. *Bernáth*: A magyarországi ásványvizek lelhelyei. — **XVI. kötet.** *Mocsáry*: Ujabb adatok Temesmegye hártyaröpi faunájához. *Simkovich*: Nagyvárad és a Sebes-Kőrös felsőbb vidéke. *Fodor*: Egészségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. *Borbás*: A magyar birodalom vadon termő rózsái monographiájának kísérlete. *Orley*: A magyarországi oligochaeták faunája. *Roth*: Szepes megye néhány barlangjának leírása. Ára 8 kor. — **XVII. kötet.** *Mocsáry*: A magyar fauna másnemű

darazsai. *Hidegh* : Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. *Fodor* : Egész-ségtani kutatások a levegőt, talajt és vizet illetőleg. II. és III. rész. Ára 7 kor.

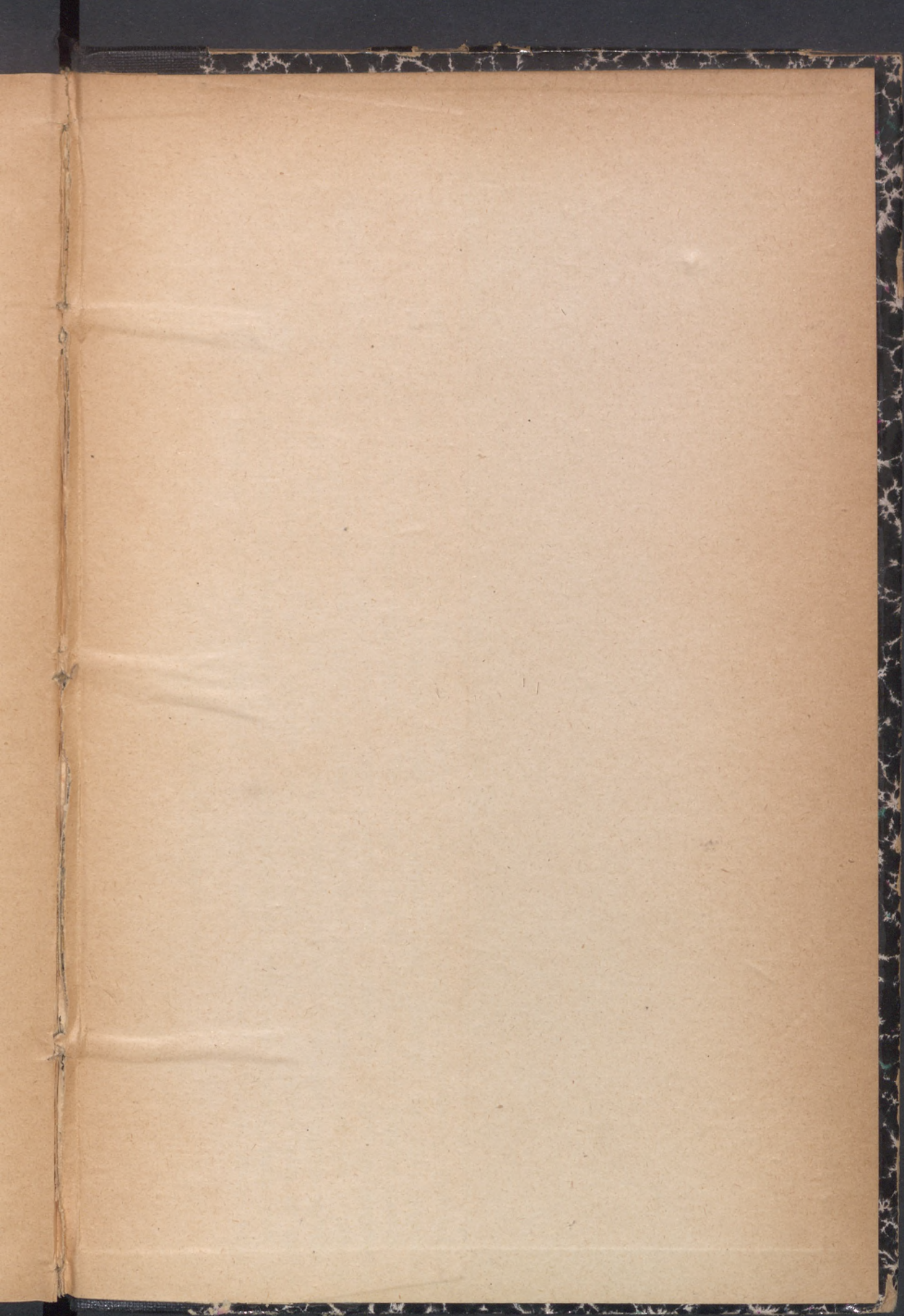
XVIII. kötet. *Staub* : Magyarország phaenologiai térképe. *Staub* : Az állandó meleg-összegek és alkalmazásuk a Magyarország északi felföldjén tett phytphaenologiai megfigyelésekre. *Téglás* : Egy új csontbarlang Toroczkó vidékén, a bedellői határban. *Chyzer* : Zemplén megye ásványvizei. *Parádi* : Jelentés az erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéről. *Tömösváry* : Adatok hazánk Thysanura faunájához. *Tömösváry* : A magyar fauna álskorpiói. *Schaarschmidt* : Tanulmányok a magyarhoni Desmidiaceákról. *Roth* : Jelentés az eperjes-tokaji begyláncz északi részében tett utazásról. *Lovassy* : Adatok Gömör megye madártaunájához. *Primics* : A Kis-Szamos forrásvidéki hegység kristályos palaközei. *Tömösváry* : A hazánkban előforduló Heterognathák. Ára 7 kor. — **XIX. kötet.** *Téglás* : A Buhuj nevű csontbarlang Stajerlak-Anina határában. *Daday* : Új adatok a kerekcsőférgek ismeretéhez. *Tömösváry* : Újabb adatok hazánk Thysanura faunájához. *Hazslinszky* : Előmunkálatok Magyarhon gombavirányaiból. *Daday* : A Magyarországon eddig talált élő evezőlábú rákok magánrajza. *Hazay* : Az északi Kárpátok és vidékének mollusca faunája. *Mocsáry* : Jellemző adatok Erdély hártárpövi rovarainak faunájához. Ára 4 korona. — **XXIV. kötet.** *Loczka* : Ásványelemzések. *Lendl* : Tanulmány az *Epeira cucurbitina* CL., *E. Alpica* L. K. és *E. inconspicua* E. S. nevű fajokról. *Weszelovszky* : Éghajlati viszonyok Árvaváralján, 1850—1884-ig terjedő észlelései alapján. — **XXVI. kötet.** *Onodi* : Adatok a gége beidegzésének boncztanához, élettanához és kórtanához. 4 tábla rajzzal. Ára 4 kor.

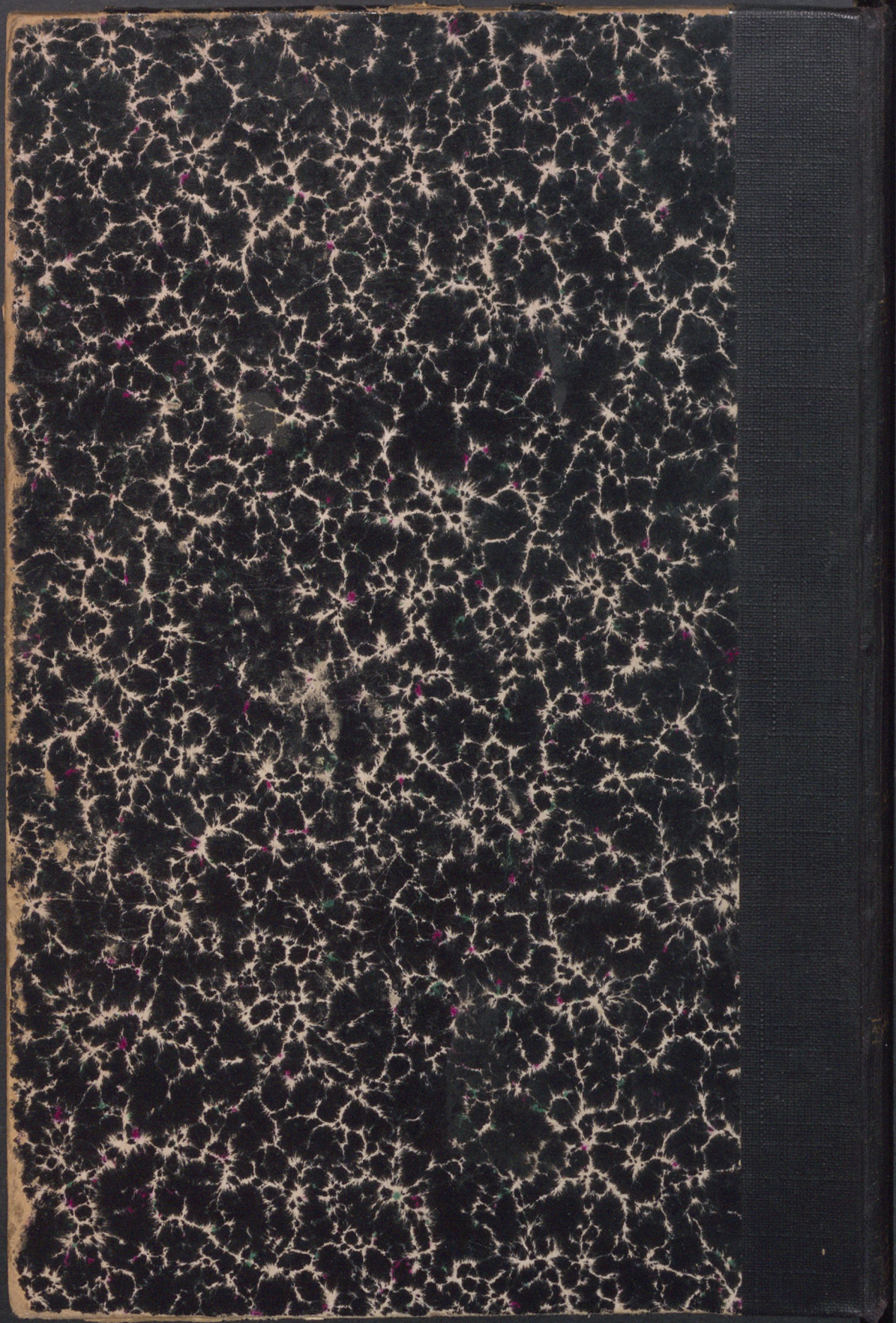
XXVII. kötet. *Hegyfok* : Folyóink vizállása és a csapadék. Ára 3 kor. *Lőrentsey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 6 kor. *Hegyfok* : A felhőzet a magyar szent korona országában. Ára 6 kor. *Filarszky* : Adatok a Pieninek moszatvegetációjához. Ára 1 kor. 60 fill. *Lőrentsey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. Ára 1 kor. — **XXVIII. kötet.** *Onodi* : A gége idegeinek boncztana és élettana. Ára 3 kor. *Ruzitska* : A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása. Ára 3 kor. *Sóbányi* : A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 5 kor. *Gombocz* : Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 3 kor. — **XXIX. kötet.** *Sigmond* : A könnyen átszajátható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 4 kor. *Lőrentsey* : Palaeontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből, 1907. Ára 2 kor. *Bernátsky* : A hazai Asparagustulák monographiája, 1907. Ára 3 korona. *Iffj. Entz Géza* : A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 3 kor. — **XXX. kötet.** *Gombocz Endre* : A *Populus*-nem monographiája, 1908. Ára 6 kor. *Méhely Lajos* : *Prospalax priscus* (NHRG), 1908. Ára 80 fill. *Péterfi Márton* : Adatok a Bihar-hegység moha-flórájának ismeretéhez, 1908. Ára 1 kor. 50 fill. *Mauritz Béla* : A Mátra-hegység eruptív kőzetei, 1909. Ára 2 kor. 40 fill. *Gáti Béla* : Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről, 1909. Ára 60 fill. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán* : A *Knautia* genus monographiája, 1911. Ára 10 kor. *Bernátsky Jenő* : A hazai Iris-félék, 1911. Ára 3 kor. — **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos* : Magyarország esikosegerei, 1913. Ára 3 kor. *Daday Jenő* : Magyarország kagylós levéllábú rákjai, 1913. Ára 4 kor. *Hollós László* : Kecskevidékének gombái, 1913. Ára 4 kor. — **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály* : Budapest evezőlábú rákjai, 1914. Ára 5 kor. *Szűts Andor* : A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerk., 1915. Ára 3 kor. 50 fill. *Richter Aladár* : A víztartószövet és az élettani felemáslevelűség némely esete, 1916. Ára 10 kor.

XXXIV. kötet. 1. sz. *Lendl Adolf* : A pókok izomrendszere, I. 1917. Ára 15 kor. 2. sz. *Méhely Lajos* : A Planáriák elterjedése a Magas Tátrában, 1918. Ára 4 kor. 3. sz. *Gelei József* : A chromosomák hosszanti párosodása és a folyamat örökléstani jelentősége, 1920. 1. fele. Ára 40 kor.









14240

Math. és
Term. tud.
KÖZLEMÉNYEK

XXXIV

N. M.