

A PILLANGÓSVIRÁGÚ NÖVÉNYEK GYÖKÉRGUMÓIBAN ÉLŐ BAKTÉRIUMOK SZEREPE A NÖVÉNY NITROGÉNTÁPLÁLÁSÁBAN

I. A RHIZOBIUMOLTÁS ELTERJEDÉSE HAZÁNKBAN

MANNINGER ERNŐ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

A nitrogén az élő sejt legfontosabb alkotórésze, és mint növényi tápanyag, a mező- és erdőgazdasági termelés színvonalát döntő mértékben befolyásolja.

A levegőtenger csaknem 80 térfogatszázalék nitrogénjéből a magasabb rendű növények — a pillangósok kivételével — semmit sem tudnak felhasználni. Ennek a hatalmas nitrogénkészletnek egy részét ugyanis csak ezek a növények tudják a gyökérgumócskáikban élő rhizobium-baktériumok segítségével hasznosítani. Tehát ez a növény család, amelyhez sok fontos mező- és erdőgazdasági növényünk tartozik, csak részben szorul a szerves- és műtrágyákkal bevitt nitrogénre és a talaj nitrogénkészletére, mivel nitrogénszükséglete nagy részét a levegőből tudja felvenni. Ezt a kedvező funkciót azonban csak akkor tudják a növények kifejteni, ha már a fiatal növénykék a megfelelő specifikus rhizobium baktériumaikra találnak a talajban.

E baktériumok és a magasabb rendű pillangósvirágú növények között kialakul tehát egy bonyolult, hasznos együttélés, amit *szimbiózisnak* nevezünk. E nitrogénkötő mikroorganizmusok az említett növényzet gyökérzetén elszaporodásuk közben gumócskákat képeznek, hasznos tevékenységük során megkötik a levegő molekuláris nitrogénjét, amiből aminosavakat építenek fel. Ezeket átadják a növényeknek, amelyektől cserébe kapják azokat a széntartalmú vegyületeket, amelyek szénláncának felhasználásával építik fel az aminosavakat.

A szimbiózis első látható jele a gyökérgumócskák megjelenése a gyökér legkülönbözőbb helyén. Így pl. a csillagfűrnél főleg a főgyökereken a gyökfő körül általában gallérszerűen veszik körül a gyökereket a gumók, más pillangósoknál különböző nagyságú gömb és ujj alakú képződmények találhatók a hajszálgökökerekén (1. ábra). E gumókban élő baktériumok tevékenységükkel végső fokon nagyobb termést eredményeznek, miután a levegő nitrogénjét értékes növényi fehérjévé alakították.

A pillangósok gazdag fehérjetartalma azonban nemcsak a növények föld feletti részeiben található, hanem a föld alatti részekben is. Ez teszi érthetővé, hogy miért oly fontosak a pillangósok a talaj termékenységének fenntartásá-

ban és fokozásában. E tekintetben általánosan ismert a pillangósok kedvező hatása az utóveteményekre.

Általános számítások szerint MISUSZTIN (id. MANNINGER és SZEGI, 1962) 350 kg-ra becsüli annak a nitrogénnek a mennyiségét, amelyet a lucerna köt meg évente 1 ha területen a levegőből és ugyanennyi idő alatt 170 kg-ot a vöröshere ugyanakkora területen.



1. ábra. Pillangósvirágú növény gyökérzetén nőtt különböző gyökérgumócskák

A rhizobiumok és a növények szimbiózisának oka és a növényekre gyakorolt kedvező hatása igen különböző lehet: eltekintve attól, hogy bizonyos esetekben szimbiózis nem is alakul ki, mert a baktériumok nem képeznek gumókat, a csakugyan kialakuló szimbiózis esetén baktérium-törzseként hol csak kevésbé, hol igen erőteljesen érvényesül a baktériumok *gumóképző* és *nitrogénmegkötő* hatása. Utóbbi két tulajdonságot valamely rhizobium-törzs teljesítőképeségének szoktuk nevezni (MANNINGER, 1955).

A rhizobiumok hasznáról a mezőgazdaságban már régóta meggyőződtek. Így már VERGILIUS és PLINIUS is megemlékeznek a hüvelyes növények talajjavító tulajdonságairól, anélkül persze, hogy ennek okát ismerték volna. HELLRIEGEL és WILFART (1888) vizsgálatai beigazolták, hogy a hüvelyes növények nitrogénkötése baktériumok tevékenységének eredménye. E baktériumoknak tudatos felhasználása a mezőgazdaságban ezután rövidesen meg is valósult.

Már a századforduló előtt felvetődött annak a gondolata, hogy nem lehetne-e hasznos baktériumokat laboratóriumokban elszaporítani és a gyakorlatban oltás céljára felhasználni. Ma már minden fejlett mezőgazdasággal rendelkező

országban felhasználják a pillangósvirágúaknak rhizobium-baktériumokkal való oltását a termés fokozására.

Az első használható oltóanyagot Európában Nitragin néven NOBBE és HILTNER készítették el 1895-ben (id. KERPELY, 1896). Ezt a készítményt a höchsti Farbwerke hozta forgalomba. Drezdában azután Azotogén néven gyártottak oltóanyagot. Angliában Nitro Bakterin, Amerikában pedig Nitro Culture, Farmogen és Hey's Concentrated nitrogen producer néven hoztak forgalomba oltóanyagokat a Nitraginnal egy időben. Azóta számtalan oltóanyag került forgalomba a legkülönbözőbb néven szerte a világon. Hazánkban ma Rhizonit néven gyártanak ilyen oltóanyagot.

A külföldi szakembereknek e baktériumok felhasználása terén hamarosan követője lett hazánkban is. Alig néhány évvel felfedezésük után KERPELY (1886, 1897) végzett szabadföldi kísérleteket ilyen baktériumokkal. A rhizobiumok fő jelentőségét abban látta, hogy a levegőből teljesen ingyen vonható el e baktériumok segítségével a nitrogén. Szerinte: „a pillangósvirágú növények tehát nemcsak azért jó előveteményei a kalászosoknak, kapásoknak, ipari s kereskedelmi növényeknek, mert a talajt fizikailag javítják, mélyen lehető, gazdagon elágazó gyökereikkel, azt mélyebb rétegeiben is fellazítják, hanem mert ezen növényeknek fokozott, és csupán a talajra utalt nitrogén igényét is kielégíteni képesek”.

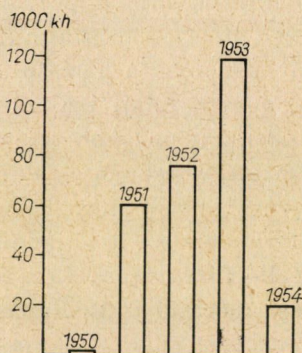
Az oltóanyagot külföldről szerezte be: a német Nitragin készítményeket használta lóbab-, borsó-, csillagfürt növényekre. Tapasztalata szerint a jobb minőségű szántóföldeken oltás nélkül is találunk gumócskákat a növények gyökerein, „de oltás esetében eme gumók száma több s gyorsabban, illetve korábban jelennek meg”. Mivel első kísérlete nem eredményezett átütő sikert, ez hátráltatta a talajoltás elterjedését Magyarországon. Ezért 30 évnek kellett eltelnie, míg mezőgazdasági szakembereinkben eloszlott a kétely és sikerek reményében újabb munkához láttak. (DÉGEN, 1923; ROSENBERG, 1925; LEGÁNY, 1926; STEININGER, 1938; SZÁVOSZT, 1938; VILLAX, 1938; ZUCKER, 1938; DWORAK, 1938; HORN 1939, KERPELY, 1939, 1941; HORVÁTH, 1940; KURNIK, 1942.)

Az ismételt kezdeményezésnek egyik döntő oka a szójabab vetésterületének nagyobb mérvű kiterjesztése volt. A Kínából származó szójababot nálunk, mint ismeretes, jóformán csak 50 év óta termesztik. Mivel úgy látszik a szójának specifikus rhizobium baktériuma van, amely hiányzik talajainkból, ezért a nálunk termesztett összes pillangósok közül a szója minden esetben igényli a szója növényből származó rhizobiumokkal való oltást.

Az oltásokat azonban még akkor is külföldről származó Biogén és Radicin nevű készítményekkel végezték. Ezek kedvező eredménye immár megteremtette az első magyar származású rhizobium-készítmények előállításának gondolatát. Hamarosan megszületett a Duna—Tisza közti Mezőgazdasági Kamara irányítása mellett működő Talajbakteriológiai Laboratóriumban a magyar

Baktonit nevű oltóanyag. Hatásában ez megegyezett a külföldi hasonló készítményekkel, felhasznált mennyisége tekintetében azonban nem nőtt túl a kísérlet keretein. Még hosszú ideig, több mint egy évtizeden át nem volt nagyobb mérvű oltóanyagtermelésünk. Az 1940-es évektől azonban évente már kb. 25 000 kh vetésterület oltásához szükséges oltóanyagot gyártott a *Wack* cég a *Zucker* által kitenyésztett baktérium-törzsek felhasználásával. Ez a mennyiség rövid néhány év alatt a kétszeresére nőtt, úgyhogy 1946–1949-ig az említett magyar cég hazai oltásokra évente kb. 50 000 kh területre elegendő oltóanyagot gyártott.

Rendszeres és állandó üzeme miatt ezt a laboratóriumot tekinthetjük a magyar rhizobiumoltóanyagtermelés első állomásának. Nyilván hatásos készítményeinek köszönhetően, hogy 1947-től három éven keresztül a magyarországi felhasználáson felül évente még 50 000 kh-nyi területre szükséges oltóanyagot



2. ábra. Az 1950–1954 években gyártott Baktonit nevű rhizobium-oltóanyag mennyisége

exportálhatott Romániába. Ebből a laboratórium hasonlóból céllal alakult 1950-ben a Phylaxia Állami Oltóanyagtermelő Intézet Agrobiológiai Osztálya. Itt a szükségleteknek megfelelően egyre növekvő mennyiségű Baktonitot gyártottak négy éven keresztül (2. ábra). Később azonban még ez sem volt elegendő a megnövekedett szükséglet számára.

A kapacitás elégtelensége mellett a talajoltásoknak az volt a legnagyobb hiányossága, hogy hiányzott hatásosságának az egész országra kiterjedő szabatos megfigyelése. A rendelkezésünkre álló kisszámú szabadföldi kísérletekből megállapítható, hogy nem törődtek az oltóanyag minőségének mikrobiológiai vizsgálatával. Így nem vizsgálták meg szabatosan az oltóanyagot tisztaságára nézve és nem állapították meg az oltóanyagban foglalt rhizobiumok számát, életképességét, gumóképző és nitrogénmegkötő hatását, vagyis a teljesítőképességét. Ezért csak a szabadföldi vizsgálatokból nyert eredményeket szabatosan kiértékelni, illetve felhasználni nem lehet. Különösen a hatástalan oltások felderítéséhez szolgálhattak volna az ilyen bakteriológiai vizsgálatok értékes útmutatásokkal.

A régebbi kísérletekből mindössze annyit lehet megállapítani, hogy az oltóanyagok változó hatást mutattak, és valószínű, hogy a hullámzó eredmények alakulására a baktérium-oltóanyagok különböző teljesítőképességén felül fel nem derített más biotikus és abiotikus tényezők is lényeges hatást gyakorolhattak.

1958 óta gyökeres változás történt e tekintetben hazánkban. A Földművelésügyi Minisztérium ekkor bevezette a rhizobiumoltóanyagok kötelező ellenőrzését, ennélfogva azóta az oltóanyagok hatása ismeretes. Az ellenőrzést az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet végzi.

Magától értetődik, hogy a mezőgazdaság gyakorlatában csak nagy teljesítőképességgel rendelkező baktérium-törzsekből készített oltóanyagot szabad felhasználni, mert ellenkező esetben megfelelő eredményt nem várhatunk a beavatkozástól.

Az oltóanyag előállításához felhasználandó baktériumtörzseket az eddigi gyakorlat szerint évről évre frissen izolálják, mégpedig minden növényre, illetve növénycsoportra külön, más más tájegységekről származó növények gyökérgumócskáiból. E baktériumtörzsek keverékéből ún. polivalens oltóanyagot készítenek.

Az oltóanyagtermeléshez használt kiinduló baktériumtörzsek előállítását néhány helyen külföldön kutató intézetek végzik. Hazánkban ezeket az oltóanyagtermelő intézmény a legtöbb növényre maga állítja elő.

Az oltóanyagok ellenőrzését a megfelelő *szabvány* figyelembevételével végzik, amely a kész oltóanyaggal szemben bizonyos követelményeket támaszt. Az ellenőrző vizsgálatoknál a fősúly a steril homokban legalább négyszeri ismétlésben végzett tenyészedénykísérletre esik. Ennek kapcsán növénycsoportonként kontroll (oltatlan) növényeket hasonlítunk össze oltott növényekkel. E vegetációs kísérlet során megállapítjuk a gumóképzés mértékét, a növények zöld tömegét. Ezenfelül a növények föld feletti és gyökérrészéből nitrogénvizsgálatokat végzünk.

A rhizobiumokkal kapcsolatos kutatások azonban kiterjednek az elméleti vizsgálatok mellett a rhizobiumok közvetlenül a gyakorlatban történő felhasználásának kérdésére is. Így pl. a rhizobiumokkal történő oltásokkal kapcsolatban egyik igen lényeges szempont, hogy milyen formában kerüljön forgalomba az ilyen oltóanyag. A régebbi *agaros* készítményeket ma mindinkább a *poralakú* készítmények váltják fel világszerte. Ez utóbbi tekintetben lényeges és sokat vitatott a *vivőanyag*, vagyis az alapanyag, amelyhez a baktériumokat hozzákeverik. Nálunk a Phylaxia tőzegporhoz kevert rhizobiumokból készíti az oltóanyagot. Ez az oltóanyag úgy készül, hogy a fermentorban elszaporított rhizobium-törzskeveréket finomra őrölt és sterilizált tőzegporhoz keverik, majd szárítás után polietilén zacskókban hozzák forgalomba. A tőzegpor szemcsenagysága 0,1 mm-nél nem lehet nagyobb, hogy ezáltal a maghoz való jó tapadását biztosítsuk.

Külön meg kell emlékezni, hogy a szója vetőmag oltásához hazánkban ún. helyi oltóanyagot is készítenek Iregszemcsén. Ez poralakú készítmény és közvetlenül a begyűjtött gyökerek, illetve gumók őrlése által készül. Igen természetes, hogy ilyen oltóanyag számára esakis olyan pillangósvirágú növények használhatók fel, amelyeknek gyökerén a rhizobiumok nagyalakú gumókat képeznek.

A rhizobiumokkal való oltás nemcsak többlettermésben, hanem a termék jobb minőségében is jelentkezhet. Ezt a szempontot, sajnos, ma még nem veszik eléggé számításba.

A rhizobiumoltásos szabadföldi kísérletekről általában megállapítható, hogy az oltások eredményeinek megítélése jóval bonyolultabb feladat, mint más jellegű trágyázási kísérleteké. Ennek egyik oka, hogy az egyes évek során végzett kísérletekhez felhasznált oltóanyag, illetve baktérium-törzsek legtöbbször különbözőek. Másik oka, hogy a kísérletek beállítása nagyobb gondot jár, mint más kísérleteké. Az oltóanyag ugyanis élő anyagot tartalmaz, és a legkisebb elővigyázatlanúság esetében (pl. napfényen történő oltás) alig számíthatunk eredményre. Ez is oka lehet annak, hogy az ellenőrzés során hatásosnak bizonyult oltóanyaggal nem minden esetben kapunk pozitív eredményt a gyakorlatban. Mindez hazánkban egyik-másik szakember részéről néha kedvezőtlen vélemény kialakításához vezetett, sőt találkozhattunk olyan nézettel is, amely a szója kivételével nem tartotta szükségesnek a rhizobiumoltást. Az utóbbi szerencsére ritka nézet és szakszerűtlen is, mivel minden kísérletet nélkülöző, vagy egyetlen kísérleten alapszik. Sajnos az ilyen kijelentések gyakran a legjobb ügynek is sokat ártnak. Kétségtelen, hogy számolnunk kell azzal, hogy a leghatásosabb oltóanyaggal sem kapunk mindig pozitív eredményt, hisz az oltás sikerességét sok tényező befolyásolhatja (pl. a talaj fizikai-kémiai állapota, mikroorganizmusainak hatása stb.).

Kisparcellás és üzemi méretű rhizobiumoltásos szabadföldi kísérletek eredményei hazánkban főleg lucerna, szója és csillagfürt növényekkel kapcsolatban állnak rendelkezésünkre. Az 1939–1954 években végzett kísérletek nagyobb része pozitív eredményeket hozott. Ezek azonban legnagyobbbrészt nem voltak statisztikai számításokkal értékelve, de az utóbbi 10 év variancia-analízissel kiértékelt kísérletei is megnyugtató eredményeket szolgáltatottak. DI GLÉRIA (1964) szerkesztette „Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója” című, több szerző munkaközösségben írt könyvben KERPELY különböző pillangósvirágúval végzett 40 *kisparcellás* szabadföldi kísérlet eredményét közli, amely kísérletek közül 33 pozitív hatást mutatott. Ezek közül néhányat megemlítek. Így a lucernakísérletek az 1957. évben Martonvásáron 16,5%-os átlagos terméstöbbletet eredményeztek. Ugyancsak lucernával 1959-ben Vácott 22,0%-os, 1960-ban Budatétényben 42,0%-os terméstöbbletet lehetett elérni. E kisparcellás kísérleteket különböző kutató intézetek végezték.

A Földművelésügyi Minisztérium által 1958–1960 között az ország 34 különböző helyén lucernával beállított *nagyüzemi* kísérletek célja az oltás termésfokozó hatásának megállapítása volt. Az egyes helyeken átlagosan 10–14 kh nagyságú területeken folyt a kísérlet. Az oltáshoz felhasznált rhizobium oltóanyag hatásossági vizsgálatát az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet végezte. E nagyüzemi kísérletekből kitűnt, hogy a rhizobiumoltásnak nemcsak a termés mennyiségére volt pozitív hatása, hanem emelkedett a pillangósvirágú takarmánynövények nitrogéntartalma, tehát a minősége is. A gazdaságossági számítások szerint a rhizobiumok oltásköltsége kh-ként 7–8 Ft volt, ezzel szemben az előbbieken említett kísérletek kh-ként 301 Ft többletjövedelmet eredményeztek (*Földművelésügyi Minisztérium Mezőgazd. Szerv. Int.* 1960).

Külföldön a rhizobiumoltást a szocialista és a tőkés államokban egyre kiterjedtebben alkalmazzák. Különösen nagy mennyiségű oltóanyagot használnak fel a Szovjetunióban, Csehszlovákiában és Romániában, amit 1962 júliusában Leningrádban a „baktériumtrágyák” alkalmazásáról tartott értekezlet is bizonyított.

Ugyancsak jelentős mennyiségű ilyen oltóanyagot használnak fel a gyakorlatban a tőkés országokban mind Európában, mind az Amerikai Egyesült Államokban.

Ezeknek az eredményeknek ellenére, mint mondtam, még ma is találkozunk egyesek olyan nézetével, amely szerint a rhizobiumokkal való oltásnak nincs jelentősége. Véleményüket egyfelől arra alapítják, hogy a legtöbb talajban oltás nélkül is képződnek a pillangósok gyökerén gumócskák, tehát az illető baktériumok a természetben megvannak, másfelől az oltás során a talajba vitt rhizobiumok szerintük hamarosan elpusztulnak, mivel a laboratóriumi tenyészetek nem bírják a környezetváltozást.

Bár irodalmi adatok is alátámasztják, hogy az oltásnak akkor is lehet pozitív hatása, ha a talajban az illető pillangósvirágú növény rhizobiumai jelen vannak (THORNTON és KLETZKOWSKY, 1950), mégis úgy gondoltuk, nem közömbös a talajba juttatott rhizobium baktériumok oltás utáni életét rádiaoaktív izotóp felhasználásával nyomon követni (KERPELY, ZÁMORY és MANNINGER, 1963). Kísérleteinkhez vörösheréből izolált, hatásosságára nézve előzetesen megvizsgált, nagy teljesítőképességű rhizobium-törzset használtunk. A kísérletet olyan talajon állítottuk be, amely előzetes vizsgálatok eredménye szerint rhizobium baktériumokat természetből fogva bőségesen tartalmazott. A nyolc hetes tenéyzsidő alatt 8–10 naponként 2–2 növényt gyökerestől kiemeltünk és azokkal autoradiográfias vizsgálatokat végeztünk. Eredményeink azt mutatták, hogy oltással a talajba juttatott rhizobiumok nem pusztulnak el, hanem versenyre kelve a talajban levő rhizobium baktériumokkal a pillangósvirágú növények gyökérzetén megtelepedve gumókat képeznek és nitrogén megkötésükkel hasznot eredményeznek.

Nitrogén műtrágyázást könnyű, tápanyagszegény talajok rhizobiumoltás esetében is okvetlenül megkívánnak, hogy a fiatal növénykéket a szimbiózis beálltaig nitrogénnel kellő mértékben elláthassák. A baktériumok elszaporodásához ugyanis bizonyos idő kell és az erőteljes nitrogénkötésük csak a gumócskák megjelenésével, illetve teljes kifejlődésével veszi kezdetét. Ugyancsak fontos, hogy a talaj mésszel megfelelően ellátott legyen. Mésznitrogént négy héttel a pillangósok vetése előtt célszerű a talajba juttatni.

E vázlatos összefoglalóban igyekeztem a légköri nitrogén biológiai úton, rhizobiumok által való megkötésének mezőgazdasági jelentőségét kiemelni. Hazánk nitrogénben szegény talajainak nitrogénpótlása tekintetében tehát a mikrobiológiai eljárások közül a rhizobiumoltás szélesebb körű alkalmazásával tehetünk a legtöbbet.

IRODALOM

- DÉGEN Á.: (1923) Talajoltás. Köztelek, 857.
 DWORAK L.: (1938) Szójaoltási kísérletek 1937 évi eredményei. Köztelek, 186.
 F. M. *Mezőgazd. Szerv. Intézet* : (1960) Lucerna rhizobium ojtási nagyüzemi kísérletek. F. M. kiadványa.
 HELLRIEGEL H. és H. WILLFAHRT: (1888) Untersuchungen über die Stickstoff-Nahrung der Gramineen und Leguminosen. Beilageheft Ztschr. Ver. Rübenzuckerind. Berlin.
 HORN M.: (1939) Tapasztalatok a pillangós növények ojtásánál. Köztelek, 59.
 HORVÁTH E.: (1940) A szójabab vetése Radicinnal. Köztelek, 728.
 KERPELY A.: (1939) Ojtott és ojtatlan pillangósok, mint búzaelvetemények. Köztelek, 784.
 KERPELY A.: (1941) A szójabab eredményes termesztése ojtással. Kisalföldi Gazda, 13.
 KERPELY A., ZÁMORY É. and MANNINGER, E.: (1963) Effect of Inoculation of legumes with Rhizobium Strain labelled with Phosphorus-32. Nature, 198 4886.
 KERPELY K.: (1896) Légenygyűjtő növények és a talajoltás. Köztelek, 1839.
 KERPELY K.: (1897) Légenygyűjtés és talajoltás. Köztelek, 678.
 KURNIK E.: (1942) Szójatermesztési és ojtási kísérletek. Doktori értekezés. Budapest.
 LEGÁNY Ö.: (1926) A szójabab ojtása és nemesítése. Köztelek, 4.
 MANNINGER E.: (1955) Vizsgálatok a Phylaxia néhány Rhizobium-törzsének hatékonyságáról. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei, VI, 1—2. sz.
 MANNINGER E. és SZEGI J.: (1962) A baktériumtrágyák alkalmazásáról tartott nemzetközi koordinációs konferencia Leningrádban. Tom. II No. 1 Agrokémia és Talajtan.
 ROSENBERG V.: (1925) Nitrogén gyűjtő szemölcsök képződése a szójababon. Köztelek, 1112.
 STEININGER J.: (1938) Radicin ojtás eredménye a szójabab termesztésénél. Köztelek, 96.
 SZÁVOSZT Z.: (1938) Radicin ojtás eredményei szójatermesztéssel. Köztelek, 291.
 THORNTON H. G., J. KLETZKOWSKI: (1950) Use of antisera to identify nodules produced by the inoculation of legumes in the field. Nature 4235 : 1118.
 VILLAX Ö.: (1938) Újabb tapasztalatok a pillangósvirágúak ojtásáról. Köztelek, 146.
 ZUCKER F.: (1938) Talajoltás. Köztelek, 937.