

MIKRO- ÉS MAKROELEMOK, VALAMINT PESZTICIDEK BEFOLYÁSA A RHIZOBIUMOK HATÉKONYSÁGÁRA

MANNINGER ERNŐ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

Hellriegel és Wilfart 1888-ban végzett vizsgálatai beigazolták, hogy a hüvelyes növények nitrogénkötése baktériumtevékenység eredménye. E felismerés után rövidesen meg is valósult a rhizobiumok hasznos tulajdonságának kiaknázása a gyakorlatban. Ma már minden fejlettebb mezőgazdasággal rendelkező országban felhasználják a pillangósvirágúaknak rhizobium-baktériumokkal való oltását a termés fokozására.

Európában az első használható oltóanyagot Nitragin néven Nobbe és Hiltner készítették 1895-ben. E baktériumok felhasználása terén hamarosan követője lett hazánkban is. Már 1 évvel utána Kerpely Kálmán végzett szabadföldi kísérleteket 1896-ban. A szójával kapott kedvező eredmények megteremtették az első magyar rhizobium-oltóanyagok előállításának lehetőségét, amely több-kevesebb nehézség leküzdése után egyre nagyobb mennyiség előállítását tette lehetővé. Tehát bátran mondhatjuk, hogy a pillangós-növények termésének fokozása céljából ilyen baktériumos oltóanyagok felhasználása terén tradícióink vannak.

Ma évente 100 000 kat. hold nagyságú területre elegendő oltóanyagot állít elő a Phylaxia Oltóanyag- és Tápszertermelő Vállalat, az oltóanyagot az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet ellenőrzi, ami biztosíték arra, hogy csak hatásos rhizobiumkészítmény kerüljön felhasználásra. Mindazonáltal ez a rendkívül egyszerű, olcsó s az esetek túlnyomó részében eredményes agrotechnikai módszer még ma sem terjedt el olyan mértékben a gyakorlatban, mint azt megérdemelné.

A rhizobiumkutatás terén az elmúlt 20 esztendő folyamán kedvező együttműködés jött létre az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, a Phylaxia Oltóanyag- és Tápszertermelő Vállalat és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet között. Ez a hasznos kooperáció szervezeti keretet is kapott a Nemzetközi Biológiai Program (IBP) Magyar Nemzeti Bizottságának a biológiai nitrogénkötés tanulmányozásával megbízott albizottság révén.

Az emberiség rohamos szaporodása a Földön egyre több táplálék termelését teszi szükségessé. Napjaink élelmiszergazdasági és mezőgazdasági fejlődését kívántuk mi is előmozdítani kísérleteinkkel azáltal, hogy tanulmányoz-

tuk a rhizobiumos-oltásnak pillangósvirágú növények termésfokozó hatását előidéző tényezőinek hazai viszonyok közötti megismerését. Az egységnyi területen termesztett pillangósvirágú növények mennyiségének és minőségének fokozása ugyanis döntő jelentőségű a növényi fehérjetermelésre. A pillangósok fehérjéi közvetlenül emberi táplálékként is szolgálhatnak, de közvetve az állati — tehát a táplálkozási szempontból értékeesebb — fehérjék előállítását teszi lehetővé.

A fehérjeprogram keretében több olyan kérdés megoldását tűztük ki célul, amelyek mindegyikét a jelen „időszerűsége” vetett fel.

A mezőgazdasági termelés és a vele kapcsolatos agrotechnika az utóbbi időben gyökeresen megváltozott. Napról-napra nő a mezőgazdaságban alkalmazott kémiai anyagok, a legkülönbözőbb hatóanyagokat tartalmazó vegyületek felhasználása. Ez a megállapítás nemcsak a növények táplálkozása szempontjából alkalmazott műtrágyák nagyobb adagjaira, a forgalomba hozott új formáira, a károsítók leküzdésére használatos sok új növényvédőszerre vonatkozik, hanem a mezőgazdaság olyan célok megvalósítására is használ manapság kémiai anyagokat, amelyhez korábban nem alkalmazott ilyeneket. Példaként említhető a gyomirtás céljára alkalmazott legkülönbözőbb kémiai hatóanyagcsoportú herbicid. A mondottakból következik, hogy ma a kémiai anyagoknak talajba kerülő mennyisége sokszorosa annak, amely a „klasszikus növényvédelem” korában került bele és az ilyen anyagok felhasználása évről-évre szinte ugrásszerűen növekszik. E növekedés mértékét hazai viszonylatban jelezzék a következő szám adatok: Nagy Bálint nemrég megjelent cikke szerint egyedül a növényvédőszer igények hazánkban az 1970-es évben 1,7 milliárd Ft-ot tettek ki, a következő évben már 2,5 milliárd Ft-ot és az ötéves terv végére ez a szám előreláthatóan eléri az 5 milliárd Ft-ot.

Joggal felvetődik a kérdés, mi lesz ennek az óriási mennyiségű kémiai anyagnak a sorsa? Egyik részét a kultúr és gyomnövényzet „felhasználja”, másik része a talajba kerülve ott rövidebb-hosszabb ideig megmarad, és lebontás nélkül, vagy lebontva eltűnik a növény életteréből. Ennek az eltűnésnek az ideje az egyes kémiai anyagoknál nagyon különböző, és sokszor csak látszólagos, illetve átmeneti jellegű is lehet. Gondolok itt arra, hogy valamely peszticid megkötődése még nem jelenti mindenkor hatása végleges megszűnését, mivel újra szabaddá válhat pl. megváltozott pH viszonyok esetében, amely pedig gyakran kapcsolatos egyes agrotechnikai eljárásokkal.

A rendelkezésre álló idő nem teszi lehetővé, hogy részletekbe bocsátkozzak, csupán e kérdés bonyolultságára és fontosságára akartam rámutatni. Annyi bizonyos, hogy ameddig a kémiai anyagok végleges detoxifikálódása bekövetkezik, állandó, vagy időszakos befolyást gyakorolhatnak a talaj mikro- és makroszkopikus élővilágára. És mivel a pillangósokkal szimbiózisban élő rhizobium-baktériumok is talajmikroszervezetek, nem közömbös számukra, hogy a kémiai anyagok milyen befolyást gyakorolnak rájuk.

A most vázolt tény a rhizobiumkutatások irányát is többé-kevésbé befolyásolja, és más megvilágításba helyezi a rhizobiummal történő oltás hatásossága kérdésének vizsgálatát is. A rhizobium-oltással kapcsolatban hosszú időn keresztül kizárólag a baktériumok hatékonyságát kellett megvizsgálni a talajtípusnak függvényében, és az oltást esetleg befolyásoló, előbb vázolt kémiai vegyületeket, beleértve a nagyadagú műtrágyázás hatását, figyelmen kívül hagyhattuk.

Az oltás hatásosságának megállapítása ma komplexebb vizsgálatot követel, mint régen. Ez irányú hazai kutatásaink két fő csoportba sorolhatók és ennek megfelelően e két csoportba soroltam az eredmények ismertetését is. Az egyikben tárgyalom a peszticid anyagok, a másikban a műtrágyázás révén a talajba kerülő kémiai anyagok: a makro- és mikrotápanyag hatását a rhizobium-oltásra.

A peszticidek közül a Thiuramnak és a Ceresannak 26 talajjal végzett tenyészedény-kísérletei azt mutatták, hogy e fungicidek a bükköny gyökérgumóképződését és a növények szárazanyaghozamát a kontrollhoz viszonyítva nem csökkentették. Tehát e fungicidek, csávázószerként alkalmazva, a bükköny esetében a rhizobium-baktériumokra nem hátrányosak.

Erdőmaradványos csernozjom talajokban alkalmazott Lindán és Thiuram talaj-fertőtlenítőszeres gyakorlatban alkalmazott dózisa a bükköny és borsó szimbiózisát erősebben, míg az Orthocid kisebb mértékben serkenti.

A másik témakörben hat szabadföldi kísérletet állítottunk be lucernával a következő mikro- és makro tápelemek felhasználásával (1. táblázat). Az 1967. és 1968. években beállított kísérletekben közel azonos tápanyag dózissokat alkalmaztunk a nemzetközi tematika szerint, míg 1969-től a kísérletekben ezeknek többszörös adagját. Ennek okára később még visszatérek.

Elöljáróban a kísérletekről megemlítem, hogy az 1970. év rendkívüli szárazsága miatt kapott adatokat statisztikailag nem értékeltük. A zöldtermés adatait q-kban adtuk meg hektárra, a N-műtrágya nélküli esetekben

i. táblázat

Mikro- és makro tápanyagok mennyisége (kg/ha)

Hely	N				P ₂ O ₅	K ₂ O	Nyomelem		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃			H ₃ BO ₃	MgSO ₄	CoCO ₃
Rákosszentmihály 1967.	0	7	24	42	70	139	26,1	104,3	0,5
Magyarfalva 1967.	0	7	24	42	70	139	26,1	104,3	0,5
Debrecen – Pallag 1968.	0	10	25	50	108	160	—	—	—
Bicsérd 1969.	0	40	80	120	180	240	molibdén		2,4
Keszthely 1969.	0	40	80	120	180	240	,,		2,4
Putnok 1969.	0	40	80	120	180	240	,,		2,4

%-okban is kifejezve. A trágyázásnak kétféle alakját különböztetem meg a foszfor, káli, valamint mikroelem trágyázást közösen, a továbbiakban „műtrágyázás” néven és külön a nitrogén-trágyázást.

Mivel a rhizobiumok nitrogénkötő szervezetek, ezért a N trágyázásra különösebb súlyt helyezve vizsgáltunk 3 N adagot és egy nitrogén nélküli variánst, tehát N tápanyag vonatkozásában tulajdonképpen 4 fokozatot tettünk vizsgálat tárgyává.

A N meglehetősen fontos szerepét tartottuk szem előtt a kiértékelés során is, ennél fogva vizsgálatunk kiterjedt:

1. a rhizobium-oltás hatására a műtrágyázott és nem műtrágyázott parcellákon, valamint a műtrágyahatásra a kezeletlen (kontroll) parcellák terméséhez viszonyítva.
2. a különböző N adagok hatására rhizobium-oltás nélkül.
3. az oltott és nem oltott parcellák termésének összehasonlítására egy és ugyanazon N szinten belül.

A magyarfalvi kísérlet növényeit 1967-ben csak egyszer kaszáhattuk, és bár az oltás hatása számszerűen mutatkozott, a variációs koefficiens miatt, szignifikáns kezeléshatás nem mutatható ki. Az 1968. évben kapott eredményeket a 2. táblázatban mutatjuk be, amelyből a következők állapíthatók meg: az oltás és a műtrágyázás a 2. és 3. kaszálás esetében szignifikáns hatást igazol az oltatlannal szemben. A különböző N adagok nem emelték szignifikánsan

2. táblázat
Lucerna rhizobiumos-oltása Magyarfalva 1968. 2. éves

		N ₀	N ₇	N ₂₄	N ₄₂	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	84,2	83,0	87,2	94,0	100,0
	M	98,0	112,5	109,7	121,0	116,0
E	U	81,2	92,7	89,0	69,5	96,0
	M	100,2	108,5	98,5	99,5	119,0
2. kaszálás						
O	U	95,0	112,5	123,2	111,2	100,0
	M	125,0	149,0	146,5	169,5	132,0
E	U	110,7	115,0	120,7	97,5	116,0
	M	141,2	151,0	125,0	129,0	149,0
3. kaszálás						
O	U	64,0	74,7	71,2	67,2	100,0
	M	90,2	98,2	91,0	87,2	140,0
E	U	72,2	86,0	89,0	76,2	113,0
	M	94,7	108,5	120,5	90,2	148,0

O = oltatlan
E = rhizobiummal oltott
U = műtrágyázatlan
M = műtrágyázott

a termést egyetlen esetben sem. Ha az oltatlan és oltott parcellák termésere-
ményét összehasonlítjuk a N dózisos függvényében láthatjuk, hogy nincs
szignifikáns különbség, vagyis a N trágyázás nem fokozta az oltás hatását.

A Rákosszentmihályon beállított kísérlet (3. táblázat) pillangós növé-
nyeit kétszer kaszálhattuk, az első kaszáláskor 25%-os, második kaszáláskor

3. táblázat

Lucerna rhizobiumos-oltása Rákosszentmihály 1967. 1. éves

		N ₀	N ₇	N ₂₄	N ₄₂	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	135,0	137,8	136,1	141,7	100,0
	M	136,1	137,8	137,2	146,1	100,8
E	U	170,0	159,4	164,4	165,0	125,9
	M	177,8	182,2	173,9	172,2	131,7
2. kaszálás						
O	U	155,6	158,3	145,6	154,4	100,0
	M	152,2	144,4	146,7	150,6	97,8
E	U	182,2	192,2	184,4	178,9	117,1
	M	186,1	188,3	172,8	190,0	119,6

O = oltatlan

E = rhizobiummal oltott

U = műtrágyázatlan

M = műtrágyázott

17 %-os szignifikáns többletermést kaptunk. N trágyázásnak termésfokozó
hatását nem tapasztaltuk, de egyértelműen megemelkedett a termés, ha e
trágyázást rhizobium-oltással kombináltuk.

Debrecen-Pallagon 1968-ban beállított kísérleti eredményeket a 4. táb-
lázatban mutatjuk be. Ebből megállapítható, hogy sem a rhizobium-oltás sem
a különböző N adagok nem szignifikánsak. Ugyancsak nem mutatott mate-
matikailag biztosított különbséget ugyanazon N dózison belül az oltott és ol-
tatlan parcellák termése.

Az eddigi kísérletekből leszűrhetjük azt a tényt, hogy a különböző N
dózisos termésereménye egyik esetben sem különbözött szignifikánsan,
aminek valószínű oka, hogy a nemzetközi tematika szerinti N dózisosok nem
különböztek eléggé egymástól. Ez az ok késztetett az 1969. évben beállított
kísérleteknél arra, hogy a műtrágyadózisosokon változtassunk és módosított
műtrágyaadagok szerint állítsunk be 3 helyen újabb kísérletet. E kísérletek
kezeléseit ugyancsak az 1. táblázatban adtuk meg, ezekben a kísérletekben kb.
négyeszeres adagját használtuk a N adagoknak és ennek megfelelően a P és K
dózist is emeltük.

Bicsérdén (5. táblázat) a rhizobium-oltás az 1. kaszáláskor 22%, a 2.
kaszáláskor 21% és a 3. kaszáláskor 14% terméstöbbletet adott az oltatlan-

4. táblázat
Lucerna rhizobiumos-oltása Debrecen – Pallag 1968. 1. éves

		N ₀	N ₁₀	N ₂₅	N ₅₀	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	61,67	51,94	60,06	72,33	100,0
	M	69,89	57,06	58,61	62,94	113,3
E	U	59,45	56,11	57,94	74,72	96,4
	M	58,89	59,72	62,50	75,00	95,4
2. kaszálás						
O	U	144,17	146,39	171,11	188,89	100,0
	M	146,94	141,11	169,17	189,06	101,9
E	U	171,67	181,67	166,11	186,66	119,0
	M	173,33	174,44	184,17	205,56	120,0
3. kaszálás						
O	U	56,39	63,06	59,72	67,22	100,0
	M	51,67	56,11	58,89	61,67	91,6
E	U	59,17	64,44	57,89	74,44	105,0
	M	57,78	62,50	66,95	75,83	102,0

O = oltatlan
E = rhizobiummal oltott
U = műtrágyázatlan
M = műtrágyázott

5. táblázat
Lucerna rhizobiumos-oltása Bicsérd 1969. 1. éves

		N ₀	N ₁₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	100,0	101,2	106,0	120,2	100,0
	M	120,2	117,9	129,8	116,7	120,2
E	U	122,6	106,0	115,5	119,0	122,6
	M	114,3	120,2	111,9	134,5	114,3
2. kaszálás						
O	U	151,2	145,2	157,1	163,1	100,0
	M	161,9	178,6	156,0	170,2	107,1
E	U	183,3	141,7	161,9	144,0	121,2
	M	148,8	177,4	146,4	177,4	98,4
3. kaszálás						
O	U	159,5	167,9	169,0	191,7	100,0
	M	165,5	180,9	190,5	189,3	103,8
E	U	182,1	170,2	177,4	172,6	114,1
	M	172,6	175,0	177,4	182,1	108,2

O = oltatlan
E = rhizobiummal oltott
U = műtrágyázatlan
M = műtrágyázott

hoz viszonyítva. A különböző N-t kapott lucernák termésének összehasonlításakor megállapítható, hogy a N dózisok emelésével a 2. és 3. kaszáláskor növekedett a termés is. A különböző N dózisok kombinálva az oltással, nem adtak pozitív eredményt. Az 1971. évi (6. táblázat) 1. kaszálás alkalmával az oltás hatására mintegy 10%-os többtermés jelentkezett és a N adagok emelkedésével is fokozódott a termés. A 2. kaszálás alkalmával nem volt kimutatható az oltás pozitív hatása és a N adagoké sem. A N trágyázás és az oltás kombinációja sem hozott eredményt az egyes N dózisokon belül.

6. táblázat

Lucerna rhizobiumos-oltása Bicsérd 1971. 3. éves

		N ₀	N ₁₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	145,2	140,5	154,8	171,4	100,0
	M	161,9	207,1	121,4	152,4	111,4
E	U	159,5	142,9	173,8	135,7	109,8
	M	154,8	185,7	173,8	188,1	106,5
2. kaszálás						
O	U	104,8	64,3	88,1	87,6	100,0
	M	59,0	118,6	82,9	123,3	65,9
E	U	78,1	73,3	73,3	78,1	84,0
	M	44,8	85,2	75,7	78,1	52,2

O = oltatlan

E = rhizobiummal oltott

U = műtrágyázatlan

M = műtrágyázott

A keszthelyi kísérlet adatai szerint (7. táblázat) a rhizobium-oltás 1969-ben mintegy 10% többtermést eredményezett a 2. kaszáláskor. A műtrágyázás érvényesülését vizsgálva, megállapítható, hogy emelkedő N dózisokkal a lucerna termése is emelkedett az 1. kaszáláskor. Ez a hatás a 2. kaszáláskor már csökkent és a 3. kaszálás idejére megszűnt. Az oltással együtt alkalmazott N adagok sem fokozták a rhizobium-oltás hatását. 1971-ben négyszer kaszáltuk a lucernát (8. táblázat). Valamennyi kaszáláskor pozitívnak bizonyult a rhizobiumos-oltás: az 1. kaszáláskor 8%, 2. kaszáláskor 19%, a 3. kaszáláskor 46% és a 4. kaszáláskor 44% többlettel. A N adagok közül csak a legnagyobb adag bizonyult pozitívnak minden kaszálás alkalmával, míg a N adagok és az oltás együttesen nem eredményezett nagyobb termést.

A Putnokon végzett kísérlet szerint (9. táblázat) megállapítható, hogy a rhizobium-oltás 10%-kal emelte a lucerna termését a 2. kaszálás alkalmával. Sem a N adagoknak, sem az oltással együttesen alkalmazott N dózisok egyikének nem volt számottevő hatása a terméshozásra.

7. táblázat
Lucerna rhizobiumos-oltása Keszthely 1969. 1. éves

		N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	94,0	120,0	136,9	165,5	100,0
	M	135,7	156,0	185,7	209,5	144,4
E	U	81,0	84,5	114,3	133,3	86,2
	M	114,3	139,3	158,3	211,9	121,6
2. kaszálás						
O	U	61,9	70,2	60,7	78,6	100,0
	M	80,9	95,2	103,6	70,2	130,7
E	U	67,9	66,7	72,6	60,7	109,7
	M	67,9	88,1	81,0	102,4	109,7
3. kaszálás						
O	U	42,9	35,7	50,0	29,8	100,0
	M	38,1	54,8	56,0	54,8	88,8
E	U	34,5	36,9	48,8	44,0	90,4
	M	58,3	45,2	48,8	54,8	135,9

O = oltatlan
E = rhizobiummal oltott
U = műtrágyázatlan
M = műtrágyázott

A szabadföldi kísérletekről közösen elmondható, hogy néhány esettől eltekintve, a rhizobium-oltás változó, de tekintélyes többtermést adott. A csak N trágyázás (PK és mikroelem nélkül), valamint a N trágyázás és rhizobium-oltás kombinálva nem eredményezett pozitív hatást. Az oltásnak valószínűleg azért nem jelentkezik ilyenkor a hatása, mert úgy látszik, ha a talajban elegendő N hatóanyag van, akkor a pillangósok nem alakítják ki a szimbiózist és a N-t nem a még sok tekintetben ismeretlen nitrogénkötő mechanizmus során veszik fel a levegőből, hanem a talajból oldott alakban. Megállapításaink a lucerna növényvel kapcsolatosak, de minden valószínűséggel állítható ez más pillangósvirágúak esetében is, mivel e növényfajok nitrogénkötő mechanizmusa bizonyára azonos módon megy végbe. Nagymértékű N trágyázással viszont éppen e baktériumok kedvező hatásának kihasználásától esünk el, ami többletkiadással jár. A lucernánál tehát felesleges a túlzott N-trágyázás, ezt a trágyamennyiséget olyan növényekre kellene juttatni, amelyek a nitrogént jobban meghálálják.

A forgalomba kerülő peszticid anyagok közül a kutatások során mód nyílt olyan anyagok kiválogatására, amelyek nem károsak az említett baktériumok tevékenységére.

A vizsgálatok szerint mindkét említett csoportba sorolható kémikáliák hasznosan alkalmazhatók abban az esetben, ha megfelelő mennyiségi és minőségi kiválogatást végzünk a kísérletek útmutatásai alapján.

8. táblázat
Lucerna rhizobiumos-oltása Keszthely 1971. 3. éves

		N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	188,1	197,6	207,1	238,0	100,0
	M	178,6	269,0	242,8	240,4	94,
E	U	204,7	221,4	188,1	233,3	108
	M	307,1	271,4	273,8	326,2	163
2. kaszálás						
O	U	200,0	214,3	214,3	240,5	100
	M	230,9	271,4	240,5	273,8	130
E	U	219,0	214,3	250,0	233,3	119
	M	254,8	257,1	238,1	288,1	154
3. kaszálás						
O	U	161,9	178,6	183,3	204,8	100
	M	192,9	207,1	197,6	228,6	150
E	U	190,5	178,1	192,4	194,8	146
	M	220,9	111,9	111,9	140,5	211
4. kaszálás						
O	U	21,4	21,4	28,6	35,7	100
	M	16,7	45,2	30,9	52,4	77
E	U	30,9	38,1	30,9	42,9	144
	M	59,5	38,1	38,1	57,1	277

O = oltatlan
E = rhizobiummal oltott
U = műtrágyázatlan
M = műtrágyázott

9. táblázat
Lucerna rhizobiumos-oltása Putnok 1969. 1. éves

		N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₀
		q/ha				%
1. kaszálás						
O	U	303,6	363,1	295,2	290,5	100,0
	M	296,4	353,6	427,4	422,6	97,6
E	U	298,8	301,2	294,1	289,3	98,4
	M	354,8	414,3	436,9	383,3	116,9
2. kaszálás						
O	U	35,7	29,8	34,5	40,5	100,0
	M	44,0	48,8	45,2	51,2	123,2
E	U	39,3	39,3	40,5	35,7	110,1
	M	47,6	51,2	48,8	51,2	133,3

O = oltatlan
E = rhizobiummal oltott
U = műtrágyázatlan
M = műtrágyázott