A NÖVÉNYEK ANYAGCSERETÍPUS-VÁLTOZÁSAINAK BIOKÉMIAI VONATKOZÁSAIRÓL

GYŐRFFY BARNA
a biológiai tudományok kandidátusa
MTA AGROBIOLÓGIAI INTÉZETE

(Érkezett: 1953. május 28.)

I.

A növényi szervezetek egyedi életciklusában az életműködések első látható megnyilvánulásai a spóráknak, a magvaknak megfelelő környezeti körülmények között meginduló csírázásával kezdődnek. A bennük tartalékolt anyagok a kezdeti növekedéshez és fejlődéshez szükséges anyag- és energiaszolgáltatást biztosítanak. Még mielőtt azonban ezek a tartalékok teljesen felhasználódnának, a szervezet máris környezetéből vesz fel újabb anyagokat. Ezeket energia befektetéssel testsaját anyagaivá alakítja át, asszimilálja és testét így állandóan gyarapítja. Ugyanekkor az anyagok állandóan le is bontódnak, miáltal energia szabadul fel részben az anyagok felépítéséhez, részben a működésekhez, az életfolyamatok fenntartásához. Az újraképzés és lebomlás folytonos folyamatában az anyagok a szervezetben állandóan cserélődnek.

A szervezet működéseit az *anyagcsere* egyes folyamatai és azok kölcsönhatásai alapozzák meg. Az egymástól függő és egymást befolyásoló, de emellett harmónikusan kiegészítő biokémiai láncreakciók együttese alakítja ki a szervezetet genetikai adottságának határai között. Azok a faj- és fajtakülönbségek, amiben az egyes típusok alaktani, élettani stb. jellegeikben jól felismerhetően egymástól eltérnek, szintén az anyagcserefolyamatok egymásbafonódó mintázatában fennálló különbözések következményei. Másszóval, amellett, hogy a rokon fajok és fajták számos jellege és azoknak biokémiai alapjai azonosak, a *különbözőségeket kialakító részletfolyamatok az egyes típusokra jellemzőek.* Ezért anyagcseretípus alatt nem érthetjük a szervezet minden jellegét és életműködését kialakító anyagcserefolyamatok összességét, hanem csak azokat a főirányokat, amelyek *döntően* határozzák meg a típusok közötti eltéréseket. *Anyagcseretípus* alatt tehát *egy szervezetnek vagy a szervezetek egy csoportjának azokat a jellemző és öröklődő anyagcserefolyamatbeli sajátosságait érthetjük, amelyek más szervezetekétől szükségszerűen különböznek.*

Az anyagcserefolyamatok szabályozói az enzymek. Működésük a külső tényezőktől nagymértékben függ. Az enzymes reakciók erőssége, iránya külső hatásokkal *in vitro* megváltoztatható. Ugyanígy az élő szervezetben is az enzymműködések megváltoztatásán keresztül a mindenkori környezetnek megfelelően módosulhat az anyagcsere. Ennek eredményeképp a növényi életfolyamatok,

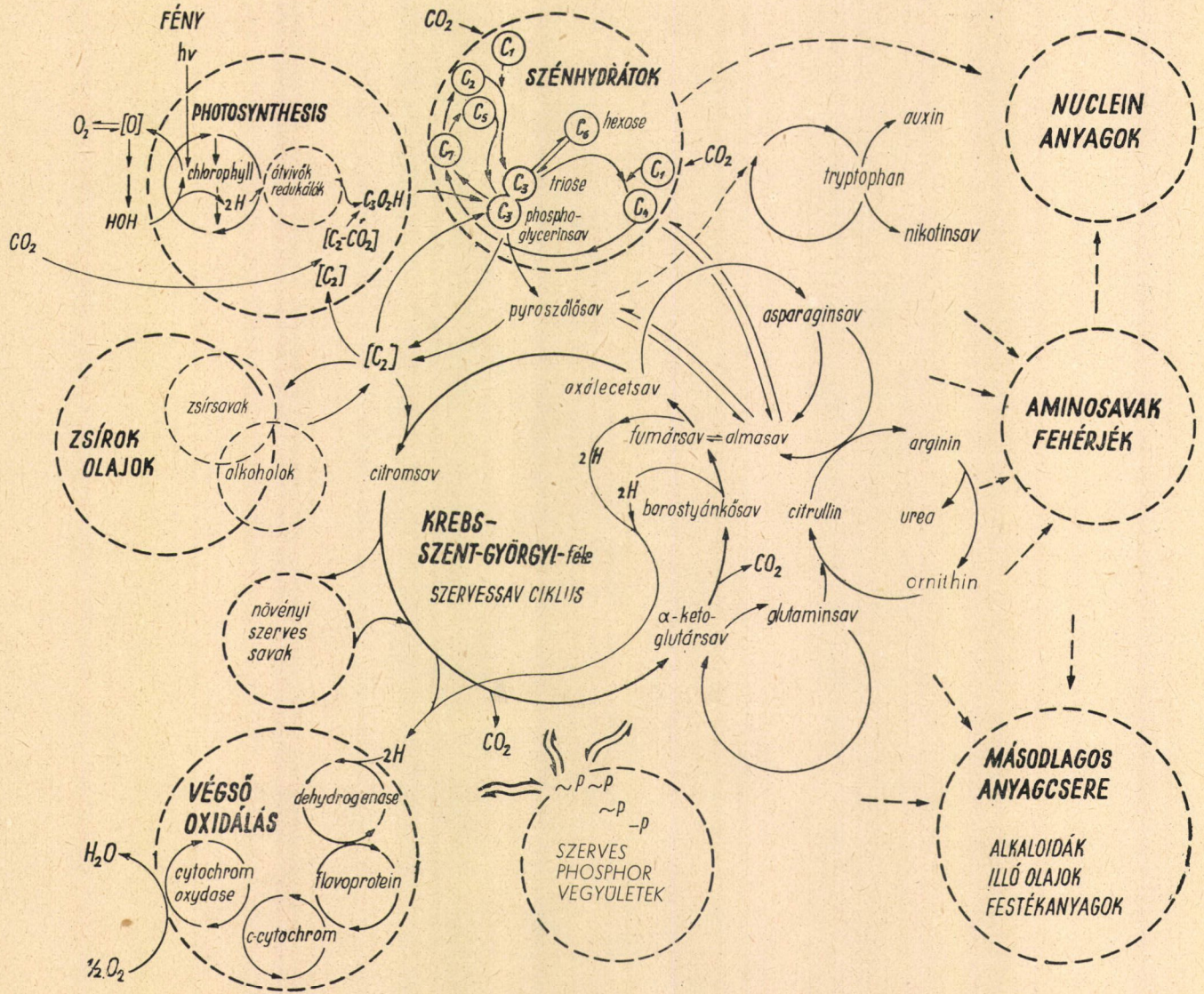
a szerveknek kialakulásai megváltoznak. A külső környezet tehát az anyagcserén keresztül hat a növényekre »az anyagcsere megvalósítja a szervezet és a külső környezete egységét és egyúttal a külső környezet feltételeinek megváltoztatásával szemben a szervezet reagálásának is a normája« (Szisz a k j á n, 1949). A szervezet és életkörülményeinek ez az egysége a materialista biológia sarkalatos alapelve. Ebből az is következik, hogy a szervezetben lezajló anyagcserefolyamatokba történő aktív beavatkozással irányított megváltozások idézhetők elő. Ez magával hozza a jellegzetes tulajdonságoknak a megváltozását, beleértve az öröklődés képességét is.

A genetikai kutatásokban, a rokon fajok vagy fajták közötti különbözőségek öröklődő képességének a vizsgálatánál abból kell kiindulnunk, hogy ezek a típusok közötti különbségek az egyed- vagy fajfejlődés folyamán jöttek létre. Amikor azokat az anyagcserefolyamatbeli köztes vagy végtermékeket elemezzük, amelyek ezeket a típuskülönbségeket kialakítják, visszakövetkeztethetünk azokra a biokémiai reakciókra, enzymrendszerekre, amelyektől e típuskülönbségek függnek. Ilymódon utólagosan megállapítható, hogy mely alapvető biokémiai megváltozások idézhették elő az anyagcseretípus megváltozását.

A szervezetre az egyedfejlődés alatt ható külső feltételek állandósulóan megváltoztathatják a típusok sajátos anyagcserefolyamatainak erősségét, irányát, sőt új utakat is kialakíthatnak. Ha az ebből eredően fellépő, új tulajdonság, új működés a következő nemzedékekre is kiterjedően rögzítődik, akkor a *szerzett tulajdonságok öröklődésének* kérdéséhez jutunk el.

Ha már ismeretesek a típuskülönbségeket meghatározó biokémiai folyamatok, azok külső környezeti behatásokkal céltudatosan is megváltoztathatók : a típusok irányítottan alakíthatók. Mélyreható anyagcseretípus megváltozásokat elsősorban fiatal szervezetekben, azoknak kezdeti fejlődésében lehet elérni. Ilyen típusmegváltozást, amely tehát a megváltozott külső környezethez történő tartós alkalmazkodással következett be és ami elvezet ezeknek az egyedfejlődés alatt újonnan szerzett tulajdonságok öröklődéséhez is, a mikroszervezetek körében — szemben a magasabbrendűekkel — igen gyakran megfigyelhetünk.

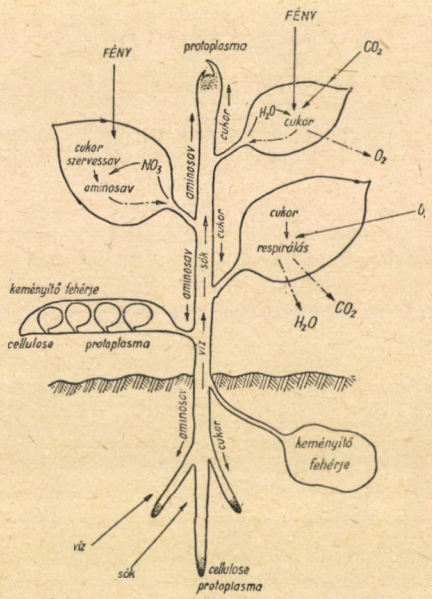
Az anyagcseretípus megváltozások biokémiai vizsgálatánál sok nehézség adódik. Mindenekelőtt azokat az anyagcserefolyamatokat kell megismernünk, amelyek döntően alakítják ki a rokon típusok közötti különbözőségeket meghatározó jelleget. A szervezet anyagcseréje viszont nem egymástól függetleníthető egyes biokémiai reakcióláncokból áll, hanem azoknak rendkívül bonyolultan összefüggő mintázatából, aminek általános vázlata megközelíthetően ábrázolható *(1. ábra)*. A szénhydrátok lebomlásakor a szerves savak ciklusán keresztül történik az oxidálás. A szerves savak egyrészt kapcsolódnak az aminosavak képződéséhez, ami elvezet a fehérjék szintéziséhez, másrészt pedig a zsírsavak felépítéséhez, amit viszont a zsírok, olajok szintézise követ.



1. *ábra.* A fő anyagcserefolyamatok összefüggéseinek vázlata. (Több irodalmi ábra alapján összeállítva ; Győrffy Barna és Márkus László.)

A szénhydrát, fehérje és zsíranyagcsere folyamatok ilymódon egybekapcsolódva függnek egymástól.

Az anyagcsere részleteknek ez az összefüggése a magasabbrendű növényekben a szervek kialakulásával még tovább módosul. Egyes szervekben, egyes részletei különösen dominálnak, az illető szervre sajátosak és jellemzőek, de mégsem függetlenek a többi szervek anyagcsereműködéseitől. Ezek a szervezet egyes részei között megoszló, de kölcsönös összefüggésben maradó anyagcserefolyamatok eredményezik a korreláció jelenségét, amit a következő vázlat



2. *ábra.* A növény fő anyagcserefolyamatainak megoszlása az egyes szervekben, a bioszintézisek központjai. (Irodalmi ábrák alapján.)

tüntet fel *(2. ábra)*. A víz és az oldott sók felvétele a gyökéren át történik, innen szállítódnak a levelekbe. A levélben CO_2 és fény jelenlétében photosynthesissel történik a cukrok képzése, és ugyancsak fényben a talajból felvett NO_3 felhasználásával a szervessavak közreműködésével az aminosavak képzése. Az elsődlegesen képzett egyszerű szerves anyagokból (aminosavak, cukrok) a gyökér- és hajtáscsúcs növekedési zónájában új sejtanyagok a protoplasma fehérjéi és nucleinanyagai, a cellulose, sejtfal épülnek fel. A raktározó szervekben (gumók, magvak) tartalék fehérje és keményítő szintetizálódik, a mag csírájában viszont új protoplasma képződik.

Mindebből is kitűnik, hogy igen körültekintően és megfontoltan kell anyagcserefolyamataik alapján a típusokat jellemeznünk. Sokszor igen megtévesztő vagy kétes értékű eredményhez vezethet, ha az anyagcseretípust önké-

nyesen kiragadott egyes szervekben (levél, mag, vagy pollen) végzett biokémiai vizsgálatok útján akarnók csupán megismerni.

Az anyagcserében sokszor felismerhetők olyan fő- és mellékutak, amelyek egy-egy, a típusra jellemző, jól meghatározott köztes vagy végtermékhez vezetnek el. Ilyen esetekben a kérdéses szervezet, annak anyagcseretípusa biokémiailag már ezzel a reakciótermékkel is jól jellemezhető. Azonban egyugyanazon köztes- vagy végtermékhez sokszor egyéb, alternatív utak is elvezethetnek, különösen akkor, ha az anyagcserefolyamatok rendes lezajlását meghatározó külső körülmények megváltoznak. Ezért a típusokat egymástól megkülönböztető jellegeket kialakító anyagcserefolyamatokat a növekedés és fejlődés folyamán, továbbá a különböző környezeti feltételeknek széles határok közötti megváltoztatásai mellett kell megvizsgálnunk. Így kaphatunk képet az anyagcseretípus változékonyságának határértékeiről, másszóval a típusok alkalmazkodóképességének tágasságáról.

Tekintsük át röviden, hogy a magasabbrendű növények és mikroszervezetek körében milyen szemléltető példákat találunk az anyagcseretípusok biokémiai megismerésére és megváltozásaiknak, megváltoztatásaiknak biokémiai vonatkozására.*

II

a) A *magasabbrendű növényekben* a faj, fajta illetve változatok között felismerhető anyagcseretípusbeli különbségek gyakran bizonyos anyagok képzésének mennyiségében vagy minőségében mutatkoznak. Ilyenkor egyszerűen a kérdéses tartalék vagy egyéb anyaggal, illetve az ezt kialakító, vagy erre jellemző reakciófolyamattal is megadhatunk anyagcseretípus jellemzést. Különösen azok a reakciók, vagy köztes termékek jellemzők a típusokra, amelyeknél a közvetlen megelőző lépések, előfokozatok a rokon típusokban még azonosak, de a reakciólánc következő lépéseiben már az egyes típusoknak megfelelően eltérések alakulnak ki.

A *Pisum sativum velő* és *kifejtő* fajtáinak a magva (sziklevele) keményítő szerkezete és összetétele (amylose-amylopektin tartalma) alapján élesen különböző (Schneider, 1951 ; *1. táblázat*,) ezzel megegyezően az amylase-ok is fajtajellemző különbségeket mutatnak (Márkus & Nagy, 1951, nem közölt adatok ; *2. táblázat*). A *Nicotiana* fajok a főalkaloida tartalmuk alapján három csoportba oszthatók (Iljin, 1945; Smith & Smith, 1942). A *Triticum* fajok szemében a pantothénsav-tartalom a fajok phylogenetikai kialakulásával

* A Magyar Tudományos Akadémia 1951. évi Nagygyűlése keretében tartott Növénynemesítési Kongresszusán az egyik előadás részletesebben foglalkozott a virágosnövények anyagcseretípusa vizsgálatával, az idevonatokzó irodalmi adatok ismertetésével (Győrffy, 1952). Az újabb szovjet növénybiokémiai irodalmat »A szovjet növénybiokémiai kutatások újabb eredményei« c. munka foglalja össze (Győrffy, 1953).

megegyező sorrendben érdekesen különbözik (I g a l i, 1953, nem közölt adat; *3. táblázat*).

1. táblázat

A keményítőszemek amylose/amylopektin összetételének arányai a *kifejtő* és *velőborsó* fajták sziklevelében és hüvelyében.
(Schneider, 1951.)

Fajta	Amylose/amylopektin	
	Sziklevél	Hüvely
Kifejtő:		
Quedl. Konservperle ..	1,91	0,48
Aldermann	1,60	0,51
Laxton's Progress.....	1,53	0,57
Velő:		
Saxa	0,53	0,51
K.Rheinländerin	0,55	0,37
Vorbote.....	0,58	—

2. táblázat

Az α- és β-amylase aktivitása *kifejtő* és *velőborsó* fajták magvában
(Márkus & Nagy, 1951.)

Fajta	Szárazanyag 1 ml kivonatban mg	Maltose mg/10 ml hidrolizátum 10 perc mulva	Maltose érték
Kifejtő	28,6	0,12	0,39
Velő	40,2	0,25	0,06

3. táblázat

Pantothensav mennyisége *búza*fajok szemében (búzalisztben).
(Igali, 1953, nem közölt adatok.)

Fajok	Pantothénsav r/g
T. monococcum	38
T. abyssinicum	60
T. dicoccum	77
T. turgidum	82
T. durum	82
T. Timopheevii	90
T. aestivum	94
T. spelta	106

b) Amennyiben a típuskülönbségek élettani vagy fejlődésélettani tulajdonságban nyilvánulnak meg, legtöbb esetben első útbaigazítást (az anyagcsere-

típus jellemzésére) az általános biokémiai elemzés adhat. A szénhidrátok, a nitrogén és foszfor frakciók, a zsírok megoszlásának és megváltozásainak összehasonlítása gyakran dinamikusan tükrözi vissza a típuskülönbözőségeket.

A moszkvai *A. N. Bach Biokémiai Intézetben* az 1930-as évek óta folyó vizsgálatok számos esetben kimutatták, hogy a közelrokon növényfajtáknak élettani különbségei (korán érés, aszálytűrés stb.) az enzymrendszerek tevékenységében mutatkozó eltérésekkel szoros kapcsolatban vannak, azoknak következményei. Számos faj és fajta élettani különbözőségének már az enzymek aktivitásában mutatkozó egyszerű mennyiségi különbségek is kifejezői. Így a *korai* fajtákra általánosan jellemző az oxidáló enzymek csökkentett aktivitása (Győrffy, 1952, 1953).

Az élettani és fejlődésélettani jellegeket azonban sokkal inkább az enzymek vagy enzymrendszerek aktivitása irányának, a biokémiai reakciók felépítéshez illetve lebontáshoz vezető útjainak egymáshoz viszonyulása (a szintézis és hidrolízis aránya: S/H) határozza meg. A fejlődés kezdetén, erőteljes vegetatív fejlődéskor dominál az asszimilálás, amit magas S/H érték jellemez. Később az intenzív differenciálódáskor, a meglevő testsaját anyagoknak új feladatokra történő átcsoportosításakor a disszimilálás lép előtérbe. Az S/H arány értékei alacsonyak (Győrffy, 1952, 1953). Így pl. a saccharase és protease S/H aránya értékének csökkenése, azaz a főiránynak a hidrolízis felé történő eltolódása a korán érő *borsó* típusoknak jellemző biokémiai indexe (Rubin & Lutikova, 1940; *4. táblázat*).

4. táblázat

Saccharase és protease enzymaktivitásának szintézis/hidrolizis aránya a *kifejtő* és *velőborsó* fajtákban

(Rubin & Lutikova, 1940.)

*Borsó*fajta	Saccharase			Protease		
	virágzás előtt	virágzáskor	magéréskor	virágzás előtt	virágzáskor	magéréskor
Kifejtő						
korai típus	2,5	2,2	9,4	5,5	1,2	3,6
kései típus	3,7	3,1	50,0	5,7	1,3	17,3
Velő						
korai típus	16,0	7,0	9,8	0,0	4,5	2,6
kései típus	18,2	3,9	15,4	0,0	5,6	8,4

c) Az élettani különbözőségeknél jóval jelentősebbek az egyes szervek kialakultságában megállapítható morphogenetikai típuskülönbségek. A rendszertani kategóriák típusainak, a fajoknak és fajtáknak elkülönítése is elsősorban szervkialakulásbeli különbözőségeken alapul. A szervek kialakulása a szervezetben a korreláció jelenségétől szabályozódik, ami a bevezetőben ismertetett

körülmények miatt a morphogenetikai típuskülönbségek anyagcserefolyamatainak jellemzését igen megnehezíti. Vitathatatlan azonban, hogy ez a kérdés alapvető jelentőségű és valóban mindinkább a kutatások előterébe kerül.

A morphogenesis vizsgálatánál alkalmazott transzplantálás és *in vitro* tenyésztés módszerei lehetőséget nyújtanak az anyagcseretípusbeli különbségek, valamint a megváltozások biokémiai vizsgálatára (Went, 1943; Smith & Kersten, 1949; Sziszakján, 1951). Azonban az oltvány egyes összetevőiben az anyagcsere vizsgálatát igen megnehezíti a korreláció jelensége, ami már az érintetlen, nem oltott növényben is különféle szervekre megoszlottan kiterjeszkedő anyagcserefolyamatok bonyolult vonatkozásait megvalósítja. A növények egymásra oltásával egyes típus-jellegzetes anyagoknak pl. alkaloidáknak nemcsak képződési helye, hanem biokémiai folyamatai is megállapíthatók. A *Nicotiana*, *Lycopersicum* és *Solanum* fajok közötti oltásokkal a nicotin, nornicotin és anabasin tartalom faji jellegzetessége és bioszintézise megállapítható (Iljin, 1949; Dawson, 1948). A *Solanum* fajok glykoalkaloidáik alapján biokémiailag szintén jellemezhetők (Prokosev et al., 1952).

d) Az eltérő anyagcseretípusok egymásra oltásánál a biokémiai megváltozások igen gyakran csak mennyiségi eltérésekben mutatkoznak. A Micsurin-féle *alma*fajtákban a mentor hatására az oxidáló enzymek aktivitása változik meg (Rubin & Sziszakján, 1949). A *Lycopersicum* fajták közötti oltványokban a szervessav- és cukor-tartalom megváltozások kifejezettek (Felföldy, 1950). Az oltással létrehozott vegetatív hybridek anyagcserejellemzéseiben már számos a mennyiségi megváltozásra utaló adat, de még elég kevés a minőségi megváltozásra vonatkozó ismeretünk (Sziszakján, Gluscsenko & Vasziljeva, 1949; Felföldy, 1951; Szemenenko, 1952). Sok esetben mind az oltványban, mind az oltott növény magvából származó utódokban minden külső megváltozás megmutatkozása nélkül is, az élettani, biokémiai jellegekben erős eltérések ismerhetők fel. Ennek magyarázata, hogy a külsőben is megnyilvánuló megváltozásokhoz az anyagcserében feltétlenül olyan mennyiségi megváltozások is szükségesek, amelyek meghatározhatják az új minőség megjelenését, ami bizonyíték a dialektikus materializmus tételéhez, hogy a fejlődés folyamatában az alak nem tart lépést a tartalommal (Sziszakján & Vasziljeva, 1952).

e) Fajok vagy fajták egymásraoltásával vegetatív hybridek legeredményesebben akkor keletkezhetnek, ha a ráoltott egyed fejlődésének fiatalkori szakaszában van. Ezért eredményesek a csíraoltások, átültetések. Ebből következik a csíra- és a magképződés, a kezdeti egyedfejlődés anyagcserevizsgálatának fontossága. *In vitro* tenyészetek alkalmazásával exakt eredményekhez juthatunk el. Ezzel lehetőség adódik, hogy a külső tényezők pontosabb ellenőrzése mellett az alany anyagi hatását képviselő tápláló közeget önkényesen változtathassuk meg (White, 1951). A fiatal, még fejletlen csírák *in vitro* tenyésztése lehető-

séget nyújt az anyagcserefolyamatok irányított befolyásolására, ami azután öröklődő jellegekben rögzítődhetik is. Nemkülönben röviddel a megtermékenyítés után leszedett és steril körülmények között magérésig felnevelt magházban, ill. termésben a csíra kialakulása a legkezdetibb fejlődési fokozatokban is befolyásolható (Nitsch, 1949). A *Datura* fajok között különbségek ismerhetők fel a csírák szervetlen tápsó igényét illetően is (Sanders, 1950).

III

Az alapvető anyagcserefolyamatok, a biokémiai reakciók fő útjai a mikroszervezetekben és a makroszervezetek egyes sejtjeiben azonosak: nincsen lényegbeli különbség a testanyagokat felépítő, az életműködésekhez energiát szolgáltató alapfolyamatokban. A mikroszervezeteknél az anyagcserevizsgálati lehetőségek sokkal előnyösebbek, ezért e téren részleteiben is már igen elmélyült ismereteink vannak. Amíg ma igen sokszor még azt se tudjuk, hogyan lehetne egyes magasabbrendű szervezeteknél az alaktanilag vagy élettanilag egyébként igen jól elhatárolható típusok anyagcserejellegét megállapítanunk, addig a mikroszervezeteknél ez legtöbbször nem okoz különösebb nehézséget. A sajátos és jellegzetes minőségben megnyilvánuló anyagcserekülönbségek számos esetben tisztázódtak. Ezek ismerete már a következő lépéseket, a tudatosan irányított és öröklődően fennmaradó megváltoztatásokat, az új anyagcseretípusok létrehozását, a fajok egymásba átalakítását is lehetővé teszik (összefoglaló irodalom: Boivin, 1950; Catcheside, 1951; Jeruszalimszkij, 1952; Kaplan, 1951; Koszikov. 1951; Kricman, 1952; Marquardt, 1951; Spiegelman, 1951; Stanier, 1951).

A mikroszervezeteknél különösen világos az élőszervezet és környezetének egysége, a környezet alakító hatása a szervezet fejlődésére, megváltozására, evolúciójára. Ezért sokszor csak önkényesen különíthetjük el a már állandósult típusok anyagcserevizsgálatát a környezet hatására kialakuló új típusok biokémiai vizsgálatától.

A mikroszervezetek körében a genetikai típuskülönbségeknek kritériuma igen gyakran bizonyos anyagcserejelleg, pl. erjesztőképesség; az alaktani típuskülönbségek sokszor meg sem állapíthatók vagy csak alárendelt jelentőségűek.

Egyes *Saccharomyces* fajok szénhydrát erjesztő képességük alapján elég jól elkülöníthetők (Koszikov, 1949). A *Bacterium coli* számos variánsa abban különbözik egymástól, hogy bizonyos aminosavak, vitaminok, nucleinanyagok önálló szintézisére képtelen. Ezeknek jelenléte a környezetben számukra nélkülözhetetlen életfeltétel. Ugyanígy a *Neurospora* számtalan variánsa hasonló anyagcseretípusbeli különbséggel élesen megkülönböztethető (Catcheside, 1951). A gombák körében igen gyakoriak egy fajon belül a ráncos (R) és

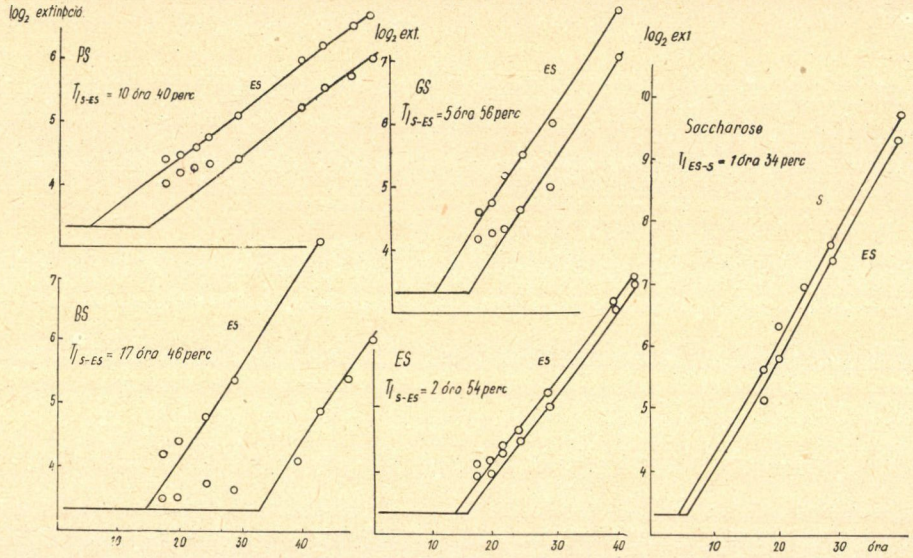
sima (S) típusok kifejezett biokémiai különbségekkel együttjáró elkülönülése. A *Penicillium chrysogenum*ráncos jellegű típusa fokozottabb oxidáló képességű és így a glucoseból többszörösen több gluconsavat termel, mint a sima jellegű típus (Kaszatkina, 1952). Az *algák* köréből is ismerünk hasonló, biokémiailag jól jellemezhető típuskülönbségeket. Egy *Chlorella* fajon belül redukált szénforrást igénylő, de egyébként rendes chlorophyll tartalmú variáns ismeretes (Davis, 1953). Az *Oscillatoria princeps* egyik típusában glykogen a másikban amylose típusú polysaccharid van (Fredrick, 1953).

A mikroszervezetek új, addig nem hasznosított anyagok asszimilálására is képesek, anyagcseretípusuk is megváltozik, ha az új környezet erre kényszerítően hat és nem felel meg az eredeti típus természetes szükségleteinek. A környezetben található, szokatlan anyag a sejt megváltozását közvetlenül váltja ki, a mikroszervezet adaptálódik (Jeruszalimszkij, 1952; Koszikov, 1951; Kricman, 1952; Spiegelmann, 1951; Stanier 1952; Yudkin, 1953). A sejtben a külső, új anyag hatására egy specifikus enzym aktiválódik vagy pedig az enzym egészen újonnan képződik. Ezeknek az új, ú. n. adaptív enzymeknek a keletkezése természetesen specifikus fehérjék szintézisével van összefüggésben. A külső környezetben található új anyag, mint szubsztrátum esetleg csak egyetlen enzym képzését eredményezi, ha az anyag egész anyagcseréje (vagyis hasznosítása) egyetlen lépésből áll vagy pedig egyetlen adaptív lépéssel belekapcsolható a sejtben már meglévő enzymektől szabályozott anyagcsereutakba. Gyakoribb azonban az az eset, hogy az új szubsztrátum két vagy több egymásutáni lépéssel kapcsolódhatik csak be a sejtbe. Ennek eredménye az, hogy a sejt mindazon egyéb anyagokra is egyidejűleg adaptálódik, amelyek ezen reakciólépésekben résztvesznek, vagy ehhez közvetlenül kapcsolódnak. Ez az ú. n. szimultán adaptálás jelensége, pl. *Ustilago maydis* (Szende, 1953; *3. ábra*).

A közeg hatására tehát a sejt enzymrendszerében megváltozás jön létre, új reakcióutak alakulnak ki vagy erősödnek fel. Ha ez az anyagcsere eltolódás rögzítődik — esetleg alaktani megváltozásokkal is egybekötötten — és az öröklődően fennmarad, akkor egy új anyagcseretípus alakul ki (Koszikov, 1951; Jeruszalimszkij, 1952; Kricman, 1952; stb.).

A mikroszervezeteket anyagcseréjük alapvető folyamatainak ismeretében a környezeti feltételek megváltoztatásával irányítottan átalakíthatjuk. Újszerű közegben vagy feltételek mellett tenyésztve a szervezetet, az egyes külső tényezőket fokozatosan emelkedő vagy csökkenő mennyiségben adagolva, kialakulhatnak az új anyagcseretípusok. Ilyen módon *élesztők* adaptálhatók különféle cukrok hasznosítására (Koszikov, 1949) vagy a lactoset nem fermentáló *B. coli* a lactose hasznosítására. A cukor fermentálás lefolyásának görbéje jellegzetesen két-csúcsú (diauxia jelensége) (Lwoff, 1946). Sokszor ez az új környezeti feltétel a mikroszervezet számára nélkülözhetetlen életfeltétellé is válik és nélküle már nem is képes tovább fejlődni.

A *baktériumok* anyagcseretípusa feltűnő megváltozásokon mehet keresztül, ha a környezetében tartósan jelenlévő mérgező anyagok koncentrációja állandóan fokozódik. A dróg hatására a sejt enzymes szerkezetében egyes rendszerek kikapcsolódnak, viszont az előbbit helyettesítő más rendszerek felerősödnek. Így alakulnak ki dróg-rezisztens új típusok az eredetileg érzékeny mikroszervezetek között, pl. *Escherichia coli* sulphanilamid (D i c z f a l u s y & E u l e r, 1947), a *Micrococcus pyogenes var. aureus* penicillin és streptomycin (D e m e r e c,

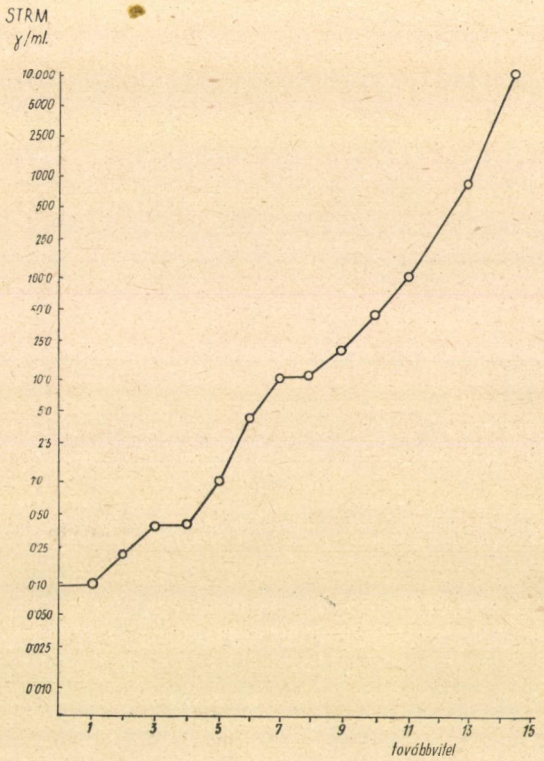


3. *ábra.* Krebs—Szent-Györgyi respirációs ciklus működésének bizonyítása Ustilago maydisban szimultán adaptálással. — Ecetsav szénforráson 10. továbbvitelben (48 óránként átoltva) nevelkedett sejtek a saccharose szénforrásokon nőtt sejtekkel szemben a ciklus egyes savain, mint szénforrásokon tenyésztve késlekedési fázis megrövidülést mutatnak, tehát ecetsavra adaptáláskor a ciklus többi vizsgált savaira egyidejűleg adaptálódtak, vagyis a szervezetben a szénhydrátok disszimilációja a fenti cikluson keresztül folyik le. (T_1 S—ES = késlekedési fázis megrövidülés; S = saccharose, ES = ecetsav, PS = pyroszőlősav, GS = α-keto-glutársav, BS = borostyánkősav.) (Szende Kálmán, 1953.)

1945; S e v a g & R o s a n o f f, 1952), a *Rhizobium* streptomycin-rezisztens variánsai (B a l a s s a, nem közölt adat; *4. ábra).*

Az élesztőben a respirálási rendszert cyaniddal elfojtva megerősödik a fermentálás rendszere. Cyanidra adaptálással elérhető, hogy cyanid jelenléte nélkül is erősebben fermentáló, új típusok alakuljanak ki (J e r u s z a l i m s z k i j, 1952). Hasonlóképen acriflavin jelenlétében az élesztő tenyészet néhány nemzedék alatt csaknem kizárólag egyes oxidáló enzymeket nélkülöző és így glucoset oxidálni nem képes sejtekből áll; ez az új tulajdonság éveken át tartósan fennmarad (E p h r u s s i & S l o n i m s k i, 1950). Ilyen erős környezeti hatások, mint az említett enzymmérgek, antibiotikumok vagy a különféle besugárzások, erősen megzavarják az anyagcserét és következésképen az

öröklékenységet is. Bár ezek az új típusok legtöbbször bizonyos nélkülözhetetlen testanyagok önálló felépítésének a képességét elvesztették és így az evolúció szempontjából nincs is jelentőségük, mégis a biokémiai folyamatok vizsgálatánál rendkívül hasznosan alkalmazhatók pl. a *Neurospora*, *Ophiostoma* biokémiai variáns törzsei (C a t c h e s i d e, 1951 ; J e r u s z a l i m s z k i j, 1952).



4. *ábra. Rhizobiuni lupini* egy eredetileg már 0,25 γ/ml streptomycinnel szemben érzékeny törzsét 24 óránként fokozódó streptomycin koncentrációjú caseinhidrolizátumos tápoldatba átoltva streptomycin- rezisztens variánsok fejlődnek ki. Tizenöt továbbvitel után megvizsgálva a variánspopuláció 10 000 γ/ml STRM-el szemben is ellenállóképes. Ez a szerzett új tulajdonság öröklődő, mert az izolált variánsok több hónapon át streptomycinmentes táptalajon továbbtenyésztve is megtartják streptomycinnel szembeni ellenállóképességüket. (Balassa Rózsi, 1953.)

Természetes környezetükben is a mikroszervezetek olyan erős kölcsönhatást gyakorolhatnak egymásra, hogy anyagcseréjük megváltoztatásával új típusok alakulhatnak ki, de tiszta tenyészetekben is előadódik az, hogy egy-egy faj populációja a saját anyagcseretermékeinek a külső közegben történő felhalmozódására fokozatosan transzformálódik, átalakul (J e r u s z a l i m s z k i j, 1952). *Brucella abortus* populációban az R és S típusok a közegbe kiválasztott anyagok hatására nemcsak, hogy eltérő arányokban léphetnek fel, hanem közben egymásba át is alakulhatnak morphológiai megváltozásokkal egybekapcsoltan (B r a u n, 1952).

A mikroszervezetek körében irányítottan alakulhat át egyik faj a másik fajba. Ilyen fajátalakulás, *transzformálódás* létrejön, ha különféle fajok együttélnek, vagy együtt tenyésztődnek vagy az egyik faj egy másik faj elölt sejtjein, annak bomlástermékein szaporodik. Az élő sejtek felveszik az elölt faj tulajdonságait, megváltozik anyagcseretípusuk és átalakulnak a másik fajba (Boivin, 1950; Koszikov, 1951; Marquardt, 1951; Jeruszalimszkij, 1952). Adaptált *élesztő*sejtek tenyészszűrletével, autolizátumával az *élesztő* transzformálása megvalósítható (Koszikov, 1950). *Aspergillus oryzae* sejtkivonatának hatására az *Aspergillus niger* amylase aktivitása — alaktani megváltozással egybekötötten megkétszereződik (Fenikszova, 1951). A *Pneumococcus*, *Escherichia coli* stb. transzformálását már az irányító faj nucleinanyagaival is sikerül megvalósítani (Boivin, 1950; Kalina, cit. Jeruszalimszkij, 1952). *Rhizobium* fajok ultrahangos feltárás után irányítottan egymásba átalakíthatók (Balassa, 1952).

A mikroszervezetek köréből felsorolt néhány példából világosan kitűnik, hogy itt a szervezetek anyagcseretípusa megváltozásainak biokémiai vonatkozásairól már igen gazdag ismeretünk van. Ezek eredménye az, hogy a mikroszervezetek irányított megváltoztatása — mondhatni tervszerűen — máris megvalósítható. Ilyen nézőpontból a magasabbrendű növényeknél végzendő anyagcseretípus vizsgálatok útjaihoz a mikrobiológia eredményei kedvezően felhasználhatók. A virágosnövények rendszeres anyagcseretípus vizsgálata csak a legutóbbi években bontakozott ki és még meglehetősen a kezdet kezdetén van. Ez viszont abból adódik, hogy a típuskülönbséget kifejező, főleg morphológiai jellegek kialakulásának anyagcserealapjait meglehetősen nehéz megállapítani. Az egyes szervekre megoszlottan kiterjedő, de a korreláció kölcsönhatásával bonyolódott anyagcserefolyamat-mintázatnak azokat a főfolyamatait, amelyek az anyagcseretípust jellemzik, különösképen nehéz megállapítani.

A növényi anyagcsere előbbi jellemzése és a makro- és mikro-szervezetek köréből ismertetett példák talán elég világosan kifejezik, hogy az anyagcseretípusoknak biokémiai megismerése nem könnyű kérdés. Az »asszimilálás-disszimilálás« fogalmaival csak akkor adhatunk jellemzést, ha azt nem általánosan, hanem az anyagcserefolyamatok behatóbb ismeretében, a tényleges biokémiai vonatkozásai ismeretében, tehát tudatosan alkalmazzuk. Kétségtelen, hogy a további biokémiai kutatásoknál is a típusjellegzetes enzymes reakciófolyamatok megismerése a középponti feladat, ahol azonban több figyelmet kell fordítani magának a szubsztrátumnak a kérdésére is. A magasabbrendű növényekben a rokonfajok és fajták közötti morphogenetikai típuskülönbségek szükségszerűen arra utalnak, hogy az anyagcseretípusok jellemzésénél mindinkább a szervkialakulások biokémiai vonatkozásait kell előtérbe hoznunk. Ebből nyilvánvalóan következik, hogy az experimentális morphogenesis módszerei, különösen pedig az *in vitro* tenyészetek adják az anyagcseretípusok megismeréséhez és azoknak irányított megváltoztatásához a legbiztosabban vezető útat. A mikro-

organizmusok területén az anyagcseretípusok megismerése, a mikrobiális adaptálódások és transzformálások kérdésének tisztázása a mikrobiológiai gyakorlatnak nagy megsegítést nyújt. De éppen ezek a kutatások hivatottak tisztázni azokat a (főleg phytographiai) túlkapásokat is, amelyek a mikroszervezetek változékonyságának és igen tág határok közötti alkalmazkodóképességének a teljes figyelmen kívül hagyásával, az adott pillanatnyi környezeti körülmények között talált, begyűjtött szervezetekben azonnal új formákat, változatokat, nova specieseket, sőt — nem is oly ritkán »genus novum mihi«-t vél felfedezni és ezzel a tudományt »gyarapítani«.

IV

A növényi anyagcseretípusok biokémiai problémáinak vázolása után szükségszerű azt is áttekintenünk, hogy a hazai kutatások miként foglalkoznak ezzel a kérdéssel. A következő helyzetkép ismertetés egyáltalán nem törekszik a teljességre, hanem csak a Magyar Tudományos Akadémia Agrobiológiai Intézete *Genetikai Osztálya* munkájának áttekintésével igyekszik a kutatásainak elgondolt irányára, a kérdés mélyrehatóbb megismerését célzó útjaira, eddig elért eredményeire rámutatni.*

Előljáróban azt is meg kell említenünk, hogy hazánkban a növényi anyagcserevizsgálatoknak már múltja van. Érdemes felidéznünk azt, hogy a magyaróvári Növényélet- és Kórtani Állomáson 1913-ban már külön Biokémiai Laboratórium működött, 1921-ben Budapesten önálló Mezőgazdasági Biokémiai Intézet is volt. Természetesen, akkor még nem »anyagcseretípus vizsgálatokkal« foglalkoztak a magyar kutatók, mégis számos olyan eredményhez jutottak, amelyek az előbbiekben vázoltak alapján, tulajdonképpen anyagcseretípus vizsgálatok. Igy például Adorján József 1902-ben a *búza* tápanyagfelvételét vizsgálta a fejlődés folyamán és fajtákat is összehasonlított. Doby Géza és Kertész I. Zoltán a *Penicillium glaucummal* végzett kísérleteikben a táplálás (= a külső környezet) hatását vizsgálták a gomba sacharase termelésére ; ez tulajdonképpen az enzymes adaptálás kérdésének egyik úttörő kezdete [Doby, 1932]. De a hazai genetikai kutatások is már 15 évvel ezelőtt külön figyelemmel fordultak a genetikai kérdések biokémiai vonatkozására. A Tihanyi Biológiai Kutató Intézetben a C-vitamin öröklődésének vizsgálata fajta és faj különbségeket állapított meg a *Lycopersicum* és *Capsicum* genusokban (Győrffy, 1942). Ugyanitt kezdődött el — genetikai célkitűzéssel — az oxidáló enzymek vizsgálata a *paprika* és *paradicsom* törzsek fejlődésével párhuzamosan és nemkülönben az anthocyán festékek biogenesisének vizsgálata.

* A Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Osztályának 1953. évi február havi felolvasó ülésén 5 előadás számolt be a Genetikai Osztály anyagcserevonatkozású kutatási eredményeinek egy részéről.

Az anyagcseretípus megváltozás a genetika alapvető kérdése, ahogy azt Liszenko kifejezte: az élőtest anyagcseréjének a típusát, ha meg tudjuk változtatni, megváltoztatjuk az öröklődését is. Ezért az Agrobiológiai Intézet Genetikai Osztálya is központi kutatási feladatául ezeknek a kérdéseknek a vizsgálatát tűzte ki 3 évvel ezelőtt. A kiindulási elgondolás az volt, hogy a faj-, fajta sajátos anyagcserefolyamatát a növekedésükkel és fejlődésükkel kapcsolatban kell megismerni. A környezet módosító hatásait megismerve adódik aztán a lehetőség a fejlődés irányított megváltoztatására, újonnan szerzett tulajdonságok kialakítására és azzal együtt az öröklődés befolyásolására. A kutatások menete a következőkben lett lefektetve. Az első lépés a kísérletekben felhasználandó növényeknek és mikroszervezeteknek az alapos megismerése, azok növekedésének és egyedfejlődésének vizsgálata. Az egymástól kifejezetten eltérő típusok kikeresése, mivel ezek használhatók fel legeredményesebben mind a genetikai, mind a biokémiai vizsgálatokban. Ugyanis az anyagcseretípus megismeréséhez a jellegzetes különbözőségek felismerése vezethet el — az egymástól eltérő típusokat pedig nyilvánvalóan eltérő anyagcserefolyamatok alakítják ki. Az anyagcserefolyamatok ilyen különbözőségeinek a megismeréséhez vezethet el a növekedés és fejlődés egyes biokémiai folyamatainak az elemzése, azoknak a befolyásolása abból a célból, hogy ezáltal az anyagcserén keresztül a fejlődés is szabályozható legyen. Hasonlóképen: az egyes szervek kialakulásának és azok módosulásainak a feltételeit egyrészt transzplantálásos kísérletek, másrészt pedig az *in vitro* szövet- és szervtenyésztések világítják meg. Feltevés szerint éppen a magból kiszedett csíráknak a tenyésztési kísérletei adhatják majd a legjelentősebb eredményt a vegetatív hybridizálással létrejövő szerzett tulajdonságok öröklődésének kérdéséhez.

Az anyagcserefolyamatoknak biokémiai vizsgálatait a respirálás szervessav ciklusának a vizsgálatával elkezdve, következik az aminosavak és szerves phosphor vegyületeknek, valamint ezeknek biokémiai reakcióiban résztvevő enzymeknek a vizsgálata, egybekapcsoltan a nucleinanyagok vizsgálatával. Ezek adhatják meg az anyagcseretípusok jellemzéséhez szükséges adatokat, egyben a szerzett tulajdonságok öröklődővé rögzülése mechanizmusának a magyarázatát. Miután ezen vizsgálatok alapján ismert lesz a vegetatív hybridizálásokban alkalmazandó növényeknek az egyedfejlődése és az anyagcserefolyamatainak jellegzetességei, az oltványokban fellépő megváltozások, valamint a létrejövő vegetatív hybridek anyagcsere különbözőségei is megállapíthatók. Ebből lehet majd következtetni a létrehozó mechanizmusra is.

A genetikai osztály három éves munkájának eredményeit és a további utakat a következőkben foglalhatjuk össze.

A növekedés anyagcseréjének megismerése a *gyökérnövekedés* vizsgálatával kezdődött el. A respirálási ciklusban résztvevő szervessavak meghatározása papírchromatographálással történt; *in vitro* reakcióknak a vizsgálata a savak közötti összefüggésekre adtak felvilágosítást (Baumann M.). Egyrészt a

csírázó *Papaver* gyökerével, másrészt a *Zea* steril körülmények között tenyésztett gyökércsúcsával végzett kísérletek eredménye szerint eddig igazolható volt, hogy a gyökér sejtjeiben is működik a szervessavakból álló Krebs-féle ciklus (Horváth E.-né). A következő lépések az oxidatív phosphorylezésen keresztül a nucleinanyagok vizsgálatához vezetnek. A növekedési anyagcserevizsgálatok figyelembevették a gyökér sejtosztódásaiban megállapítható megváltozásokat is (Sárkány S.-né). A közeljövőben pedig megkezdődnek kidolgozott standard módszerünkkel a különböző fajták, majd fajok gyökérnövekedésének és ezzel kapcsolatos anyagcseréjének összehasonlító vizsgálatai. Talán nem is szükséges külön megemlíteni, hogy a gyökérnövekedés, de általában a növekedés anyagcseréjének megismerése a mezőgazdasági termelésnek egyik alapvető kérdése. A növényi sejtosztódás biokémiája pedig nemkülönben az orvosi tudományok területén is jelentőségteljes, hiszen közismert, hogy pl. a nagy rákkutató intézetekben gyökérsejtosztódás vizsgálatokat igen értékesen alkalmaznak a carcinogén anyagok hatása értékelésére. A pollentömlő növekedése anyagcsereviszonyainak a vizsgálata a gyökérnövekedéssel megegyező elgondolással kezdődött meg; egy quantitatív kiértékelést is lehetővé tevő módszer kidolgozása után (Daniel L., 1953). Itt is az anyagcsere alapvető folyamatainak megismerése után a fajok, fajták összehasonlításával az esetleges típuskülönbségek megállapítása a cél, különös tekintettel a megtermékenyítésnél fellépő sterilitási és inkompatibilitási viszonyokra. Hogy e kérdés tisztázása mind a természetben fellépő kereszteződések esetén, illetve a nemesítésben alapanyagul szolgáló, különösen távoli keresztezéseknél mennyire fontos — minden gyakorlati nemesítő előtt közismert.

Az *embryumok* anyagcserevizsgálata az Intézet kutatásainak egyik fontos problémája. Endospermiumától illetve sziklevelétől elkülönített *Hordeum*, *Triticum* és *Pisum* csírákat steril körülmények között nevelve egyrészt a kezdeti növekedés illetve fejlődés táplálkozási feltételeinek a tisztázása a feladat és hogy a raktározási szervekben milyen anyagok biztosítják a kezdeti fejlődést. Ilyen úton sikerül egyben (a különben nem csíraképes) hybrid embryumokból is hybridnövényeket felnevelni, ami pedig a növénynemesítésben kétségtelenül igen nagy gyakorlati értékű. Az *in vitro* csíratenyészetek minden valószínűség szerint a vegetatív hybridizálás folyamatainak anyagcsere vonatkozásaira is értékes felvilágosítást fognak nyújtani (Rédei, Horváthné, Győrffy). A N és P anyagcsere dinamikáját elemezve *borsó*csírának a mag kialakulása folyamán, a hüvelyben továbbá a kicsirázás után, valamint a csíranövényben, feltűnő és jellegzetes kép mutatkozott. A P anyagcserével kapcsolatos vizsgálatok kiterjednek a phosphát gyököket lehasító enzymek sejtszerkezeten belüli lokalizálása megismerésére ultracentrifugával elkülönítve az egyes *sejtfrakció*kat. Az anyagcserefolyamatoknak ilyen természetű sejtenbelüli megoszlásának, a sejt egyes alkotó részeiben történő lokalizálódásának a vizsgálata bizonyos adatokat nyújt a Lepesinszkája-féle sejtevolúció elmélethez. Máskülönben mind a P, mind a N anyagcserevizsgálatokkal elérhető eredmények megsegítést nyúj-

tanak a gazdasági növényeink tápanyagképzésének kérdéséhez, a fehérje szintézis problémájához (Guba, Márkus, Bártfainé, Nagy). Nemrég kezdődött el újból a *szövettenyésztés* is, először cambiummal azzal a céllal, hogy ilymódon épen a csírák embryális növekedését előnyösen befolyásoló anyagi hatásokat (különféle növényi kivonatokat) értékelni lehessen. A szövettenyésztést az orvosi biológia igen elterjedten alkalmazza, elsősorban sejttani kutatásoknál.

A növényi szövetek *in vitro* tenyésztése hasonlóképen értékes cytológiai vizsgálatokat tesz lehetővé, de egyben a differenciálódás anyagcserefolyamatának megismeréséhez is igen előnyösen felhasználható. Hasonló elgondolások vannak a *növényi rákosdaganatok* vizsgálatainál. Ez a kérdés biológiailag is igen érdekes, mert hiszen az állati rákosdaganatokkal sok tekintetben hasonlóságot mutatnak a növényi neopláziás kialakulások (Ördögh).

Fajok, illetve fajták közötti anyagcseretípusbeli különbségeket lehetett megállapítani bizonyos *anyagok minősége* illetve *mennyisége* meghatározásával. Egyes *dohány*fajok között illetve hybridekben az alkaloida tartalom jellegzetes különbözőségeket mutat (Gubányi, Sik). A *paradicsom* hybrid utódok terméseiben a legutóbb végzett C-vitamin meghatározások újból megerősítették a már régebben elért megállapításokat, hogy t. i. a C-vitamintartalom és a termés mérete között kifejezett a korreláció (Várczi). A velő és kifejtő *borsók* a sziklevelekben végzett amylase aktivitás meghatározással jellemzően elkülöníthetők (Márkus, Nagy). Hasonlóképen a vad és kultur *burgonya*fajok is potentiometriás titrálással végzett összaminosav tartalmuk alapján egymástól különböznek (Baumann, Tóth). Amíg a különféle *búza*fajták illetve nemesített törzsekben a lysin mennyisége megközelítően azonos, addig igen feltűnő a különféle *búza*fajok szemében a pantothensav-tartalom megváltozásai. Mikrobiológiai módszerrel végzett meghatározásokból adódott, hogy bizonyos összefüggés van a B-vitamin mennyisége és a *búza*fajok evolúciós egymástkövetése között (Igali). Mindezen vizsgálatok eredményeinek a kapcsolódását a gyakorlati élet különböző területeihez, a növénynemesítéshez és termesztéshez, a táplálás kérdéséhez stb. egészen nyilvánvaló felismerni.

A *mikroszervezetekben* hasonló anyagcserevizsgálatok kezdődtek el. A *Rhizobium* genuson belül az egyes fajok szerves C- és N- forrás hasznosításának a vizsgálatával bizonyos anyagcseretípus különbségek megállapíthatók. Már 1951-ben eredménnyel végződtek a fajok egymásba átalakítására irányuló kísérletek. A transzformálás mechanizmusának további vizsgálata és a fajevolúciós összefüggéseknek tisztázása előtt, most a drógrezisztencia (streptomycin, penicillin) kialakulásának, valamint az adaptálódásnak a nélkülözhetetlen aminosavak szintézisével való összefüggésének a vizsgálata van folyamatban (Balassa). Gyakorlati jelentőségűek az eddigi eredmények is, mivel transzformálással a N_2-megkötő képesség fokozható. A fajátalakítás kérdésének elméleti vonatko-

zásai pedig az orvosi illetve az ipari gyakorlat vonalán jól ismertek. Az *Ustilago maydis* anyagcserevizsgálatának eddigi eredménye, hogy a gombában egy módosított szervessavciklus működik, amit a szimultán enzymes adaptálási kísérletek is igazoltak. A továbbiakban megkezdődött az anyagcserefolyamatok oxidatív phosphorylezéssel kapcsolatos viszonyainak a megismerése. A morphológiailag is eltérő R—S típusok, illetve különféle színű törzsekkel az anyagcseretípus vizsgálatok a közeljövőben kezdődnek el (S z e n d e). A probléma alapvető mikrobiológiai jelentősége — elsősorban az erjedési ipar elméleti vonatkozásaiban — talán nem is szorul további magyarázatra. A *Cercospora beticola* anyagcserevizsgálata a gomba által termelt hatóanyag izolálásának és érték-kimutatásának módszertani előkészületei befejeződtek. A toxikus hatású anyag izolálása után ennek az anyanövény szövetének anyagcseréjére gyakorolt hatásvizsgálata következik (S z e n d e). A probléma nemcsak a gyakorlati répanemesítéshez nyújt elméleti megsegítést, hanem egyben a parazitizmus és a gazdanövény anyagcserefolyamatai összefüggéséhez is adatot szolgáltat.

V.

Még nincs három éve, hogy a Genetikai Osztály tulajdonképen elkezdhette ezeket a kutatásokat, vizsgálatokat. Az eddigi eredményekről és az ezt követő további lépésekről, további elgondolásokról most csak ezt a rövid, tömör és általános beszámolót lehetett megadni. Csak kívülről és felületesen nézve a Genetikai Osztály munkáját, úgy tűnik fel, hogy túlsok a részletprobléma, az erők szétforgácsolódnak, nincs meg az összefüggés az egyes vizsgálatok között. Külső látszatra valóban sokszor úgy is tünhetik fel, hogy ezek tulajdonképen nem is genetikai, hanem csak növényélettani és biokémiai vizsgálatok. Valóban az egész kutatási terv legelső szakaszában főleg a módszerek elsajátítása, a kísérleti anyag kiválasztása, előkészítése volt. Ezt követték az anyagcserevizsgálatok. De mindezek tudatos tervszerűséggel, a további lépéseket előkészítő előfeltételek. A jelenben folytatódó vizsgálatok már mindinkább több és több genetikai vonatkozással bírnak. A kezdetben még össze nem függőnek látszó egyes részletvizsgálatok is mindinkább közelednek egymáshoz, mindjobban világossá válik a kívülállók számára is, hogy azok egymás kiegészítői.

A Genetikai Osztály 1950-ben fektette le ötéves kutatási munkatervét. Az akkori megfogalmazás szerint a kutatások központi problémája : »a növények anyagcserejellegének irányított megváltoztatásával az öröklődés átalakítása«. Elsősorban a vegetatív hybridizálás, azaz a szerzett tulajdonságok öröklődése anyagcserevonatkozásainak a mélyebb megismerését tervezték ezek a kutatások. A magasabbrendű növényekben a vizsgálatok ebben az irányban haladtak előre. A mikroszervezetekkel megkezdett vizsgálatok pedig az alapvető anyagcseretípus megváltozások megismerésére irányultak. A kutatások menetében természetesen elkerülhetetlenek voltak bizonyos módosítások, mert hiszen a munka kezdetén még nem ismerhettük a közben adódó újabb lehetőségeket, az irodalom-

ban megjelenendő újabb eredményeket. De a biológiai tudományos kutatás jellemzője is, hogy az előbbrehaladással az állandó fejlődés is együttjár. A Genetikai Osztály munkaközössége is állandóan ezt tartja szem előtt. Mindinkább világosabbá válik, hogyan, milyen módon lehet az anyagcseretípusok biokémiai jellemzését megadni, hogyan lehet majd a szerzett tulajdonságok öröklődése kialakulásának anyagcserevonatkozásait megközelíteni. A. I. Oparin (1953) ez év februárjában foglalta össze azokat a feladatokat, amelyek a XIX. Pártkongresszus határozatai alapján a szovjet kísérletező biológusok előtt állanak. »A genetikai kutatások feladatai abban a problémában összegeződnek — írja Oparin — hogy a változékonyság irányításának természetét kísérletileg még jobban megismerjük, felderítve azokat az alapvető folyamatokat, amelyek a szervezetben végbemennek és abban irányított megváltozásokhoz vezetnek«. A biokémiai kulcsproblémák közül pedig Oparin külön kiemeli, hogy sürgős feladat az öröklődés biokémiai elméletének és azok irányított megváltoztatása útjainak kidolgozása, szem előtt tartva azt a micsurini tanítást, hogy az öröklődés alapjául az anyagcsere típusának történeti felhalmozódása szolgál. Az utód irányítottan megváltoztatható, ha a szervezet fejlődésének meghatározott idejében hatást gyakorolunk belső feltételeire. A Genetikai Osztály 1950-ben ezt a feladatot tűzte kutatásainak középpontjába.

Legújabban egy még alapvetőbb kérdés került a biológia érdeklődésének a középpontjába : a fajok keletkezésének a kérdése. Feladatként állítja mind a genetikai, mind a botanikai kutatások elé Oparin ezt a kérdést is : »ennek a kérdésnek a kutatása... azt a célt követi, hogy különböző szervezeteken megmutassa, hogy egyik fajnak a másikból való keletkezésének oka a szervezetek életfeltételeinek megváltozása, anyagcseretípusának megváltozása...«

A Genetikai Osztály mostani kutatásainak szinte természetes továbbfejlesztése lesz az, hogy az anyagcseretípus vizsgálatokkal foglalkozó munkaközösségnek következő ötéves tervében fokozatosan a fajkeletkezés kérdése kerül a kutatások középpontjába.

IRODALOM

Adorján J., 1902. Kísérletügyi Közl. *5* : 70—101. — A búza tápanyagfelvétele.

Balassa R., 1953. Magyar Tud. Akad. VIII. Oszt. közl. *2* : 309—25. — Az öröklődés irányított megváltoztatása a Rhizobium nemzetségen belül.

Boivin, A., 1950. Zbl. Bakter. I. Orig. *155* (2/4) : 58*—72*. — Bakterien Genetik.

Braun, W., 1952. Amer. Nat. *86* : 355—71. — Studies on population changes in bacteria and their relation to some general biological problems.

Catcheside, D. G., 1951. — The genetics of micro-organisms. (London : Pitman Sons).

Daniel L., 1952. Növénytermelés *1* : 133—150. — Pollenélettani vizsgálatok. Quantitativ pollenteszt.

Davis, E. A., 1953. Amer. J. Botany *39* : 535—39. — Photosynthetic Chlorella mutants.

Dawson, R. F., 1948. Adv. Enzymol. *8.*: 203—51. — Alkaloid biogenesis.

Demerec, M., 1945., Proc. Nat. Acad. Sci. *31* : 16—24. — Production of Staphylococcus strains resistant to various concentration of penicillin.

Diczfalussy, E. & Euler, H. v., 1947. Ark. Kemi *25* (12) : 1—12. — Studies on sulphanylamide resistance.

Doby G., 1932. Magyar Tud. Akad. matem. és term. tud. Értesítője *49* : 308—323.— A táplálás hatása enzymek mennyiségére.

Ephrussi, B. & Slonimski, P. P., 1950. Biochim. biophysica Acta *9* : 256—67.

Felföldy L., 1950. Agrártud. *2* : 89—95. — Előkísérletek paradicsom oltványokon.

Felföldy, L. J. M., 1951. Acta biol. *2* : 3—53. — Experiments with the first seed generation of tomato grafts.

Fenikszova, R. V., 1951. Mikrobiologija *20* : 556—60. — (A mikroszervezetek folytonos kiválasztódása kérdéséről.)

Fredrick I. F., 1953. Physiol. Plant. *6* : 96—99. — Preliminary studies on the synthesis of polysaccharides in A l g a e. III.

Guba F., Márkus L. & Nagy M., 1953. Phosphoranyagcsere vizsgálatok. I. (Kézirat.)

Győrffy B., 1952. Magyar Tud. Akad. Biol.-Agrártud. Oszt. Közl. *3* : 197—211. — Az anyagcsere folyamatok tanulmányozásának jelentősége, módszerei és eredményei.

Győrffy B., 1953. A szovjet növénybiokémiai kutatások újabb eredményei (kézirat).

Iljin, G. Sz., 1949. Biokhimija *14* : 552—57. — (Az alkaloidák szintézisének általános elve a Nicotiana nemzetség oltott növényeiben.)

Jeruszalimszkij, N. D., 1952. Uszpechi szovrem. biol. *33* : 148—52. — (A mikroorganizmusok irányított változásai.)

Kaplan, R. W., 1951. Ann. Rev. Microbiol. *5* : 49—75. — Genetics of microorganisms.

Kaszatkina, I. D., 1952. Mikrobiologija *21* : 548—54. — (A Penicillium chrysogenum sima és ráncos alakjainak élettani jellemzéséről.)

Koszikov, K. V., 1949. Mikrobiologija *18* : 549—61. — (Az élesztők hibridizálása.)

Koszikov, K. V., 1950. Dokladi Akad. Nauk. SzSzSzR. *73* : 381—84. — (Élesztő erjesztő tulajdonságainak irányított megváltozása rokon törzsekből származó készítményekkel.)

Koszikov, K. V., 1951. Mikrobiologija *20* : 365—74. — (A keresztezés és az irányított megváltoztatás módszerei az élesztőtenyészetek szelektálásánál.)

Kricman, M. G., 1952. Mikrobiologija *21* : 480—94. — (Legújabb nézet az enzymes adaptálásról.)

Lwoff, A., 1946. Cold Spring Harbour Symp. *11* : 139—55. — Some problems connected with spontaneous biochemical mutations in bacteria.

Márkus L. & Bártfay T., 1953. Nitrogén megoszlás és aminosav összetétel megváltozások fejlődő borsómagban. (Kézirat.)

Marquardt, H., 1951. Fortschr. Botanik *13* : 297—339. — Bakterien Genetik.

Nitsch, J. P., 1949. Science *110* : 499. — Culture of fruits in vitro.

Oparin, A. I., 1953. Izvesztija Akad. Nauk. SzSzSzR (2) : 14—33. —(A szovjetunióbeli biológiai tudományterület feladatai.)

Prokosev, Sz. M., Petrocsenko, Je. J. & Baranova, V. Z., 1952. Dokladi Akad. Nauk SzSzSzR. *83* : 457—60. — (A glykoalkaloidák öröklődése burgonya fajhybridekben.)

Rubin, B. A., & Lutikova, O. T., 1940. Dokladi Akad. Nauk. SzSzSzR. *27* : 33—36. — (Enzymhatás a borsóban összefüggésben a fejlődéssel és termőképességgel.)

Rubin, B. A. & Sziszakjan, N. M., 1949 (1951.) A micsurini biológia biokémiai problémái (Moszkva—Leningrád : 1949 — Budapest : Akad. Kiadó, 1951.) 1 : 49—80. — Enzymrendszerek a micsurini almafajtákban.

Sanders, M. E., 1950. Amer. J. Botany *37* : 6—11. — Development of self and hybrid Datura embryos in artificial culture.

Schneider, A., 1951. Züchter *21* : 275—81. — Untersuchungen über die Eignung von Erbsensorten für Zwecke der Nasskonservierung 2.

Sevag, M. G. & Rosanoff, E. J., 1952. J. Bacter. *63* : 243—51. — Mechanism of the development of resistance to streptomycin I.

Smith, G. F. & Kersten, H., 1949. Amer. J. Botany *29* : 785—91. — Auxin and calines in seedlings from X-rayed seeds.

Smith, M. H. & Smith, C. R., 1942. J. Agric. Res. *65* : 347—59. — Alkaloids in certain species and interspecific hybrids of Nicotiana.

Spiegelman, S., 1951. in *Sumner, J. B. & Myrbäck, K.*, edit : The Enzymes (New-York : Academic Press, 1951) : I : 267—306. — Modern aspects of enzymatic adaptation.

Stanier, R. Y., 1951. Ann. Rev. Microbiol. *5* : 35—56. — Enzymatic adaptation in bacteria.

Szemenenko, G. J., 1952. Biokhimija *17* : 655—59. —(A növények nucleoproteid tartalmának megváltozása vegetatív hibridizálás következtében.)

Szende, K., 1953. Szerves savak hatása az Ustilago maydis növekedésére (kézirat).

Sziszakjan, N. M., 1949 (1951). — A micsurini biológia biokémiai problémái 1. (Moszkva-Leningrad : 1949. — Budapest : Akad. Kiadó, 1951.).

Sziszakjan, N. M., Gluscsenko, I. E. & *Vasziljeva, N. A.*, 1951. u. o. : 7—42. — A szerzett biokémiai jellegek öröklődése a vegetatív hibridekből származó utódokban.

Sziszakjan, N. M. & *Vasziljeva, N. A.*, 1952. Dokladi Akad. Nauk. SzSzSzR. *86*:1005—08. (Biokémiai megváltozások tulajdonságaikban meg nem változott vegetatív hibridekben).

Went, F. W., 1943. Botan. Gaz. *104* : 460—74. — Transplantation experiments in peas.

White, P. R., 1951. Ann. Rev. Plant Physiol. *2* : 231—44. — Nutritional requirements of isolated plant tissues and organs.

Yudkin, J., 1953. Nature *171* : 541—46. — Origin of acquired drug resistance in bacteria.

HOZZÁSZÓLÁSOK

STRAUB F. BRUNÓ akadémikus

Miután nem közvetlenül az én szakmámról van szó, nem akarok az előadáshoz semmit hozzátenni, hanem az elhangzottakhoz szólok hozzá.

Győrffy Barna kutatásait régtől fogva ismerem és három évvel ezelőtt együtt jártunk a Timirjazev-Akadémián és a Bach-Intézetben Moszkvában, ahol a micsurini biológia növénybiokémiai vonatkozásainak élenjáró kutatását elsőkézből láthattuk.

Győrffy Barna előadásában lényegileg helyesen foglalta össze az anyagcsere és az öröklékenység kérdésére vonatkozó kísérleti tényanyagot és az anyagcseretípus fogalmának általa kifejtett meghatározásával egyetértek.

Kritikai megjegyzéseim :

1. Nem tartom kielégítőnek azt a módot, ahogyan a nyugati eredményeket és a szovjet eredményeket értékelés mellőzésével együtt prezentálta. Lenin megmondotta, hogy a marxista tudósok feladata a nyugati tudomány eredményeiből kihámozni az igazságot és leleplezni azt, ami áltudomány.

Győrffy Barna a nyugati tudománynak több eredményét idézte, amelyek első pillantásra materialista elméleteknek látszanak, de ezeket gondosabban meg kellett volna vizsgálnia. — A Mendel-Morgan-elmélet Morgan első megfogalmazásában materialista elméletnek látszott, Morgan első könyvében annak is igyekezett beállítani. A későbbiek megmutatták, hogy alapos vizsgálat szerint a látszólagos materialista elmélet lényegében tökéletesen idealista elmélet.

Vegyünk egy példát. Győrffy tényanyagában idézte a transzformáció jelenségét, amelyet először Griffith, majd Avery és munkatársai tanulmányoztak s azóta több, mint 30 hasonló esetet leírtak. Ennek az a lényege, hogy lehet izolálni olyan specifikus nukleinsavfrakciót, amely a baktérium átalakítását idézi elő. A transzformáció jelensége nyilvánvalóan ellentétben áll a génelmélettel és várható, hogy megpróbálják ezt a jelenséget úgy értelmezni és beállítani, hogy az mégiscsak a génelméletet szolgálja. Valóban eltereli a kérdés *lényegéről* a figyelmet az, ha a külső körülmények asszimilálását helyettesítjük azzal, hogy a környezetben levő *egy anyag* okozza a transzformációt, — amit géntörmeléknek fognak fel. Eltereli a figyelmet arról, hogy éppen a növények anyagcsereváltozásainak vizsgálatánál nem ilyen anyagok, hanem a fény, a hőmérséklet, a nedvesség, a talaj összetétele, — és nem a nukleinsavak a változékonyság okai.

Ez a példa illusztrálja, véleményem szerint, hogy nem elég a kísérleti eredmények összegezése, hanem ezekkel az eredményekkel és a mögöttük levő elméletekkel szemben határozottan, kritikusan állást kell foglalni. Győrffy állásfoglalását ebben az előadásában nem tartom eléggé kritikusnak.

2. Az előadás hangsúlyozza az enzymek döntő jelentőségét az anyagcserefolyamatok irányításában. Az enzymek optimális körülmények között történő aktivitás-mérése mellett még fontosabb azoknak a természetes körülmények között mutatott aktivitásának megmérése. Számos példa ismeretes arra, hogy a kettő nem azonos és mi is kimutattuk, hogy a különböző állatfajok vörösvértesteiben különböző az adenozintrifoszfatáz aktivitása, — ha azt optimális körülmények között mérjük. De kimutattuk azt is (Székely M., Mányai S.

és Straub F. B., Acta Physiologica IV. 1—2. 1953), hogy ez az enzym az ember és egyes állatfajok vörösvértesteiben in vivo biztosan *nem* működő, inaktív állapotban van jelen.

Szükséges tehát az in vivo körülmények közötti tanulmányozása az enzymaktivitásoknak. Az Oparin-iskola az enzymek biológiai adszorpciója és deszorpciója elméletével értékes adatokat nyert ezen a téren, főleg Kurszanov methodikájával. Ezt a methodikát ki kell fejleszteni és a Magyar Tudományos Akadémia Biokémiai Intézetében pl. Elődi Pál kimutatta, hogy a Kurszanov-methodika eredményeit iónok egyidejű bevitele lényegesen befolyásolja. A módszereket tovább kell tehát fejleszteni.

3. A befejező részben a feladatok között kiemelte Győrffy az in vitro kísérletek nagy jelentőségét. Az in vitro kísérlet egyes tények megállapításánál a legfontosabb szerepet játssza. De ha megnézzük, hogy ez a szóbanforgó tudományág, — az anyagcseretípus változásának tanulmányozása, — hogyan fejlődött ki történelmileg, akkor azt látjuk, hogy elsősorban a gyakorlat tényleges körülményei között tett megfigyelések vitték előre a kérdést, amelyeket alátámasztottak egyes in vitro kísérletek. Ezért az in vitro kísérletek túlzott hangsúlyozását a gyakorlattal való kapcsolat említése nélkül nem tartom helyes iránymutatásnak.

Remélem, hogy kritikai megjegyzéseim vitára adnak alkalmat. Leglényegesebbnek tartom azt a megállapítást, hogy a kritikai álláspont hiánya azzal a veszéllyel jár, hogy a haladó tudomány eredményeit a nyugati tudomány helytelen nézeteivel összekeverve egy harmadik-utas tudományt akarunk csinálni.

MÁRKUS LÁSZLÓ

Az anyagcseretípus fogalmának biokémiai értelemben történő meghatározása nehéz feladat. Magam részéről vitathatónak tartom azt a meghatározást: »az anyagcseretípus alatt tehát egy szervezet, vagy a szervezetek csoportjának azokat a jellemző és öröklődő anyagcserefolyamatbeli sajátosságait értjük, amelyek más szervezetektől szükségszerűen különböznek«.

Kérdés, hogy a típus fogalma egyedül az egész anyagcserefolyamatok. összességére és a szükségszerűen különböző anyagcserefolyamatokra érvényes Nem beszélhetünk-e anyagcseretípusról a szervek, az egyes fejlődési szakaszok tekintetében ?

Az élőlényekre, a sejtekre jellemző anyagcserefolyamatok mint párhuzamos koordinált és egymásra ható láncreakciók összessége sok tekintetben megegyezők és nem a kémiai mechanizmusokat érintően csak idő, térbeli koordináltságukban és külső behatásokra való reagálásukban különböznek. Az alapvető anyagcserefolyamatok (glikolízis, Krebs ciklus, terminális oxidáció, aminosav szintézis) ugyanis alapvetően azonosak. A típuskülönbségeket is ebben az értelemben lehet jellemezni a primér anyagcserefolyamatok vizsgálatakor. A különbség megállapítása szempontjából a növényeknél nagyobb lehetőséget nyújt a szekunder anyagcsere és termékeinek vizsgálata.

Az anyagcseretípus megváltozásának biokémiai tanulmányozásában két alapvető probléma merül fel. Az egyik a típus helyes meghatározása, a másik a változással járó biokémiai átalakulás biztos megállapítása. A magasabbrendű növényeknél az utóbbinak kísérleti nehézsége a generációk nyomonkövetéséhez szükséges idő nagysága. Ez a tény is hozzájárul ahhoz, hogy több experimentális

adattal rendelkezünk a mikroorganizmusokkal kapcsolatban, mint a virágos növényeknél.

Ezen a ponton azonban még nagy és kellően ki nem aknázott lehetőséget nyújt a leíró és összehasonlító növénybiokémia felhalmozott adattára. Ennek az anyagcseretípus változása vizsgálatában való feldolgozását és ilyirányú továbbfejlesztését a ténymegállapításokon túl az összefüggéseket kereső, az adatokat történelmi fejlődésükben vizsgáló dialektikus módszerrel dolgozó szovjet biológia tárta fel. Az előadásokban említett neveken kívül meg kell még említeni Ivanov Goldovszkij, Blagovescsenszkij ezirányú munkásságát, akik a leíró botanika (rendszertan és morfológia), a fiziológia és az analitikai szinten mozgó biokémia eddigi eredményeinek szintéziséből létrehozták az evolúció biokémiai ágazatát és megteremtették a biológiai szinten mozgó biokémiai kutatásokat. A morfológia és a fiziológia közti szakadék áthidalásában nagy munkát fejtettek ki, Megállapításaik teljes magyarázatot nem adnak és nyitott kérdések és ellentmondások még fennállnak, de eredményeik nagymértékben hozzájárulnak ahhoz, hogy az anyagcseretípus változásának biokémiai folyamatairól a magasabbrendű, virágos növények esetében is bepillantást tudjunk nyerni.

Nem kívánok részletekbe menni, csupán néhány megállapítást és következtetést szeretnék ismertetni, amely kiegészíti az anyagcseretípusról az előadás során hallottakat :

A magasabbrendű növényekben a quantitatív és qualitatív biokémiai jelleg változó, a változékonyság kiterjed nem csupán a szekunder anyagcseretermékeikre — alkaloidák, illó olajok, nitrogén bázisok, pigmentek, kaucsuk stb. — hanem a plazma és a sejtmag főalkotórészére, a fehérjére is.

Az anyagcseretípus változása általában a specializálódás irányában halad, amely a szekunder anyagcseretermékek megjelenéséhez vezet. Általános szabályként állapítható meg, hogy az egyes növénycsoportok filogenetikailag fiatalabb tagjaiban a szekunder anyagcseretermékek kifejezett mértékben nem találhatók meg. Az anyagcserefolyamat specializálódása Blagovescsenszkij szerint a növények energetikai szintjével függ össze, melyet ő az enzymaktivitás termikus koefficiensének nagyságával jellemez. A magas termikus koefficiens alacsony energiaszintet, míg az alacsony termikus koefficiens magas energiaszintet jelent.

Az anyagcseretípus változását és ezzel szoros kapcsolatban a növény energetikai állapotának módosulását külső (hő, fény, atmoszferiális tényező) és belső (struktura, disperzitás fok) tényezők szabják meg és ennek alapján módosul az anyagcsere további iránya. Ebben a folyamatban nagy szerep jut az energia transzformálásában szereplő enzymeknek. Az enzymek minőségi megváltozása, energetikai szintjüknek csökkenése eredményezi az onto- és filogenetikai öregedés során a fehérjeszintézis és egyéb negy energiát igénylő endotermikus szintézis csökkenését, minek következtében ezek helyett az exotermikus anyagcserefolyamatok fokozódnak (ciklizáció, polimerizáció, aminosavak átalakulása stb.) Az energetikai szint csökkenése révén tehát lehetővé válik a speciális anyagcsere állandó termékeinek a felhalmozódása. Ebből következik,hogy az anyagcseretípus megváltozásának egyik fontos tényezője az energetikai szint változása. A növény energetikai szintje a fejlődés folyamán változó. Vele kapcsolatosan következnek be a növekedés intenzitásának, a morfológiai bélyegeknek a megváltozása. A fiatal növényben az energetikai szint magas, a fehérjék szintézise fokozott és az ez időszakban bekövetkező változás ennek révén mélyen kihat a növény anyagcseretípusának megváltozá-

sára a primér anyagcserefolyamatokat érintően is. E gondolatkör kapcsolódik az előadásban kiemelt juvenilis szakaszban bekövetkező biokémiai változások vizsgálatának fontosságához, melynek jelentőségét Micsurin és Liszenko alapvető munkássága nyomán ismerjük. Ezek az eredmények utat mutatnak arra, hogy miként kapcsolódhat be aktívan a biokémikus a haladó biológiai elmélet kérdéseinek továbbfejlesztésébe és módszertanába olymódon, hogy hatékonnyá tegye a nemesítők munkáját.

Az anyagcseretípus megváltozása szempontjából a fehérje és enzymrendszer minőségi állapotán kívül alapvető szerepe van a légzési anyagcserefolyamatok alakulásának, mint energiaszolgáltató folyamatoknak. Egyes kivételektől eltekintve mind a szabad és forrtszirmúak, mind az egy- és kétszikűek ordóiban és familiáiban általános szabályként megállapítható, hogy a magas energiaszintű növényekben a nem specifikus anyagcseretípus a jellemző peroxidáz típusú légzéssel, míg az alacsony energetikai szintű és specifikus anyagcseretípust mutató növényekben az oxidáz típusú légzéssel találkozunk. (*Compositae*, *Anonales.*)

Az előbb említett szabály alóli kivételek külön figyelmet érdemelnek és az anyagcseretípus megváltozásának egy érdekes módjára hívják fel a figyelmet melyet Blagovescsenszkij *arochemózisnak* nevez, és a következőképpen magyarázza : az anyagcseretípus, az evolúciós fejlődés keretében az energiaszint csökkenése és az anyagcserefolyamatok specializálódása irányában halad. Beáll egy olyan állapot — a körülmények átalakító hatására — mely az energetikai szint felemelkedéséhez vezet. A keletkező új fiatal csoport magas energetikai szintje mellett megőrizheti morfológiai és anyagcsere specializáltságát (lásd *Compositae)* és ílymódon a magas energetikai szintű, az evolúció szempontjából fiatal növényekben megtalálhatók a filogenetikai fejlődésben idősebb növények bélyegei.

Az anyagcseretípus biokémiai megváltozása kutatásának fontosságát Blagovescsenszkij a következőképpen jellemzi : »a növényekben lefolyó, az egyes fajokra, nemzetségekre, családokra specifikus anyagcsere ismerete nélkül, a nem specializálódott anyagcserefolyamatok lényegének megértése nélkül, az energetikai szintnek a külső környezeti körülmények befolyása alatt végbemenő megváltozásai figyelembevétele nélkül — a szervezet és környezet kölcsönhatása lényegének megismerése és a növények fejlődésének teljesen tudatos irányítása lehetetlen, vagyis a természettől ismét kegyeket kell várnunk, ahelyett, hogy elvennénk tőle azt, amit akarunk«.

Tehát az anyagcseretípus megváltozásának kutatása nem csupán az elméleti biológia szempontjából fontos feladat, hanem lényeges feltétele a növénytermesztői és nemesítői munkának egyaránt a nagyobb produktivitású, értékesebb összetételű, kedvezőtlen környezeti tényezőkkel (szárazság, fény, betegségek) szemben ellenálló fajták kinemesítésében, honosításában és termesztésében. Ezeket a kutatásokat kívánja meg az okszerű és tudományos alapon álló agrotechnika is.

E területen vannak kedvező eredményeink, amint ezt az előadásban is hallottuk, a fejlődés üteme, mezőgazdaságunkra háruló feladatok azonban megkövetelik a növényfiziológiai és növénybiokémiai kutatásoknak a jelenleginél nagyobb méretű intenzívebbé tételét.

Straub akadémikus hozzászólásában megemlítette : »A Magyar Tudományos Akadémia Biokémiai Intézetében például Elődi Pál kimutatta, hogy a Kurszanov methodika eredményeit iónok egyidejű bevitele lényegesen befolyásolja«. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyeznem, hogy ez rég ismert

tény, sőt ennek ismeretében a káliumionnak a növények hidegtűrésével kapcsolatos védő hatását bizonyították. A Bachról elnevezett Biokémiai Intézetben kimutatták, hogy az infiltrált káliumión a szintézis : hidrolízis arányának az alacsony hőmérséklet hatására a hidrolízis irányában való eltolódását meggátolja és így az alacsony hőmérséklet káros hatását kivédi. Ennek ismeretében folytak és folynak kutatások a növények táplálkozás során felvett iónjainak élettani hatásának vizsgálatára. Ezzel kapcsolatban szintén az infiltrálási módszert is felhasználják.

RÉDEI GYÖRGY

Straub akadémikus hozzászólásához szeretnék néhány megjegyzést fűzni.

Nem hiszem, hogy helyes olyan határozottan leszögeznünk, hogy egy tényező hatásával a szervezetek nem transzformálhatók. Igaz, hogy általában több tényező együttes hatására alakulnak át az élő szervezetek. Liszenko azonban egyetlen tényező, a hő változtatásával mutatta be az öröklöttség megváltoztatásának klasszikus példáját és éppen a Straub akadémikus által említett példa is egyike azoknak az eseteknek, amikor egy tényező, egy szervesanyag képes az öröklöttség megváltoztatását előidézni.

Az in vitro kísérletekkel kapcsolatosan mondottak érthetetlenek számomra. Nem hiszem én sem, hogy előre viszik a tudományt azok az in vitro kísérletek, amelyek utólag alátámasztják a gyakorlat tényleges körülményei között tett megfigyeléseket. De nem tudom, akad-e olyan kísérletező, aki ilyen feladatokban lelné örömét. Én azt hiszem, hogy Győrffy Barna által említett in vitro kísérletek nem az ismert tények utólagos igazolására törekszenek. Viszont éppen gyakorlati szempontból jelentősek az Intézetünkben végzett olyan in vitro munkák, amelyeknek pl. az a célja, hogy rokonságilag távolálló növényfajok hybrid embryumait a zygota fejlődésének legkezdeti szakaszán excizáljuk az anyanövényről, amelyen különben degenerálódnék, vagy abortálódnék és in vitro sikeresen felneveljük az érdekes és értékes faj- és nemzetséghybrideket. Ilyen feladatok a legszorosabb kapcsolatban állnak a gyakorlattal és megoldásuk csak in vitro módszerekkel lehetséges.

BALASSA RÓZSI

Straub akadémikus elvtárs azt az aggályát fejezte ki, hogy a transzformációs tematika a szovjet és a nyugati szemlélet összekeveréséhez vezethet, mert a transzformációs kutatások nyugaton főkép a morgani genetika szolgálatában folytak. Ezt az aggályt szeretném eloszlatni. Az ú. n. bakteriális transzformációs jelenség — vagy ahogy ma számos, de nem minden szovjet tudós nevezi, baktériumok vegetatív hybridizálása — nem csak »nyugati« kutatási terület. A jelenséget magát először orosz kutatók írták le (pl. a kétségtelenül idetartozó paraimmunitás jelenségeit). Annak egy specifikus formáját a *Pneumococcus*-transzformáció »fenomén«-jét viszont Griffith és Avery és munkatársaik elemezték behatóbban. Ennek az elemzésnek az eredménye mérte talán a legdöntőbb csapást a gén-elméletre és a morgani kutatás minden erőfeszítése azóta valóban arra irányul, hogy ezt a jelenséget a gén-elmélet koncepciójába valahogy mégis beleillessze. Tegyük hozzá, hogy sikertelenül.

Jellemző, hogy a transzformációs jelenséget »fenomén«-nak nevezték el, ezzel mintegy jelezve, hogy a *Pneumococcus*-ok közötti átalakulások kivételek. És valóban az irodalom, egészen a mai napig, csak aránylag kevés baktériumfajról számol be, melynél a *Pneumococcus*-transzformációval analógnak tartható jelenség létrejön. Amikor a mi 1951-ben indult kísérleteink kimutatták, hogy a *Rhizobium*-okkal egy igen nagy és élettanilag fontos csoport növeli a kivételek számát, ez a tény egymagában is polemikus fontossággal bírt.

Hogy a tematika megválasztásánál a helyes úton jártunk, azt a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának 1951. decemberi össz-szövetségi mikrobiológiai konferenciája igazolja, melyen ez a kérdés mind gyakorlati, mind elméleti jelentőségénél fogva súlyponti volt. Ezt azért bocsájtom előre, mert, ha jól értettem Straub akadémikus elvtárs szavait, a tematika megválasztását már egymagában kifogásolta. A további kísérleti munka során természetesen szét kellett válniok az utaknak. Azt hiszem kevés olyan terület van, ahol a morgani és a haladó szovjet biológiai szemlélet már a kísérletek beállításától kezdve annyira nyílt állásfoglalásra kényszerít, mint itt. Intézetünk vezetője nem tartotta helyesnek, hogy folyamatban levő kísérletekből egyes részleteredményeket, a mi kísérleti vonalunk illusztrálására, kiragadjon. Straub akadémikus elvtárs ezért kifogásolhatta volna az előadásban, hogy az a kísérleti vonal megítélésére nem adott alkalmat. Azonban az a vád, hogy a nyugati és a szovjet szemléletet összekeverjük, minden konkrét alapot nélkülöz és akkor, amikor minden erőfeszítésünk odairányul, hogy a micsurini szemléletet, melyből kiindultunk, ezen, a mikrobiológiában ütközőpont jellegű területen kísérletileg is bizonyítsuk, teljesen alaptalan.

STRAUB F. BRUNÓ akadémikus

A hozzászólásoknak az én megjegyzéseimhez fűzött szavai azt mutatják, hogy érzékeny pontokat érintettem. Azt hiszem jó, hogy ezt így megvitatjuk. Természetesen nem helyes, ha szavaimat kiforgatják és ezért ismét leszögezem :

1. Az in vitro kísérletek igen jelentősek, magam is foglalkozom igen sok in vitro kísérlettel, de nem helyeslem az adott tárgykör esetén a gyakorlattal való kapcsolat nélkül az in vitro kísérletek túlzott előtérbe állítását.

2. A transzformáció jelensége kísérleti tény, de annak értékelésével vigyázni kell és nem lehet csak ezzel az egy ténnyel helyettesíteni a változékonyság, az anyagcseretípus megváltozásának biológiai jelenségét. Ez, mint példa mutatja, hogy

3. az előadás nem volt elég kritikus az egyes eredmények megfelelő értékelése szempontjából.

GYŐRFFY BARNA válaszol a hozzászólásokra :

Nagyon köszönöm Straub akadémikus hozzászólását, különösen azért, hogy kritikával illette az előadást, és hogy így valóban egy kis vita alakult ki.

1. Straub akadémikus felemlítette, hogy a nyugati és szovjet eredményeket együttesen prezentáltam és szinte összekevertem, az értékelést mellőzve nem választottam élesen ketté, nem foglaltam állást. Kétségtelen, hogy ebből a szempontból talán nem volt egészen helyes az előadás, mert valóban lehet, hogy félreértésre is adhat alkalmat. Teljesen helyes az állásfoglalás szük-

ségességének hangsúlyozása. Azonban a kérdést igyekeztem leszűkíteni és az idő rövidsége miatt nem térhettem ki sok mindenre. Éppen az előadás megkönnyítse, fellazítása végett nem említettem fel, hogy az idézett eredményeket tulajdonképpen kik is érték el. Ez nyilván hiba volt. Ezért talán említsem most fel, hogy a *borsó* fajták amylose-amylopektin tartalmára vonatkozó adatokat Schneider-től vettem, az amylase-vizsgálatokat Intézetünkben Márkus és Nagy végezték. A *dohányokat* alkaloida tartalmuk alapján Iljin csoportosította. A *búza* fajokban a pantothénsav tartalom meghatározásokat Intézetünkben Igali végezte. A koraiság biokémiai indexeire a Bach Intézet eredményeit ismertettem, a *Solanum* fajok glykoalkaloidáinál pedig Prokosev adatát. Az oltványok biokémiai vizsgálatait Rubin, Sziszakján, Felföldy, Gluscsenko, Vasziljeva, Szemenenko stb. alapján adtam, és így tovább.

Mégegyszer térjünk vissza a transzformálás kérdésére, bár már elhangzottak ezzel kapcsolatban is hozzászólások. Straub akadémikus a transzformálással kapcsolatban Griffith, Avery stb.-re hivatkozott és hogy azt mendeli-morgani génelmélettel igyekszenek megmagyarázni. Előadásomban az idevonatkozó részt elsősorban Jeruszalimszkij (1952) tanulmányából vettem, aki Zilber, Kraszilnyikov, Gracseva, Kinkevics, Fenikszova, Prochorov-ra hivatkozik. Valóban nucleinsav frakcióval sikerült a transzformálást előidézni. Előadásomban Jeruszalimszkij-t citáltam, aki azt írja, hogy »G. P. Kalina kísérletes adatokat említ, hogy a tulajdonságok indukálását nemcsak a szétesési termékek teljes komplexusával valósíthatjuk meg, hanem sejtekből izolált nucleoproteidekkel is.« Ez azonban már egyben genetikai probléma is. Viszont az előadás elsősorban a biokémiai vonatkozásokra terjedt ki. Jól ismert, hogy a mikroszervezetek körében a biokémiai és genetikai vonatkozások mennyire elválaszthatatlanok és nem is olyan régen a Mikrobiológija részletesen hozta az erre vonatkozó nagy vitának az eredményeit. Mindezt itt ismertetni — nem jöhetett számításba. Mégis úgy vélem, hogy azért igenis volt az előadásomban is állásfoglalás, amikor ehhez a kérdéshez éppen az említett vitának beszámolóit vettem alapul.

2. Straub akadémikus kifogásolta, hogy az előadás túlságosan kiemelte, hogy »az anyagcsere döntően az enzymektől függ.« Teljesen helyes, hogy az enzymek működését saját, celluláris körülményei között kell tanulmányozni, de éppen Straub akadémikus említette fel, hogy módszertanilag is még igen sok a teendő e téren. Valóban az említett vakuum infiltrálásos módszer igen sokszor jól alkalmazható, azonban az sem minden esetben. Kérdezem akkor, hogy biológiai vizsgálatainkban hogyan alkalmazzunk olyan tökéletesebb módszereket, amelyeket a biokémikusok még nem dolgoztak ki?

3. Kritika illette az előadásnak azt a megjegyzését, hogy a további kutatásokban az *in vitro* kísérletek adják a legalkalmasabb vizsgálati módszert. Straub akadémikus megemlítette, hogy *in vitro* kísérleteknek ez a túlzott kiemelése így nem helyes, mert az anyagcseretípus tanulmányozásának tudományága a gyakorlatból fejlődött ki; arra a kérdésre, hogy mi az anyagcseretípus, feleletet akkor kapunk, ha a gyakorlatot nézzük meg. Felemlítette Straub akadémikus, hogy például a *cukorrépa* a gyakorlatban cukortartalma alapján jelentős, tehát ez esetben nyilván a cukor szintézisének a kérdését kell figyelembevennünk.

Úgy gondolom, hogy az »*in vitro*« fogalmában van valami félreértés. A biológiában az »*in vitro*« kifejezés alatt *nem* a biokémia *in vitro* kísérleteit

értjük. A biokémikus *in vitro*, tehát »kémcsőben« vizsgál egyes reakciókat stb. — nem teljes, ép szervezetekben vagy izolált szervekben. Viszont a biológia *in vitro* kísérletei — amikről az előadásban szó volt, *in vitro* tenyésztések, amikor is valóban kémcsőben, üvegekben, de teljes szervezeteket vagy további életre is képes szerveket, szöveteket vizsgálunk. Jól tudott, hogy a szántóföldi kísérletezés — amire szintén történt hivatkozás — nem adhat exakt eredményeket éppen azért, mert számos külső, befolyásoló tényező hat ottan, amelyeket, így nem lehet megismerni. Ezzel szemben épp itt van a biológiai »*in vitro*« kísérletezésnek nagy jelentősége, hogy meghatározott feltételek között, ismert tápláló közegben, a külső tényezők (fény, hőmérséklet, nedvesség stb.) állandósításával, illetve egy-egy tényezőnek önkényes, és így ismert változtatásával lehet olyan eredményeket elérni, amit a szántóföldi gyakorlat aligha adhat meg. Erre egyébként reflektált is az egyik hozzászólás.

Az »anyagcseretípus«-ban a »típus« fogalma alatt tulajdonképpen rendszertani kategória értendő. Amikor tehát a példázott cukorrépának anyagcseretípusáról van szó, akkor a *cukorrépa*, *mangoldrépa*, *céklarépa* stb. »típusait« kell figyelembe vennünk. Tényleg a *cukorrépa* gyakorlatilag cukortartalma miatt jelentős, de cukor előfordul a *mangold*ban, a *céklá*ban is — csupán mennyiségi különbségekről lehet itten szó. Az »anyagcseretípusok« biokémiai jellemzésénél viszont azokat a megkülönböztető jellegeket kell figyelembe vennünk, amelyek rendszertanilag is az egyes répa-típusokra jellemzőek. Így pl. elsősorban a répagyökér alakja meglehetősen »típus-jellegzetes«. Viszont az előadásban eléggé volt hangsúlyozva, hogy éppen ezeknek a morphogenetikai jellegeknek anyagcserevonatkozásairól alig tudunk valamit is. A cukorszintézissel kapcsolatos vizsgálatok viszont aligha adnak felvilágosítást az »anyagcseretípusokra«.

4. Straub akadémikus megállapította, hogy az előadásom nem volt elég kritikus és épp azért alkalmat ad egy harmadik-útra. Ebben a megismételten hangsúlyozott megállapításban nem osztozhatom. Nem pedig azért, mert ennek példázására csupán az előadásban felemlített mikrobiális transzformálást említi fel. A transzformálás kísérleti tény, ebben nincs is nézeteltérés. Mint említettem — a hivatkozásomban azonban ott szerepel Jeruszalimszkij is, illetve a Mikrobiológijában megjelent vita anyaga, ami pedig nyilván egyben a haladó biológia kritikai állásfoglalása is volt. De nézzük a kérdést tovább. Vajjon itt nincsen-e arról is szó, hogy amikor genetikai vonatkozásban, mint például a mikrobiális transzformálás — a nucleinsav csak szóba is kerül, mivel a nyugati genetikában sokan a nucleinsavat, és éppen a transzformálásban szerepet játszó desoxyribonucleinsavat a hypothetikus gén anyagával azonosították, mindjárt arra gondolunk, hogy ez a génelmélethez vezet el? Említettem, hogy az előadásomban az irányító faj nucleinsavával elért transzformálásánál Kalina eredményére is utaltam, Jeruszalimszkij után citálva. De a baktériumok transzformálásánál éppen a nyugati genetikusok állapították meg, hogy csak egyedül a nucleinsavval nem is lehet transzformálást elérni, hanem ezenkívül még — nem emlékszem pontosan, de talán valami — 2—3 egyéb, még ismeretlen »faktor«-nak is jelen kell lennie. Vagyis nyugaton sem állítják azt, hogy *egy anyag* okozná a transzformálást. Másrészről viszont jól ismert számos egyéb kísérleti tény, hogy igenis — egy-egy anyagnak sokszor igen mélyreható s döntő hatása van az anyagcsere megváltozásokra. Tehát a transzformálás példázásával sem állítható az, hogy az előadás egy harmadikutas tudományt akarna mutatni.

De ha már szó esett erről, akkor térjünk ki Intézetünk munkájára is, annál inkább, mert nem egyszer már hasonló, burkolt vád érte az intézetet, ami azonban nyíltan, szemben sohasem hangzott el. S t r a u b akadémikus említette, hogy Moszkvában együtt voltunk a B a c h Biokémiai Intézetben. Itten a hivatalos fogadáson, meg egy másik esti fogadás alkalmával S z i s z a k j á n-nal folytatott eszmecserénk adta meg azokat az elgondolásokat, amelyekre Intézetünk ötéves tudományos kutatási tervét 1950 derekén felállítottuk. És ezt az intézeti tervünket éppen közvetlen feletteseink nem akarták elismerni, elfogadni. Ami természetesen az intézeti munkatársakra egyáltalán nem kedvező hatást gyakorolt. Csak amikor legelőször B a r a n o v akadémikus látogatta meg intézetünket és ő mindjárt felismerte tervünk helyességét, akkor mentesültünk kissé — ha nem is végérvényesen. Jól tudom, hogy a hátam mögött elhangzó egyik súlyosnak tartott vád az, hogy morganista vagyok. De 14 évvel ezelőtt ismeretes volt-e már a micsurini genetika? Igaz, hogy a colchicinnal indukált polyploidokkal foglalkoztam, viszont soha klasszikus hasadási számarány vizsgálatokat nem végeztem, sőt a polyploidoknál is elsősorban élettani és biokémiai vizsgálatok kezdődtek el. Éppen a paradicsom és paprika C-vitamin tartalma öröklődése vizsgálatával kapcsolatban az volt a konklúzió, hogy ez nem »génektől függő« jelleg, hanem a termések méretének és rétegezettsége felépítésének a velejárója. A magyaróvári Növénynemesítő Intézet Biológiai Genetikai Laboratoriumában pedig már 1944-ben elkezdtük Liszenko fejlődési szakaszokról szóló elméletének és az odavonatkozó irodalom alapos ismeretében a kísérleteket—amik azután talán részben innen terjedtek szét az ország különböző nemesítési telepeire. 1945 télutóján, tehát még a felszabadulás előtt, egy nagyarányú jarovizálási összehasonlító kísérlet kezdődött el. Akkor tehát, amikor sokan még csak L i s z e n k o nevét sem hallották. Idehaza legtöbben a micsurini biológiát először L i s z e n k o-nak ismeretes 1948-as beszámolójából ismerték meg. Jól ismert a kritika, amely akkor, a polyploidiát, a colchicinezést, a röntgen besugárzással létrehozott mutációkat illette. De — a minket csak hátunk mögött vádolók nem tájékozódtak a további szovjet biológiai irodalomban. A colchicin, sőt a chromosoma kérdése is szerintük eleve mechanisztikus volt, tehát elítélendő. Viszont *Oparin* akadémikus, amikor ez év februárjában foglalkozott a szovjet biológiai tudományok előtt álló feladatokkal a XIX. Pártkongresszus határozatával kapcsolatban a következőket mondotta: »N. V. C i c i n akadémikus kultúrnövények és természetes növények távoli keresztezésével foglalkozó munkája eredményekép e legutóbbi években új *búza*fajtákat nyertek, amelyek termőképesebbeknek mutatkoznak és ellenállóknak a kórokozók és kártevőkkel szemben.« Ezekről a hybridekről tudtuk, hogy részben amphidiploidokból származnak — amelyeket colchicin alkalmazással állított elő *C i c i n*, és azt B a r a n o v akadémikus szóbeli közlésével is megerősítette. Vagy ott van a tetraploid *kok-saghyz* is, aminek nagyobb a magja és így kezdeti erőteljesebb fejlődése miatt előnyősebb a diploidnál. De nemkülönben nem is olyan rég jelent meg az egyik szovjet biokémiai tanulmányban, ha jól emlékeszem a T e r e n i n laboratóriumból közölték, hogy a fotoszintézissel kapcsolatos chlorophyll-vizsgálatoknál (?) amphidiploid d o h á n y okat használtak. A colchicin alkalmazása valóban — mechanisztikusnak tűnik fel. De ha közelebbről nézzük meg ezt a kérdést, éppen a legújabb biokémiai eredmények ismeretében, akkor más kép alakul ki. Ugyanis a colchicin közismert sejtosztódást befolyásoló, a magorsó kialakulását megakadályozó hatása igen valószínűleg abban áll, hogy a magorsó képződésében résztvevő adenosintriphosphatase-ra hat, azt gátolja. Más szóval

a colchicin alkalmazásakor mi tudatosan, ismert biokémiai reakciófolyamatokat irányítottan befolyásolunk. És hogy egy steril hybridből colchicinnel előállított termékeny, amphidiploid hybridnek igenis megvan a gyakorlati jelentősége, azt senki sem tagadhatja.

Intézetünk kutatásai az anyagcseretípusok megismerésére irányulnak a genetikai kérdések biokémiai vonatkozásait vizsgáljuk — pédaként véve a moszkvai Bach - Intézet munkáját. És mégis vádoltak bennünket, hogy mi »kémiai genetikát« űzünk, bár nagyon kérdéses, hogy az illetők valóban ismerik-e a nyugati »kémiai genetika« lényegét! Ez a nyugati »kémiai genetika« az »egy gén — egy enzym« lépést állítja — viszont a nyugati genetikusok között is már, csak két-három kutató, így pl. D. Bonner képviseli még ezt a felfogást. Hogy Intézetünk nem ilyen természetű biokémiai problémákat vizsgál genetikai vonatkozásban — egészen nyilvánvaló.

A micsurini genetikára hivatkozók szerint állítólag elítélendő és elvetendő a röntgen- és ultrahangsugárzás biológiai vizsgálata. Közismert, hogy a morgani genetika elsősorban röntgen besugárzással hozza létre a mutációkat, amelyeknek legtöbbje valóban defektusban szenvedő. De éppen a biokémiai vizsgálatoknál a bioszintézisek egyes lépéseinek megismerésénél alkalmazhatók igen eredményesen ezek a biokémiai mutánsok, amit a moszkvai mikrobiológiai vitában Jeruszalimszkij is kiemelt.

A Dokladi Akademii Nauk Sz. Sz. Sz. R. 1950-es számaiban megismertük Trudová-nak a Maximov-Intézetben végzett azon vizsgálatait, amelyekben a röntgensugárzás hatását vizsgálta a gyökerek növekedésére, a sejtosztódásokra. Oparin akadémikus pedig említett iránymutató tanulmányában a biofizika kérdésével kapcsolatban kiemelten foglalkozik a sugárhatások vizsgálatával: »A radiobiológia mint a biofizika egyik fejezete előtt fontos gyakorlati feladatok állanak, amelyekhez elsősorban a következők tartoznak . . . *b)* a besugárzás, mint tényező felhasználása az életfolyamatok stimulálásában az agrotechnikában és az állattenyésztésben« .... »A legutóbbi időben mind nagyobb jelentőségre tesz szert az ultrahang biológiai hatásainak tanulmányozása ..... az ultrahanghullámok gerjesztése technikájának sikeres fejlődése biztosítja ennek a fizikai ágensnek a behatolását a népgazdaság különböző területeire. Ez a behatolás lehetővé kell, hogy tegye az ultrahanghullámok biológiai hatása mechanizmusának minden oldalról való tanulmányozását.«

Mindezt azért is jó tudnunk, mert nem is olyan régen egy magyar kutatót súlyos vád ért, mivel a sugárzásoknak a növényekre gyakorolt hatásával foglalkozik.

Ezekben akartam reflektálni Straub akadémikus megjegyzéseire. De újból csak ismételem, hogy nem értem egészen, miért hangzott el az annyira kifejezetten és félreérthetetlenül, hogy előadásommal harmadik utat mutatok. Az erre vonatkozó kritika csak általános megállapításként hangzott el, az egyetlen felhozott transzformálási példa nem volt helytálló. De különben is — az Intézetünk vizsgálatainak útjáról és irányáról, a munkájáról és eddigi eredményeiről elhangzott beszámolómban — hol volt az, ami a harmadik útra mutatást jelentené? Hogy annakidején a morgani genetikával kezdtem foglalkozni, nem is tagadom. De hogy az Intézetünk mostani célkitűzései és munkája, eddigi eredményei ne egyeznének meg a micsurini biológia alapelveivel — aligha állítható.

És ha talán nem volt is annyira kiemelten különbségtevés a nyugati és szovjet eredmények között, mégsem érzem magamat hibásnak abban, hogy

nem tennék különbséget a nyugati és a szovjet genetika között, mert hiszen az egész előadás összeállításában már csak a haladást biztosító eredmények lettek figyelembevéve.

Szinte egészen elfeledkeztem válaszolni Márkus László hozzászólására.

1. Márkus felveti, hogy vajjon az anyagcseretípus fogalmát nem lehetne-e egyes szervekre, a fejlődés egyes szakaszaira korlátozni, illetve vonatkoztatni. Kétségtelen az, hogy jellemző és a különféle fajokban is megegyezően azonos, azaz típusos anyagcserefolyamatok állapíthatók meg. Így például a magvak csírázásakor, vagy virágzáskor, terméséréskor valóban, ilyen vonatkozásban alkalmazható lenne az anyagcseretípus fogalma. Ezzel szemben a micsurini biológiában használt anyagcseretípusfogalom genetikai vonatkozású és a rendszertani legkisebb kategóriákat is megkülönböztető »típusokra« vonatkozik.

2. Ivanov, Blagovescsenszkij lefektették a növények biokémiai evolúciójának az alapjait. Az energetikai szintváltozások, az arochemosis kérdése stb. — az előadás megadott címe alapján — valóban mind felemlítendők lettek volna. De nemkülönben Doroganyevszkaja legújabban megjelent nagyobb munkája is, ami a növények földrajzi elterjedésének anyagcsereösszefüggésével foglalkozik.

Szükséges volt azonban a kérdést valahogyan önkényesen leszűkítenem és épp azért nem lettek ezek a kérdések figyelembe véve. Éppen ezért külön köszönöm Márkus László hozzászólását, hogy ilyen vonatkozásban az anyagcseretípusváltozások biokémiai vonatkozásainak a kérdését kiegészítette.