

# É R T E S I T Ő

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET

## ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLYÁBÓL.

### II. TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK.

XIII. kötet.



II. füzet.

### AZ EGYSEJTŰ ÁLLATOK A TOBBSEJTŰEK SZEMPONTJÁBÓL.

(Egyetemi előadások).

*Dr. Apáthy Istvántól.*

#### II. FEJEZET.

#### *A szervezett sejt és életműködései.*

(A karyokinesis elmélete.)

Más molecula-csoportokat, tagmákat, a legszervezettebb sejtben sem fogunk található, mint a minőket a szervezetlen sejtekben látunk. A különbség csak az, hogy a szervezett sejtekben a protoplasmát alkotó állományok különböző nemei állandó alakulatokká különülnek ki és ezek összege az, a mit a sejt szervezetének nevezünk. Midőn ezt a szervezett sejtet tárgyaljuk, ránk nézve egyelőre mellékes lesz az, hogy magában véve is alkot-e önálló állatot, hogy tehát mint egysejtű állat szerepel-e a világban, vagy pedig csak része egy magasabb rendű szervezetnek, a többsejtű állatnak. A sejtbeli állandó alakulatok közt legfontosabb a mag; s így fejtegetéseink legnagyobb részét is a magnak fogjuk szentelni.

A magot Brown Róbert botanikus fedezte föl. Vázoljuk azonban néhány vonással a sejtről való ismereteink történetét. A sejtet a növényekben fedezte föl Dutrochet. Már régebben is láttak volt a szervezetekben apró hólyagocskákat; de ő volt az első, a ki kimutatta, hogy e hólyagoknak állandó falazatuk van. Schley

den állította föl a sejt-elméletet a növényekre és Schwann az állatokra nézve. Schleyden idejében főleg a sejt falát tartották lényegesnek, kevésbé a tartalmát. Mohl Hugó mutatta ki, hogy a növényekben az a rész a leglényegesebb, mely, östömlő néven, a sejt falát béleli és nedvvel töltött üregét veszi körül. Ennek fölismerése után lehetett csak összehasonlítani a növényi sejtekkel a tömörebb állati cellulákat.

Nem lesz tehát fölösleges alaktani szempontból is vetni egy pillantást arra a különbségre, mely a növényi és állati sejtek között van; élettani szempontból már láttuk azt.

1. A növényekben, legalább a magasabbrendűek sejtjein, állandón találkozunk sejtfallal, mely cellulosából, a növényre jellemző anyagból áll. Ilyen fordul ugyan elő állatokban is, nevezetesen a Tunicatumok köpenyében, mint tunicin nevű módosulat; általában azonban cellulosa állatokban ritkán szerepel. Cellulosa-fal helyett bennük egészen más anyagból valót találunk; de a sejt-fal az állati sejtnél korántsem oly lényeges tartozéka, mint a növényinek; ellenkezőleg: az állati sejtet inkább csupasz volta jellemzi. Ha mégis van fala, ez csak a protoplasma védekezésének az eredménye a környező medium ellen. Organikus alapállománya mindig a chitin vagy ennek egy rokona. Ugynevezett cuticularis képlet, melybe másodlagosan anorganikus anyagok is rakodhatnak, és pedig vagy kovasav vagy mészsók, illetőleg a mésszel oly rokon Magnesium sói. Ily módon képződik számos állatnak szilárd külváza. Tudják, hogy a cellulosa szén-hidrát, melyben nincs Nitrogén. A chitin is a vele rokon szarú (keratin), valamint a többi cuticularis és sejt-közi állomány (mucin, elastin, spongin, collagen [glutin és chondrin], stb.) ellenben nagy mennyiségű Nitrogént tartalmazó vegyületek, közös névvel albuminoidok.

2. A növényi sejtek vacuolumaival szemben, a melyeket a sejt-nedv (vagy valamely ebben oldott anyag) tölt ki, az állati sejtekben rendszeren kisebb üregeket találunk, melyek esetleg, mint apró hólyagocskák, tele zsúfolhatják a sejt testét: az állati sejteket a növényiekkel szemben nagyobb tömörségük, compactabb voltuk jellemzi.

A harmadik fontos képlet, a mag tekintetében nincs lényeges különbség. Állatokban és növényekben lényegileg megegyezik a szer-

kezetük és valószínűleg funkciójuk is egyforma. Az állati és a növényi sejt életműködéseinek különbözőségét a tulajdonképeni plasmának, a sejt-testnek kell tulajdonítani.

Mielőtt közelebről megismerkednénk a sejt-testtel, melynek fő állománya a somatoplasma, és a maggal, melynek anyagát nevezhetjük nucleo- vagy chromatoplasmának, néhány adatot kell előrebocsátanunk az állati sejtek alakjáról általában. Mivel legnagyobb részük csupasz, könnyen megérthető, hogy alakjuk, ha magukra vannak hagyatva, gömb lesz. Ez a gömb, a mennyiben környezete részéről nincs egyenlőtlen nyomásnak kitéve, csak mulékony amoeboid változásokon megy köröszttül. De annál többféle a sejtek alakja, ha nem állanak szabadon, hanem vagy szomszédos sejtek, vagy szövetközi sejt-termékek különböző irányban nyomást gyakorolnak rájuk. Alkalmazkodnak az adott térbeli viszonyokhoz; és ez alkalmazkodásnak eredménye igen számos, nem ritkán bonyolult alak lehet. Így, például, a pigment-sejtek rendkívül elágazó formájukat legnagyobb részben ama rés-rendszereknek köszönhetik, melyek a szövetek kötő-állományában, vagy szomszédos sejtek között vannak. Növekvésük közben azokba bele ékelődnek és, mint viasz a formát, adják vissza testalakjukkal a rések elágazásait. Behatóbban egyes alakokat a szövetek tárgyalásakor fogunk szemügyre venni.

Most pedig főlhivom figyelmüket néhány megkülönböztetésre, melyek ismeretét, ha a továbbiakat meg akarják érteni, nem nélkülözhetik. Tulajdonképi protoplasmából csak a cytodok állnak. A cellula, mint jeleztük, kétféle plasmából a sejt-test plasmájából (somatoplasma) és a magplasmából (chromatoplasma) áll.

Ha nem akarjuk elvetni azt a valószínű föltevést, hogy a cellulák is cytodokból származtak, kénytelenek vagyunk a protoplasmát somato- és chromatoplasma még egyenletes keverékének tartani. A chromatoplasmának viszont egyik fő alkotó része az az anyag, melyet chemiai szempontból nucleinnak, szövettanból pedig chromatinnak, színelvevő állománynak nevezünk azért, mert ha a sejteket különféle organikus festőanyagok (carmin, haematoxylin, fuchsin, saffranin stb.) valamelyikével kezeljük, tingáljuk, azok a chromatin-részek veszik be a festő folyadékot s színeződnek legnagyobb mértékben. Ez eltérő színeződés miatt a mikroszkópi

képben igen könnyen fölismerhetők. Feltűnik a chromatin-állomány festés nélkül is, csupán sajátos fénytörése által; de ez a különbsége nem oly szembeszökő, mint az eltérő, vagy legalább erősebb színeződése. Midőn a nuclein, a mi különben minden protoplasmának integráló alkatrésze, a cytodnak egy bizonyos pontján össze kezd gyűlni, s ott mind nagyobb mennyiségben halmozódik föl, elkülönítve ezt a területet a többi plasmától, sejtmag jó létre. Valószínű, hogy az a pont, eredetileg legalább, az egyensúlyuk által a sejt individualitását eredményező attractiók középpontja, a sejt egyéniségének súlypontja. (Ehhez viszonyítva vannak a sejt-egyének összes élő, azaz nem metaplasmás részei és azok mozgásai egyensúlyban.) Ez irányítja tehát a sejt összes működéseit. Így fogva föl a mag létrejöttét, nem lesz majd nehéz, mint egy fejlődési folyamat különböző stádiumait, értenünk meg a többféle alakot, melyekben élénk állhat.

Mindenek előtt azonban, lássuk még egyszer a somatoplasmát, a sejt-testet! Említettünk már többféle differentiálódást, melyeket a protoplasmában, nevezetesen a somatoplasmában, a tulajdonképeni sejtek testében észleltek. A nevekhez, a hogyan ezeket jelölik, nehányat még föl kell említenünk. Mitomának (Flemming) nevezik általában a sejt-test erősebb fénytörésű részét, melyet, mint e név mutatja, fonalkásnak gondolnak. Szilárdabb is az a többinél, a mit paramitomának (Flemming), vagy enchelemának (Carnoy) mondanak. A spongio- és hyaloplasmának, mint megkülönböztetésnek, felel meg egy régiebb, mely szerint a sejtnék szilárdabb állománya az oikoid, a folyékonyabb a zoid, az előbbi mintegy lakául szolgálván a benne élő utóbbinak. A mitomának és paramitomának felel meg a fonalka és fonalkaközi állomány is (Filar- und Interfilarsubstanz), a mint e kifejezéseket Kupffer és Flemming használják.

Ily fonalkák általában sokat kísértének a sejttanban, mert föltevésük sok mindent meg enged magyarázni, részben például a sejt-test szemcsézetét is. Ha a sejtnék a fonalkák különböző irányban helyezkednek el és egymást körösztozik, természetesen, hogy a sejt valamely optikai átmetszetében, (t. i. nem természetes fölületét állítva a mikroskóp focusába), csak azok a fonalak fognak vonalak alakjában és egyszersmind egész hosszúságukban tűnni föl, melyek épen a kép

síkjában fekszenek, míg ellenben azok, melyek reá merőlegesek, pontokként fognak mutatkozni, illetőleg a fonalka harántmetszetének alakjában; elágazó csomóknak fognak pedig látszani a fonalkák keresztvezései. De tudjuk, hogy a fonalkákon kívül valóságos szemcsék (mikrosomák) is nagyobb számmal lehetnek a sejt-testben, sőt, hogy a fonalkák is csak szemcsék sorai.

Vannak bűvárok, kik a protoplasmát, mint emulsiót, fogják föl. Ujabban ez álláspontot igyekeznek elfogadtatni Berthold. Emulsió alatt t. i. két, egymásban oldhatatlan folyadéknak oly keverékét értjük, melyben a könnyebb folyadék minimalis csöppjei, körülvéve mindkettőre nézve oldhatatlan csapadéki hártya által egymástól így elkülönítve, lebegő helyzetet foglalnak el. Természetes emulsió pl. a tej, mesterséges a mandulatej.

Bütschli, Bertholddal szemben, nem emulsiónak, hanem hab szerkezetűnek tartja a protoplasmát. A különbség hab és emulsió között, Bütschli szerint, főleg fokozati. Ha valamely keverékben a lebegő csöppök aránylag kicsinyek és nem oly nagyszámúak, hogy a köztük levő folyadékot tömegben túlhaladnák: emulsió van előttünk. Ha ellenben oly nagyok a csöppök és oly számosak, hogy az őket elválasztó másik folyadék köztük csak vékony falakát, hártýákat alkot, akkor emulsió helyett habbal (Schauum) van dolgunk. Tehát mindkettő egy és ugyanazon principiumra vezethető vissza: hogy különböző sűrűségű folyadékok közül az egyik a másikban csöppök alakjában suspendálva legyen. A Bütschli kifejezése ugyan nem egészen helyes, mert a hab fogalmához az üregeknek levegővel való kitöltését szoktuk hozzá gondolni; itt azonban nem levegővel, hanem folyadékkal, pl. sejt-nedvvel vannak kitöltve, míg a tulajdonképi protoplasma csupán a nedvesöppöket elválasztó hártýákra szorítkozik. Ha ilyen habszerkezetű képletet, pl. a sejt-testet, bárhol harántúl átmetszünk, tényleges (nem csak optikai) átmetszetben is többé-kevésbé szabályos recze tűnik elénk. Nem látjuk magukat a csöppöket, hanem csak az azokat egymástól elválasztó állományt.

Mi a sejt-testben létező összes való vagy látszólagos szerkezetet a következő már említett 4 tapasztalati tényre vezetjük vissza:

1. Hogy a protoplasma keverék, s benne az al-

kotó anyagok nincsenek egyenletesen eloszolva (egy-egy micellumnyi tömegekké különítve).

2. Hogy az egyes anyagoknak különböző úgy a consistentiájuk, mint az optikai viselkedésük, hogy tehát ez anyagok közül némelyek megkülönböztethető formált szemcséket vagy csöppeket alkotnak.

3. A sejt-testben a protoplasmán kívül kisebb-nagyobb mennyiségű nem protoplasmás anyag is van jelen, s az előbbi, mint plasztikus állomány, elhelyezkedését illetőleg az utóbbtól megszabott térbeli viszonyokhoz alkalmazkodik.

4. Hogy a protoplasmát állandóan áramlatok járják keresztül-kasúl.

Magának a protoplasmának, például, nincs reczés szerkezete, hanem lehet a sejtestnek, melyben az ily értelemben szerkezet nélküli protoplasma gerendázat vagy alveolus-falak módjára helyezkedik el. Fonalkás szerkezete sincs a protoplasmának; ilyennek látszatát csak az áramai által tovahordott és sűrű egymásutánba torlódó szemcsék idézik elő.

És most áttérhetünk a mag (nucleus) közelebbi méltatására.

Nézetünk szerint minden sejt-individuumban rendes körülmények közt csak egy mag van.

A nucleus, a maga legegyszerűbb alakjában, változó fénytörésű, gömbölyded, de nem élesen határolt folt a somatoplasmában, melyet az utóbbival szemben nagyobb mennyiségű nuclein vagy chromatin jellemez. E nevezetes anyag azonban nem szorítkozik csupán a magra, hanem, egyenletesen szétoszolva, kisebb mennyiség a többi somatoplasmában is van belőle. Jellemzi a magállományt, a somatoplasmával ellentétben, az a negatív tulajdonság is, hogy nincs benne inotagma (összehúzóelem), vagy csak igen kevés. Ezért a sejt összehúzódási tüneteit mindig csak a somatoplasmán észlelhetni. Alsóbbrendű állatok sejtmagjain állítólag vettek ugyan észre mozgásokat, de koránt sincs még eldöntve, mennyiben tekinthetők azok csakugyan activoknak.

Egy fokkal fejlettebb alakjában a mag először is éles határokat tüntet föl; később, a határvonalknak megfelelőleg, sűrűbb, szívósabb hártya, maghártya is fejlődik ki körülötte. E hárt्यान belül a magállomány még teljesen egynemű s meglehetősen consistens. Ilyen homogén magokat találunk az alsóbbrendű állatok között az egysejt-

tüekben, pl. Infusoriumokban és Amoebákban. Magasabbrendű állatok szöveteiben az elvényt, degenerálódó sejtekéi is hasonlók. Alakjuk igen sokféle lehet. Minden képzelhető megtalálunk csak az Infusoriumokban is: majd orsó, kolbász, patkó, piskóta, fonál, majd olvasó illetőleg gyöngysor alakú (moniliformis) a mag. Lehet azután szabályos vagy szabálytalan csillag, sőt fa- vagy más formában elágazott is. Változatos alakulataira egyébiránt magasabbrendűek fehér véresejtjeiben is akadhatunk. Föltünő módon ágazatos a selyemhernyó fonómirigye sejtjeinek a magja.

Harmadik fejlettségi fokán a magot legtöbbször gömbölyded, hólyagszerű képletnek találjuk. Benne a következő részeket különböztetjük meg: 1. a magburkot, 2. a magnedvet és 3. a gerendázatot. Ezek mellett ott vannak kisebb-nagyobb számban 4. a nucleolusok, magocskák. A gerendázat a mag lumenjén keresztül különböző irányban kifeszített, elágazó fonalakból áll: ezeknek valamely csomópontjában, vagy egészen szabadon, a mag belső terében, található a nucleolusok.

A magburok meglehetősen szilárd, rugalmas hártya. A gerendázattal és a nucleolussal (vagy nucleolusokkal) együtt képezi a szilárdabb részt, mely a somatoplasma mitómájának, a tulajdonképi plasmának felel meg, hozzáadva ahhoz nagymennyiségű chromatint. (A mag szilárdabb része chromatinnal telített protoplasma.) A magnedv pedig, mint hig rész, az enchelymának (— talán nem is egyéb, mint sejtnedv —) felel meg. A chromatin, különösen a gerendázatba és a nucleolusokba ágyalva, apró szemcséket (mikrochromosoma) képez. Ha a chromatint a nucleolusokból s a gerendázatból kivonjuk, de hozzájuk adjuk a magburkot, megkapjuk azt az állományt, melyet a chromatinnak neveznek s mely, ismételjük, egészen olyan, mint a sejttest plasmája, legfőleg a burok szilárdabb jóval a rendes somatoplasmánál. A gerendázat az által jó létre, hogy a lágyabb, de azért nehezen folyó achromatin, folytonos, igen lassu áramlásban van és magával hordja a benne lebegő chromatin-szemcséket; ennek az áramnak változatosan elágazó, nem ritkán egy nagyobb nucleolusból sugarasan kiinduló s abba visszatérő vonalai tünnek föl előttünk gerendázat gyanánt, valahányszor sikerül szövettani módszereinknek a sejtet hirtelen előlni és a protoplasmát épen elfoglalt helyze-

tében megalvasztva, rögzíteni. Az élő, de nyugvó magban az áramvonalok meglehetősen állandók, a különben is parányi chromatinszemcsék továbbmozgása alig vehető észre. A conservált magban a színezés intenzitása a chromatin-szemcsék sűrűbb, vagy ritkább eloszlásától, illetőleg helyenkénti megtorlódásától függ.

Az áramlásban lévő achromatinnal szemben a magburok, mint szilárdabb, megmeredt achromatin, fogandó föl; ilyen talán a nucleolusok alapállománya is; csakhogy, míg a magburok chromatint rendszeren nem tartalmaz, a nucleolusok azzal kiválóképp telve vannak. Találni kivételesen achromatikus nucleolusokat is; ilyenkor azonban a gerendázat annál inkább chromatikus.

Ezeknek a complicált magoknak külalakja, mint jeleztük, rendszeren egyszerű; ritkán találjuk másformának. (Elágazó például a selyemhernyók fonó mirigyében, ha ugyan ezek a már előbb említett magok nem a fejletlenebb, homogén típusba tartoznak.) Különbözik a mag, ha más alakot vett föl, mint a gömböt, ezt többnyire passiv teszi, a mennyiben a sejt egyébkénti alakjához alkalmazkodik. Kiterjedésének főiránya megegyezik az egész sejt főtengelyével, a mennyiben az eredetileg, pl., gömbölyded sejtet, megnyúlásában követi. Így a hosszú izomrostoknak nem ritkán vékony, pálcikaszerű a magjuk. Bizonyos fokig ép úgy alkalmazkodik a sejtbeli termékek fölhalmozódása folytán változó térvizonyokhoz, mint a protoplasma: mirigysejtekben a falhoz lapúlt korong-, félhold-, vagy sajka-alakú mag nem ritkaság.

Már most, ha a sejt egyes alkatrészeinek a funkcióját tekintjük, azt fogjuk látni, hogy a sejttest végzi legnagyobb részét azoknak, melyeket a szervetlen sejt tárgyalásakor megismertünk. Mondhatni általában, hogy az élet-folyamatot jelentő változások főleg a sejttestben mennek végbe, míg a mag meglehetősen állandóságot mutat, s ebből a következő tételt állíthatjuk föl: A somatoplasma a változások megtestesítője a sejtegyén állandósága mellett, a mag pedig az állandóság megtestesítője a változások közepett. Ez a tétel fejezi ki a sejttest és a mag szerepét a sejtben és az összes élő szervezetekben. Látni fogjuk, hogy nem minden ok nélkül tekintik a magot a magasabbrendű élőlények faji tulajdonságainak viselőjéül. Azt, a mi a fajoknak sajátjuk és bennük bizonyos határig állandó, a mi

az anyaszervezetből a leányszervezetre — az általános, minden élővel közös tulajdonságokon kívül — átöröklődik: a mag viszi át.

A mozgás-tünemények ellenben mind a sejtttestben folynak le, a mag csak passive vesz részt azokban; activvá csupán az által lehet, ha achromatinja a somatoplasmával közvetlenebb kölcsönviszonyba lép és maga is érvényesíti protoplasma-tulajdonságait. Valameddig ugyanis a sejt individualitása, egyensúlya zavartalan, a mag nyugszik, mozgásokat nem végez; mihelyt azonban az egyensúly megzavarodik, a sejt individualitása ideiglenesen megszűnik az által, hogy a sejt, növekedése következtében, eléri a fajlagos maximumot: mutatkoznak a magon mozgási tünemények, az a folyamat, a mit karyokinesisnek nevezünk.

Az *assimilatio* és kísérői, a kiválasztások (*excretiók*) szintén kizárólag a sejtttestben mennek végbe. A sejtttest állítja elő az élőlények fölépítéséhez szükséges összes állományokat, az táplálja a magot is, az termeli a chromatint, mely már készen, minimalis szemcsék alakjában jut be a mag gerendázatába. Már régen észlelték a mag-gerendák összefüggését a sejtttest gerendázatával; s ebből talán azt lehetne következtetni, hogy a mag áramai és a sejtttestéi közt bizonyos folytonosság (*continuitas*) áll fön, s ez az összeköttetés mutatja az utat, a melyen a sejtttest előállította chromatin szemcsék (vagy talán micellumok, tagmák) a magba vándorolnak.

A sejtttermékek előállítása is a sejtttest föladata, s minthogy a különféle sejtek specialis functiói ugyanazon szervezetben a bennük fölhalmozódó más-más metaplasmás anyagtól (= protoplasma-termék, a protoplasmából kikülönített fölös tagmák összege) függenek: a sejtttestnek köszönik a sejtek kikülönződésüket, változatos alakjukat, módosulataikat.<sup>1)</sup> Mig tehát a sejtttest tekintetében rend-

<sup>1)</sup> Hanstein tudvalevőleg a metaplasma alatt olyan protoplasmát értett, melyben reserv fehérjéken (pld. krystalloidokon) kívül nagymennyiségű szénhydrát, nevezetesen keményítő-szerű (*amyloid*) anyagok foglaltatnak s melyből azok előbb-utóbb kiválnak és sejtfalaknak építésére, vagy, mint egyéb váladékok használtatnak föl. Állati metaplasmának nevezhetjük tehát az olyan protoplasmát, melyben a szénhydratok helyén különösen nitrogén tartalmu, fehérjenemű (*albuminoid*) anyagok foglaltatnak, s melyből azok akár cuticulák, akár sejtközi állományok vagy specificus secretumok alakjában előbb-utóbb kiválnak. A mily fokban jellemző ugyanis amyloid sejtttermékek előállítása

kivüli változatosságot találunk, a mennyiben ugyanazon állatnak a hány szövetét s a hány állat különböző szöveteit vizsgáljuk, mindeütt jellemző, sajátos alakokra akadunk: a mag dolgában aránylag nagy egyformaság uralkodik. Az eltérések a már leirt típusoktól kis számúak, de nagyon jellegzők és állandók.

Látjuk e szerint, hogy a sejt összes elemi működéseit a sejt-test végzi, kivéve új egyensúlyi középpontoknak létrehozását, új individuumok előállítását; erre a maggal ellátott sejt csakis a mag kezdeményezésére vagy részvételével képes.<sup>1)</sup> Az osztódás sohasem a sejt-testben indul meg, ha van a sejtnak formált magja; a magon föllépő változásokkal kezdődik.

Számos kísérletet tettek oly sejtek viselkedésére nézve, melyekből a magot eltávolították, nevezetesen alsóbb rendű állatok, mint pld. *Infusori* *m* *o* *k*, olyan levágott darabjaival, a melyekbe mag nem jutott. Ezek képesek voltak — a mint Gruber és mások észleletei bizonyítják — tovább növekedni, sebüket, a metszési fölületet, begyógyítani, sőt arra is, hogy a rajtuk már megkezdett, félig már kész képleteket, szerveket a maguk erejéből tökéletes fejlettségre juttassák. De arra már nem voltak képesek, hogy osztódván, magukhoz hasonlókat hozzanak létre, és arra sem, hogy egészen maguk alkothassanak új szerveket; mert valószínűleg hiányzik bennük, a mi további szervezkedésre impulzust adhat. Így péld., ha a ketté vágott *Infusorium* mag nélküli darabjára valamely csilló (cilia) koszorú-

---

a növényi sejtekre nézve, éppen olyan jellemző az állatiakra nézve albuminoidokat termelni. Ezen az alapon *metaplasmás* anyag alatt értem mindazokat a protoplazma-termékeket, melyek a protoplasmán és a gyüledékeken kívül az állati sejttestben foglaltatnak.

<sup>1)</sup> Azokat a polar-testeket, más néven centrosomákat, (Van Beneden szerint *sphères d'attraction*, Boveri szerint *Archoplasmakugeln*), melyek *Ascaris megalocephala* barázdálódó petéjében és — a saját észleleteink szerint — több más Féreg barázdálódási golyóiban, a mig ezek nem nagyon számosak, a mag, jobban mondva csak a chromosomák gomolyaga mellett foglalnak helyet és a sejtosztlásban, úgy látszik, elől járnak: a magnak ideiglenesen különvált részéül s csak a lehető legtisztább, *metaplasmás* anyagoktól ment protoplasmának tekintjük. És nem csudálkoznánk rajta, ha valóban ezek s nem a tőlük ideiglenesen különvált chromosomák jelölnék a sejt egyensúlyi központját. Legújabbban több különféle állat ondójának képződése is igen föltűnő példákkal világosította föl a centrosomák szerepét a sejtosztlásban.

nak legalább kis részlete jutott, az Infusorium-darab a cilia-koszorút kiegészítette olyanra, a minő volt az egész állaté: befejezte a szervezkedést, melyre az impulsust megkapta vala; ha ellenben nem esett reá cilia-koszorú részlet, önmaga nem is tudott olyat előállítani. A magnak főszerepe tehát, a mint az előbbiekből látjuk, bizonyos szabályozó hatásokban és a sejtoszláskor van. Jelentőségét csak úgy érthetjük jól meg, ha közelebbről megismerjük az oszlás folyamatát.

Átalánosan elfogadott dolog ma már az, hogy a sejtek csupán sejtoszlás útján (sejtből vagy sejthben) jöhetnek létre. Szabad sejtképződés lehetőségében nem hiszünk. Régebben (Schwann idejében) az a nézet volt elterjedve, hogy a szervezet kocsonyáiban, vagy bizonyos folyadékaiban léphetnek föl önálló középpontok, melyek körül az, az u. n. blastema, sejtek alakjában csoportosúl. De újabb búvárok azt állítják, hogy nemcsak szabad sejtképződés nincs, hanem, hogy szabad magképzés sem lehetséges. Tehát nem csak az a tétel áll, hogy: *omnis cellula e cellula*, hanem az is, hogy: *omnis nucleus e nucleo*; vagy is, hogy mag is csak magoszlás útján keletkezhetik. Nézetünk szerint a mi a tételben igaz, így formulázható: A formált magot állandóan egy sejt sem nélkülözheti, a mely maggal ellátott sejtből, petéből származott; s nem nélkülözheti egy magasabbrendű élőlény sem a chromatint, mert az a szervezett sejtindivídium testanyagának lényeges alkotó része. A szabad magképződés lehetőségét azonban teljesen még sincs okunk kizárni, ha a szabad magképződés alatt azt értjük, hogy a leánysejtek magja csupán annyiban függ az anyasejtek magjától, a mennyiben a maghoz való anyagot, a chromatint, az anyasejtnak megelőzőleg csak szétoszlott magjától veszi át. Minthogy pedig bizonyos sejtek magja a leánysejtek képződését megelőzőleg csakugyan szét is oszlik, a chromatin a somatoplasmában elvegyül: új egyensúlyi központok a régi egyensúlyi központoktól függetlenül jönnek létre.

A magról azt, hogy a sejten belüli, *intra-cellularis* erők központja, már többször említettük. A sejthben levő áramok eredő irányai nem ritkán mind látszólag e központ, a mag felé vezetnek; ide hordják össze a nucleint, vagy chromatint. Az áramok irányának megfelelőleg, gyakori a protoplasmának a magba, mint központba összetérő, sugaras elrendeződése. A magszerkezet fölbomlá-

sának és leánymagokká rendeződésének célja az előadottak szerint nem lehet más, mint új egyensúlyi központok létesítése.

A magoszlást már igen régen észlelték; de csak az imént folyt két évtizedben jutottak az oszlás bonyolult folyamatának megismeréséhez. Kezdetben mindig egyszerű befűződésnek tekintették, a mely befűződést lassan követi a sejttest befűződése; a barázda mindig mélyebb lesz s a mag kettészakadására vezet. Kiderült azonban, hogy ily egyszerű módon a mag csak ritkán osztódik. Soha sem így a magasabb szervezetű, bonyolult szerkezetű magok, hanem csak a homogén magok, mint a minők pld. az Infusoriumokéi. Azok összes állománya meglehetősen egyöntetű; alkatrészei tehát egyszerű ketté válás által is megfelelőzhetnek. Az ilyen osztódást nevezik *direct magoszlásnak*; azt pedig, a mely bonyolultabb szerkezetű magokon fordul elő, *indirect magoszlásnak*: *karyokinetikus*, *karyolyticus*, vagy *mitoticus* oszlásnak. Mind a három név egy-egy részét fejezi ki ugyanannak a folyamatnak: a „*karyokinesis*“ a mozgási tünetenyekre vonatkozik, melyeknek alakjában az oszlás végbe megy; a „*karyolysis*“ arra céloz, hogy az oszlásnak induló mag kevésbé világosan látható a sejtben, mintegy elmosódik, fölületesebb vizsgáló *fölöszolettnak* tarthatná; a „*mitosis*“ pedig azt fejezi ki, hogy a mag állományának bizonyos része fonalkákra bomlik föl, melyek ketté hasadnak s a leánymagokban újra rendeződnek.

Az oszlás első szakaszával, az anya-mag szerkezetének meg bomlásával, kapcsolatos a somatoplasma sugaras elrendeződésének megszünte, jeléül annak, hogy megszűnt hatni a vonzási központ, mely felé a sejttest áramai irányultak. Sugaras elrendeződést a nyugvó mag körül szöveti sejtekben ritkán észlelhetni; annál gyakoribb azonban a fejlődés első stádiumaiban, a barázdálódási golyókban. Talán azért, mert ott a mag egyik oszlástól a másikig nem is jut teljesen nyugvó állapotba, olyan gyorsan követik azok egymást.

A mag egyidejű látszólagos eltűnésének mivoltát először Bütschli derítette ki, és a leírta folyamat lényegét az újabb észleletek megerősítették; csakhogy számos részlettel ki is bővítették a Bütschli adatait, melyek szerint: az anyamag helyén létrejő a vékony száalából álló *magorsó* (Kernspindel); a chromatin annak egyenlítője táján a *tengelylemezek* (Axenplatte) csoportosul; a tengelylemez a

két sarkilemezre (Polplatten) válik szét, a melyek a leánymagok chromatinját viszik azokba, az orsó két polusúra át, a honnét kiindulólág a protoplasma sugarasan rendezkedik.

Az indirekt magozslás, a mint annak módozatait Flemming, Kupffer, Rabl és Van Beneden másokkal együtt állati és főleg Strassburger növényi sejtekben ma már közelebbről megállapították, röviden úgy megy végbe, hogy a mag mindenestől átalakul hosszú spirálisan csavarodott fonállá, mely eleinte magában foglalja úgy az achromatint, mint az abban még egyenletesen elosztott chromatint. A fonal aztán hosszában ketté hasad és harántúl is bizonyos számú darabra esik szét. Az azonközben föllépett orsóalak aequatora táján helyezkednek el, kacs-alakulag meggörbülve, de itt már tisztán chromatinból állanak, míg az achromatin az orsónak a polusok irányában összetérő szálaít alkotja. Később mindenik kacs hosszában ketté hasadván, fele az egyik, fele pedig a másik polus felé vándorol; ott a kacs-felek ismét hosszában sorakoznak, ismét spirálisan csavarodott fonallá egyesülnek, s végül a gerendázatba, a nyugvó leány-magba mennek át.

Flemming a magozslásnak egy általánosan elfogadott schemáját állította föl, mely a következő stádiumokat különbözteti meg: <sup>1)</sup>

Az első stádium, melyből ki kell indulnunk, a maximalis fejlettségű nyugvó mag. (Leírásához ezúttal csak azt csatoljuk még, hogy a nucleolus, a hol egy van, talán nem csupán a gerendázat jelezte magonbelőli, hanem az összes plasmaáramoknak irányító középpontja; a hol pedig két vagy több nucleolus van, ott ezek hatásának eredő vonalában lehet az egész rendszer középpontja. Lassan örolő és a protoplasmát jól meg nem alvasztó reagensek nem akadályozhatják meg, hogy a mag gerendázata föl ne bomoljék; ilyen esetben a mag belső szerkezetéből csak a nucleolus marad hirmondóúl és talán az sem a maga természetes helyzetében.)

<sup>1)</sup> Előre is megjegyezzük, hogy nevezetes eltérések e schemától nem ritkák. Különösen az érés tüneténye (az iránytestek képződése), a petebarázdálódás és az ondóképződésnek a petebarázdálódással párhuzamba állítható szakasza (a spermatogoniumtól a spermatidáikig) mutat ilyeneket. A fölállítottuk elmélet azonban azokat is megmagyarázhatja. Mi jelenleg csupán a típusra leszünk tekintettel.

A második stadium az úgynevezett spirema: a z a n y a m a g g o m o l y s t a d i u m a. A maghártya eltűnván, a maggerendázat és a nucleolus helyén gomolyag, a spirema lép föl, mely a mag körületén helyezkedik el, mint egy inductió-tekeres, úgy véve körül a mag-nedvvel (— vagy sejt-nedvvel, minthogy a magnedvet atól elkülönítő maghártya már eltűnt —) kitöltött központi teret.

A spirálisan elhelyezkedő magfonálnak létrejöttét mi következőképen magyarázzuk: a magplasmának elágazó külön áramai, mint-hogy megszűnik az egységes vonzási központ, összefolynak, átömölnek egy már most összefüggő áramba. Az az áram pedig a környező sejttest plasmájának nyomása alatt a nagyobb (— átmérőjű, nem úrtartalmú —) teret igénylő körvonal vagy kerülék helyett spirális alakban helyezkedik el, t ű r e m k e d i k ö s s z e. Miután tehát a divergáló áramok egy összefüggő nagy plasma-áramba mentek át, a melyet köralakunak képzelünk, s miután, a magtér nem lévén oly nagy, hogy a köralakot befutó egy nagy áram, melyet az összes magplasma alkot, ilyen alakban elérhetne benne, a kör alkalmazkodott az adott térbeli viszonyokhoz és a környező plasma nyomása alatt spirálissá rakódott össze: ha a nyomás még inkább növekszik, könnyen érthető, hogy a spirális még jobban összeszorul és pedig úgy szorulhat legkönnyebben még kisebb térre, hogy egész vonalában duplán rakódik össze. Ebben a mag-fonálban, mely így nem is egyszerű fonálnak, hanem kettős fonálnak képzelendő, az egységes áram minden ponton ellenkező két irányban fut egymás mellett. Nem volna tehát egészen pontos a szerzőknek az a kifejezése, hogy a magfonal ketté hasad. Nem hasad ketté, hanem bizonyos stádiumtól kezdve mindjárt kettősen alakul meg. És ilyen elhelyeződés mellett a mag összes állománya mindjárt meg is feleződik, mert egyik fonalszárban épen annyi chromatin és egyéb állomány lesz, mint a másikban: a ki egy czérnaszálat két egyenlő részre akar osztani, az — két végét összetéve — duplán fogja s ott vágja át, ahol egyik szála a másikba áthajlik. A leglényegesebb pedig itt is az, hogy a mag állománya megfelelődjék. Roux is arra a czélra szolgáló mechanismusnak magyarázta a spirema alakot, de úgy, hogy a fonál hosszanti kettéhasadása által minden egyes szemcse megfelelődjék.

A magburok azért tűnik el a spirema fölléptekor, mert megelõ-

zöleg sem volt egyéb, mint megsűrűsödött magplasma, mely osztódáskor föllágyul és beléfolyik a közös spiremaáramba.

A harmadik stadium: az anyamagcsillag-stadiuma. Lényege az, hogy a magfonál bizonyos számú darabra, kacsra szakad (harántul átvágva) hosszában szét; a görbült kacsok a későbbi orsótengelyre merőleges síkban, az aequator síkjában csillag alakban helyezkednek el. Ez az anya-aster, vagy monaster. Kacsainak homorúlata a magperipheria felé, kifelé, domborulata a központ felé tekint. Föllép egyúttal az achromaticus orsó is, ami a chromaticus és achromaticus állomány elkülönülésén alapszik.

A jelzett fölfogással már most hogyan vezessük le a spiremából az anyamagcsillag alakját? A kettős fonál két vége, a hol az áram az egyik fonálszárból a másikba átmegy, még jobban összeszorulván és érintkezvén egymással, összeolvad, összenyílik, ami által két külön, egymás mellett ellenkező irányban haladó áram jó létre. Még tovább pedig — összeolvadások által a kereszteződési pontokon — a kettős fonálspirális annyi kettős gyűrűre fog szakadni, a hány kanyarulata volt a spirálisnak. Mindenik gyűrűpárban már most két független és egymással ellenkező irányú áram fog keringeni.

Nagyon könnyen fölvehető, sőt igen valószínű, hogy az így zárt áram-utakban nemcsak a protoplasma, hanem egyszersmind elektromos folyam is kering, melynek áramindító elemei a chromatinszemcsék.<sup>1)</sup> Tudjuk pedig, hogy, ha zárt vezetékben elektromos áram kering, akkor a vezeték a mágnes tulajdonságát ölti föl. Van észak- és dél-sarka. Minden egyes áramgyűrű a magtérben ily mágnesnek tekinthető, melynek két sarka közül vagy az egyik, vagy a másik fogja az észak-, illetőleg a délsarok tulajdonságait mutatni a szerint, a minő irányban kering benne az áram. Az

<sup>1)</sup> Ahhoz a bizonyos folyamhoz csak azért tesszük egyelőre az elektromos jelzést, mert más hasonló tulajdonságú mozgásnemet nem ismerünk, ami azonban korántsem zárja ki azt, hogy a szervezetben, különösen az idegrendszer élettüneményeiben, az érzésben s a beidegzésben, nézetünk szerint oly lényeges szerepű állandó áram is, melyet jobb név hiányában elektromosnak mondunk, talán másnemű, elektromos mozgássá csak átalakítható életáram ne lehessen éppen úgy, mint a fonálgyűrűkben fölvett valami. Azok a kísérletek pedig, melyeket újabb időben a magoszlásnál esetleg szereplő elektromotorikus erők kimutatására nézve tettek, úgy, a hogy eddig történtek, e szerepet sem ki nem mutathatják, sem ki nem zárhatják.

egy párként összefoglalt, párhuzamos két gyűrűben pedig épen ellenkező az áram, s így egyelőre illető pólusaik is ellenkező helyzetet foglalnak el. Ha azonban a vezetékek mindenikének van két sarka, akkor azok a magtérben nem maradhatnak tovább is rendezetlenül egymás mellett, hanem kölcsönös vonzásuknak és taszításuknak megfelelőleg rendezkednek el. De mivel a közvetlenül szomszéd gyűrűkben, egy-egy párban már is ellentétes sarkok érintkeznek, ez a két-két gyűrű (a szerzők szerint a magfonál egy-egy darabjának hasadása által létrejött fonalkapár) egymás mellett egyensúlyban fog maradni, s a gyűrűpárnak a maga együttességében lesz egy fő észak- és délsarka, s így a gyűrűpárokkal egyelőre mint egy-egy vezetővel foglalkozhatunk. Ha a magtérben két vezeték-pár van, közöttük csak úgy állhat fenn az egyensúly, ha mindkettő a meridián síkjában helyezkedik el és pedig egymásra derékszögben, a mi alatt a vezeték-párok alakja körből inkább hosszukás óválisba megy át. Ha négy vezeték-pár van a magtérben, azok egymással és a föld-mágnességgel (vagy azzal a valamivel, a mi a sejtben ennek a szerepét játsza) úgy jutnak leginkább egyensúlyba, ha a meridián síkjában köröszt-alak négy szárának megfelelőleg helyezkednek el. Ha pedig nem négy, hanem hat, vagy nyolcz stb. vezeték-pár van, akkor azok csillagalakban fognak megállapodni és pedig ugyancsak a meridián síkjában, az az egy síkba rendeződve.<sup>1)</sup> A csillaglemez ebben a síkban meg is maradna, ha helyzetére az anyasejtben föllépett két új vonzási központ (a sphères d'attraction vagy archoplasma-golyók központja), melyek mindenike egy-egy majdani leánymag vonzási középpontja lesz, nem gyakorolna irányító befolyást; s minthogy mindenik egyenlő erővel ellenkező irányba vonzza, az őket összekötő vonalra, az orsó tengelyére merőlegesen, azaz az orsó-aequator síkjában fog a csillaglemez megállapodni. A két orsó-pólus szerint igazodik ugyanis a sejt protoplasmája is és körülöttük homogénebb, gömbölyded képlet alakjában, metaplasmás zárványaitól megtisztultan megsűrűsödik. Ép úgy, mint a hogy a vasreszelékbe dugott mágnes két pólusa körül a vasrészes-

<sup>1)</sup> Ugy a mágnességet, mint az észak és délsarok kifejezéseket egyelőre persze szintén inkább képtelenesen kell érteni annak érzékitésére, hogy a vezetékeknek a bennük lévő, mindinkább lassuló áram irányához képest ellentétes sarkaik lehetnek.

két csillagalakba csoportosulnak: a protoplasma szálai is, a csillag sugarainak irányában, a két új központ felé konvergálnak. Ez a szokásos hasonlat azonban nem egészen helyes. A vasreszelék szemcséi a mágnes pólusai körül sugaras elrendezésben megállanak, holott a protoplasma részecskéi a sugarak irányában haladnak. Mihelyt minden arra való plasma-részecske elérkezett ezen az úton a központi plasma-tömegbe, vagyis mihelyt az összes valódi protoplasma a központba összefolyt, a sugaras áramlás, tehát a sejttest sugaras szerkezete is megszűnik.

A chromaticus szemcsék, egyenlőtlené válván az őket hordó áram gyorsasága az útnak egyes pontjain, példáulú lassúbbá a csillagközpont felé, maguk sem fognak egyenletesen eloszolva maradni az egyes vezetékeken belül foglalt magplasmában, hanem a csillag centruma felé megtorlódnak és ez által a plasma-áram végkép megakad: az előbb keringő magplasma helyett önmagukba visszatérő, meglehetősen határozott plasma-vonalakkal leszünk szemben, melyeknek centralis végén ív alakban megtorlódtott a chromatin, peripherikus, divergáló darabjuk pedig pusztán achromatinból áll. A párosával elhelyezett plasmaszálak mindenike egy, mondjuk hosszúkás, oválist ír le; ennek az oválisnak a csillag-centrum felé concav nagyobb darabja achromaticus és csak a kisebb, a centrum felé convex darabja chromaticus.

A magtérben szabadon lebegő achromaticus kacsparok, jöllehet az egykori áramirányhoz képest az egy-egy párba foglalt gyűrűk egyikének észak, a másiknak délpolaritása van a szabad pólusán, nem maradhatnak így egymás mellett a polartestek erősbülő vonzása ellenére, hanem azok, mint az egész rendszer két főpólusa szerint szedelődözködnek össze. Mindenikök vagy az egyik, vagy a másik pólushoz hajlik s ott egy pontban konvergálnak. Ennélfogva az összepárosított kacsok szétválnak, mert egyiküket az egyik, másikat a másik orsópolus fogja inkább vonzani. Természetes tehát, hogy minden chromatikus kacsparnak is egyik kacsját az egyik, a másikat a másik főpólussal fogja összekötni két-két achromatikus szál, az achromatikus ívnek két szára. <sup>1)</sup> Az

<sup>1)</sup> Nem titok előttünk több bűvárnak az az újabb állítása, hogy az achromatikus orsóban pamattá összefoglalt szálak száma igen nagy, a chromatikus

achromatikus szálak tehát orsó-alakba helyezkednek, a chromatikus kacsok pedig egyelőre a csillagban maradnak meg, a melyben megtartja őket mágnességük és kölcsönös vonzásuk, egyensúlyt tartva a centrosomák kétirányú vonzásával. A chromatikus kacsok, ámbár egyes chromatin-szemcsék, egy értelemben polarisált külön áram indító elemek, a chromatikus mikrosomák összetorlódásából keletkeztek, ilyenkor és a következő két stadiumban igen tömörök és bizonyos szilárdságot, merevséget árulnak el: olyanok, mint egy-egy patkóalakú mágnes.

A két polus lévén a leendő két leánymag középpontja, az orsó tengelye az oszlási síkra merőlegesen áll; a chromatikus csillag ellenben abban fekszik. A két sark körül sugárzattá rendeződött protoplasma polar-asterek és a bennük levő sűrűbb közep-rész a már előbb említett polar-testek vagy centrosomák nevét viseli.

A negyedik az áthelyezkedés (metakinesis) stadiuma. A hosszában meghasadt chromatin-kacsoknak egyik fele az egyik, másik fele a másik polus felé hagyja el helyét. E szétválás alatt állásukat is megváltoztatják, a mennyiben homorúlatukat az aequator, — domborúlatukat pedig a pólus felé fordítják.

Az achromaticus fonaloknak, hogy egy-egy chromatikus kacspár egyik felét az egyik, másik felét a másik polus felé közelítsék és egszersmind azoknak állását is megváltoztassák, — az előbbi pont-

---

kacsokét talán százszorosan is fölülmúlja. Nézetünk szerint az illető búvárok hozzászámították a tulajdonképi, tehát a magplasmából lett orsó-szálakhoz, a melyek szintén sugarak irányában térnek össze az illető polartest felé, azokat a protoplasma-szálakat, áramvonalakat is, melyek a polarasterek sugárzatához tartoznak ugyan, de azért a magteret is átszelik és tényleg az orsószálak pamatába vegyülnek, a chromatikus kacsokkal azonban csak látszólag függnek össze. Nem is lehetne érteni, miért kerülné ki a sugaras protoplasma-áramlás, mely az egész sejtestre kiterjedve, a protoplasmát mindenfelől az egyik vagy másik polartestbe sűríti össze, a sejtestnek épen azt a területét, a hol előbb a mag feküdt. Az előbbi határ és gát, a magburok nem lévén többé, azok a protoplasmarészek, melyeknek arra legrövidebb az útjuk az illető polartesthez, a magtérén köröszttől áramlanak oda. De valóban nem is mindig sikerül az áramvonalakat készítményeinkben az orsószálaktól megkülönböztetni.

ban adott magyarázat szerint — csak meg kell rövidülniök: az áramnak csak szélesebbé kell válnia, hogy az alkotta kör átmérője rövidüljön. Avagy, talán még jobban, úgy is magyarázhatjuk az achromaticus szálak rövidülését, hogy azokat a centrosoma mind jobban magába vonja, úgyyszólván fölgombolyítja.

Az ötödik aleánymagok csillag-stádiuma (dyaster.) A chromatikus kacsfelek az orsó két polusa körül (vagy előtt) egy-egy leánycsillagot alkotnak.

Könnyű megérteni, hogy a chromatikus kacsfelek a polusokhoz érkezvén, ép oly csillagalakban maradnának együtt, mint a minőt alkottak volt a kacspárok az aequatori tájon; mert az achromaticus fonalak rövidülése által csupán az egyik polushoz jutnak közelebb, de azért még nem kellene a meridián síkjából (a sejtre magára vonatkoztatva, az aequatorral párhuzamos síkból) kitérniök, sem tengelyük irányát megváltoztatniök, ha az illető centrosoma, mely minden pontjukat a rövidülő achromaticus szálak által egyaránt vonza, ezt megengedné. A chromatinkacsok újabb állása tehát annak a törekvésünknek, hogy a sejtaequator síkjával párhuzamos egy síkban maradhassanak, és a rövidülő achromaticus szálak húzásának eredménye lesz. Ezért sarkaik egy síkban maradnak, de patkóalakjuk domborúlata a centrosoma felé kitér, a minek folytán a polartestnek a másikéval szemközti homlokzata körül olyan koronát alkotnak, melynek központját az orsótengely fúrja át és melynek minden egyes ága a polartest központjára radiálisan és convexitását a felé fordítva áll.

Helyesebb tehát e stadiumot, mint többen szokták, leány-koszorúnak jelölni; de a valóságnak még jobban megfelel a korona kifejezés.

A hatodik stadium aleánymagok gomolyag-stádiuma, (dispirema) A chromatikus kacsokból álló leány-asterek helyén egy-egy kisebb spirema jön létre.

Következőképen magyarázzuk. A polartest protoplasmája, melynek centralis része, a centrosoma, talán hozzá is járul a leánymag állományához, összeköttetésbe hozza egymással az előbb zárt útvonalakba különített magplasma-részleteket; nevezetesen pedig az ezen útvonatokban patkó-alakká megtorlódott chromatint később föllazítja.

Az útvonalakban megakadt áram ez által újból megindulhat; a külön áramok a polártest közvetítésével ismét egy teljes, összefüggő áramba folynak össze, olyanná, a minő volt, a melyből kiindultunk vala az anyamag spirimájában, még egyenletesen elosztott chromatinnal. Ez az egész áram itt sem fog kört alkotni, hanem spirálisként türemkedik össze. Így támad a leánymagok spiremája.<sup>1)</sup>

Meglassúdván benne ismét az áram, és erősbödvén az új központ vonzása, az egységes magfonál<sup>2)</sup> a convergáló gerendázatra bomlik szét. Létre jön egyszersmind az új magtér peripheriáján finom áramvonalak, áram-recze képében szétterülő mag-plasmából annak megmeredése után a maghártya.

Az új központok vonzása már előbb e két pont körül oszlatta meg az anyasejt egész plasmáját. Az anyasejt már most egyenlő távolságban mindkettőtől, befűződik és így létre jön a két leánysejt, melyek számára megfelelő volt az összes chromatin és achromatin és, az új magok köré gyűlvén, a protoplasma. A befűződés mechanizmusa, azt hisszük, nem kíván bővebb magyarázatot: nem kívülről ható erő hozza létre, hanem a somatoplasma gömbölyded tömörülése két pont körül. Épen abban áll a befűződés, hogy a két somatoplasma tömeg egymással szemben legömbölyödik. Ha van sejthártya, az ehhez a változáshoz csak passiv alkalmazkodik; de ezt sem teszi szükségképen, s a két leánysejt alkothat magának az anyasejtétől függetlenül új sejthártyát, (állati sejtek először csak pelliculát.)

Mondottuk, hogy az egész bonyolult folyamat a mag alkatrészeinek minél pontosabb megfelelésére irányul. Ha a mag homogén volna, akkor egyszerűen a két darabra válás is megtenné a szolgálatot. De magasabbrendű állatok sejtjeiben nem igen van homogén mag, csupán a degenerált vagy elvénült sejtekben, melyek azonban már nem osztódnak. Ha pedig a mag szerkezete bonyolult, akkor az osztásnak is bonyolultnak kell lennie, hogy a feleződés lehető legyen;

<sup>1)</sup> Többnyire az egymással csak anastomisáló szálak gomolyaga.

<sup>2)</sup> A valóságban ez a stadium talán sosem következik így be. Az előbb achromatikus, már most ismét chromatin-szemcséket hordó szálak rendszeren gomolyaggá bonyolódnak a nélkül, hogy előbb egységes csigavonalat alkotnának.

mert úgy látszik, hogy a chromatin egyenletes elvegyülése a magtérben az oszlást megelőzőleg csak kivételesen lehetséges. Lassu szaporodáskor előfordul, hogy a mag-gerendázat helyét előbb homogén állomány foglalja el. De látni való, hogy a hol gyors oszlásra van szükség, ott nincs ideje a sejtnek a gerendázatot föloldani, egész magasfokú szervezetét visszafejleszteni és oszlás után újra szervezni a magot. Szükséges, hogy a leánysejt minél később állapotban kapja meg a magját. Hogy a magnak mitoticus feleződése nagyon fontos és közelebbi módozatai, hogy pl. hány kacs jut egy-egy leánysejtre, sem közömbösek, azt bizonyítják a többi között Rabl és Van Beneden észleletei, a kik kimutatták, hogy a chromatin-kacsok száma az osztódó petében egy-egy fajban mindig ugyanaz, de a fajok szerint különböző.

Valószínűnek tartjuk, hogy a mag elektromotorikus erők székhelye. Weismann a magot, nevezetesen chromatinját, tekinti a sejt faji tulajdonságainak viselőjéül. Nem hisszük ugyan, hogy kizárólag a mag ez; de kétségtelen, hogy a chromatin a sejtnek igen fontos alkatrésze. Bizonyos működéseket formált mag nélkül is végezhet a sejt, sőt, mint mondtuk, a magnak előzetes szétoszlása után is keletkezhetnek új magok: ez a szabad magképződés. A szabad magképződés és az indirect között szolgál átmenetül a direkt magosztódás, a mennyiben a directet megelőzőleg a chromatin csak a magtéren belől osztódik egyenletesen szét, holott a szabad magképződést a chromatinnak az egész somatoplasmában való előzetes szétoszlásától tettük függővé.

Összefoglalva az eddigieket, azt hiszem, arra a meggyőződésre juthatunk, hogy a mag inkább a nyugvó sejtnek és nem a szaporodásnak fontos szerve. (A chromatin szemcsék, a mikro-chromosomák, talán bizonyos rendszer szerint sarkított áramindító elemek). Az indirect magoszlás egész lefolyása is azt mutatja, hogy a leány-sejteknek érdekükben áll, mindjárt magasabb rendű, szervezettebb magot kapni örökbe az anyasejttől. A direct magoszlás útján pedig csak szervezetlent kaphatnak, a melyből a szervezett magot nekik maguknak kell előállítaniok. A szabad magképződés esetében meg egészen önállóan kell formált magot teremteni elő, és azért ez a legtekélyesebb mód a három között: a legtöbb időbe és a leánysejteknek legnagyobb fáradságába kerül. Innen van, hogy a szabad mag-

képződés oly ritka a magasabbrendűeknél. Föl nem használása az elődök által elért tökéletesedésnek, ha az utód maga is megépíti ugyanazt, amit elődje már megépített volt, s a mit készen kaphatna örökségül. Ilyesmi nincs érdekükben a szervezeteknek, sőt ellenkezőleg, minden sejt igyekszik fölhasználni mindazt, a mi tökéletesedést elődei a maguk leszármazásának folyamán, évmilliókon át szereztek.

(Folytatása következik.)

---