

A NÖVÉNYI BIOKÉMIA JELENTŐSÉGE* A FIZIOLÓGIÁBAN

PÁL ISTVÁN

a biológia tudományok kandidátusa

Agrártudományi Egyetem, Gödöllő

Doby Géza professzor munkássága egyet jelent a hazai növényi biokémia megalapozásával és fejlődésének történetével. Zseniális előrelátással felismerte a biokémia tudományának fontosságát, már abban az időben, amikor még hazánkban a biológia, a kémia többnyire, mint egymástól elkülönített tudomány létezett.

Éles előrelátását igazolja, hogy a századforduló fontos kérdéseinek megoldását, a gyakorlat-elmélet egységét, a határtudományok művelőinek együttműködését hirdetve alakította a növényi biokémia önállósulását, szoros kapcsolatát a növényélettannal. A klasszikus növényélettan tudománya kialakulásától kezdve világszerte szorosan együtt fejlődött a kémiával, a növényi biokémiával. Erre vonatkozóan mind a hazai, mind a külföldi szakirodalom szolgáltat példákat.

A századforduló hazai növényélettan művelőit foglalkoztató kérdéseket Mágocsi Dietz Sándor 1909-ben megjelent „A növények táplálkozása” c. könyvéből részben megismerhetjük. Az akkori ismeretek idevonatkozó összegezését a következőképpen fogalmazta meg: „... még a mai napig az anyagszere melléktermékeinek élettani szerepéről nagyon keveset tudunk és legfeljebb egyes termékek ökológiai jelentőségét ismerjük”, másutt így ír: „Ismereteink a növények táplálkozásáról az utóbbi időben nemcsak bővültek, hanem tisztultak is és különösen a nitrogén felvételének körülményeit egészen más megvilágításban látjuk, mint láttuk néhány esztendővel ezelőtt”.

Érdekességgént jegyzem meg, hogy könyvében már hivatkozik Doby 1908-ban megjelent cikkére, amely a répamag csírázásának kémiai vizsgálatára irányult.

A külföldi irodalomból, így az orosz, majd a szovjet szakirodalomból is említek néhány példát. Ezt azért is szükségesnek tartom, mert az előző előadáson elhangzott néhány nyugat-európai hivatkozásból már következtethettünk a tudomány akkori állására, amely hatással volt Doby professzor munkásságára.

*Doby Géza születésének 100. évfordulója alkalmából rendezett emlékülésén elhangzott előadás. Gödöllő, 1977. december 14.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom előtt Oroszországban a biokémia fejlődése elsősorban a botanikai és növényélettani tanszékeken bontakozott ki. Számos tankönyv, intézet címében, elnevezésében tükröződött a növényélettani, biokémiai egysége. Így pl. *A. Hodnyev* 1847-ben megjelent első tankönyve a „Fiziológiai-kémia” már sok növényi vonatkozású anyagot tartalmazott. *A. Sz. Famincin* „Anyagsere és energia átalakulás növényekben”, ezt követően 1930-ban *N. J. Demjanov* és *V. V. Feofilaktov* „A növényi anyagok kémiája”, *V. L. Kretoics* professzor „A növényi biokémia alapjai” c. könyvei, — sorolhatnám tovább — mind erre utalnak.

Sz. P. Koszticsev akadémikus vezetésével működött „Biokémia és növényélettani laboratórium”, később a „Növényi biokémia és élettan” tanszék. Harkovban 1927-ben, majd Leningrádban létesült intézet „A kultúrnövények biokémiája”, elnevezéssel, amelyek újabb és újabb bizonyítékként szolgálnak. *K. A. Timirjazev*, *M. Sz. Cvjet*, *D. N. Prjanyisnyikov*, *A. V. Palladin*, *V. Sz. Butkevics*, *N. N. Ivanov* és még sokan mások vallották és bizonyították munkásságukkal a biokémia különleges jelentőségét a kémiában, a növényélettanban. Meglepő hasonlóság mutatható ki az általuk létesített biokémiai iskolák törekvése és *Doby Géza* professzor munkássága között. Számos általa kutatott kérdés, így a növények táplálkozása és enzim aktivitások közötti összefüggés, a nitrogén anyagsere, a betegségekkel szembeni ellenállóság ugyanúgy foglalkoztatta a szovjet tudósokat is.

Ismeretes, hogy a XIX. század végére vált a biokémia önálló tudományággá. Erre az időszakra jellemző, hogy a fejlődés alapját a szerves kémia eredményei jelentették. Kiszélesedett, általánossá vált a természetes anyagok kémiai vizsgálata és megkezdődött a szerves anyagok szintézisének rendszeres kutatása.

Egyre jobban erősödött az a felismerés, hogy a növényi kórélettani kérdések tisztázására éppen a biokémiai vizsgálatok hiánya miatt nem kerülhet sor, de ugyanez elmondható olyan értelmezésben is, hogy más élettani kérdések megoldását a korszerű kutatási módszerek elégtelensége, korlátozott volta nem tette lehetővé.

Az ezt követő évtizedek alatt váltak ismertté olyan, minden korábbinál nagyobb pontosságot lehetővé tevő kémiai, fizikai módszerek, mint például az izotóp-technika felhasználása, az aktivációs analízis, az elektronmikroszkóp, tömegspektográf, röntgenkrisztallográfia, kromatográfia, nagymértékben tökéletesedtek a preparatív kémia, a mérés technikai eljárások.

A molekuláris biológia fejlődése, a mai modern struktúra funkció kutatás kibontakozása új, nagy lehetőségekkel járt együtt. A növényekben rejtve lejátszódó bonyolult folyamatok nyomonkövetésére nyílt egyre nagyobb lehetőség.

A biológia és kémia különleges kapcsolata, mint látjuk abból vezethető le, hogy a biológiai folyamatok mélyére csak úgy nyerhetünk betekintést, ha tanulmányozzuk a szerves molekulák között lejátszódó kémiai folyamatokat,

szerkezetváltozásokat. A bonyolult szerves molekulák szerkezetének vizsgálata kémia még akkor is, ha ezeket a molekulákat az élő szervezet állítja elő. Ezzel szemben például a mágneses rezonancia spektrumok vizsgálata tisztán fizikai módszer. Azonban ha ennek segítségével az atomok pontos helyzetének meghatározását, egyes kötések pontosabb megismerését érjük el, az eredmények a kémia körébe tartoznak, mutat rá *D. Hodgkin* Nobel-díjas kémikus. A gondolatot folytatva, ha ez a módszer viszont alkalmazható a biológiai rendszerekben és ezzel nyomon kísérhető pl. a hidrogénatomok viselkedése, akkor már a biokémia és anyagcsere élettan eredményességét segíti elő.

A biokémia jelentőségének hangsúlyozásakor nem nélkülözhetjük néhány mondat erejéig a fogalmak értelmezését, az ezen a téren bekövetkezett változások megemlítését. A biológiakémia vagy biokémia más elnevezés szerint fiziológiai-kémia tanulmányozza a szervezet kémiai összetételét és azokat az átalakulásokat, amelyek az élő szervezetekben (ember, állat, növény, mikroorganizmusok) végbemennek. Attól függően, hogy a vizsgálatokat milyen objektumokon végzik, megkülönböztetünk növényi biokémiát, mikroorganizmusok biokémiáját, orvosi biokémiát, állati biokémiát. Ezeken belül további elkülönítéssel enzimológiát, molekuláris biokémiát, funkcionális biokémiát.

Az élő szervezetet alkotó anyagok tanulmányozása a statikus biokémia feladata, amely szoros kapcsolatban van és volt kialakulásától kezdve a szerves kémiával. A szervezet élettevékenységének folyamatában végbemenő kémiai átalakulások tanulmányozása, azaz az anyagcsere kémiai vonatkozásainak kutatása viszont a dinamikus biokémia feladata. A statikus és dinamikus biokémia között szoros kapcsolat áll fenn. Nem lehet eredményesen vizsgálni folyamatokat, ha nem ismerjük a bennük résztvevő anyagokat. Ezzel függött össze, hogy a növények hormonális szabályozását sokkal kevésbé és időben később kezdték tanulmányozni. A növényfiziológia és növényi biokémia közös erőfeszítése — a már említett határtudományok eredményeit, módszereit felhasználva — vezethetett el az 50-es évek elején a növekedésszabályozó anyagok széleskörű kutatásához, majd napjainkban egyre bővülő gyakorlati felhasználásához. Amit a századfordulót követő időben Doby professzor még egy-maga próbált átfogni, ma már növényélettanos, kémikus, biokémikus, mikológus, fitopatológus, genetikus, fizikus, biofizikus, növénytermesztő szakemberek együttes munkájaként tudjuk elképzelni.

A tudományok önállósulásával párhuzamosan ugyanakkor az integrálódás jelentette a felhalmozott ismeretanyagok szintézisének lehetőségét.

Az a tény, hogy a biológiát „korunk tudománya” jelzővel említhetjük összefügg azzal, hogy felgyorsult a fejlődés üteme a molekuláris biológiában, a növényélettanban és az említett korszerű módszerekkel együtt e területekre is bevonultak a korszerű genetikai ismeretek.

A biokémia nagy kérdése az anyagcserefolyamatok kapcsolata a szervezet élettani funkcióival. A szervezetben lejátszódó kémiai átalakulások vizs-

gálata elválaszthatatlan azoknak a tényezőknek ismeretétől, amelyek kiváltják és elősegítik a funkciók lefolyását.

Ismeretes, hogy az állati és növényi szervezetben az anyagcsere folyamatok számos vonatkozásai azonos úton általános biológiai törvényszerűségek szerint mennek végbe. Azonban a növényi biokémiai kutatások több példát szolgáltatnak arra vonatkozóan is, hogy a valóságban egyes folyamatok a növényi szervezetben eltérők. Példaként említem a zsírsavak bioszintézisét. Ugyan- is amíg az állati szervezetekben a zsírsav bioszintézise a sejt oldható frakciójában történik, a növényi szövetekben a sejtpartikulumokban és az oldható frakcióban egyaránt végbemegy. Az oldható frakcióban a zsírsav szintézis mechanizmusát tekintve azonos az állati szervezetekben bizonyított úttal. Ugyanakkor már Doby professzor maga is hangsúlyozta, hogy a növényi biokémiai változásokat sem lehet minden növényre és minden időre az ontogenezistől elvonatkoztatva általánosítani.

A külsőleg észlelhető reakciók eredetének, mechanizmusának felderítését — amely rendszerint enzimek működésével függ össze — még sok vonatkozásban a jövőben megoldandó feladatként kell tekintenünk.

Korunk biokémiájának egyik sokat ígérő ága még ma is az enzimológia. Az enzimek szerkezetének kutatásával a biokémikusok végső soron arra keresnek választ, hogyan módosítja az élő fehérje a szerkezetét. Az élő szervezetben lejátszódó folyamatok megismerése segítséget ad ugyanazon folyamatoknak az élő szervezeten kívüli megvalósításához is. Ezzel a biokémia nemcsak a gyakorlati kérdések megoldásához, de új tudományágak fejlődéséhez is hozzájárul, például a sugárbiokémia, a bionika tudomány kibontakozását említem.

A növényi biokémia nagy jelentőségű a mezőgazdaság és az élelmiszeripar számos ágazatában. Jelentősége a növénytermesztésben röviden abban foglalható össze, hogy a növényi anyagcsere folyamatok megismerése újabb lehetőségeket biztosít ahhoz, hogy a növényi szervezet fejlődését tudatosan irányítani tudjuk.

A szénhidrátok, fehérjék, zsírok, vitaminok, alkaloidok és más szerves vegyületek szintézisében feltárt törvényszerűségek alapul szolgálhatnak egy adott növény megfelelő megváltoztatásához. A biokémiai módszerekkel elérhető anyagcsere megváltozások olyan új növények kinemesítéséhez járulhatnak hozzá, amelyek jobban megfelelnek a korszerű termesztési célnak. A nagy és jobb minőségű termés elérésére irányuló nemesítő munka biokémiai ismeretek felhasználása nélkül elképzelhetetlen.

A növényekben képződő természetes serkentő és gátló anyagok szerkezetvizsgálata elvezethet olyan új, hatásos növényvédőszerek (herbicidek, peszticidek, fungicidek), szabályozó anyagok előállításához, amelyek megfelelnek a kívánt célnak, ugyanakkor nem mérgezőek, nem akkumulálódnak, nem szennyezik környezetünket.

Az új, korszerű meghatározási módszerek ma már lehetővé teszik arány-

lag rövid idő alatt széles körű tájékozódó vizsgálatok elvégzését és ezzel hatékonyan elősegítik a termesztők, a nemesítők munkáját.

Meggyőződéssel valljuk, hogy a mezőgazdasági termelés további fejlődésének egyik feltétele a tudományosan megalapozott ésszerű kemizálás. A nitrogén, foszfor, kálium, a mikroelemek mennyiségi felhasználása mellett egyre nagyobb szerepe lesz a helyes arányok biztosításának és a növény egyedfejlődése során változó igényeinek megfelelő tápanyag ellátásnak. A mikroelemek növényélettani, biokémiai kutatásaitól remélhetjük, hogy tisztázódik szerepük a fehérjék, aminosavak bioszintézisében, a növény vegetatív és generatív szerveinek fejlődésében, a fotoszintézis folyamatában.

Doby professzor kísérleten alapuló megállapításai, mely szerint a káliumhiány következményeként a cukorrépa, burgonya, rozs leveleiben az amiláz és szacharáz enzimek aktivitása fokozódik, olyan példák közé sorolhatók, amelyek egyértelműen bizonyítják a kémia, biokémia, növényélettan egymásrautaltságát, közös eredményeik gyakorlati hasznosságát.

„Az igazi kémikusnak elméletinek és gyakorlatinak kell lennie” vallotta *M. V. Lomonoszov*. Mintha csak Doby Géza munkásságára, az ő nagyságának érzékeltetésére nyert volna e mondat megfogalmazást.

A magvakban, gumókban, vegetatív szervekben lejátszódó folyamatok ismerete — amelyek közül nem egyet Doby professzor is foglalkozott — szoros összefüggésben a külső környezeti tényezők változásával adhat feleletet egy sor gyakorlatban felmerülő fontos kérdésre. Az ilyen irányban végzett kutatómunka nagy jelentőségű lehet minden olyan esetben, amikor a raktározás és nyugalmi időszakban végbemenő változások káros következményeit akarjuk megelőzni. Az ún. természetes anyagvesztés, amely a tárolás alatt bekövetkezik, mutatott rá *A. I. Oparin* akadémikus, lényegét tekintve nem más, mint annak egyenes következménye, hogy nem ismerjük a sejtekben, szövetekben, az élő növényben végbemenő kémiai változásokat.

A biokémiai ismeretek fontossága az élelmiszeriparban közismert. A technológiai folyamatok további tökéletesítése nélkül az egyre fokozódó minőségi követelmények biztosítása, a hatékonyság növelése csupán megalapozatlan próbálkozás lehet.

Ma már a másodlagos anyagcsere termékek képződésének, szerepének tisztázása — így a cukorszármazékok, aromás vegyületek, alkaloidák és izopren származékok — mint a növények növekedésének szabályozásában résztvevő anyagok kerülnek előtérbe a kutatásokban.

A szeneszcencia mint bonyolult jelenség, csaknem egyértelműen a hormonális szabályozásban vezetőszerepet betöltő növekedésszabályozó anyagok, ezen belül a citokininekkel folytatott további beható vizsgálatokkal válik érthetővé. Az eddig elért eredmények ellenére sem jelenthetjük ki, hogy a sejtosztódás, ezen belül a DNS reprikálódás folyamatát, annak biokémiai mechanizmusát részleteiben ismerjük. Ugyanígy az egyes enzimek aktiválódásának

kiváltása, szabályozása a szubsztrát és a végtermék gátlás több részlete vár még megoldásra.

A fotoszintézis kutatásában elért kimagasló eredmények ismeretében sem tudunk egyértelmű választ adni arra, miként történik az energia megkötés, átalakulás a folyamatok szabályozása és kapcsolata, számos részletkérdést tekintve.

A nagyüzemi növénytermesztés további fejlődésében minden bizonnyal az elkövetkezendő évtizedekben nagy szerepük lesz azoknak a növényélettani, biokémiai kutatásoknak, amelyek napjainkban bontakoznak ki. A jövő szakembere csak úgy lesz képes az egyre bonyolultabb összefüggések megértésére, ha egyetemi oktatásunk alkalmazkodik a várható fejlődés követelményeihez és már most megteremti a korszerű növényélettani, növényi-biokémiai ismeretek oktatásának, kutatásának további feltételeit és szoros egységét.

Doby Géza professzor szellemi hagyatéka a jelenkori tudomány művelői számára például szolgál mind az elmélet és gyakorlat szoros együttműködésére, mind oktatásunk további korszerűsítésének megalapozására. Doby professzor a 60-as évek szakirodalmát átfogó, a növényi biokémia akkori állapotát és jövőjét részletesen bemutató irodalommal gazdagította, amely idehaza és külföldön egyaránt tiszteletet és elismerést váltott ki. „Növényi biokémia” c. könyve a biológia, ezen belül a biokémia, a növényélettan rohamos fejlődésének előestéjén vált a kutatógeneráció kézikönyvévé. Előhírnökeként hazánkban annak a biokémiai szemléletű növényfiziológiának, amely Európa és a világ több országában „Növényi anyagsereélettan” elnevezéssel egyre jobban kibontakozott.