

A BIOLÓGIAI NITROGÉNKÖTÉS RŐL WAGENINGENBEN RENDEZETT NEMZETKÖZI SZIMPÓZIUM

1970. augusztus 31. és szeptember 4. között Hollandiában rendeztek nemzetközi ülészakot a Nemzetközi Biológiai Program keretén belül „Technical Meeting on Biological Nitrogen Fixation” néven a biológiai nitrogénkötés témakörben. Az összejevetelt Wageningenben a Mezőgazdasági Egyetem Kémiai Karán tartották.

E. G. Mulder (Wageningen, Hollandia) professzor üdvözölte a megjelenteket és nyitotta meg a kongresszust a tudományos előadások előtt.

Az ülészak témáit az alábbi beosztásban tárgyalták.

- I. Kék algák nitrogénkötése.
- II. Nitrogénkötés a gumós hüvelyeseknél.
- III. Szimbiotikus nitrogénkötés és a környezet.
- IV. A szabadon élő nitrogénkötő baktériumok közreműködése a talaj termékenységében.
- V. Nitrogénkötés a nem pillangós növényeknél.
- VI. Alapvető folyamatok a nitrogénkötésben.

A következőkben az előadásokat a programban feltüntetett sorrendben és csoportosításban röviden ismertetem.

Az I. főcsoportba tartozó előadások sorát *W. D. P. Stewart* (Dundee, Egyesült Királyság) nyitotta meg *Fiziológiai tanulmányok nitrogénkötő kék algákon* címen. Az előadó különböző kék algákkal foglalkozott, melyek nitrogénkötő képességükről ismertek. Különös figyelmet szentelt az oxigén és más fiziológiai paraméterek nitrogénázaktivitásra gyakorolt hatásra és a csoport ökológiai osztályozására.

G. E. Fogg (London, Egyesült Királyság) *Nitrogénkötés tavakban* címen beszámolt arról, hogy a nyílt vizekben N^{15} alkalmazásával a nitrogénkötés általában kék algák jelenlétével kapcsolatos és fényigényes. Annak ellenére, hogy a nitrogénkötő kék algák általában bőségesen jelennek meg az olyan vizekben, amelyeknek csekély a nitrát- ill. ammónia-koncentrációja, a nitrogénkötést nem okvetlen gátolják a nitrogénvegyületek. Vizsgálatai szerint a nitrogénkötő kék algák aktivitása közvetlenül összefügg az oldott szerves nitrogén koncentrációjával.

A. Watanabe (Tokió, Japán) *Algák nitrogénkötése a trópusokon* című előadásában tárgyalta a nitrogénkötést rizsföldeken, az algák nitrogénkötő tevékenységét vízben és a szimbiotikus kék algák nitrogénkötését.

Ugyanezt a jelenséget mérsékelt övi talajokon E. Hendriksson (Uppsala, Svédország) vizsgálta. Foglalkozott a talajban szabadon élő kék algák nitrogénkötésének mértékével Uppsalához közeli három helyen, és összehasonlította azt a szimbiotikusan zuzmókban élő algák nitrogénkötő tevékenységével.

A II. fő csoport köré sorolt előadások elsőjét F. Bell és P. S. Nutman (Harpenden, Egyesült Királyság) tartották meg *Gumós pillangósokkal végzett nitrogénkötési kísérletek ismertetésével*. 5 helyen végeztek szabadföldi kísérleteket, kettőt agyagos vályogon, kettőt homokos talajon és egyet meszes vályog talajon. Összehasonlították a szárazanyaghozamot és a nitrogéntartalmat a lucernánál és a perjénél. E kísérletekben rhizobium-oltást és műtrágyázást alkalmaztak az International Biological Programme tervezete szerint. Az effektív rhizobium-törzsek mindegyik helyen elnyomták az inaktív baktériumokat a 2. év folyamán. A nitrogénkötés becslés szerint 0–300 kg/ha volt a különböző kísérleti helyeken, és a kezelések összehasonlítása megmutatta a nitrogénkötés fő akadályozó tényezőit. Ezekkel párhuzamosan kísérleteket végeztek földlabdás módszerrel, amelyek hasonló eredményeket adtak a szabadföldi kísérletekkel.

J. Brockwell (Canberra, Ausztrália) *gumós pillangósok nitrogénkötések foglalkozó IBP kísérletet* értékelt, két szabadföldi kísérletet ismertetett. Azt vizsgálta, mennyire szolgálhatnak modellként az ilyen kísérletek világszerte alkalmazandó vizsgálatokra. Ezeknek célja megítélni, hogy mennyivel járulhatnak hozzá az egyes országokon belüli, tehát honos rhizobium-törzsek a hasznos pillangósok nitrogénkötéséhez.

A lucerna mag beoltásával végzett franciaországi szabadföldi kísérletek tanulságait foglalta össze M. Obaton (Dijon, Franciaország). (*A talaj kémiai sajátosságainak hatása a lucerna magvak Rhizobium melilotival történő oltás hasznavehetőségére.*) Az esetek 10–20%-ában erősen emelkedett a termés. A vizsgált talajokban nem mindig volt jelen kellő számú *Rh. meliloti* a gazdanövény gumóképzésére, ennek ellenére gumó nélküli gyökeret sosem talált. A rhizobiumok csíraszama a talajban a pH-val nem volt összefüggésben, viszont korrelációt talált a *Rh. meliloti* alacsony száma, vagy hiánya között és a talaj csekély kicserélhető Ca tartalma között.

W. V. B. Sundara Rao (Delhi, India) a *gumós pillangós növények nitrogénkötését* tárgyalta. Indiai viszonyok között szabadföldi kísérletek lucernával azt eredményezték, hogy a rhizobium-oltás foszfát hozzáadása nélkül is fokozta a hozamot a kezeletlennel szemben. Ez arra mutat, hogy az oltással bevitt organizmusok hatásosabbak, mint a talajban élő rhizobium-törzsek, amelyek aktivitása foszfát hozzáadására még fokozódott.

Szója-rhizobium szimbiózis kísérleteket végzett D. F. Weber, B. E. Caldwell,

C. Sloger és H. G. Vest (Beltsville, Amerikai Egyesült Államok). A szójával szimbiózisan élő *Rhizobium japonicum* ökológiáját, a baktérium-törzsek értékelését, a gazdanövény és a baktérium-törzs viszonyát és a nitrogénkötés fiziológiáját vizsgálták. Kísérleteket végeztek a *Rhizobium japonicum* törzsek talajba juttatás módjaira vonatkozóan.

Pillangósnövények gyökerének színét és gumóik alakját vizsgálta H. D. L. Corby (Salisbury, Rodézia). A Rodéziában honos pillangósok gumóinak vizsgálatával kitűnt, hogy a gumók alakja függ maguknak a növényeknek törzsi osztályától. Az is feltűnt, hogy a gumót nem tartalmazó fajok fiatal gyökerei rendszerint színesek.

A III. témakört *szimbiotikus nitrogénkötés kedvezőtlen körülmények között* címen T. A. Lie (Wageningen, Hollandia) nyitotta meg. Hangsúlyozta, hogy a rhizobium-törzsek szelektálását rendszerint optimális körülmények között végzik. A szántóföldön azonban általában kevésbé kedvező körülmények között történik a rhizobiumos-oltás. Ezért oly rhizobium-törzsek szelektálására van szükség, melyek jó szimbiózist létesítenek a gazdanövényvel különböző kedvezőtlen tényezők fennforgása esetében is.

J. Ek-Jander és G. Fåhræus (Uppsala, Svédország) előadásának témája volt a *Rhizobium alkalmazkodása szub-arktikus környezethez Skandináviában*. A löhere gumóiból rhizobium-törzseket izoláltak Észak-Skandináviában 2 szélességi fokról. Színtenyészetekkel tanulmányozták a baktériumok szaporodását folyadékkultúrában, a gumóképzést a gazdanövényeken és acetilén-redukciós módszerrel a nitrogénköti képességet. Minden kísérletet 10°C-on, valamint 20°C-on végeztek el. A vizsgálatok szerint jobban alkalmazkodtak a hideg vidékről izolált baktérium-törzsek az alacsony hőmérséklethez, mint a délibb területekről származó törzsek. A hideg klímához és a rövid tenyészidőhöz alkalmazkodott rhizobiumok felhasználása hasznos lehet a gyakorlatban, minthogy hideg éghajlati viszonyok mellett a vetés idején rendszerint alacsony a talaj hőmérséklete, ami a mérsékelt égöv nagy területeit érinti. *Pillangósok gumóképzését és nitrogénkötését befolyásoló fizikai és biológiai környezeti tényezők hatásáról* szólt A. H. Gibson (Canberra, Ausztrália) előadása. Ismertette a gyökér- és a hajtásrész hőmérsékletének, a fény intenzitásának, a nappal (fotoszintetizáló időszak) tartamának jelentőségét a szimbiotikus nitrogénkötésre.

A. J. Holding és J. F. Lowe (Edinburgh, Egyesült Királyság) *A savasság és a nehéz-fémek befolyása rhizobium-pillangósnövény társulásokra* címen ismertették, hogy e két tényező korlátozza a rhizobiumok előfordulását és a pillangósnövények hozamát. A talaj pH-értéke és a rhizobiumok száma és hatásossága között egyértelmű összefüggés található. Sok adat van arra vonatkozóan, hogy a savanyú talajokon növekvő növényekre a nehéz fémek, főként az Al és a Mn toxikusak.

Nitráttal kezelt, oltott és oltatlan növények nitrogénkötését mérték acetilén-redukciós eljárással C. G. O. Oghoghorie és J. S. Pate (Belfast, Egyesült

Királyság). *A nitrát stressz hatása a mezei borsó (Pisum arvense) nitrogén-anyagcseréjére.* Minden eredményt összehasonlítottak az izotóp-hígításos eljárással nyert adatokkal. A mezei borsó és rhizobium szimbiózisa esetében vizsgálták a nitrát-reduktáz aktivitást, az aminosavak megoszlását és a nitrogénkötést.

N. Grobelaar, B. Clarke, M. C. Hough és J. M. Strauss (Pretoria, Afrika) kísérletei (*Phaseolus vulgaris* L. izolált gyökerének gumóképzése és nitrogénkötése. II. *A fény a széndioxid és az etilén hatása*) szerint az erős fehér fény teljesen gátolja a bab izolált gyökerén a gumóképződést. A fényforrás kék komponense e tekintetben hatásosabb, mint a vörös komponens. A gyökerek által termelt etilén gátolja mind a gumóképzést, mind a már meglevő, jól fejlett gumókban a nitrogénkötést. A gumóképzésre nagyobb hatású az etilén, mint a gyökér egyszerű növekedésére.

J. I. Sprent (Dundee, Egyesült Királyság) tanulmányozta a víz stressz hatását a gyökérgumók nitrogénkötésére. Ismeretes, hogy a nedvesség hatással van pillangósok gyökérgumóinak képződésére és élettartamára. Mérsékelt nedvesség hatására a gumókban lassúbbá válik az acetilén-redukció, a nitrogén-redukció és a légzés. Erősebb stressz a nitrogénkötés teljes megszűnését, a légzés erős gátlását és a gumók strukturális elváltozását eredményezi. Az előadó szerint a vízellátástól erősen függ a nitrogénkötés mennyisége a szántóföldön, különösen oly növények esetében, melyeknek a föld felszínéhez közel vannak a gumóik.

A IV. gondolatkör előadásait M. Kobayashi (Kiotó, Japán) *Fotoszintézist végző baktériumok hozzájárulása a nitrogénkötéshez és a talaj termékenységéhez* címen vezette be. Fotoszintetikus baktériumok igen elterjedtek a természetben. Egy fotoszintézisre képes baktérium-faj, a *Rhodospseudomonas capsulatus* nitrogénkötését tárgyalta. Vizsgálatai szerint e mikroorganizmus effektíven köt meg molekuláris nitrogént anaerob körülmények között fény jelenlétében, azonban egyes kultúrában, heterotróf baktériumokkal szimbiózisban ez a mikroorganizmus N-t tud megkötni határozott aerob környezetben is, heterotróf organizmusok által kiválasztott piroszőlősav felhasználásával. Kimutatta, hogy összefüggés van a fotoszintetikus baktériumok szaporodása és a rizsnövény termékenysége között.

Nem szimbiotikus nitrogénkötő baktériumokat írt le trópusi talajokból J. Döbereiner és A. B. Campelo (Guanabara, Brazília). A trópusi és szubtrópusi tájakon igen elterjedt két szabadon élő, nitrogénkötő organizmusról, az *Azotobacter paspali*-ról és *Derxia gummosa*-ról eddig kevés adat ismeretes. Újabb módszert javasoltak e baktériumok izolálására és számlálására.

A nitrogénkötés mértékének megítélése szabadföldön volt C. C. Delwiche (Davis, Amerikai Egyesült Államok) előadásának címe. Annak meghatározására, hogy a fotoszintetikus aktivitás mennyire támogatja a nem szimbiotikus nitrogénkötést, N¹⁵ atmoszférában két megvilágítási szinten neveltek növé-

nyeket. A fényintenzitás növelésével a fotoszintézis fokozódott, és a kísérleti idő alatt megkötött nitrogén mennyisége nagyobb volt.

Munkaközösségben végzett munkájukról számoltak be *R. Brouzes, C. I. Mayfield* és *R. Knowles* (Quebec, Kanada). (*Tanulmányok acetilénnel és N¹⁵-tel mezőgazdasági és erdőtalajokon. Az oxigén parciális nyomásának hatása a nitrogénkötésre és az acetilén-redukcióra glükózzal dúsított homokos vályogtalajon.*) 2% glükózzal dúsított talajmintákat előérleltek aerob és anaerob módon, majd hosszabb-rövidebb ideig vizsgálták aerob vagy anaerob körülmények között N¹⁵ alkalmazásával és acetilén-redukciós módszerrel. Az oxigénnyomás parciális növelése az előérlelés során gyorsan csökkentti az anaerob nitrogénáz tevékenységet.

Nem szimbiotikus nitrogénkötésről legelő talajban E. A. Paul W. A. Rice és *R. J. Myers* (Saskatoon, Kanada) számoltak be. Természetes *Agropyron-Koeleria* talajmintákkal és 15 cm mélységből nem bolygatott talajból vett földlabdákkal végeztek acetilén-etilénes és N¹⁵ kísérleteket. Mindkét módszerrel csekélynek mutatkozott a nitrogénkötés. A *Nostoc-fajok* algatelepei a nedves talaj felületén aktív nitrogénkötők, de kis tömegük miatt a legtöbb helyen nem számottevők. A *Clostridium-fajok* a művelt talajok és szűz talajok mélyebb rétegeiben egyaránt fontosak.

Az V. csoportban *Gyökérgumók képződése nem pillangós angioszperm növényeken* címen hangzott el az első előadás. *G. Bond*, (Glasgow, Egyesült Királyság). Számos országból mintegy 60 botanikus részvételével vizsgálja egy kollektíva az *Alnus glutinosa* a *Myrica gale*, a *Coriaria*, *Casuarina*, *Elaeagnus* stb. a fajoknak gyökérgumóképzését. A következőkben *N. Grobbelaar* és *E. C. Groenewald* (Pretoria, Afrika) ismertették megfigyeléseiket *nem hüvelyes magvas, növények szimbiotikus N-kötéséről Dél-Afrikában*.

A Dél-Afrikában honos, nem hüvelyes növények, melyek ismertén, vagy feltehetően szimbiotikusan N-t kötni képesek, a következő nemzetségekhez tartoznak: *Myrica*, *Pavetta*, *Psychotria*, *Podocarpus*, *Stangeria* és *Encephalartos*. Összefoglalták az eddigi rendelkezésre álló adatokat a gumóképzésére és nitrogénkötésére vonatkozóan.

R. F. Tarrant (Corvallis, Amerikai Egyesült Államok) előadásában áttekintette az USA nyugati részein található 9 nemzetség előfordulását és megoszlását, amelyek N-t kötnek meg és nem leguminosak. A továbbiakban összehasonlította az erdőgazdaságban az *Alnus-faj* által és a mezőgazdaságban pillangósok által szimbiotikusan megkötött és a talajnak átadott N mennyiségét. Példákat ismertetett az *Alnus-faj* alkalmazásáról világszerte a rossz erdőtalajok javítására, valamint a vele társult más fajok növekedésének előmozdítására.

S. Uemura (Tokió, Japán) ismertette a Japánban honos 14 *Alnus*, 10 *Elaeagnus*, 2 *Myrica*, és 1 *Coriaria* faj gyökérgumóinak képződését *nem hüvelyesek gyökérgumói Japánban* címen. Egy gyengén növő 10–15 éves

Pinus Thunbergii állomány alá *Myrica rubra*-t ültettek nagyon leromlott területen, és 12 év után mintegy ötször nagyobb lett a fenyőtörzsek átmérője, összehasonlítva a szomszédos elegyetlen fenyőállomány (kontrol) fáival.

J. H. Becking (Wageningen, Hollandia) a *Levélgumók szerkezetéről és fiziológiájáról* beszélt. Fény- és elektronmikroszkópiai felvételek szerint a *Psychotria bacteriophila* és az *Ardisia-fajok* levél szimbiontája a gazdanövény szövetében nem a sejtekben, hanem a sejtek között van jelen. Az endophyta már a magban ott van, és ilyen módon megy át egyik növénygenerációról a másikra. Ha kezeléssel megszabadítjuk a gazdanövényt az endophytától, az satnyán és torzul növekszik, és levelei nagyobbak lesznek.

Az utolsó témakör bevezető előadásában *A nitrogénkötés „közponit” reakcióiról* szólt F. J. Bergersen (Canberra, Ausztrália). Általános tájékoztatást adott enzimológiai szempontból a nitrogénázról, amelynek hasonló tulajdonságai vannak az eddig vizsgált rendszerekben. Összehasonlította a biológiai nitrogénkötéshez szükséges energiát a N_2 ipari megkötésének folyamatával, ahol az energiaszükséglet nagy részét szintén a H_2 előállítására kell fordítani.

A következő előadók A. Wong, H. J. Evans, R. Klucas és S. Russel (Corvallis, Amerikai Egyesült Államok). *Az elektronátadás útjának vizsgálata a gumóbakteroid nitrogénázig* arról tájékoztatták a szimpózium résztvevőit, hogy kísérletsorozatot végeztek a lélegzés folyamatából származó elektronok természetes útjának felderítésére a gumóbakteroidokban a N-kötés helyéig. A kísérletekben a szója bakteroid nitrogénáz ATP-től függő acetilén-redukcióját tanulmányozták különféle tényezők (ko-faktorok) bevonásával.

A szója gyökérgumókból és Rhizobium japonicum-ból származó aszpartat aminoszferázok tanulmányozása volt P. F. Fottrell E. Ryan és F. Bodley (Galway, Írország) beszámolójának témája. Már régebben ismeretes a „kötött” nitrogén asszimilációjában az aminosavak és amidok fontossága. Vizsgálták az aminosavaknak a bioszintézisében közrejátszó enzimeket a szója-gyökérgumókban. J. Postgate (Brighton, Egyesült Királyság) *Szabadon élő, nitrogénkötő baktériumokkal végzett biokémiai és biofizikai kísérletek* során vizsgálta a nitrogénkötést a juh bendőjében. Szerinte a kisebb jelentőségű *Desulfotomaculum ruminis* mellett a fő nitrogénkötő a *Clostridium pasteurianum*-hoz hasonló organizmus, amely több hónapig megélhet a juh bendőjében. A továbbiakban foglalkozott az *Azotobacter* nitrogénáz tevékenységének gyors szabályozásának kérdésével. Adatokat közölt, amelyek szerint a lélegzés egyik szerepe a nitrogénáz védelme az oxigén káros hatásával szemben.

A szimpózium utolsó előadását tartották R. W. F. Hardy, R. C. Burns és R. D. Holstein (Wilmington, Amerikai Egyesült Államok) *A nitrogénkötés alap kutatások eredményei és gyakorlati lehetőségek* címen. Eljárást dolgoztak ki a szimbiózis tanulmányozására. A kísérleti rendszer morfológiában hasonlít a természeteshez, megtalálhatók benne az infektáló szálak és a bakteroidok is. A szimbiózis fejlődési morfológiáját elektronmikroszkóposan tanulmányozták.

A nagy érdeklődést szemléltetően bizonyítja, hogy 119-en vettek részt 27 országból e szimpóziumon. A tudományos ülészak programjában szerepelt egy igen tanulságos szakmai kirándulás, amelynek alkalmával a szakemberek megismerhették a polderek mezőgazdasági hasznosítását, különös tekintettel a szimbiotikus nitrogénkötő baktériumokkal oltott pillangósvirágúak eredményeit.

Manninger Ernő

a mezőgazdasági tud. kandidátusa