

E. H. Misusztin, V. K. Silnikova:

A légköri nitrogén biológiai megkötése

(Biologiceszkaja fixacia atmoszfernogo azota)

Nauka, Moszkva 1968

Mióta HELLRIEGEL és WILLFARTH 1888-ban közzétették azon megfigyelésüket, hogy a pillangós növények gyökérgumóiban élő baktériumok képesek a talaj nitrogénkészletét gazdagítani, e mikroorganizmusok tanulmányozása rendkívül nagy érdeklődést váltott ki a talajmikrobiológiával foglalkozó kutatók körében. Ennek eredményeképpen a kutatók újabb és újabb mikroszervezeteket írnak le, amelyek vagy a magasabbrendű növényekkel szimbiózisban vagy pedig a talajban szabadon előfordulva beépítik testükbe az atmoszféra nitrogénjét.

Az érdeklődés napjainkban is állandóan növekszik, miután a világ biológusainak nagy részét magába foglaló nemzetközi biológiai program (I. B. P.) egyik fontos célkitűzése a nitrogénfixáló mikroorganizmusok jobb megismerése és a gyakorlat szolgálatába történő állítása. Ennek a feladatnak a megoldásához nyújt nagy segítséget MISUSZTIN és SILNIKOVA 530 oldalas könyve, amely a biológiai nitrogénkötés legrészletesebb és legjobban sikerült összefoglaló munkájának tekinthető. Terjedelmét tekintve, mintegy 100 oldalal kisebb, mint M. V. FJODOROV 1952-ben megjelent hasonló című könyve. Az alapvető különbség a két könyv között abban található, hogy míg FJODOROV csupán három nitrogénkötő mikroorganizmus csoportra (*Azotobacter*, *Clostridium*, *Rhizobium*) korlátozza könyvét és a fősúlyt a nitrogénkötés mechanizmusa különböző teóriáinak tárgyalására helyezi, addig MISUSZTIN és SILNIKOVA az irodalmi adatok alapján ismerteti mindazon mikroorganizmusokat, amelyek képesek a nitrogént a levegőből megkötni még akkor is, ha egyes mikroszervezetek nitrogénkötő képességéről nem egységesek a vélemények.

A könyv 8 fejezetre oszlik, amelyeknek a végén rendkívül gazdag irodalomjegyzék található.

Az első fejezet a pillangós növények szimbiotáival a rhizobiumokkal foglalkozik. Részletesen ismerteti a rhizobiumok

identifikációjának történetét, valamint azok morfológiai és fiziológiai sajátosságait. Foglalkozik a gumóbaktériumok virulenciájának és effektivitásának a problémájával, s tárgyalja azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják ezt a két rendkívül fontos sajátosságot. A fejezet további részében a szerzők a rhizobiumok talajbéli elterjedését, valamint a pillangósok spontán fertőződésének problémáját taglalják. Megállapítják, hogy a rhizobiumok a legkülönbözőbb talajokban előfordulnak részben mint szaprofiták, részben pedig a különböző természetű és vadontermő pillangósok szimbiotái, vagy más növények rhizoszféra baktériumai. Elterjedésükre lényeges befolyást gyakorolnak a geográfiai és ökológiai faktorok, valamint a többi talajmikroba antagonista sajátosságai. Miután áttekintik a pillangósok rhizobiumos oltásának történetét, ismertetik a hatásos oltóanyaggal szemben támasztott követelményeket.

A könyv második fejezete egy rendkívül érdekes, bár még távolról sem egyértelműen elfogadott kísérleti anyagot ismertet, a nem pillangós növények szimbiotikus nitrogénkötését a különböző talajmikrobákkal történő együttélés eredményeképpen. Mint megfigyelték a nyívtermők között is, de főleg a zárvtermő növények között, sok olyan faj van, amelynek gyökérzetén gumószerű képződmények találhatók. Különösen a *Coriaria*, *Myricagale*, *Comptonia*, *Alnus*, *Elaeagnus*, *Hippophae*, *Shepherdia*, *Ceanothus* és *Niscaria* genuszokhoz tartozó növényeknél figyeltek meg intenzív gumóképzést. Az esetek egy részében még a gumóképzés mikrobiológiai eredete sem bizonyított, sőt egyes esetekben a kutatók kizárólag élet-tani faktorokkal magyarázzák azt. A kérdés tisztázását nagy mértékben akadályozza, hogy olyan esetekben, amikor a gumókban mikroorganizmusok jelenlétét minden kétséget kizáróan megállapították, vagy a kitenyésztesük nem sikerült, vagy pedig a kitenyésztesztetett organiz-

musok a növényekre visszaoltva nem váltottak ki gumóképzést. A legújabb vizsgálatok erős kétségeket támasztanak a tekintetben is, hogy az *Alnus glutinosa* esetében a gumóképzést a *Strepticomyces alni* nevű sugárgomba okozza-e, jölehet a korábbi években ez általános elfogadást nyert.

A fenti kétségek ellenére a szerzők — számos kísérleti adatra hivatkozva, amelyek egy részét izotóp indikációs módszerrel folytatták le — feltételezik, hogy a gyökérgumókkal rendelkező nem pillangós növények, vagy legalább is azok egy része képes légköri nitrogénnel táplálkozni a gyökérgumókon keresztül. Ugyanezt tételezik fel egyes mykorrhiza gombákról is.

A könyv harmadik fejezetében a szerzők a talajban szabadonélő aerob nitrogénkötő *Azotobacter* genusszal foglalkoznak. Az *Azotobacter* morfológiájával és élettanával kapcsolatban megjelent forrásmunkák száma több ezerre tehető, ami annak tulajdonítható, hogy az *Azotobacter* fajok a Föld legkülönbözőbb országainak talajaiban legalább is a neutrális kémhatáshoz közeli pH-jú talajtípusokban nagy számban fordulnak elő. Részletesen ismertetve az *Azotobacter* fajoknak a talaj nitrogénforgalmára, valamint a növényekre gyakorolt pozitív hatását helyesen állapítják meg, hogy a növénytermesztés során alkalmazott *Azotobacter* tartalmú oltóanyag készítmények távolról sem képesek a növények nitrogén szükségletét biztosítani, ezért nem helyettesíthetők a műtrágyák alkalmazását, de még a rhizobium készítményekkel sem hozhatók azonos nivóra hatásukat tekintve. Kétségtelen, hogy ilyen készítmények alkalmazása egyes esetekben pozitívan befolyásolta a növények növekedését, s ebből kiindulva elsősorban a Szovjetunióban „Azotogén” néven gyári preparátumokat hoztak forgalomba. A szerzők az ilyen úton nyert termésmnövekedést, amely általában nem érte el a 10%-ot, nem kizárólag a nitrogénkötéssel magyarázzák, hanem azzal a megfigyeléssel is, hogy az *Azotobacter* jelentős mennyiségű növényi serkentő anyagot szintetizál. MISUSZTIN és SILNIKOVA könyve realisabb értékelést ad az „Azotogen” készítményeknek a talaj tápanyagutánpótlásában vitt szerepéről, mint sok szakember korábbi munkája, akik túlbecsülték ezeknek a készítményeknek a növényekre gyakorolt hatását, bár alkalmazásukat illetően nem mond határozott igent vagy nemet, amire pedig az eddig lefolytatott és matematikailag értékelte kísérletek alapján megfelelő tudományos alapja lenne.

A könyv negyedik fejezete a *Beijerinckia*

*genuszhoz tartozó aerob nitrogénkötő baktériumokkal foglalkozik. Bár az e genuszhoz tartozó baktériumokat STARKKEY már 1939-ben identifikálta, sokan a nagy morfológiai hasonlóság következtében az *Azotobacter*-el tartották azonosnak. A lényeges különbség közöttük fiziológiai és ökológiai sajátosságaikban rejlik. Így pl. az *Azotobacter* csak semlegeshez közelálló reakciójú szubsztrátumban szaporodik, míg a *Beijerinckia* jól növekedik erősen savanyú kémhatású médiumban is. A *Beijerinckia* genuszhoz tartozó baktériumok nitrogénkötő képességüket illetően nem maradnak el az *Azotobacter* mögött, mivel az 1 g felhasznált glukózra eső megkötött nitrogén 16–20 mg-ot is elér.*

A könyv ötödik fejezetében a szerzők az anaerob *Clostridium*-okkal foglalkoznak, amelyek 3–5 mg nitrogént kötnék meg 1 g elerjesztett glukózra átszámítva. Egy másnak ellentmondó kísérleti adatok ismertetése után olyan következtetésekhez jutnak, hogy a *Clostridium*okat tartalmazó bakteriológiai oltóanyag mezőgazdasági alkalmazása, illetve annak eredményessége vitatott s ezirányban további kísérletekre van szükség.

A hatodik fejezet a kékalgáknak a légköri nitrogén megkötésében vitt szerepét ismerteti. Mióta 1946-ban BURRIS első ízben adott hírt arról, hogy az eltartozó szervezetek képesek a légkör gáz alakú nitrogénjével táplálkozni, e témakörben számos vizsgálatot végeztek. A kísérletek eredményei bebizonyították, hogy mindhárom *Cyanophyceae* rendhez (*Chroococcales*, *Chamaesiphonales*, *Hormogonales*) számos nitrogénkötő szervezet tartozik, amelyek elsősorban víztárolókon, rizsföldeken és nedves vizes talajokban jelentős szerepet visznek a talajok nitrogénellátása szempontjából. A Vietnami Demokratikus Köztársaság rizsföldjein lefolytatott kísérletek szerint az *Azolla* genuszhoz tartozó kékalgák tömeges elszaporítása 6–30%-os termésmnövekedést eredményez a kontrollhoz viszonyítva.

A hetedik fejezetben a szerzők az élőzökben nem tárgyalt egyéb mikroorganizmusok nitrogénkötő képességével kapcsolatban közölnek adatokat. Az irodalomban úgyszólván az összes ismertebb talajmikroorganizmusokról vannak adatok, tartozzanak azok akár a baktériumokhoz vagy sugárgombákhoz, akár pedig a mikroszkopikus gombákhoz, amely szerint az említett mikroorganizmusok nitrogént nem tartalmazó táptalajokon növekedni képesek. Feltehető, hogy a nitrogénkötő mikroorganizmusok száma jelentősen több, mint az a néhány genusz, amelyeknél ez a képesség napjainkig meg-

állapítást nyert. Igen figyelemreméltóak KALININSZKAJA kísérleti megállapításai, aki több olyan mykobaktériumot identifikált, amelyek tiszta kultúrában vagy más baktériumokkal kevert tenyészetben jelentős mennyiségű, 8–12 mg/l g. szénforrás) nitrogént kötnek meg. Azonban az irodalomban igen sok olyan adat is előfordul, amelyeknek a megállapításai erősen vitathatók s minden valószínűség szerint metodikai hibákra vezethetők vissza, adódjanak azok akár a táptalajkészítésnél felhasznált vegyszerek szennyezettségéből, akár az inkubátor levegőjének ammónia tartalmától. Erre enged következtetni az is, hogy igen sok esetben csupán 1–2 mg nitrogéntöbbletet sikerült kimutatni, s ez távolról sem mondható meggyőzőnek.

A könyv utolsó fejezete a biológiai úton történő nitrogénkötés mechanizmusával kapcsolatos különböző hipotéziseket tárgyalja. A kérdéssel foglalkozó kutatók egyrésze hidrolízis, míg mások oxidációs úton feltételezik a nitrogén beépülését a sejtbe, de vannak olyan elképzelések is, amelyek szerint a két előbbi folyamat együttesen vesz részt a nitrogénkötésben. Egyes szerzők szerint a szabadonélő és szimbióta nitrogénkötők N-fixáló mechanizmusa azonos vagy hasonló, míg mások szerint lényegesen eltér egymástól. A szerzők szerint az utóbbi hipotézis a valószínűbb, mivel a rhizobiumok nitrogénkötése

szoros kapcsolatban van a pillangós növények, illetve a gumókban előforduló piros festékanyaggal a leghemoglobinnal, valamint maguknak a baktériumoknak ún. „bakteroid” állapotával, amely csak a gumókban figyelhető meg.

MISUSZTIN és SILNIKOVA munkája hézagpótló szerepet tölt be a talajmikrobiológiai irodalomban. Rendkívül nagy irodalmi anyagra támaszkodva ismerteti a biológiai nitrogénkötés problémájának jelenlegi állását. Igen részletesen tárgyalja azokat az elmúlt évtizedben lefolytatott kísérleteket, amelyek során a szerzők nitrogénizotóp felhasználásával kísérelték meg a molekuláris nitrogén nyomomonkövetését a mikroorganizmussal való kölcsönhatás után. Kétségtelen, hogy számos kérdés tisztázása még a jövő kutatásait illeti, mind elméleti, mind pedig gyakorlati szempontból, azonban a nitrogénkötő mikroorganizmusoknak a talaj termékenységében vitt szerepét, s felhasználásuk jövőbeli lehetőségeit csak úgy tudjuk helyesen értékelni — lobecsüléstől és túlértékeléstől mentesen —, ha megismerjük azokat a kutatási eredményeket, amelyeket a világ sokszáz tudósa az elmúlt 70 évben ért el e témakörben. Ehhez ad rendkívül nagy segítséget MISUSZTIN és SILNIKOVA munkája.

SZEGI JÓZSEF

Érkezett: 1968. június 22.