

Dr. Péterfi Tibor:

Milyen eredmények várhatók a biológiai kutatások terén

Dr. Péterfi Tibor, a világhírű magyar tudós, a „mikromanipulator” feltalálója a berlin—dahlemi „Kaiser Wilhelm Institut”-ban folytatja nagyjelentőségű kutató tevékenységét. Péterfi tanár tudományos eredményeire és munkáira a *Biológia* területén Amerikában csakúgy, mint Európában, minden biológus hivatkozik és támaszkodik. Péterfi a szerkesztője különben a „*Zentralblatt für Biologie*” folyóiratnak.

Ha egy kertész egy cserfapalántát elültet, aligha tudná előre megmondani, melyik hajtások fognak leggyorsabban fejlődni, mely ágak fogják a korona és a lombzat alakját megszabni, mely gyökerek hatolnak legmélyebben az anyaföld tápláló nedveibe. Ha megfogamzott is a palánta s terebélyes fa lett belőle, a gyerekek, kik árnyékában játszanak, mire felnőnek, alig ismernek rá öreg barátjukra. Fiatal mellékhajtásokból erőteljes ágak nőttek, a korona legjellegzetesebb ágai közül egyiket vagy másikat már kitörte a vihar, vagy elkorhasztotta az idő s az évszakok változó rendjében megmegújuló élet új formákba kényszeríti a természet alkotó erőit.

A tudomány haladása is, történelmi perspektívából tekintve, ilyen szerves fejlődés képét mutatja. A gyökérzet labirintusa, mellyel a humus éltető nedveit, az általánosan emberi és a speciálisan nemzeti kultúrák megtermékenyítő hatását magába szívja, a maga földalatti szálaival csak nehezen követhető és

a tudományok koronája olyan bonyolult szövedéke az ágak erezetének, hogy alig mondható meg, mely ágak tartják a koronát s még kevésbé, melyek fogják a következő évtizedekben a lombzat fejlődésének irányait megszabni.

Egy bizonyos tudományág vagy tudományterület, mint pl. a Biológia, fejlődésének irányvonalait megjelölni már csak ebből az általános, minden kultúr-történelmi kutatásnál közös okból is bizonytalan vállalkozás volna. Megnehezíti e feladatot azonban a biológia esetében még az a körülmény is, hogy az, amit általában Biológiának neveznek, igen laza összefoglalása különböző természettudományi diszciplínának s nemcsak a laikus közönség, de maguk a természettudományok művelői is igen különböző értelemben használják a Biológia elnevezést. Voltaképpen, mint a neve is mutatja, a Biológia az összes élettudományok közös gyűjtőneve volna, amely ma a tudományos kutatás erős tagozódása és specializálódása mellett önálló, külön kutatóterületet nem is képviselhetne. Az első lépés az élettudományok elhatárolása terén az volt, amikor az ú. n. normális életjelenségeket; elhatárolták a kórosoktól s így a *Biológiával* szemben felállították a *Pathológia* kerekeit. Azután kialakult egy kutatási irány, amely csaknem kizárólag az élőszervezetek alaki tulajdonságaival, a külalak és a belső szervezet szabadszemmével is vagy csak nagyítóval látható jellegeivel s azok fejlődésével foglalkozik (*Morphológia*) s ezzel szemben a másik tudománycsoport, mely csak a szervezetben lefolyó életfolyamatokat, az anyag- és erőcsere törvényszerűségeit kutatja (*Physiologia*). A múlt század közepén a nagy német physiológus, *Johannes Müller* hatása alatt megindult emez alapvető tagolódása a Biológiának a XIX. század végéig mind messzebbmenő differenciálódásra vezetett, úgy a Morphológia, mint a Physiologia terén. Néhány évtized múltán már mint” külön szaktudományokat kezdik tanítani az

egyetemen az *Anatómiát*, mely főleg az Ember morfológiáját tárgyalja, az összehasonlító Anatómiát, mely az állatvilág alakzatát foglalja össze, a sejt- és szövettant (*Cytológia* és *Histológia*), melyek a szervezetek finomabb mikroszkopikus struktúrájával foglalkoznak és a fejlődéstant (*Embryológia*), az egyéni fejlődés folyamatairól; viszont a *Physiologia* terén elkülönül előbb a tulajdonképpeni *Physiologia* az életvegytantól s amaz az életműködések mechanizmusát, ez a mechanizmushoz szükséges anyag- és erőcsere vegyi folyamatait foglalja össze. Hamarosan azonban ezek a tudományterületek is újabb tartományokra, speciális egységekre különülnek el, mert a felvetődő problémák tömegét, az egyre gyarapodó ismeretek halmazát, a folyton szaporodó kutatási eljárások technikáját egy szakma keretében sem áttekinteni, sem tanítani nem lehet többé. Mialatt a *Biológia* ily módon speciális kutatási területeire tagozódik, hasonló folyamat megy végbe a múlt század 60-as éveitől kezdve *Virchow*, *Cohnheim*, *Pasteur*, *R. Koch* és *P. Ehrlich* hatása alatt a *Pathológia* terén. A kóros életfolyamatok lefolyásának megállapításához és az okozati összefüggések kiderítéséhez a *Pathológusok* igénybe veszik a *Biológia* eszközeit és kutatási módszerét: *Virchow* a mikroszkópot, *Cohnheim* a *physiologiai* kísérletezést, *Ehrlich* az *életvegytan* eljárásait, míg *Pasteur* és *R. Koch* egy új tudományágat tárnak fel: a *Bakteriológiát* s ezzel újabb utakat nyitnak meg a *pathologiai* kutatás számára.

Az élettudományok fejlődése tehát a XIX. században egy messzemenő differenciálódás képét mutatja* És mint ahogy magát a tudománytörténelmi fejlődést az egyre kifejezettebb tagozódás és speciális kutatóterületek elhatárolódása jellemzi, úgy az egyes területeken folyó bűvárkodás alapjellege szintén a tudományos anyagnak mindinkább apróbb tárgykörökre való taglalása és osztályozása, vagyis a rendszeres anyaggyűjtés az *analízis*. Az ilyen módon össze-

gyűlő tények és adatok halmaza alig három emberöltő leforgása alatt azonban a tudományos részletek olyan rengetegévé szaporodik, hogy a múlt század végén és a jelen század elején alig akad már gondolkodó elme, amely őket összefoglaló, általános biológiai elméletté egyesíteni tudná. Akik ilyen, a philosphia határmesgyéjén mozgó elméletek felállítását megkísérlik, vagy egyoldalú, bizonyos alaptételek kedvéért lekerekített theóriákat adnak, melyeknek logikai vagy tárgybeli fogyatékoságai csakhamar kiviláglanak, (*Haeckel, Verworn* és a századvégi ú. n. *materialista* iskola) — vagy hamarosan rájönnek, hogy az eddigi kutatás rendszere helyett, illetőleg emellett, új célkitűzésre, módszerben és felfogásban új irányokra, a meglevő anyag új szempontok szerint való csoportosítására és kiegészítésére van szükség, hogy az életrejtélyek lényegét közelebbről felismerhessük. (*Roux, Driesch, J. Loeb, v. Uexküll*)

A XIX. század biológiai kutatásainak egész fejlődési menetén két nagy általános elmélet felépítésére koncentrálódik voltaképpen mindaz az energia, mely a tudományt művelő generációk munkáját irányítja: az egyik a *sejt elmélet*, a másik a *Darwin* és *Lamarck* nevéhez fűződő *fajfejlődési elmélet*. Az élet egységes leszármaztatásának tanát foglalja magába mind a kettő, a sejtelmélet, amidőn azt tanítja, hogy minden élő szervezet legegyszerűbb élőlényekből, a *sejtekből* épül fel, a fajfejlődési elmélet, amikor felállítja alaptételét, hogy a legegyszerűbb életformák és a legdifferenciáltabb szervezetek között egy történelmi kapcsolat, egy fejlődési folytonosság állapítható meg. Alig van tudományos kutatás a XIX. század folyamán akár a növénytan és az állattan, akár a Morphológia és a Physiológia terén, mely közvetve vagy közvetlenül ne járult volna hozzá e két nagy elmélet kiépítéséhez s ne állott volna a két uralkodó elmélet befolyása alatt. Mind a két tan azonban elsősorban a *leíró*, vagyis a tényeket regisztráló tudományos mun-

kában gyökerezett s kiépítésüknél a minél gazdagabb, minél szélesebb körű *anyaggyűjtés* volt döntő fontosságú. Ennek a két tannak köszönhető az élettudományok páratlan fellendülése s az élőlények csodálatos változatosságú rendszerének az az alapos ismerete, amellyel a XIX. század az emberiséget megajándékozta s amelyen felépül és továbbfejlődik a huszadik század biológiai kutatása is. E két vezérlő eszméje a XIX. század élettudományi kutatásának a század végén azonban — mint ahogy az már megállapítható — elérte célját és tudománytörténelmi rendeltetését befejezte. Az, ami a sejttanban és a faj fejlődési elméletben maradandó tudományos igazság volt, már a jelen század küszöbén leszűrődött és — mint minden klasszikus tudományos igazság, — csak biztos alapot jelenthetett a további kutatás számára, de nem azt a mozgató erőt többé, amely a kutatás szellemét tovább élteti és jövőendő irányait megszabja. Lassankint az új század kibontakozásával mind világosabbá vált a különböző tudományterületeken kutató elmék előtt, hogy a sejtelmélet és a darwinizmus jegyében eddig folytatott munka a maga módszerével és széles alapokra fektetett adatgyűjtésével még azokon a területeken, ahol hatása a legközvetlenebb és leggyümölcsözőbb volt, — mint a Morphológia és a fejlődéstan terén — sem vezethet egy bizonyos határon túl az alapproblémák tisztázására s ennél a határnál újabb és újabb problémák merülnek fel, amelyeknek megfigyeltetéséhez nem a leíró, de a kísérletező, nem az anyaggyűjtő és részletező, de az oknyomozó és összefoglaló munka szükséges. Kiderült továbbá, hogy a múlt század kutatóit az egyes élettudományi diszciplínák kiépítése annyira lefoglalta, hogy nagyobb súlyt helyeztek speciális tanszakok elhatárolására, mint a természetadta kapcsolatok tanulmányozására a Biológia és Pathológia vagy a Morphológia és Physiológia között. Ennek folytán az élettüneményeknek egész nagy területei maradtak feltáratlanul a tudományos kuta-

gyűlő tények és adatok halmaza alig három emberöltő leforgása alatt azonban a tudományos részletek olyan rengetegévé szaporodik, hogy a múlt század végén és a jelen század elején alig akad már gondolkodó elme, amely őket összefoglaló, általános biológiai elméletté egyesíteni tudná. Akik ilyen, a philosophia határmesgyéjén mozgó elméletek felállítását megkísérlik, vagy egyoldalú, bizonyos alaptételek kedvéért lekerekített theóriákat adnak, melyeknek logikai vagy tárgybeli fogyatékoságai csakhamar kiviláglanak, (*Haeckel, Verworn* és a századvégi ú. n. *materialista* iskola) — vagy hamarosan rájönnek, hogy az eddigi kutatás rendszere helyett, illetőleg emellett, új célkitűzésre, módszerben és felfogásban új irányokra, a meglevő anyag új szempontok szerint való csoportosítására és kiegészítésére van szükség, hogy az életrejtélyek lényegét közelebbről felismerhessük. (*Roux, Driesch, J. Loeb, v. Uexküll.*)

A XIX. század biológiai kutatásainak egész fejlődési menetén két nagy általános elmélet felépítésére koncentrálódik voltaképpen mindaz az energia, mely a tudományt művelő generációk munkáját irányítja: az egyik a *sejtelmélet*, a másik a *Darwin* és *Lamarck* nevéhez fűződő *fajfejlődési elmélet*. Az élet egységes leszármaztatásának tanát foglalja magába mind a kettő, a sejtelmélet, amidőn azt tanítja, hogy minden élő szervezet legegyszerűbb élőlényekből, a *sejtekből* épül fel, a fajfejlődési elmélet, amikor felállítja alaptételét, hogy a legegyszerűbb életformák és a legdifferenciáltabb szervezetek között egy történelmi kapcsolat, egy fejlődési folytonosság állapítható meg. Alig van tudományos kutatás a XIX. század folyamán akár a növénytan és az állattan, akár a Morphológia és a Physiológia terén, mely közvetve vagy közvetlenül ne járult volna hozzá e két nagy elmélet kiépítéséhez s ne állott volna a két uralkodó elmélet befolyása alatt. Mind a két tan azonban elsősorban a *leíró*, vagyis a tényeket regisztráló tudományos mun-

kában gyökerezett s kiépítésüknél a minél gazdagabb, minél szélesebb körű *anyaggyűjtés* volt döntő fontosságú. Ennek a két tannak köszönhető az élettudományok páratlan fellendülése s az élőlények csodálatos változatosságul rendszerének az az alapos ismerete, amellyel a XIX. század az emberiséget megajándékozta s amelyen felépül és továbbfejlődik a huszadik század biológiai kutatása is. E két vezérlő eszméje a XIX. század élettudományi kutatásának a század végén azonban — mint ahogy az már megállapítható — elérte célját és tudománytörténelmi rendeltetését befejezte. Az, ami a sejttanban és a faj fejlődési elméletben maradandó tudományos igazság volt, már a jelen század küszöbén leszűrődött és — mint minden klasszikus tudományos igazság, — csak biztos alapot jelenthetett a további kutatás számára, de nem azt a mozgató erőt többé, amely a kutatás szellemét tovább élteti és jövőendő irányait megszabja. Lassankint az új század kibontakozásával mind világosabbá vált a különböző tudományterületeken kutató elmék előtt, hogy a sejtelmélet és a darwinizmus jegyében eddig folytatott munka a maga módszerével és széles alapokra fektetett adatgyűjtésével még azokon a területeken, ahol hatása a legközvetlenebb és leggyümölcsözőbb volt, — mint a Morphológia és a fejlődéstan terén — sem vezethet egy bizonyos határon túl az alapproblémák tisztázására s ennél a határnál újabb és újabb problémák merülnek fel, amelyeknek megfejtéséhez nem, a leíró, de a kísérletező, nem az anyaggyűjtő és részletező, de az oknyomozó és összefoglaló munka szükséges. Kiderült továbbá, hogy a múlt század kutatóit az egyes élettudományi diszciplínák kiépítése annyira lefoglalta, hogy nagyobb súlyt helyeztek speciális tanszakok elhatárolására, mint a természetadta kapcsolatok tanulmányozására a Biológia és Pathológia vagy a Morphológia és Physiológia között. Ennek folytán az élettüneményeknek egész nagy területei maradtak feltáratlanul a tudományos kuta-

tás előtt, mert a múlt században megszabott keretek ezeknek a kutatására alig nyújtottak lehetőséget. így pl. mindaz, ami a környezet, a szervetlen és szerves külvilág és az élőlények kölcsönhatására, a földrajzi tényezők, a klíma és talaj befolyására vonatkozik, — ami a természetben található nagy életközösségek: a mező, az erdő, a tavak, hegységek és tengerek életvilágát jellemzi s az itt lefolyó létért való küzdelem kereteit megszabja: egy új világot jelentett a tudományos kutatás számára, mely aztán *Oekológia* és *Biogeographia* néven kezd az utolsó évtizedekben mint önálló tudományág kialakulni. Hasonlóképpen állott a helyzet a határterületen az élettan és a lélektan között, ahol mind világosabbá vált, hogy egyfelől a morfológiai alapon folytatott idegéletteni kutatások aligha vezetnek lélektani kérdések kielégítő megoldására, másfelől, hogy a fajfejlődési elmélet segítségével összehasonlító lélektan nem lehet folytatni, amelyben az emberi lélek és az állatvilág hasonló életmegnyilvánulásai közvetlen összefüggésben tárgyalhatók, hanem az Ember lélektanát mint külön önálló kutatási területet principiálisan el kell választani az állatok viselkedésével foglalkozó vizsgálatoktól s ezeket az Emberre való minden vonatkoztatás nélkül külön kísérleti feltételek mellett kell lefolytatni. Legalább is egyelőre és belátható időn belül nem lehet az állatok viselkedését az emberi lélektanból kölcsönzött fogalmakkal megmagyarázni, mint azt számoló lovak és önfeláldozó kutyák esetében többször megpróbálták s az ilyen anthropozentikus magyarázatoknál lényegesen fontosabb először is tisztázni a környezeti hatásokat, amelyekre az állat reagál s megállapítani a módot, amelyben ez a reakció törvényszerűleg bekövetkezik.

Mint ahogy a lélektan terén bizonyult, hogy a gondolatokat nem lehet egyszerűen a dúcsejtek anyagcseretermékének minősíteni, úgy a Biológia egyéb területein is egyre több kétely merült fel, hogy vajjon

lehet-e a magasabbrendű élőlények élet jelenségeit a sejtelmélet értelmében egyszerűen csak a sejtműködések összegének tekinteni. Az élővilágot végső elemekre bontó irányzat, mely aztán az életjelenségeket az így feltalált elemekből, mint épületkockákból felépíteni törekedett, a mikroszkópiai láthatóság határán mozgó Biológia, mely a maga elméleteihez éppen olyan elemi egységeket keresett, mint amilyeneket az exakt természettudományok, a physika és a chemia az atomokban és molekulákban már megtaláltak, abban a pillanatban meddőnek bizonyult, mikor kiderült, hogy a magasabbrendű élőlények minden életjelensége az őket alkotó sejtekből ered ugyan, ezeknek a kölcsönhatása azonban olyan bonyolult s olyan végtelenül szétágazó, hogy igen sok esetben és gyakran épp a legfontosabb életjelenségeknél nem állapítható meg: melyek azok a sejtek, amik voltaképpen az egész jelenségért felelősek?! Az ilyen jelenségeket, melyeknél az egész élőlény vagy egész szervcsoportok szerepeltek, mint egységes tényezők, — mint azt a szerológusok az *Immunitás* kutatásával kapcsolatban, a pathológusok a belsőelválasztású mirigyek működésénél tapasztalták — sem módszertanilag nem lehetett, de meg nem is volt szükséges bizonyos sejtekre visszavezetni, mert teljesen megfelelő magyarázatot nyújtott a tüneteknek a maga egészében való tanulmányozása.

Ebből a néhány kiragadott példából már felismerhető, hogy a jelen század elején a Biológiában egy általános tudományos felfogás keletkezett, amely az életjelenségek tanulmányozásánál nem az élőlényt alkotó elemekre, a sejtekre, hanem az élőlényre a maga egészében fekteti a fősúlyt, nem elemi részletekből akarja mozaikszerűleg felépíteni a tünetny magyarázatát, hanem éppen azt kutatja: mi az, ami a tüneteknek mint egységes jelenségnek a maga speciális, a sejtműködéseknel magasabbrendű jellegét megadja?! Ez a felfogás és irányzat érvényesült a

Testalkattanban (Konstitutionslehre), a *Serológiában* az *Endokrinológiában*, a kísérleti *Lélektanban* s hatása egyre jobban érezhetővé válik az orvosi tudomány terén is, amelyre ezek az említett tudományágak gyakoroltak éppen az utóbbi évtizedekben leg-erősebb hatást.

Mint ahogy a XIX. század biológiájának vázolásánál egy bizonyos párhuzamot állapítottunk meg a tudományok specializálódása és a tudományos kutatás analitikus jellege között, úgy most viszont hasonló párhuzamra mutathatunk rá a jelen században megindult synthetikus kutatásirány és ama összeolvadási folyamat között, mely különálló kutatási területeket közös egységekké összeforraszt, mint ahogy a leíró Anatómiából, az Átörökléstanból, az Embertanból és az Endokrinológiából a Testalkattan, vagy a Bakteriológiából és Kórtanból a Serológia, a földrajzból, növénytanból és állattanból az Oekológia s az Oekológiából és Idegélettanból az állatok viselkedését kutató tan kialakult.

A jelen század biológiai kutatásának egyik legjellemzőbb általános vonása tehát, hogy a múlt század biológusaitól átvett rengeteg gyűjteményét a részletadatoknak nagyobb és egységesebb keretekbe olvasztja össze s ezáltal az élet megnyilvánulásainak nemcsak közvetlenebb, de mélyebbre ható magyarázatát is adja. Ebben az összeforrasztó munkában aztán kiderül, melyik részletadat illeszkedik be harmonikusan egy, a biológiai tudományok mai állásának megfelelő egységes képbe s hol mutatkoznak hiányok és hézagok, amelyeket vagy új irányban és új módszerekkel, vagy a régieket tovább folytatva, pótolni kell.

Ehhez a felépítő munkához azonban mindenkélettől szükség volt a biológiai tudományok terén egy egységes alapra, egy tudományterületre, amelyen megtalálható mindaz, ami minden életjelenségben általános jellegű, és nemcsak egy bizonyos körre vagy

fajra, állatra vagy növényre, gerinctelen vagy gerinces állatra jellemző. Így alakult ki a tudományos Biológiának mint önálló tudományágnak a maga megszabott kerete, amely az individuális élet anyag- és alakcseretüneteményeit és az általános ingerhatásokat, valamint az életközösségek (*Biocoenose*) viszonyát a szervesetlen és szerves külvilághoz foglalja össze.

Javarésze ennek a természettudományi problémakörnek már foglalkoztatta a XIX. század biológusait is. Minden egyes u. n. biológiai tudományágnak megvolt a maga általános fejezete, amelyben általános növénytan, általános állattan stb. cím alatt az illető tudományszakma alapproblémáit és általános törvényszerűségeit tárgyalta. A mai értelemben vett tudományos Biológia első öntudatos megnyilvánulása mégis a XX. század első évtizedére esik, amikor 1906-ban O. Hertwig tankönyve „Allgemeine Biologie” cím alatt megjelenik. Ez a könyv ugyan még javarészt csak a múlt század két vezető elméletével, a sejt- és a fajfejlődési elmélet lényegével foglalkozik, de már ezeknek a keretében is rámutat azokra az általános összefüggésekre, melyek az élővilágra egységesen jellemzők. Csakhamar követik ezt *Driesch*: Die Biologie als selbstständige Grundwissenschaft und das System der Biologie (1911) és *Nicolaus Hartmann*: Philosophische Grundfragen der Biologie (1912) c. programmatikus munkái, melyekből a mai Biológiának mint önálló kutatási iránynak célkitűzései és elméleti alapjai világosabban kibontakoznak. Hogy aztán egy negyedszázad folyamán az így megindult szervező és építő munka hova vezetett és hogyan épült fel az a rendszer, mely az élettudományok speciális ágazatait egyfelől a filozófiával és az exakt természettudományokkal, másfelől egymással egy szerves egészzé összekapcsolja, legjobban kiviláglik *Max Hartmann*: „Allgemeine Biologie” című kétkötetes művéből, mely 1925—1927-ben, tehát a legutóbbi években jelent meg.

A mai biológiai kutatást a megelőző generációk-

nak elsősorban leíró irányzatával szemben az oknyomozó kutatás jellemzi. Az anyaggyűjtés és rendszerezés korszakát logikusan követi az okkutató munka, mely nem elégedhetik meg a jelenségek pontos és részletes leírásával, hanem ki kell hogy derítse azokat a végső okokat, amelyek az élővilág alapjelenségeit létrehozzák és törvényszerű kapcsolatokat teremtenek meg közöttük. A leíró kutatási irányzat bizonyos életjelenségeknél természetszerűleg megállott s ezeket mint természetadta végső tényeket kezelte, így pl. hogy az élőlényeknek fajilag jellemző külalakja s belső szerveződése van, hogy az egyén és faj szaporodik, öregszik és elhal, hogy a szaporodás egy bizonyos fejlődési fokon túl a nemek kialakulásához s két különböző nemű individuum párosodásához van kötve, hogy a párosodásból származó utódok az elődök tulajdonságait öröklik s hogy az átöröklődött tulajdonságok, azoknak fennmaradása vagy változása a fajfejlődésben döntő szerepet játszik. Hogy azonban mi is lényegében az, ami átöröklődik s milyen törvényszerűségek szabályozzák ennek az örökségnek hatását az utód-generációk kialakulásában, azt dacára számos erre vonatkozó elméletnek, a XIX. század folyamán tisztázni nem sikerült, s itt volt a fajfejlődési elmélet — úgy a darwinizmus, mint a lamarckizmus — leggyengébben megalapozva. Hiányzott ugyanis a tudományos kísérleti módszer, amellyel az átöröklődés jelenségeit egyszerű elemi egységekre lehessen bontani, s ezeknek sorsát, szerepét, hatását a tulajdonságok átöröklődésének mechanizmusában lépésről lépésre követni tudjuk. *Gregor Mendel*, a brünni ágostonrendi apát ugyan már 1866-ban leírta módszerét, amellyel különböző borsófajták kereszteződésénél egyes legegyszerűbb tulajdonságok átöröklődését pontosan követni, sőt előre megállapítani tudta, de vizsgálatairól kora vezető biológusai alig vettek tudomást s csak 1900-ban fedezik fel *de Vries*, *Correns* és *Tschermák Mendel* kísérleti módszerének

döntő fontosságát az átöröklődés kutatására nézve s teremtik meg *Johannsen, Batesson, Davenport, Wilson, E. Bauer, R. Goldschmidt, Morgan* és számos más tudós közreműködésével az ú. n. *induktív Átöröklés-tant* vagy *Genetikát*. Ez a rohamosan fejlődő tudományág, mely a *Gregor Mendel* borsókísérleteiből indult ki s ezért gyakran *mendelizmusnak* is nevezetik — a mai tudományos biológiai kutatásnak úgyszólván centrális kutatási területévé lett. Az általános élettünetmények centrális problémáit tartalmazza nemcsak azért, mert könnyen érthető módon a praktikus természet tudományokkal, a növény- és állattenyésztéssel vagy a gyógytudományokkal közvetlen kapcsolatba került, nem is pusztán azért, mert a faj fejlődési elméletre döntő hatásai volt s szükségszerűleg a darwinizmus revíziójához vezetett, hanem elsősorban azért, mert kiderült, hogy az élet legáltalánosabb és talán leglényegesebb jellegéhez tartozik, hogy minden újonnan keletkező élet fejlődése és lefolyása már előre szigorúan meg van jelölve egy örökség által, mely az elődökről az utódokra átszarmazott. Talán még mélyebb jelentőségű aztán az a megállapítás, hogy ez az örökség egy meghatározott anyaghoz, a szaporítósejtekben rejlő *csíraplazmához* van kötve, mely csaknem változatlanul öröklődik a szülőkről az utódokra s a faj különböző generációi között anyagi folytonosságot létesít. Voltaképpen minden élőlény biológiai értelemben véve csaknem teljesen különböző, bár egymással szorosan összefüggő részből áll: a csíraplazmából, abból a mikroszkopikusan parányi anyagból, amit a női és a hím szaporítósejt a megtermékenyítés pillanatában az új élőlény kezdősejtjében, a megtermékenyített petesejtben egyesít, s aztán a test összes többi alkatelemeiből, sejtjeiből, szöveteiből, szerveiből, melyek mint burkolat körülveszik a csíraplazmát s őrzik és táplálják, míg elérkezik a biológiai pillanat, hogy ezt egy új generációra szállítsák át s ezzel az életfolytonosságot a faj keretében fenn-

tartsák. Mint ahogy a stafétafutásnál egyik staféta a másiknak átadja a botot, úgy adja át az idők forga-
tagában egy generáció a másiknak a faj állandó élet-
energiáit, mint örökséget a csíraplazmában koncent-
rálva. Ez a fajilag meghatározott energiakészlet ter-
mészetesen döntő befolyással van az őt körülvevő
védő és tápláló burkolat, vagyis az egész szervezet ki-
fejlődésére, annak minden legapróbb részletében is,
viszont azonban az egyéni szervezet, a test („soma”)
életmukája csak végtelen csekély mértékben hat a
csíraplazma állapotára és a benne deponált öröklődő
tulajdonságok jellegére. Mélyreható kóros behatások-
tól (lues, alkoholizmus, tuberkulózis) eltekintve, —
melyeknek jelentősége még mindig nincs véglegesen
tisztázva, — generációk hosszú sorozata szükséges
ahhoz, hogy az öröklődő tulajdonságok jellege modi-
fikálódjék s még az így kiváltott modifikációk is több-
nyire csak néhány generáció tartamára állandósul-
nak. Olykor-olykor azonban hirtelenül s végső okai-
ban ma még megmagyarázhatatlan módon egyszerre
gyökeres változások, ú. n. *Mutatók* lépnek fel, új jel-
legek, melyek a faj továbbfejlődése folyamán állan-
dóknak bizonyulnak. A mai felfogás szerint a faj-
fejlődésben ezeknek a Mutatóknak tulajdonítható a
legdöntőbb befolyás s kevésbé azoknak a tényezők-
nek, melyekre *Lamarck* és *Darwin* elméletüket fel-
építették.

Mint látható, a csíraplazmával az átöröklődés
problémáinak lényeges része a szaporítósejtekre s az
ezekből keletkező csírasejtekre, vagyis újból csak a
sejtnak nevezett elemi életformára koncentrálódik.
Hogy aztán az ebben rejlő latens életenergiák, az ú. n.
Potentiák mi módon „determinálják” és szabályoz-
zák az egész fejlődést és a kialakuló élőlény alaki és
funkcionális tulajdonságait, azt egy másik jellegzetes
kutatási irány jellemezi: a kísérleti Fejlődéstan, az
ú. n. *Fejlődésmechanika*, mely a *Roux*, *Driesch*, *Brauss*
és *Spemann* által megjelölt utakon és módszerekkel

igyekszik kimutatni: milyen belső, a csírában magában rejlő tényezők (az ú. n. *Determinatorok* és *Organisatorok*) és milyen külső tényezők (mint pl. a gravitáció, elektromos feszültségek, hőhatások vagy a tápláló nedvek physikalis és chemiai hatásai) szabják meg az egész fejlődés rendjét és formáját. E belső és külső tényezők között közbeeső helyet foglalnak el a *Hormon-hatások*, melyeket akár maga a fejlődő szervezet mirigyei és általános anyagcseréje termelnek, akár kívülről, a tápláló anyagszervezetből jutnak a fejlődő élőlényhez.

Természetes ezek után, hogy a Fejlődésimechanika kutatásainak gócpontja is egy sejtnek, a megtermékenyített petesejtnek szervezetében rejlik s így ezen a tudományterületen is az alapproblémák újból és újból a sejthez vezetnek vissza. Döntőfontosságú tehát, hogy ezt a mikroszkopikusan kicsiny szervezetet minden tulajdonságában, legyen az physikalis-chemiai vagy alaki, a lehető legalaposabban megismerjük, még pedig nemcsak úgy, ahogy már a múlt században átkutatták, vagyis élettelen állapotban, kész mikroszkópi praeparatumok alakjában, hanem a maguk élőállapotában és életmegnyilvánulásaiban is. Ezen a téren aztán három újabb kutatási eljárás lényegesen elősegítette a vizsgálatokat: a szövettenyésztés, az anyagcserevizsgálatok alkalmazása a sejtekre és szövetekre és végül az ú. n. Mikrurgia. A *szövettenyésztés*, mint azt *Harrison*, *Carrel*, *A. Fischer* és *Rh. Erdmann* megalapozták, lehetővé teszi, hogy nemcsak az összes szöveteket a maga természetes kapcsolatukban és állapotukban egész élettelfolyásuk alatt tanulmányozhassuk. A *Hill* és *Warburg* által kidolgozott anyagcsere-vizsgálati módszer a sejt és szövet életerőinek forrásait mutatja ki exakt chemiai analízis segítségével, míg a *Mikrurgia*, melyet *Schouten* és *Barber* úttörő munkái alapján *Chambers* és e sorok írója dolgoztak ki, lehetővé teszi, hogy a sejtekben mikroszkóp alatt éppen úgy kísérletezhessünk

és operálhassunk, mint a physiológus az ő kísérleti állataival az operációs asztalon. Mindezekkel és még számos más kísérleti eljárással — melyek közül még fel kell említenünk az ú. n. *vitális festési* eljárásokat is (*Schulemann, v. Moellendorff, Keller, Karezag* és még mások számosan), — sikerült megállapítani, hogy a sejtben végbemenő életfolyamatok messzemenőleg visszavezethetők physikalis-chemiai vagy tisztán chemiai törvényszerűségekre és így a sejtélet elemi tényezői az exakt természettudományok módszereivel quantitative is meghatározhatók. Az élő sejttest, a protoplazma nem egyéb, mint egy sajátos kolloid, melynek természetét csak exakt természettudományi alapon a kolloidkémia segítségével lehet megállapítani s melynek folyékonyabb vagy kocsonyásabb halmazállapotától függnek úgy a sejtben látható struktúrák kialakulásai, mint a sejtélet legjellemzőbb megnyilvánulásai is, pl. az alakátváltozások, a sejtmozgás, a sejtoszlás stb. A protoplazma halmazállapotára viszont a physikalis-chemiai és vegyi hatások egész sorozata gyakorol befolyást; az ionok vándorlása a környezetből a sejtbe, vagy fordítva; a Hormonok, a sugárzó energiahatások (pl. az ú. n. *mitogenetikus sugarak*) stb. így aztán a külső physikalis-chemiai és vegyi tényezők meg a sejtben magában rejlő, részben ilyes természetű, részben tisztán biológiai tényezők (mint pl. a már említett Determinatorok és Organisatorok, melyeket eddig physikalis-chemiai alapon megmagyarázni nem lehetett) teremtik meg kölcsönhatásuk révén azt a labilis, egyre felbomló és újból kialakuló egyensúlyi helyzetet, amit sejtéletnek nevezünk.

A mai biológiai kutatás tehát egyfelől a sejtélettől függetlenül a magasabbrendű életjelenségeket, mint pl. a konstitúció, az immunitás vagy állati viselkedés törvényszerűségeit a maguk egységes mivoltában vizsgálja, másfelől visszatér a sejthez és igyekszik annak életműködését az exakt természettudományok

módszereivel physikalis-chemiai vagy chemiai alapokra visszavezetni. A két különböző irányzat között azonban mindig és mindenütt megvan az egységes kapcsolat: az *evolutio* elve, melynek értelmében minden életjelenség csupán egy közös dinamikus folyamat pillanatképe s e dinamikus folyamatnak, a fajfejlődésnek elemi tényezői, az átöröklés és a fejlődésmechanika mozgatóerői javarészt a csirasejtekben rejlenek.

Ezekben az itt nagy vonásokban vázolt irányokban halad a biológiai kutatás néhány évtized óta s előreláthatólag ezek fogják uralni a közel jövőben is. Természetes, hogy ezek mellett lankadatlanul folyik azért tovább a múlt században fellendült leíró és rendszerező biológiai munka is s jelentőségében annál többet nyer, minél inkább áttér a mai Biológia az általános törvényszerűségeket megállapításáról a fajilag speciális jelenségek, mint pl. egy bizonyos meghatározott növény- vagy állatfaj átöröklődési jelenségeinek, fejlődésmechanikájának vagy Oekológiájának a tanulmányozására. Időszakonként egyik vagy másik kutatási irány nagyobb vonzó erőt gyakorol a kutatókra, úgyszólván divatosabbá válik, többen foglalkoznak vele, többet beszélnek róla. A tudomány fejlődése szempontjából azonban az ilyen pillanatnyi konjunktúráknak vajmi kevés jelentősége van, mert egy-egy lépést előre a tudományos biológia terén csak emberöltők termelésével lehet felbecsülni. Ezért aztán azt is nehéz megállapítani, merre fog a közel jövőben ez a kutatás vezetni s annak, ami ma talán sokat vitatott és méltatott eredmény, mi lesz a hatása pár év múltán?! A *Gregor Mendel* példáján láthattuk, hogy olykor virágzó tudományágak hajtanak ki olyan csírákból, melyek évtizedekig ismeretlenül rejtőztek a történelem mélyén. Annál nehezebb ma bárminemű jóslásba is bocsátkozni, mert a háború óta hihetetlen fellendülésnek indult a biológiai kutatás, főleg az Amerikai Egyesült Államokban és Németországban,

s az irodalmi termelés világszerte évről évre fokozódik. 1926 és 1927 folyamán együttesen kb. 20.000 biológiai munka jelent meg a világ biológiai szaklapjaiban. Ha a közlemények tartalmát tekintetbe véve, az 1927. év irodalmi termelését a három fő kutatási területre szétszjtjuk, nagyjából a következő arányszámokat kapjuk:

Alaktan (ideértve a leíró sejt- és szövettant, leíró fejlődéstant, rendszeres növény- és állattant), kerek-számban: 4000.

Élettan (ideértve az anyag- és alakcserefolyamat-tant s ez utóbbinál a szaporodás és fejlődés és átörök-lés dynamikáját) kerek-számban: 6000.

Oekologia és Biogeographia, kerek-számban: 3000.

Azt tapasztaljuk tehát, hogy ma kétségtelenül a kísérleti élettani irányzat van előtérben s minden va-lószínűség szerint így marad ez a következő évek-ben is.

Amióta az emberiség fennáll, mindig és minden népnek, voltak oly tanítói, akik tudományba foglal-ták, amit az emberiségnek leginkább szükséges tud-nia. Ez a tudomány mindig azt tanította, hogy mi-ben áll minden ember és minden egyes ember ren-deltetése és ezért igazi üdve. És csak e tudomány alapján lehet megítélni minden egyéb ismeret fon-tosságát.

A tudománynak megszámlálhatatlan tömegű tár-gya van; és ha nem tudjuk, miben áll minden ember hivatása és üdve, akkor nincs mód rá, hogy a vég-telen sok tárgy közül válogathassunk. Épp ezért ennek tudása nélkül, minden tudás és művészet ha-szontalan és ártalmas időöltés, mint ahogy ná-lunk tényleg is az.

(Tolsztoj)