

# UNIVERZUM

# MI A

# MOLEKULÁRIS BIOLÓGIA?

Az elmúlt évtizedben a biológiai kutatások egyik irányzatának a megjelölésére egy igen tetszetős, új kifejezés nyert polgárjogot: a »molekuláris biológia«. Ez az iskola az életjelenségek legalapvetőbb kérdéseit (öröklés, reguláció, differenciálódás stb.) molekuláris szinten próbálja analizálni és magyarázni. Az életjelenségek kémiai analizisét azonban a biokémia is saját feladatának tekinti, s ezért vannak, akik csak divatos szóhasználatot látnak az új megjelölésben. Az alábbiakban megpróbálunk feleletet adni arra a kérdésre, vajon tényleg új tudományágnak tekinthető-e a molekuláris biológia vagy sem?

**M**indjárt előrebocsátjuk mint vezérmondatot, hogy az egész molekuláris biológiai irányzat a nukleinsavak biológiai jelentőségének felismerésével kezdődik, s mindössze másfél évtizedes múlt van mögötte.

1944-ben közzétették először, hogy a dezoxi-ribonukleinsavval vagy rövidítve a DNS-sel egyik baktériumi törzsből a másikba örökletes tulajdonságot lehet átvinni. Ez a megfigyelés annak idején igen nagy feltűnést keltett, mert az első példát szolgáltatotta arra, hogy örökletes tulajdonságot egy jól definiálható kémiai anyag magában hordozhat.

A DNS szerkezetéről már ebben az időben is elég sokat tudtak, különösen, ami a molekulát felépítő egyes alkotórészek arányát, a molekula fiziko-kémiai viselkedését illeti. Teljesen ismeretlen volt azonban a DNS molekulának, mint egésznek a szerkezete.

**W**atson és Crick azonban 1953-ban a rendelkezésre álló térszerkezeti adatokból egy olyan térszerkezeti modellt szerkesztettek, amely a kémiai és fiziko-kémiai ismereteknek tökéletesen megfelelt, ugyanakkor a biológusok táborát is lázba hozta. A szellemesen konstruált térszerkezeti modell és az időközben felhalmozódott adatok alapján ugyanis először nyílt meg a lehetőség arra, hogy az öröklési folyamatok sok érthetetlen, sokszor misztikus részletét szilárd kémiai alapokon próbálják megérteni és megmagyarázni.

Mi a kémiai magyarázata annak, hogy az élőlények utódai mindig az elődökre hasonlítanak? Más szóval mi az alapja a faj tulajdonságok stabilitásának? Összeegyeztethető-e a tulajdonságok stabilitására adott kémiai magyarázat a változékonyság ismert jelenségével? S hasonló fontosságú biológiai kérdések megválaszolása, úgy látszott, hogy a térszerkezeti modell alapján lehetősé vált.

**A** »gén«-fogalom is elvesztette régi értelmét s helyette úgy merült fel a kérdés, hogy vajon miként képzelhető el az információ tárolása a DNS kémiai szerkezetében? Továbbá nukleinsavban tárolt információk miként jutnak a sejt tudomására? Miként történik a fehérjék szintézisének a regulációja? És így lehetne tovább terjeszteni a kérdések láncolatát szinte a biológia minden alapvető kérdéséig. A darwini koncepció óta talán ez az első olyan elmélet a biológiában, amely kihatásában ilyen széles spektrumú. S mindezt egy molekula térszerkezeti modelljének a megszerkesztése eredményezte.

Az említett alapvető problémák kísérleti megközelítése során azonban olyan helyzet keletkezett, amelyben a biológus biokémikussal, bakteriológussal, organikus és fiziko-kémikussal, sokszor még elméleti fizikussal és matematikus-

sal is együtt kellett, hogy működjön. Lényegében kialakult egy olyan új kutatási irányzat, amely mind ezeknek a tudományágaknak a határterületén mozog. A biológia alapvető problémáinak a komplex, sokszor teljesen »absztrakt«-módon való megközelítését és kutatását végzi tehát a molekuláris biológiai irányzat.

**T**alán leghelyesebb lesz, ha egy példával szemléljük, miről is van itt tulajdonképpen szó. Nézzünk meg egy adott kísérletsorozatot, amelyet egy angol kutatócsoport végzett és közölt.

A probléma nem volt kisebb jelentőségű, mint annak a kérdésnek a felderítése, hogy a nukleinsavban tárolt információk milyen típusú rejtjelzés, code, képzési alapját. A fehérjék ugyanis is 20 különböző aminosavból épülnek fel, míg a nukleinsavak csak négy alapegységből. Ha a nukleinsavban lévő négy »betű«-mind-egyike egyetlen aminosavat jelentene, csak négy aminosav számára lenne jelölés. Már két, vagy több jelcsoportból azonban a legkülönbözőbb titkosítások szerkeszthetők, amelyekben minden egyes aminosavra pontos jelölés adható (lásd pl. a morse jeleket, ahol két jel kombinációjával az egész abcét ki lehet fejezni). Egy titkosítás megfejtése mindig igen nehéz feladat, különösen, ha az a szerkesztés szisztemája nem ismeretes. A nukleinsavban lévő titkosítás megfejtése azonban még nehezebb feladatnak látszott, hiszen az egy komplex, élő sejt aktivitásában nyilvánul meg.

**A** kérdés megközelítésének eszközeül ezért a feltehető legegyszerűbb biológiai rendszert választották ki s ez a bakteriofág — baktérium kölcsönhatás. A bakteriofág vagy röviden fág olyan mikroszervezet, amely semmi önálló életjelenséget nem mutat a baktériumban, sejtben kívül, a baktériumban azonban elszaporodik és azt elpusztítja, feloldja. S ami még fontosabb, a bakteriofág DNS-jelét a fág-DNS és fehérje keletkezik ott. Mutáció révén viszont a fág nukleinsav változhat, ami a fehérje szintézis zavarában mutatkozik meg, nem keletkezik normális fág s ez biológiai módszerekkel pontosan kimutatható. A mutáns fág ezt követően megfelelő behatásokkal visszaalakítható eredeti állapotára.

**A** mutációs átalakítás és visszaalakítás biokémiai tanulmányozása során arra a következtetésre jutottak, hogy a mutáció akkor következik be, ha a DNS-ben valahol egy jel többlet vagy hiány keletkezik a mutációt létrehozó kémiai behatás következményeként. Az eredeti állapot pedig akkor tér vissza, ha a felesleges jel ismét elvész, vagy a hiányzó jel pótlódik. Mikor azonban örökléstani módszerekkel ellenőrizték feltételezésük helyességét, azt látták, hogy a visszaalakulást létrehozó változás nem pontosan azon a helyen következik be, ahol az eredeti volt, bár ahhoz nagyon közel esett. Miért tért vissza mégis a normál állapot?

**F**eltételezték, hogy a DNS-ben mindig 3 betű együttesen képez egy jelet, mondjuk így: ABC ABC ABC ABC ABC ABC ABC. Ez azt jelentené, hogy ebben az esetben az aminosav, amelynek jelölése ABC titkosítás jelcsoport feléne meg, hétszer fordul elő valahol egymás után a több száz, vagy ezer aminosavból felépülő fehérje molekulában. Ha mutáció során mondjuk a második csoportból elvész a B betű, akkor ez azt eredményezi,

hogy a második csoporttól kezdve a betűk sorrendje eltörlődik, minden jel értelme megváltozik: ABC ACA BCA BCA BCA. Értelmezhető tehát a fehérje szintézis zavara, hiszen az egy betű kiesése az összes ezután következő aminosav jelét hibásra változtatja. Ha most a mutánsban az a vizszoalakító változás, amelyről fentebb beszéltünk, nem az eredeti ponton, hanem attól arrébb, mondjuk a harmadik betűcsoportban következik be, úgy, hogy oda egy új jelet, egy A betűt betöltsünk, a jelek ABC ACA BAC ABC ABC ABC ABC-é válnak, azaz a második és harmadik betűcsoport kivételével a többiek mind ismét normálisak lesznek. Ha a két hibás jel nem érint az egész fehérje molekula működését szemponjtól fontos információt, akkor a fág ismét normálisan viselkedik.

**H**a ez az elképzelés igaz, akkor a mutációs változás ilyen fajta tanulmányozása alkalmas lehet a titkosítás jellegének a megfejtésére — okozkodtak a kutatócsoport tagjai. Egyebet sem kell tenni, mint azonos típusú változásokat egyetlen fágban sorozatosan létrehozni s ahány azonos típusú mutáció szükséges az eredeti állapot létrehozásához, annyi betűből áll egy jel a titkosításban.

**A** z előbbi fehérje részletét ismét ABC ABC ABC ABC ABC ABC ABC ABC szerkezetűnek tételezték fel s egymás után mindig egy jelet vittek be a jelcsoportba. Az első változás — amint már láttuk — mutációt eredményezett: ABC AAB CAB CAB CAB CAB. A második is mutánsként viselkedett: ABC AAB CAA BCA BCA BCA. A harmadik mutáció ered-

ménye azonban az eredeti állapot visszatérése volt: ABC AAB CAA BAC ABC ABC ABC. A második, harmadik, negyedik jel hibás ugyan, de az összes többi ismét normálissá válik. Ez tehát azt jelentené, hogy a DNS-ben hármas jelekből álló csoportok jelentenek egy-egy aminosavat. S hogy a kutatócsoport helyesen következtetett, mutatja az a tény, hogy a biokémikusoknak sikerült igazolniuk rövideken, sejtmentes enzimrendszerek segítségével, a három betűből álló jelek létezését és aminosav specifikáló szerepét.

**Az** angol kutatócsoport munkáját elemezve azt nevezhetjük örökléstani, mikrobiológiai vagy biokémiai kutatásnak is, de minden bizonytalanságot legelőbb ki-  
fejezés mégis a molekuláris biológia meghatározása.

**V**égezetül még csak azt említenék meg, hogy bár a molekuláris biológiai irányzat a nukleinsavak jelentőségének felismerésével kezdett kialakulni s mi is a nukleinsavak példáján próbáltuk szemléltetni lényegét, a témakörébe tartozik minden kémiailag jól definiálható struktúra biológiai funkciót meghatározó szerepének vizsgálata. Mindezek ellenére nagyon nehéz ma még teljes határozottsággal kijelenteni, hogy a molekuláris biológia egy új tudományággá fejlődött, s hogy ezt a helyzetét a jövőben is biztosan megtartja. Akár elfogadjuk azonban a molekuláris biológiai irányzatot új tudományágnak, akár nem, ez az elnevezés ma már teljes polgárjogot nyert, széles körben használatos is s a legokosabb, amit tehetünk, ha próbáljuk körülírni a mibenlétét, mint ahogy fentebb is tettük.

Dr. Alföldi Lajos

„Univerzum” című rovatunkban népszerű formában megírt, ismeretterjesztő cikkeket közlünk.

## VIDÁM PERCEK Jubileum

Tegnap délután évfolyamunk 2. csoportjának 25. óráján meghitt kis ünnepség keretében köszöntöttük barátomat, Horváth Gyurkát abból az alkalomból, hogy először jelent meg köriünkben. Barátom — meghatódva a nem várt kedvességtől — restelkedve vallotta be nekem, hogy ő tulajdonképpen most se orosz órára jött, úgy hallotta, hogy itt szociális segélyt fognak osztani. De, — mikor mondtam neki, hogy ez a tény mit sem változtat illetékének nagyságán, teljesen megnyugodott, és már minden elforgódottság nélkül lépett be az öt köszöntő tanárok, tanulótársak és riporterek gyűrűjébe.

— Az egyszerű nép gyermeke vagyok — mondotta. Orvos papám és tanárno mamám biztatása jó talajra hullott zsenge koromban. É csodálattal nyelv iránti bámulatom meglehetősen korán, már az óvodában megmutakozott; már ekkor orosz nyelvű képeket nézegettem. Szűn-ni nem akaró lelkesedésemben csak úgy faltam az orosz művészetéről, irodalomról, sportról és a káposztalevéről szóló könyveket... egyelőre magyarul... Hogy már ekkor is oly kevés időm maradt kedvencem tanulására, azt is az iránta érzett lángolásom okozta, szerveztem, agitáltam. előadásokat tartottam... így érthető, hogy a gimnázium 3. osztályában éppen belőle buktam meg...

De határtalan szeretetét és mohó tudásvágyát nem lehetett e nyomorult jeggel megfélemlíteni, az oroszral kapcsolatos terveit messze túlnyúltak az egyetem padjain is. Bár az orosz szakra — konkrét tudás híján — nem vet-ték fel, s így ő most a magyart és a történelmet gyötri, Gyurka megveti az ilyen felületes külsőségeket, többet akar. »En nem középiskolás fokon... szokta mondogatni. Sajnos — tette hozzá érthető pesszimizmussal, — épp az előbbiek miatt továbbra sem tudok megfelelni ezeken az órákon, de az államvizsga után eröm és tehetségem minden szikráját s zent cél szolgálatába állítom.«

Az orosz tanárunk szeméből kibuggyant örömkönnye-  
ket már nem látta, a táncot és a gratulációkat sem várta  
neg, rám is csak annyi ideje maradt, hogy közölje:  
— Nem tudom, hogy merem-e vállalni az elkövet-  
kező napok farsádságait.

— ???

— Minden órán jubilálók...

Váradi László

## Harmadéves biológusok

kirándulása a szarvasi Arborétumban

Egyik csütörtöki napon a KISZ III. éves biológus alapszervezete tagjai elhatározták, hogy míg szép idő van, csoportosan meglátogatják a szarvasi »Pepikertet«.

Az arborétum szépsége és a napsütéses idő hozzájárult az évfolyam jó hangulatához. Kirándulásunkra meghívta Dr. Bodrogközy György adjunktust, aki a fák rengetegében a még kalauzólásra szoruló biológus tanárjelölteket vezette.

A sok ismert és kevésbé ismert fa oly szép látványt nyújtott, hogy nem tudunk betelni vele. Itt nem rendszer-  
tani sorrendben ültették a növényeket (mint pl. a Szegedi Fűvészkerthben), hanem esztétikai érdekek álltak előtérben. Egészében véve olyan színhatást adnak az így összeválogatott fajok, hogy szinte nem is hiszi az ember a természet valóságát. Természetesen ezt az »Alföld természet« nem lehetett volna akárhol megvalósítani, de itt az objektív feltételek az emberi akaratával párosultak.

A kiváló minőségű, erősen kötött öntéstalaj (7,3—8,5 pH) nyáron is nedves. — Ehhez a Körös is hozzájárul. — A fű üde, és a relatív páratartalom alakulása kedvező, s így kitűnő mikroklímát biztosít más talajokon őshonos növények számára is.

Sajnálunk, mikor láttuk, hogy egy-egy fakülönlegeség a túlzásfoltosság miatt nem tud kellően érvényesülni, mint pl. a mamutfenyő (Sequoia gigantea) egyik fejlett példánya. Valamennyi növény közül pedig ez a kaliforniai Sierra Nevadaiban őshonos fa tetszett legjobban. Ez a legmagasabbra növő és a leghosszabb életű fenyőfélé. Kérges borsosbarna, mély hosszanti hasadékokkal. A kéreg rendkívül vastag, puha és rugalmas.

Az úton haladva, amikor kiértünk egy-egy tisztásra, szebbnél-szebb kép tárult elénk. Bent a bokrok mélyén fűhűjűen át, és előttünk karcsú testű özlábgombák tömege hevert.

A szakkerü növénytelepítés eredményeként nagyon jó a különböző szintek egymáshoz való viszonya. Magasba nyúló faóriások előtt mind kisebb és kisebb fák, majd cserje és gyepszint következnek. Így a viszonylag keskeny faöv sűrű erdőként hat.

Sok növény csak azért menekült meg a begyűjtéstől, illetve a preparálástól, mert botanikus kertben járva, uralkodunk ilyen szándékainkon.

A Szarvasi Arborétum létesítésénél legfőbb cél a gyönyörkelés volt. Mégis több lett ennél. Hatalmas, gazdag, szép gyűjteményű, kedves és gyakorta felkeresett, viszonylag jól megközelíthető kirándulóhely. Továbbá célja kikutatni a külföldi fa- és cserjefajták meghonosításának feltételeit és azt a gyakorlatban hasznosítani. Tehát a gazdasági hasznosság esztétikai és elméleti célokkal egészül ki. Elgondolkozható volt hallanunk, hogy egy múlt századbéli magnás ráérő ötletével létrehozott magánparkot egy biológus-tanár, szovjet alezredes mentett meg felszabadulásunk napjaiban a tüzelőben szűkölködő szarvasiak fejszéjétől. Széles tömegek kultúrálódását szolgáló alföldi arborétum fejlődését biztosította.

A látottakból sokat hasznosítottunk mind a közelgő szigorlaton, mind pedig tanári pályánk során.

Falotas Jolán

## „Egy estém otthon”...

Otthon a régi kép várt. Apám kicsit borosan egész nap zsörtölődött, anyám pedig sopánkodott.

— Nagyon sovány vagy. Ne tanulj annyit! Nem érdemes!

Kedvem lett volna vitakozni, hogy érdemes-e vagy sem, de gondoltam, nem rontom el a családi ünnepet, amit nekünk a szüret jelent. A hangulat látszólag a régi volt. A szótlan munka is a tőkék között. Nem volt semmi kedvünk énekelni. Apám komoran járt a földjén. Úgy éreztem, hogy legtöbb tőket mind kitépné inkább, mintsem megválnon tőlük.

Hazafelé kocskázva elszirta bánatát. Olyan volt a hangja, mint egy duzzogó gyereké.

— Egy év, s le kell adnom a szőlőt. Nem elég a 20 százalék a térszék.

Nem beszéltünk semmit a pincegazdaságig. Ott átvették a hordókat. Azután káromkodott egyet s felültünk a bakra.

— Gyerünk a kocsmába!  
Ott is minden a régi. A kocsmáros is. Sokat isznak erre felé a magyarok. Megállnak csökönyösen egy sarokban és öntik magukba a jó rizlinget. Ki tud többet leönteni? Ez itt a virtus. Aztán a rangot hozzá a pénz adja. Az a legokosabb ember, akinek legtöbb van belőle. És ahhoz kell, hogy most bebiztosítsuk magunkat még mielőtt eljön a »közösségzalkodás« vége.

— Csak haza ne gyere! Menekülj innen fiam! — adta a tanácsot nagybátyám. Apám bólintott hozzá.

— Itt csak az maradjon, aki már tud mozogni!

Újabb liter került az asztalra. Töltötték és beszéltek. Hogyan vitakozzam velük? Hiába tanultam annyit az egyetemen négy évig, nem jönnek azok a szavak és érvek számra, amelyekkel apám és nagybátyám és a többiek

megérténének. Erre nem tanítottak meg. Sajnos. Csak ütem ott köztük, mint fajtájától elsodródott, másnyelvű ember.

— Mi lesz öcsémmel? — kérdeztem az esti vonatnál.

— Elvégi a nyolcadikat és megy a gyárba...

— Nekem azt mondta: tanulni akar.

— Mire megy vele? Csak összekavarják a fejét, mint a tiedet.

Beültem a kupéba. Tényleg összekevertek volna bennem mindent? És én zavarosfejű lennék? Pedig nem is szóltam semmit. A szememből, vagy hallgatásomból is ki-  
érezték, hogy más vagyok, mint előttem négy évvel.

Otthagytam újból néhány hónapra falumat. A távol töltött hónapok és évek egyre messzebb viszik tőlem őket. Érzem, mintha más földrészen élnek. Ők egyéni bajaikat sirják, sebzeten kiáltanak rám: hagyj magunkra bennünket! Ne is

lász, hogy milyennek torzol arcom, amikor kifosztottnak érezzük magunkat... Ti ezt érezni nem tudjátok... Csak próbálnék ágálni. Kifizetnének azzal, hogy belőlem urat neveltek, tanárt! Örüljek neki és kész. És azért se menjek vissza közéjük, mert mit keres egy úriember falun. Néném és öcséim is furcsán bámulnak rám: a tanult fiúra...

Zötyög velem a vonat. Két óráig ráz, amíg megérkezem. Elég időm van gondolkodnom, hogy mit kell tennem értük, akik mégiscsak véreim, akiktől nem szabad el-  
tépni magamat...

b. gy.