

LEHETŐSÉGEK ÉS TÁVLATOK A MODERN BIOLÓGIÁBAN

A modern biológia gyakorlati vonatkozásainak áttekintése során messzeágazó szálakat kell összefogni, az összefüggések felmérése azonban nemcsak a jelen, a jövő szempontjából is szükséges. A következő évtizedekben a biológiai felfedezések újabb változásokat hozhatnak a társadalom életében, melyekhez képest esetenként eltörpülnek az eddigi eredmények. Látványos haladás várható a növénytermesztés, az állattenyésztés, a gyakorló gyógyászat területén, melyek bár kívülrésnek a szűken értelmezett biológia határán, életre vonatkozó vizsgálatokként továbbra is szorosan kapcsolódnak hozzá. Az új felfedezések és modern irányzatok gyakorlati szórása csak most körvonalazódik, a távlatok felbecsülése tehát nem lehet mentes a közelítés bizonytalanságától.

A kortárs biológia — önkényes felosztásban — három fő vonalon érinti elsősorban az ember számára létfontosságú kérdéseket: a biológiai egyensúly, a biológiai szerkezet-kutatás és a humánbiológia vonalán. A biológiai egyensúly biztosítását tekintve az agrobotanika, a tápanyagtermelés és a környezetvédelem sorskérdései emelhetők ki, a szerkezet-kutatás és a humánbiológia vonatkozásában a rákkutatás, az immunológia és a genetika állnak az érdeklődés homlokterében.

I.

1. *A tápanyagtermelés és mezőgazdasági botanika* a gyakorlati biológia kiemelkedő fontosságú területe. Első helyét két számadat indokolja: 3 500 000 000 és 1,8%. Az első szám a közismert és sokat idézett földi össznépeség adata, a második a lakosság évi növekedési üteme. Az 1971-es esztendő közel 60 000 000-val több gyomor számára követelt táplálékot, tovább szűkítve az egy főre jutó termőterületeket. A demográfiai irányzatok tükrében takarmány- és élelmiszer-növényeink „teljesítményének“ növelése elengedhetetlen, bár csupán a tápanyag-termelés fokozása hosszú távon nem jelent megoldást. A huszonegyedik századnak könyörtelenül szembe kell néznie a termelés és népszaporodás optimális összehangolásának korántsem pusztán biológiai problémájával.

A termelés fokozásával egyidőben jelentkeznek az intenzív mezőgazdaság káros biológiai mellékhatásai. A nagy hozamú kultúrnövények magas műtrágya-adagokat követelnek, a kiszórt műtrágya jelentős hányada azonban a csapadékvízzel a folyókba, tavakba kerül, és ott toxikus hatású lehet. A nemesített fajták pozsgás szövetei kiszolgáltatott támadási felületek a parazita szervezetek számára; a kultúrfajták ugyanakkor versenyképtelenek a gyomokkal szemben. A terméshozamokat tehát csak nagy adagú gomba- és gyomirtó, valamint rovarölő szerek kiszórásával lehet tartani. Egyedül az USA-ban évente 2 000 000 000 dollárba kerülnek a felhasznált kémiai növényvédőszer. Meddig lehet ezeket a vegyületeket ilyen tömegben büntetlenül a földekre zúdítani? Nem kétséges, hogy a jövő a kémiai védekezés visszaszorítását, a növény belső védekezőrendszerének erősítését köve-

teli. A mezőgazdasági botanika tehát fokozott igényeket támaszt a nemesítő technikák iránt, új utakat keres a kultúrnövény-fajták előállítására felé.

a) *Vegetatív szaporítás sejt kultúrák segítségével.* A sejtenyésztés eredményei a növényi sejt elméletileg korlátlan elszaporításának és kémiai ellenőrzött differenciálódásának kivitelezése felé vezetnek. Laboratóriumban egyetlen növényi sejtől új sejtek tömegének kitenyésztése vált lehetségessé, az anyanövénytől teljesen függetlenül. Növényi hormonokkal irányítani lehet a sejt kultúrák fejlődését: nagyjából azonos citokinin- és auxin-koncentráció például a kultúrában gyors osztódáshoz, differenciálatlan sejt tömeghez vezet, citokinin túlsúllyal rügyképződés, magas auxin-koncentrációval gyökérképződés váltható ki. Ily módon a táptalaj hormon-tartalmának ellenőrzésével a növény egyetlen sejtéből újjá lehet varázsolni a teljes növényt. A kísérletek — melyek egyben a testi sejtek genetikai integritásának szép bizonyítékai — a jövőben lehetőséget teremtenek olyan értékes fajták és genotípusok megőrzésére, melyek egyébként könnyen elvesznek a normális szexuális szaporodás, az elkerülhetetlen keresztezések szétrázó, homogenizáló hatása miatt.

b) *A növényi hormonok, a fehérjeszintézis és az öregedési folyamatok kutatása* szintén nagy gyakorlati jelentőségű. A gibberellinek a csíráztatásban, az etilén a gyümölcsök beérettelésében, az izoprenoid-vegyületek a rügyek nyugalmi állapotának befolyásolásában (így a virágzás késleltetésében vagy gyorsításában) játszanak szerepet; valamennyi vegyület-típus már kereskedelmi forgalomba is került.

c) *A haploid növények előállításáról* szóló beszámolók is sokat ígérnek. A növénygenetikusok eddig költséges, generációkon keresztül tartó szelekció során hozták létre a nemesítő munka számára nélkülözhetetlen homozigótákat — azokat a növényeket, melyekben az egyik szülő káros vagy hasznos tulajdonságait a lehető legkevésbé leplezik a másik szülőtől kapott gének. A nemesítő munkában csak ezek a relatív homozigóták értékelhetőek megbízhatóan. Ha sikerül haploid csírasejteket szaporodásra készíteni és a sejt kultúrákból a teljes növényt újrászervezni, kiküszöbölhető a hosszas előzetes szelekció, eredményesebbé válik a nemesítő munka. A kísérletek ebben az irányban már 1941-ben megkezdődtek, újabban Franciaországban Nitschnek és munkatársainak a porzók pollen-anyasejtjeiből (éretlen virágpor-szemekből) sikerült mesterséges környezetben haploid sejt kultúrákat előállítaniuk. Ezekből a sejt kultúrákból egyszerű kolchicin-kezeléssel előállítható a diploid — de immár százszázalékosan homozigóta — sejt kultúra. Ha ebből a kultúrából a már ismertetett elvek alapján életre lehet kelteni az egész növényt, ez a nemesítési programok nem remélt felgyorsítását és hatékonyvá válását teszi majd lehetővé.

d) *Szomatikus genetika.* Állatok testi sejtjein már sikerült megvalósítani fúziós kísérleteket, sikerült genetikailag különböző struktúrákat „összeszerelni”. A növényi sejt merev cellulóz pánccija a hasonló próbálkozásoknak mindeddig útját állta. Pektolitikus és cellulolitikus enzimek segítségével újabban ezeket a sejteket is sikerült pánccijukból kivetkeztetni, és megindultak a kísérletek a sejt fúzió megvalósítására. Bár eddig még nem ismeretesek olyan eredmények, hogy fuzionált sejtekből sikerült volna növényi szövet tömeget regenerálni, a kezdeti próbálkozások kudarca nem zárja ki a lehetőséget. Merre, meddig vezethet ez a „szomatikus” genetika? A felmerülő elméleti és gyakorlati akadályok ellenére tág távlatokról lehet szó. Megfontolt szakemberek, mint például A. W. Galston, a Yale Egyetem biológia-professzora, elképzelhetőnek tartanak egy ilyen sikeres fúziós kísérlet gabonafajok levélsejtje és hüvelyes növények nitrogénbaktériumokkal fertőzött gyökérgumó-sejtjei között. Egy ilyen fúzió gyakorlati sikerének valószínűsége ugyan

véleményünk szerint elenyészően csekély, de ha valaha mégis sikerül regenerálni egy nitrogén-rögzítő képességekkel rendelkező gabonafajtát, felmérhetetlen termés-növekedés és műtrágya-megtakarítás válhat lehetővé világszerte, nem is beszélve azokról a perspektívákról, amelyeket — siker esetén — a legbizarrabb szomatikus keresztezések tartogatnak.

Ebben a futó áttekintésben nem térhetünk ki a ribonukleinsav és a dezoxiribonukleinsav közvetlen alkalmazásának lehetőségeire a növénynemesítésben, a fotoszpirációs kutatásokra, a fitokromoknak a növények életmenetében (és a termelés gyakorlatában) játszott szerepére, valamint sok más új eredményre. Megjegyzendő viszont, hogy az agrobotanikai kutatások súlypontja — mennyiségileg — még mindig inkább a hagyományos területekre esik, olyan rövid távú feladatok megoldására koncentrálnak, mint például „a tavaszi árpa szárának cellulóz- és ligninváltozása, valamint a megdőlés közötti összefüggés” vagy „a fejlődés két különböző szakaszában betakarított olaszperje befolyása az ürök bendőjének fermentációjára és a tinók hízékonyságára”.

2. A környezetvédelem időszerűségét a civilizáció természetromboló „vívmányait” számba vevő adatok bőségével bizonyítja J. Dorst nagy visszhangot kiváltott könyvében (román fordításban hozzáférhető: *Inainte ca natura să moară*. București, 1970). A képlet meglehetősen egyszerű: az ember ipari „anyagcsere-termékei” esetenként ma már az élet biztonságát fenyegetik. A megoldás felé vezető utat a környezet-tudomány, az ökológia próbálja kicövekelni. Sűrgeti az összehangolt határterületi kutatásokat, a biológiai védekezési módok fokozását, a környezetet kevésbé szennyező technológiák kikényszerítését, a szennyeltakarítás módszereinek korszerűsítését, a közelebb jutást valamilyen biológiai-technikai egyensúly kialakításához.

Az összetett környezetvédő programok a tájvédelemben és tájkultúrában futnak össze, annak a felismerése alapján, hogy sem a fajokat, sem az életközösségeket nem lehet hatásosan megvédelmezni a technokrácia fokozódó előretörése ellen, csupán egy nagyobb egység, a táj keretében. A tájkultúra első lépéseként alapos helyzetfelmérő terepmunkára van mindenütt szükség: ilyen módon jut az ökológus azoknak az adatoknak (természetes életközösségek fajösszetétele, földrajzi eloszlása, szukcessziós folyamatai stb.) a birtokába, melyekre a tájvédelemben szüksége van. A biológia egyik nagy ellentmondása ma, hogy közelebb kerültünk ugyan a mikrovilág megismeréséhez, de távol vagyunk még azoknak a folyamatoknak az uralásától, amelyek a természet háztartását, egy táj életét meghatározzák. A környezetvédelemben a terepbiológusok adathalmazától a biológus-mérnökök megvalósításain keresztül a jogi és szociális intézkedésekig széles körű interdiszciplináris összefogásra, új tudományos integrációra lesz szükség.

II.

Szerkezetkutatások. Az élettan, a biokémia és biofizika, valamint az orvosbiológia és még sok más élettudományi részterület nem egy gyakorlati sikerét a molekuláris, sőt szubmolekuláris megközelítés tette lehetővé. A kidolgozott modellek részletes bemutatása itt most nemcsak reménytelen, de fölösleges is. Az elméletek többségét a gyakorlat igazolta, a gondolatmenetek alapján előreláthatóak biológiai folyamatok. A hidrogénbomba valósága fölöslegessé teszi a magfúzió elvi lehetőségének bizonygatását; ma már inkább a közvetkezményekre kell koncentrálni. A modern biológia tényei fokozatosan hasonló alapállásba kényszerítettek bennünket.

1. *A rákkutatás helyzetének értékelésére* G. D. Watson véleménye szerint az jellemző, hogy a felelős tudományos gondolkodás a rák-problémát rövid távon

megoldhatatlannak tekinti. Egyetlen szakember sem remélhet ma gyors és általános klinikai sikert. Ez igen fájdalmas megállapítás különösen a betegek számára. Azok azonban, akik a rákkutatás szellemi eredményeivel és anyagi alapjaival gazdálkodnak, világosan látják a szakadékot biológiai alapismereteink és a gyakorlat igénye között. Ez a szakadék a magyarázata egyebek között annak, hogy a terápiás megoldások érdekében dolgozó kutatók a sorozatos kudarcok miatt az évek múlásával egyre kiábrándultabbak lesznek. Ma azok a „hidegvérű“ biológusok szolgálják leginkább a célt, akik látszólag ezoterikus eszmék iránt érdeklődve, „elvonatásokba burkolódnak. Ennek ellenére alig telik el hét, hogy az újságok ne adnának hírt a rák új gyógyszereiről. Az emberek remélni akarnak, a szerkesztők, már csak üzleti érdekből is, táplálják a csodagyógyszer felfedezésének illúzióját. A rákkutatás története viszont továbbra is a kis sikerek és nagy kudarcok története marad.

Az első valóban tudományos gyógymódot századunk elején az a felismerés vezette be, hogy az ionizáló sugárzások gyorsabban pusztítják a rákos, mint a normális sejteket. Ez csak féligazságnak, csak egyes daganattípusokra érvényes megállapításnak bizonyult. Figyelemre méltó, hogy a felismerés idején még mit sem tudtak az ionizáló sugárzások és a sejtek finomszerkezetének viszonyáról. Ma a különösen intenzív radiobiológiai kutatás ellenére alig valamivel látunk világosabban a kérdésben. 1920-ban O. Warburg úgy találta, hogy a rákos sejteket a normálisaktól a glukóz-anyagcsere zavara különbözteti meg. Kutatók, sőt intézetek serege vetette rá magát a felfedezésre, és a több évtizedes munka eredménye — a cél szempontjából — eredménytelenség volt. Mindössze annyit tudunk meg pontosabban, hogy miként befolyásolják a glukózfelvételt a rákos elváltozások. De hogy az anyagcsere-zavar elsődleges ok-e vagy maga is csupán az okozatok között szerepel, nem sikerült egyértelműen eldönteni. A harmincas években kezdődött meg a rákeltő vegyületek intenzív kutatása. Ez az irányzat is csak szerény terápiás eredményekre jutott, és mindeddig nem sikerült tisztázni a karcinogén vegyületek hatásmechanizmusának lényegét. 1940 körül bontakoztak ki a hormonterápiás kutatások, annak a felismerésnek a nyomán, hogy bizonyos hormonok jelenléte szükséges a sejtburjánzáshoz. Az akkortájt erőteljesen fellendülő hormonkutatás biztosította a vizsgálatokhoz szükséges alapanyagokat, de mindössze néhány esetben, például a prosztata-rák női nemű hormonnal való kezelésében, sikerült kielégítő eredményeket elérni. Ugyanebben a periódusban érkeztek az első hírek a rákos sejteket szelektíven pusztító vegyületekről. A lehetőség csábítása uralkodó irányzattá tette a rákellenes vegyületek keresését; ez a lendület hanyatló erővel, de még ma is tart. Az USA-ban évi 30 000 000 dollárt költenek különféle vegyületek rákellenes hatásának tesztelésére, többszörösét annak, amit például az állati vírusok kutatására fordítanak, pedig ma egyre többen látják éppen a víruskutatásban a rákellenes harc jövőjét.

Ez az irányzat nem újkeletű. 1912-ben mutatták ki először egy állati rákról (Rhus sarcoma), hogy vírusos eredetű. A rák-probléma megközelítése a víruskutatás oldaláról több szempontból is ígéretes. Ha sikerül „elkapni“ a daganatért felelős vírust, nem kell milliónyi (döntő többségében ma még teljesen ismeretlen) emberi gén szemakázásban kutatni; a vírus öt-tíz vagy legfennebb száz génje között lehet keresni a betegségért felelős szerkezeteket. A most körvonalazódó kép alapján valószínűsíthető, hogy a vírusok az emberi kromoszómák DNS-szerkezetébe épülnek be, és két ponton okoznak lényeges változást a sejtben: 1. feloldják a sejtosztódás belső gátját, 2. a sejthártya felületi szerkezetét olyan módon változtatják meg, hogy a rákos sejtek elvesztik integrációs képességüket, képtelenek szövetté szerveződni. Mivel a két hatás bizonyára nem független egymástól, a rákkutatás

itt egy másik biológiai alapkutatással, a membránkutatással találkozunk. Sikertől olyan növényi kivonatokat, glikoproteineket találni, melyek rákos sejtkultúrákat normálissá alakítottak át — a vizsgált kivonatok azonban immunológiai jellegük miatt alkalmatlanok gyógyászati alkalmazásra.

2. Immunbiológia. Az immunbiológiát a gyakorlat kényszere hívta létre. Igen durva egyszerűsítéssel azt mondhatjuk, hogy a szervezetbe bekerült idegen fehérjéket vagy a fehér vérszövetek falják fel, vagy a testnedvek (elsősorban a vér) fehérjéi közömbösítik. Ha az idegen test mikroorganizmus és sikerül elszaporodnia a megtámadott szervezetben, betegség jelentkezik. A gyógyulást ebből az állapotból az immunfolyamatok felerősödése hozza meg. Az immunológia központi kérdése: miképpen különböztetik meg az immunreakciókért felelős szerkezetek (immunglobulinok, falósejtek) a testfehérjék százazreitől a testidegen fehérjemolekulákat. A feleletnek ma már könyvtárnyi irodalma van, itt csak néhány megállapításra térhetünk ki; az érdeklődők figyelmét felhívjuk D. F. Gray románul is megjelent ki-tűnő összefoglalására (*Imunologie*. București, 1966). Mai ismereteink szerint az immunreakciók fő vegyületei az immunglobulinok. Egy milliliter emberi vér mintegy 20 000 000 immunglobulin molekulát tartalmaz, melyeknek szerkezete többnyire eltérő egymástól. Ma már nagy valószínűséggel állítható, hogy az immunglobulin molekulák jórészt egy fehérvérsajt-típus (limfocita) felületén tapadnak meg. Az is valószínű, hogy egy limfocita csak azonos szerkezetű immunglobulin molekulákat köt magához. Ezek a molekulák a szervezetbe kerülő idegen testeknek, az ún. antigéneknek az érzékelői és elhárítói. Ha a limfociták tömegében az egyik olyan immunglobulin molekulákat hordoz a felületén, melyek szerkezete kötődik a szervezetbe bekerült fehérjemolekulákhoz, akkor az a fehérje immunológiai szempontból idegen testnek, antigénnek minősül. A továbbiakban ez a limfocita vagy inaktívulódik és elpusztul (nincs immunreakció; ez a tolerancia esete), vagy nagy sebességű immunglobulin-szintézishez kezd, és másodpercenként ezernyi olyan molekulát is legyárt, melyek specifikusan képesek kötődni a felismert idegen testhez. Bekövetkezhet egy harmadik eset is, mikor a limfocita maga is osztódni kezd, elszaporodik a szervezetben, és a továbbiakban olyan immunológiai memóriát képvisel, mely bármikor gyorsan reagál a megfelelő kórokozóval szemben. Ez az immunológiai memória jelenti a betegségekkel szemben szerzett védettséget; mesterségesen is kialakítható ha a kórokozó specifikus testfehérjéit a szervezetbe juttatják.

Mesterséges immunológiai megelőző módszereket tapasztalati úton 1740 óta alkalmaznak, tudományos alapjait Jennernek a himlőoltási kísérletekről szóló, 1798-ban közzétett beszámolója jelentette. Kock, Pasteur és Ehrlich munkássága további előrelépést jelez, anélkül azonban, hogy a kutatók valamit is megtudtak volna az immunfolyamatok lényegéről. A védőoltások bevezetésének gyakorlati hatása hatalmas volt. Hogy csak egyetlen, időben közelebbi példát említsünk: a gyermekparalízis 1946—1958 között csupán Angliában évente több mint ötezer áldozatot szedett, a megelőző immunizációs módszerek kidolgozása és alkalmazása nyomán azonban ez az alattomos betegség jóformán teljesen a múlté lett. Számítanak az immunológiai kutatások segítségére a rákkutatók is, s az ismeretkör nélkülözhetetlen a szervátültetések gyakorlatában.

A leggyakoribb „szövetátültetés“ a biztonságos vérértömlesztés sem volt lehetséges immunológiai megalapozottság nélkül. Itt emlékeznünk kell a rhesus immunizációra, a közismert Rh-problémára. A magzat az egyetlen olyan idegen test, mely az immunreakció pusztító hatásától védetten fejlődik ki az anyaméhben. Megszokottnak tekintik ezt, pedig különleges eset, hiszen a magzat fele részben apai sajátságokat örököl, tehát különbözik az anyaszervezettől (anya és gyermeke között

később például egyszerű vértömlesztés sem mindig lehetséges). A magzat védelmét a méhben különleges védőrendszer biztosítja, ennek elemei csak a szülés folyamán omlanak össze. Ilyenkor jelentős vérmennyiség kerülhet a magzataból az anyaszervezetbe — és viszont. Gyakori az az eset, amikor az anya Rh negatív, a gyermek pedig (Rh pozitív apától) Rh pozitívnak születik, azaz a magzat vérében létezik, az anya véréből hiányzik egy fehérje, az ún. Rhesus-antigén. Az anya immúnissá válhat gyermeke vérével szemben, specifikus immunglobulinokat, antitestek tömegét termelheti ellene; s ha ezek bekerülnek a magzat szervezetébe vagy még inkább egy következő terhesség során fejlődő magzatnak a vérébe, elpusztítják annak vörsejtjeit, és súlyos sárgaságot, sőt halált okozhatnak. Az Rh-faktoron kívül még más, ritkább vérfehérjék is okozhatnak csecsemőkori sárgaságot, összefoglaló néven Rh-betegséget. Ez a betegség az újszülöttek között igen gyakori, az össz népesség mintegy tíz százalékában súlyosan érinti az önálló fejlődés kezdeti szakaszát. Az immunbiológia gyakorlatának nagy sikere az Rh-betegség kiküszöbölése: ha a szülés után röviddel az anya olyan injekciót kap, mely felszaporodott Rh-antigén elleni antitesteket tartalmaz, ez meggátolja az immunfolyamatok kialakulását, megelőzi a következő magzat Rh-betegségét. A kezelés általános bevezetése társadalmi rutinfeladat.

III.

Humánbiológia, humángenetika. Ezen a területen az eredmények alkalmazása a társadalomban és a családban nemcsak biológiai és gazdasági, de etikai és politikai szempontból is mérlegelendő. Új jelenség az orvosi gyakorlatban, hogy — egyelőre csupán bizonyos esetekben — a terméketlenség gyógyítására alkalmazza a méhen kívüli embriónevelést. Az eljárás orvos-etikai indoklása: jelentéktelen szervi rendellenesség miatt terméketlen, de egyébként normális ivarsejtekkel rendelkező házastársaknak joguk van saját gyermekhez. A technikai megvalósítás útja: érett petesejtet operáció segítségével leválasztanak az anya petefészkekről, laboratóriumi körülmények között az apa csirasejtjeivel megtermékenyítik, és bizonyos ideig (a blasztocita stádium eléréséig) táptalajon nevelik. Miután a fejlődő embrión néhány citológiai ellenőrzést elvégeztek, melyek célja az embrió kromoszóma-garnitúrájának ellenőrzése, a blasztocitát a hüvelyen keresztül az anyaméhbe juttatják, ahol az implantálódik és normális magzattá fejlődhet. Itt már *nem csupán új technikával állunk szemben*; először történt laboratóriumi üvegekben, mesterséges táptalajon egy petesejt megtermékenyítése azzal a feltett szándékkal, hogy a megtermékenyítés nyomán *felnevelhető ember* szülessék, s ennek a biológiai sikernek társadalmi következményei csak részben mérhetők fel. A fejlődő embrió kromoszóma-vizsgálata során még az implantáció előtt megállapítható például a születendő gyermek neme. Rábízható-e a szülőkre annak az eldöntése, hogy elfogadják-e vagy sem a jövőbeni magzatot, vagy lemondanak a blasztocitáról (!) egy új, „kívánatos” nemű javára? Fenntartható-e ilyen körülmények között a nemek egyensúlya a népességben? Az ismertetett eljárás lehetővé teszi bizonyos kromoszomális betegségek korai diagnózisát, de egyben műhibák seregének veszélyét rejti. Íme néhány morzsa a szaporodás-biológiával foglalkozók szinte-szinte keserű kenyéréből.

A genetikai tanácsadás és a születésszabályozás — a jövő kétségtelen gyakorlata — törvényszerűen elvezet az eugenikáig. Az eugenika kifejezést Fr. Galton vezette be 1883-ban, s gondolatmenetében az emberi szaporodás esetlegessége helyett a faj javítása érdekében egységes genetikai elvek érvényesítését tartotta szükségesnek. Galtont humanitárius elvek vezették, de szándéka felelőtlen áltudósok és

bűnös politikusok kezében az emberi történelem legsötétebb tetteihez szolgált elméleti „indokolással”. Galton szándéka szerint az eugenika feladata elősegíteni az értékes emberi egyedek elszaporítását a társadalomban. Ez azonban — amint L. S. Penrose neves humángenetikus hangsúlyozza — emberileg és tudományosan is kifogásolható. Már az értékrendet sem lehetséges felállítani különböző embertípusok között. Egyébként a tömeges mesterséges megtermékenyítés elvi lehetősége ellenére sem lehetne például a zsenik arányát növelni a társadalomban, hiszen jelenleg még nem tudunk semmi biztosat a szellemi adottságok genetikájáról, csak a betegségek és defektusok genetikai okairól van némi fogalmunk. Bár ma még tudományos-fantasztikus regénybeli vízióként sem valószínű, de mint elméleti lehetőséget Penrose professzor szerint sem lehet teljesen kizárni az emberi szomatikus sejt kultúrákból felnevelt azonos értékű ikeregységek előállítását. Az ember testi sejtjei, akár a bevezető részben tárgyalt növényi sejtek, valamennyien tartalmaznak az egész szervezet újjászervezéséhez szükséges összes információt. Ha egyszer ezeket az információkat testi sejtből megfelelően mozgósítani sikerül, bármelyik embertípusból felnevelhetők ikeregységek, sőt mélyhűtött szövetekből különböző időpontokban újrateremtett ikrekről is képzelegni lehet.

A fantázia világából a humángenetika realitásaihoz visszatérve, végezetül meg kell emlékeznünk azoknak a gyógymódoknak a seregéről, melyeket a hibás, rosszul működő emberi gének okozta kórformák gyógyítására vezettek be. Ezzel kapcsolatban gyakran felmerül a gyanú és félelem, hogy a genetikai betegségek gyógyításával a humángenetika az emberi faj degradációjához, az előnytelen tulajdonságok elszaporításához járul hozzá, amikor meggyógyítja és szaporodásképesé teszi a betegséget hordozó egyént. A számítások azonban azt mutatják, hogy ilyen genetikai teherterheléstől egyelőre nem kell tartanunk. Egyébként, amint egy örökletes betegség gyógyíthatóvá szelidül, gyakorlatilag megszűnik genetikai teherterhelésként lenni. A testszűrő hiánya például szintén genetikai defektusnak fogható fel, ennek ellenére évszázadok óta ártalmatlan, mert kivédhető. Bármilyen tulajdonság csak a környezettel összefüggésben — az ember esetében éppenséggel csak a *társadalmi környezettel* összefüggésben — értékelhető, és ma még alig sejthetjük, hogy a jövő környezete milyen emberi tulajdonságokat részesít majd előnyben.*

* A további tájékozódásra a részletek és a szakirodalom tekintetében az olvasó figyelmébe ajánljuk a modern biológia társadalmi alkalmazásáról szóló, 1971-ben kiadott kötetet: *The Social Impact of Modern Biology* (London, Routledge and Kegan).

Kabay Béla: Penicillin

