



AZ ANYAGFORGALOM.

Irta: KISS ÁRPÁD.

AMÍG AZ ÉLŐLÉNY él, addig szervezete s a külvilág között folytonos anyagcsere van, a mely abban áll, hogy a külvilágból tápláló anyagokat vesz föl, azokat áthasonítja, majd elégeti, s a testén belül azokból képződő bomlástermékeket kiválasztó szervei segítségével eltávolítja.

Az anyagforgalmat szükségessé teszi az a körülmény, hogy az élőlény életfolyamatai közben energiát fogyaszt. Minden életműködés a mozgás valamilyen faja s mivel a mozgatott részeknek tömegük van, azért e folyamatok energiát igényelnek. A szükséges energiát a szervezet legkönnyebben saját teste anyagából merítheti, a hol az mint chemiai potentialis energia van megkötve a különböző vegyületekben s felhasználhatóvá azok egymásra hatásakor, a chemiai változások alkalmával válik. Nagyrésze mint hőenergia jelenik meg, míg a kisebb rész átalakul a szervezetet mozgató erővé, azaz mint munka, lelki működés, szóval mint életműködés, nyilvánul.

Az élő szervezet melegmennyisége sugárzás révén a környezetbe jut s így a szervezetre nézve veszendőbe megy. Ezt a kisugárzott hőt állandóan pótolni kell, mivel az összes életjelenségek, maga az anyagforgalom is, bizonyos hőmérsékleten mennek végbe. A hőmérséklet emelkedésével az életfolyamatok élénkülnek, alábbszálltával meglassulnak. Minden élőlényre nézve fönnáll egy olyan optimális hőmérséklet, a mely életfolyamatai lefolyására a legkedvezőbb, s a melyhez a szervezet egész berendezésével alkalmazkodott, úgyannyira, hogy annak megváltozása zavart idéz elő, vagy halálát okozhatja.

Azok az élőlények, a melyek a szükséges melegmennyiséget nem tudják előállítani, a hiányzó részt a környezetből veszik, s ezáltal függővé válnak annak hőingadozásától. Az ettől való függetlenedés aránylag kevés állatnál ment végbe állandó testhőmérséklet elnyerése által; míg túlnyomó részüknél a környezet hőingadozása a testhőmérséklet megváltozását s ezzel kapcsolatban az életfolyamatok élénkülését, illetőleg lassúbb lefolyását eredményezi. Az állandó hőmérséklet természetesen a szervezetben újabb bonyolult berendezést igényel s nagyobb mennyiségű anyag oxidációját követeli. Mindenesetre magasabb fejlettségi foknak kell tekintenünk, amely némileg lépést tart a szervezet fejlettségi fokával is.

Az életfolyamatok közben az élőlény testének használható anyaga folyvást fogy s ha az elpusztult részt táplálkozás révén újabb anyaggal nem pótolná, rövid időn

belül elpusztulna. A táplálkozás lényege és célja az életműködésekhez szükséges energia megszerzése és a szervezet anyagának gyarapítása. A felvett anyag egyrésze, csak mintegy átvonul a szervezeten, miközben annak energiát kölcsönöz, míg a másik rész visszamaradva vagy mint tartalékanyag raktározódik, vagy a szervezet növekedésére fordítatik, illetőleg új egyén létrehozására.

Az a folyamat, a mely közben a felvett táplálék az elpusztult rész pótlására alkalmassá válik, az áthasonítás (*assimilatio*), míg a test alkatrészét képező anyagnak energia szerzés érdekében való elégetése a *dissimilatio*. Az áthasonítás alkalmával a vegyületek energia felhalmozódása közben labilis és bonyolult vegyületekké alakulnak át. Dissimilatio közben egyszerűbb vegyületekre hasadva szét, átadják energiájukat a szervezetnek s állandó végállapot felé törekszenek.

Tehát az élőlényeknek szükségük van bizonyos elemekre és pedig főleg szénre, oxigénre, hidrogénre és nitrogénre, még pedig rendszeren nem elemi állapotban, hanem olyan vegyületek alakjában, a mely először az assimilációt, azután az oxidációt engedi meg.*

Az egész anyagforgalom fizikai és chemiai folyamatok hosszú láncolata. Ezek egyrésze energiát ad át a szervezetnek, míg másik része energia fogyasztással járván, energiatermelő folyamatok véghezvitelére képesíti a szervezetet. Maga összességében az anyagforgalom reakciói energiatermeléssel járnak, de ez természetes, mivel célja csak így valósulhat meg, a mely a szervezet életfolyamataihoz szükséges energia előállítására.

Táplálékul mindazok a vegyületek szolgálhatnak, amelyek átváltozásai közvetlenül energiatermeléssel járnak, vagy energiafogyasztás közben oly vegyületekbe vihetők át, a melyek a szervezetet munka végzésére képesítik. Így az élőlények anyagforgalma rendkívül változatos lehet. A különbségeket a fokozatos fejlődés és differenciáció hozza létre, melynek mozgató rugója az egyén és faj térfoglalása s ezzel kapcsolatban a megélhetésért, a létért való küzdelme.

A folytonos differenciáció folytán minden szervezet annyira alkalmazkodott egész berendezésével anyagforgalmához, hogy az attól való eltérés sokszor lehetetlen. De ez alatt nem szabad megváltoztathatatlan, rideg rendszert értenünk, a mely alól kivétel nincsen, sőt éppen a fokozatos fejlődés elve bizonyos átmeneteket követel s az alkalmazkodás némi változások lehetőségének felvételét engedi meg. Tényleg azt tapasztaljuk, hogy a szervezet bizonyos határok között képes alkalmazkodni s anyagforgalma a rendelkezésére álló anyag természete szerint változó. Ha több anyag közül válogathat, azt használja föl, a mely szervezetének a legjobban megfelel, vagy ha szabad e kifejezést használunk, igyekszik a legkisebb munka árán megszerezni az életfolyamataihoz szükséges energiát. Látszólag e felfogás ellen szól az a körülmény, hogy a szervezet gyakran igen bonyolódott folyamatok révén jut olyan állapothoz, a melyet mi rövidebb úton elérhetőnek gondolunk. Vagy pl. a mikor egy szervezet a rendelkezésére álló anyagok közül nem azt választja, a mely elégetése alkalmával a legtöbb energiát szol-

* Lásd : Természettudományi Közöny 1901. 166—73. 1.

gálatná, hanem a mely előbb esetleg további áthasonítást igényel. Ilyen esetek vizsgálatánál sohasem szabad elfelednünk az alkalmazkodás folytán előálló berendezés-változást, a mely a vegyületek csak egy bizonyos fajaiban levő energia fölhasználását engedí meg.

A fehérje-vegyületekkel állnak szoros kapcsolatban az életfolyamatok, tehát ezek előállítására az anyagforgalom egyik fontos mozzanata. Ez rendkívül bonyolult összetételű nitrogéntartalmú labilis vegyület s épen ezáltal válik az oly változatos életjelenségek létrehozására alkalmassá. Mennél magasabb fejlettségű az illető szervezet anyagforgalma, annál bonyolultabb vegyületekre van szüksége, hogy a reá jellemző fehérjefajt előállíthassa.

Tehát az anyagforgalom jelenségeiben is mutatkozik a fokozatos fejlődés. A magasabb rangú lény anyagforgalma sokkal jobban differenciálódott, folyamatai jóval bonyolódottabbak, mint az alsóbbrendűeké. A bonyolult anyagforgalmú szervezet egyszerűbb igényűek létezését föltételezi, mivel azok anyagforgalmi termékeit használja föl, vagy pedig azokkal a szervezetekkel táplálkozik. Ezáltal fűződik az élők közti vonatkozás oly szorossá és talán részben az teszi érthetővé az alak és működés oly kimeríthetetlen változatosságát. Hogy az anyagforgalomban is fokozatos fejlődést találunk, azért az nem jelenti azt, hogy a magasabb fejlettségű lény anyagforgalma egy alsóbbrendűénél okvetlenül bonyolódottabb, csak azt, hogy lépést tart a szervezet fejlettségével.

Valószínű, hogy az anyagforgalom is fontos szerepet játszott az élőlények fejlődésében, a mennyiben először olyan szervezetek állottak elő, a melyek anyagforgalmukhoz egyszerű vegyületeket igényeltek, a magasabb fejlettségűek pedig akkor, a mikor a megélhetésükhöz szükséges anyagot ezek az egyszerű lények előállították. Nem zárkozhatunk el az elől a gondolat elől sem, hogy a legelső lény szervezetét alkotó vegyületek is kevésbé bonyolódottak s így kevesebb változást megengedők voltak. S miután a bonyolódottabb vegyületek többféle változásra képesek, arra az eredményre jutunk, hogy az első lény életfolyamatai is egyszerűek, kezdetlegesek voltak.

Ilyen esetben talán az a határ is elmosódik, a mely jelenleg az élő és élettelen között fönnáll s a köztük levő különbséget fokozatának tekinthetjük, a melyet többek között az élőszervezetben előforduló vegyületek rendkívül komplikált volta magyaráz meg.

Az a körülmény, hogy a magasabb szervezetű élő lény bonyolódottabb vegyületeket igényel anyagforgalmához, megélhetését több körülménytől teszi függővé és így nehezebbé is. Miután az egyszerű, szerves vegyületek áthasonítása nagy energiamennyiséget kíván meg, azért a szervezet alkatrészeit képező anyag elégetésekor előálló, vagy a környezetből átvett energia erre fordítatik. Ezzel ellentétben a magasabb fejlettségű élőlények, miután bonyolódott vegyületeket használnak anyagforgalmukhoz, azt az energiát, a mit alsóbbrendű rokonai ennek előállítására fordítanak, ők szabadon használhatják más életjelenségek végrehajtására. Ebből egyúttal az is világos, hogy az egyszerű vegyületek fölhasználása gátlólag hat az életműködések kifejlődésénél, azaz más szavakkal a magasabb, élettüneményekkel biró élőlényeknek el kellett veszíteniök

azt a képességüket, hogy anorganikus vegyületeket használnak föl az életfolyamataikhoz szükséges energia előállítására.

Rendesen azt gondoljuk, hogy a növény és állat anyagforgalma között lényeges különbségeket találunk. E különbség azonban csak látszólagos, mivel a növény és állat az anyagforgalom két meglehetősen különböző fejlődési stádiumát jelöli. A kettő genetikus összefüggését az átmeneti alakok hosszú láncolata teszi valószínűvé.

REINKE¹ szerint az állatok és növények anyagcseréje közti lényeges különbség az, hogy a növény az egyszer fölvelt nitrogént nem bocsátja el, hanem újból fehérjévé alakítja, míg az állati szervezetből nitrogénes bomlástermékek alakjában eltávolítatik. E szerint a növényi szervezetben egy teljes körfolyamat megy végbe, a melyhez az energiát a nap szolgáltatja s a folytonosan megújuló szén, vegyületeiben mint energia-átvivő szerepel. De ez a különbség is csak viszonylagos, mivel ha általános érvényű is, hogy a növényi szervezetből az egyszer fölvelt nitrogén nem távozik el, annak ismételtén fehérjévé való alakításához néhány szó fér. Továbbá a különböző növények a nitrogénvegyületek különböző fajait képesek fölhasználni úgy, hogy az elemi nitrogéntől a fehérjéig, a melyek az állati szervezet egyedüli nitrogénforrásai, fokozatos átmenetek vannak. Szóval az anyagforgalom tekintetében sem tudunk határt vonni a növény- és állatország között. Épen ezért a határ keresése helyett azt a viszonyt vizsgáljuk, a mely a növény és állat között az anyagcsere révén fönnáll.

A növényi anyagforgalomra általánosságban jellemző, hogy aránylag egyszerűbb vegyületekből képesek táplálkozni, vagy más szavakkal, a szervezetüket alkotó, organikus vegyületeket anorganikus vegyületekből állítják elő. Azaz a növények anyagforgalma még kevésbé fejlődött tova, uralkodók benne a szintetikus folyamatok, vagyis itten az energia raktározása foglalja le az életműködések túlnyomó részét. Anyagcseréjük legfontosabb folyamata a széndioxid áthasonítása, a melyet a chlorophyll-testek végeznek a nap energiájának fölhasználásával. E kémiai folyamatok alkalmával energia válik szabaddá s a nap hőenergiája az előálló bonyolult vegyületekben mint potentialis energia raktározódik. A chlorophyllnak ez a munkája szerfölött fontos, mivel ez képezi kiindulási pontját az összes többi folyamatoknak. Az ekkor előálló vegyületek vándorolnak át különböző alakban az élőlények oly hosszú láncolatán s az ekkor lekötött energia mozgatója a megszámlálhatatlan lény oly változatos életfolyamatainak.

A szénsav áthasonítására csak a zöld növények képesek, míg a chlorophyll nélküliek az előzőek által képezett vegyületekből élnek. Tehát már a növények körében is látjuk, hogy az egyik faj megélhetése a másiktól függ, mivel egymás anyagforgalmi termékeit kölcsönösen fölhasználják. Még szorosabbá válik e viszony, ha az állatok és növények anyagforgalmát a maga összességében vizsgáljuk.

Az állatok táplálékát a növényi áthasonítás végtermékei képezik és pedig a fehérjék, szénhidrátok és zsírok. Találószerű az a megjegyzés, hogy az állati anyagforgalom ott kezdődik, a hol a növényi elvégződik. A fölvelt vegyületek oxigénben szegény, bonyolult összetételű anyagok, a melyeknek nagy kémiai potentialis energiájuk van. Ezek a

¹ Reinke, Einleitung in die theoretische Biologie. 289—90. l.

szervezetben oxigénnel egyesülve egyszerűbb vegyületekre hasadnak szét, miközben energiájukat átadják a környezetnek. Az égés végtermékei víz és széndioxid, továbbá a nitrogénes bomlástermékek, a melyek ismét tápanyagul szolgálhatnak a növényeknek. Szóval, az átalakulás végtermékei ugyanazok, melyekkel a növényi áthasonítás megkezdődött.

A mint a föntebbiekből látszik, a növények és állatok egymásra vannak utalva, csak együtt és egymás mellett létezhetnek, mivel egymás anyagforgalmi termékeit kölcsönösen fölhasználják. A köztük levő egyensúlyt többek között az anyagforgalom szabályozza.

Ha az egész anyagforgalmat figyelemmel kísérjük, azt látjuk, hogy az a szén vándorlásán alapul. A körfolyamat alatt különböző vegyületekben, különböző kapcsolatban fordul elő s e kapcsolattal járó fizikai és chemiai tulajdonságok, s az ezeket kísérő energiaváltozások mutatkoznak az életműködések oly különböző alakjaiban. Az anyagforgalom közben az energia a nagyobb potenciál helyről áramlik a kisebbik felé s a vegyületek bizonyos egyensúlyi állapotok, végállapotok felé törekszenek. Az egyensúlyi állapot létrejöttét a nap akadályozza meg, az anyagforgalomhoz szükséges energiát szolgáltatva. Ennek rovására megy végbe minden életfolyamat a földön, egy szóval az élet. Az élet rugója az energiaszerzés, a létért való küzdelem a szénért való harcz.

