

## **A borsó és bükköny gyökérgumóiban élő baktériumok N-kötő aktivitása, valamint a nitrogén felhalmozódásának dinamikája a növényben**

L. NITÁ

*Központi Baktériumtrágya Állomás, Bukarest*

Mint közismert, a pillangósvirágú növények gyökérgumóiban élő rhizobium baktériumok jelentős mennyiségű nitrogént kötnek meg a légkörből és fokozzák a talaj termékenységét. A gyakorlat széles körben alkalmazza a különböző neveken forgalomba kerülő rhizobium készítményeket (Nitragin, Rhizonit, Baktonit stb.), a pillangós növények magvainak beoltása céljából. A baktériumos oltóanyag alkalmazása azonban csak abban az esetben eredményes, ha az aktív nitrogénkötő baktériumokat tartalmaz. Ezért az inaktív, valamint a kevésbé aktív rhizobium törzsekkel kapcsolatban sok szerző (RAZUMOVSKAJA [6], KRASZILNIKOV [4], RAZUMOVSKAJA és VASZILJEVA [7], FJODOROV [2] FJODOROV és LÁSZLÓ [3], NOBBEL és HILTNER [5], STEVENS [8], CHEN, NICOL és THORNTON [1], THORNTON [9], TURCSIN [10]) foglalkozott.

Annak ellenére, hogy a rhizobiumok aktivitásával kapcsolatban nagyszámú közlemény jelent meg, ez a kérdés még távolról sincs teljesen tisztázva.

### **Kísérleti rész**

Vizsgálatainknak az képezte feladatát, hogy tisztázzuk a borsó és bükköny gumóiból izolált rhizobium-törzsek nitrogén felhalmozó képességét az említett növényekben. Ennek alapján tanulmányoztuk 1. a nitrogén felhalmozódásának dinamikáját a növény fejlődésének különböző stádiumaiban, 2. a fehérje és nem fehérje nitrogén arányát a különböző rhizobium-törzsekkel oltott növényeknél, 3. a rhizobium-törzsek morfológiai változkonyságát meghatározott időszakokban, valamint 4. a rhizobiumok nitrogénkötő képességét a fejlődés különböző szakaszaiban.

A fenti kérdések tisztázása céljából tenyészedény kísérletet állítottunk be borsóval (*Viktória*), valamint bükkönnyel. Az oltás céljából felhasznált törzseket M. V. Fjodorov, a Moszkvai Timirjavez Akadémia professzora bocsátotta rendelkezésünkre.

A növényeket üvegedényben neveltük fel, melybe előzőleg 8 kg Hellriegel I. tápoldattal átitatott kvarchomokot helyeztünk. A kísérletet két variációban állítottuk be. Az egyikben a Hellriegel I. oldat nitrogéntartalmát egytizedére csökkentettük, a tenyészedényekbe tett növényi magvakat pedig különböző rhizobium-törzsekkel oltottuk be. A második variációban a növények teljes adagú nitrogén műtrágyát kaptak, de ezeket nem oltottuk be. Az utóbbi kezelés a nitrogén felvétel gyorsaságának tanulmányozására szolgált.

A homokot és a Hellriegel oldatot tartalmazó tenyészedényeket 1 atm. nyomás mellett másfél órán át autoklávbán sterilizáltuk, a magvak felületét pedig 2—3 percig tömény kénsavban történő áztatással fertőtleníttük. A steril magvakat Petri-csészében előcsíráztattuk és az első variációban felhasználtakat 5—6 órával vetés előtt beoltottuk aktív rhizobium-törzsekkel. A borsó és bükköny beoltását a 13-as, 32-es, 248-as és 134-es törzsekkel végeztük, a bükköny beoltásánál a 33-as törzset is felhasználtuk.

A kísérlet folyamán a növényekből 10 esetben vettünk mintákat. Minta-vételkor az egyes kezelésekben 2 tenyészedény anyagát dolgoztuk fel. A növények kémiai analizisével párhuzamosan meghatároztuk a gyökérzetben képződött gumók mennyiségét, méretét és súlyát. A legmagasabb gumószám, illetve súly, a borsónál a 13-as, a bükkölynél pedig a 32-es törzs esetében volt. A különböző törzsek nem egyformán képeztek gumókat, valamint a gumók méretei is lényegesen különböztek egymástól. A borsó esetében éles különbségeket lehetett megfigyelni az egyes törzsekkel kezelt gumók színében, a bükkölynél azonban ilyen különbség kevésbé volt megfigyelhető. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a gumók színe nagymértékben függ a növények sajátosságától. FJODOROV [2] szerint a pigmenteknek a nitrogénkötés mechanizmusában betöltött szerepe másodlagos és csupán a molekuláris nitrogénre ható katalizátorral van kapcsolatban. A gumók külső alakjáról ugyancsak következtetni lehet a törzsek aktivitására.

A termés mennyiségét a légszárazra kiszáritott minták súlyából állapítottuk meg. A kapott adatok mutatják, hogy aktív törzsekkel történt beoltás jelentős mértékben megemelte a szárazanyagsúlyt. A legnagyobb termést azoknál a kezeléseknél kaptuk, amelyeket a 13-as és 32-es törzsekkel oltottuk be. Az intenzív gumóképzés emelte a növények nitrogéntartalmát is, amint azt a későbbiekből látni fogjuk. Az egyes törzsek teljesítőképességére leginkább az össznitrogén mennyiségéből lehet következtetni. A nitrogént a földfeletti részekben, a gyökerekben, valamint a gumókban külön-külön határoztuk meg.

A kísérlet adatai azt mutatják, hogy a megkötött nitrogén mennyisége szoros kapcsolatban van az egyes törzsek teljesítő képességével. Az 1—2. táblázatból kiemelezhető, hogy a nagyobb aktivitással rendelkező törzsek előbb kezdenek részt venni a növény nitrogén táplálásában, mint a kevésbé aktívak. Pl. a 13-as törzs a második évben 10 nappal korábban kezdett hatni, mint a 248-as és ezen idő alatt 13,04 mg nitrogént kötött meg a légkörből. Ugyanezt figyeltük meg a 32-es bükköny törzsnél, amely az első évben 4,4 mg, a második évben pedig 7,8 mg nitrogént kötött meg 1 g növényi szárazanyagra átszámítva. A táblázatban csak a második év adatait tüntettük fel.

Igen érdekesek azok az adatok, amelyeket azáltal kaptunk, hogy a megkötött nitrogén mennyiségét 1 mg gumósúlyra, illetve 1 g földfeletti növényrész szárazanyagsúlyra számítottuk át. Az 1 mg gumósúlyra számított nitrogén mennyisége fokozatosan emelkedik a vegetációs idő végéig. 1 g földfeletti növényrész szárazanyagsúlyára legintenzívebb nitrogénkötés a virágzás és hüvelyképzés időszakával esik egybe.

A rhizobiumok nitrogénkötő aktivitása, amelyet a 24 óra alatt megkötött nitrogén mennyiségével fejeztünk ki, a virágzás időszakáig fokozatosan emelkedik, majd a vegetációs periódus végéig fokozatosan csökken. A különböző törzsek különböző nitrogénkötő képességgel rendelkeznek.

Ha ugyanazon növényfaj (borsó, bükköny) gyökérzetén élő különböző törzsek nitrogénkötő aktivitását viszonyítjuk egymáshoz, akkor azt látjuk, hogy az

## I. táblázat

**A nitrogén felhalmozódása a különböző baktériumtörzsekkel beoltott bükkönynövényekben  
1/10 nitrogénadagot (Hellriegel) tartalmazó tenyészeményekben**

(1) Betakarítás jele és vetés utáni napok száma	(2) A törzs száma	(3) A felhalmozódott össz-N mg/lg növényi szárazanyag					(4) A megkötött N mg-ban				
		szár	mag	gyökér	gumó	összes	összes	az egyes törzsek közötti különb- ség %-ban	1 mg gumó súlyra	1 g növé- nyi szá- razanyag súlyra	1 nap alatt
I. 15 nap	32	7,6	—	3,3	—	10,9	—	—	—	—	—
	33	6,3	—	2,5	—	8,8	—	—	—	—	—
	134	7,3	—	3,0	—	10,2	—	—	—	—	—
II. 25 nap	32	23,7	—	9,5	—	33,2	—	—	—	—	—
	33	12,8	—	4,1	—	16,8	—	—	—	—	—
	134	15,8	—	5,8	—	21,6	—	—	—	—	—
III. 35 nap	32	61,5	—	11,6	2,0	75,1	7,8	—	0,12	2,9	0,8
	33	36,8	—	8,7	1,8	47,3	—	—	—	—	—
	134	45,5	—	9,4	1,8	56,7	—	—	—	—	—
IV. 39 nap	32	115,0	—	14,6	2,9	132,5	64,9	182,5	0,68	14,6	16,3
	33	75,7	—	11,1	2,2	89,0	21,8	61,2	0,30	6,9	5,4
	134	88,2	—	11,8	2,7	102,7	35,5	100,0	0,40	10,0	8,9
V. 43 nap	32	185,0	—	13,4	3,9	202,3	135,1	463,5	1,08	20,5	33,0
	33	106,7	—	9,1	2,9	118,7	51,4	62,2	0,34	11,7	12,9
	134	134,7	—	11,6	3,5	149,8	82,6	100,0	0,72	16,7	20,0
VI. 48 nap	32	225,4	—	14,6	3,1	243,1	176,6	133,0	1,28	24,0	35,3
	33	132,8	—	11,8	2,4	147,0	79,9	64,5	0,82	14,7	16,0
	134	175,0	—	13,4	2,7	191,4	123,9	100,0	1,18	20,6	24,8
VII. 58 nap	32	194,0	171,9	15,2	2,9	384,0	316,7	123,4	2,56	25,2	31,7
	33	124,8	99,5	12,3	1,8	238,4	171,3	66,6	1,91	18,2	17,1
	134	176,3	131,7	13,9	2,3	324,2	257,0	100,0	2,23	22,2	25,7
VIII. 68 nap	32	144,2	244,5	14,7	2,6	406,0	338,6	131,8	2,39	23,7	33,9
	33	96,0	133,0	10,6	1,4	241,0	174,0	70,0	2,39	17,7	17,4
	134	125,3	188,0	11,1	2,1	324,5	257,3	100,0	2,32	21,8	25,7
IX. 78 nap	32	125,0	241,3	11,2	2,3	379,3	312,1	128,0	3,18	22,0	31,2
	33	79,7	139,8	8,9	1,3	229,6	169,4	69,5	2,49	16,1	16,9
	134	104,3	195,0	9,9	1,8	311,0	243,8	100,0	2,56	18,9	24,4
X. 90 nap	32	101,8	246,2	12,9	—	360,9	293,8	125,2	—	20,7	24,4
	33	75,8	116,2	9,2	—	201,2	134,0	57,3	—	13,7	11,0
	134	96,5	196,0	8,9	—	301,4	234,2	100,0	—	18,2	19,5

Egy tenyészeménybe 67,2 mg nitrogént vittünk be.

igen erősen változik az egyes törzsek esetében. Minden törzsnek meghatározott nitrogénkötő aktivitása van, és ebben különbözik más törzsektől.

A gyenge és erős nitrogénkötő képességgel rendelkező rhizobium-törzseknek a növény nitrogéntartalmára gyakorolt hatása az alábbi következtetések

2. táblázat

**A nitrogén felhalmozódása a különböző baktériumtörzsekkel beoltott borsónövényekben,  
1/10 nitrogénadagot (Hellriegel) tartalmazó tenyészedényekben**

(1) Betakarítás jele és vetés utáni napok száma	(2) A törzs száma	(3) A felhalmozódott össz-N mg/1 g növényi szárazanyag					(4) A megkötött N mg-ban				
		szár	mag	gyökér	gumó	összes	összes	az egyes törzsek közötti külön- ség %- ban	1 mg gumó súlyra	1 g növé- nyi szá- razanyag súlyra	1 nap alatt
I. 15 nap	248	34,0	—	9,3	—	43,3	—	—	—	—	—
	13	44,6	—	10,5	—	55,1	—	—	—	—	—
II. 25 nap	248	49,7	—	10,7	—	60,4	—	—	—	—	—
	13	66,3	—	13,9	—	80,2	13,0	—	—	—	1,3
III. 35 nap	248	97,9	—	13,9	2,5	114,3	47,0	100,0	0,42	9,3	4,7
	13	145,2	—	15,1	2,9	163,2	96,8	205,6	0,81	14,3	9,7
IV. 39 nap	248	134,0	—	13,9	2,5	153,4	86,3	100,0	0,69	12,8	21,6
	13	233,0	—	17,4	4,3	254,7	187,5	217,0	1,17	20,4	46,6
V. 43 nap	248	182,0	—	15,0	3,5	200,5	133,3	100,0	0,84	16,1	33,2
	13	274,8	—	17,8	4,6	294,2	227,0	170,9	1,55	22,6	56,5
VI. 48 nap	248	198,0	—	13,5	3,8	215,3	148,2	100,0	0,89	16,1	29,6
	13	280,5	—	14,5	4,7	299,7	232,3	156,7	1,13	20,1	46,5
VII. 58 nap	248	130,7	115,0	14,9	3,1	263,7	196,5	100,0	1,24	16,1	19,7
	13	222,8	145,0	12,8	3,4	384,0	316,7	161,5	1,76	21,2	31,7
VIII. 68 nap	248	105,2	134,0	11,7	2,6	253,5	186,3	100,0	1,42	13,6	18,6
	13	165,9	208,4	13,2	3,0	390,5	323,5	173,0	1,66	19,3	32,4
IX. 78 nap	248	59,5	182,7	11,0	2,0	255,2	188,0	100,0	1,59	12,8	18,8
	13	120,9	236,0	12,4	2,7	372,0	304,6	161,8	2,03	16,6	30,5
X. 90 nap	248	49,1	177,4	9,4	—	235,9	168,7	100,0	—	12,0	14,0
	13	88,2	250,8	10,5	—	349,5	282,5	167,3	—	16,0	23,6

Egy tenyészedénybe 67,2 mg nitrogént vittünk be.

levonására jogosít. A nitrogénkötő baktériumok tevékenységének eredményeképpen történő nitrogénfelhalmozódás időszaka az erős aktivitással rendelkező törzseknél hosszabb, mint a gyengébb törzseknél. Az előbbieknél a nitrogénkötő organizmusok tevékenysége a növény fejlődésének előrehaladottabb szakaszában szűnik meg. A jó nitrogénkötő törzsek a növény egész vegetációs periódusában aktívabbak mint a gyengébbek.

Az oltott és oltatlan növények nitrogénfelhalmozódásának dinamikájában különösen az első időben vannak nagy különbségek (első-második hét), amikor a baktériumok még nem vesznek részt a növények nitrogén táplálásában, ezért az oltott (1/10 nitrogénadagot kapott) növények nitrogénhiányban szenvednek. Ebben a fejlődési stádiumban a szövetekben található nitrogén a talaj szervesanyag-vegyületeiből származik.

Az ezt követő időben a baktériumok tevékenységének eredményeképpen a növények nitrogéntartalma gyorsan emelkedik.

A nem oltott növényeknél, melyek teljes nitrogénadagot kaptak nitrogénhiány nem volt megfigyelhető. Ezek a növények nitrogénben gazdagok, annak ellenére, hogy az egész vegetációs idő alatt nem következett be fertőzés, azaz gumóképzés.

A fehérjenitrogén meghatározásánál kapott kísérleti adatok azt mutatják, hogy a különböző törzsek különbözőképpen gyarapítják a növény fehérjetartalmát. Azok a törzsek, melyek sok nitrogént kötnek meg (13,32) megemelik a fehérje nitrogén arányt is. Ilyenformán a rhizobiumok nitrogénkötő aktivitása, valamint a fehérje és a nem fehérje nitrogén mennyisége között egyenes arányosság áll fenn. Ebből arra lehet következtetni, hogy a rhizobiumos oltás csak abban az esetben emelheti a fehérjeanyagok százalékos arányát a növényben, ha azt nagy teljesítőképességű törzsekkel végezzük. Ezért a rhizobium-törzsek értékelésénél nemcsak az össznitrogén mennyiségére, hanem a fehérje és nem fehérje nitrogén egymáshoz viszonyított arányára is figyelemmel kell lenni, és elsősorban azokat a törzseket kell a gyakorlatban alkalmazni, melyek emelik a fehérjetartalmat is.

A fenti vizsgálatokon kívül papírkromatográfiás módszerrel megkíséreltünk kapcsolatot kimutatni az aktív és kevésbé aktív törzseket tartalmazó gumók fehérje hidralizátumának aminosav tartalma és a szabad aminosavak összetétele között, azonban lényeges különbséget nem sikerült megállapítani. A vizsgálatokat a 32-es és 33-as törzssel végeztük. Az analízis folyamán az aktív törzseknel túlsúlyba jutott az aszparagin, aszparaginsav és alanin (3. táblázat).

3. táblázat

**A gumókban levő szabad aminosavak előfordulása**

Aminosavak	IV-es periódus		VI-os periódus	
	32-es törzs	33-as törzs	32-es törzs	33-as törzs
Aszparagin .....	+++	+	++	+
Arginin .....	+	+	-	-
Aszparaginsav .....	+++	++	+++	+++
Alanin .....	+++	+	+++	+++
Glutaminsav .....	+	+	++	+
Lizin .....	+	+	+	+
Tirozin .....	-	-	+	-
Triptofan .....	+	-	+	+
Metionin .....	-	-	-	-
Valin .....	nyomokban	nyomokban	nyomokban	nyomokban
Fenilamin .....	+	+	-	+
Leucin csoport .....	nyomokban	nyomokban	nyomokban	nyomokban
Prolin .....	+	+	-	-
Cisztin .....	-	-	-	-

Munkánk befejező részében tanulmányoztuk a borsó és bükköny gumóiban élő rhizobiumok morfológiai változását a növény fejlődésének különböző szakaszaiban. Ebből a célból az egyes vizsgálati periódusokban a gumókból preparátumokat készítettünk mikroszkópos vizsgálat céljára. A vizsgálatok adatai azt mutatták, hogy egy vegetációs periódusban a gumókban élő baktériumok néhány fejlődési stádiumon mennek keresztül (pálcika alak, elágazó bakteroid alak, stb.).

Minden egyes stádium a baktérium meghatározott fiziológiai állapotának felel meg, és meghatározott nitrogénkötési aktivitással rendelkezik. Adataink részben azt mutatják, hogy a nitrogént a bakteroid stádiumban levő szervezetek képesek megkötni, más részről pedig arra mutatnak, hogy az inaktív törzsek-nél, ahol a nitrogénkötés minimális volt, a baktériumok ugyancsak végimentek a fenti stádiumokon. Ebből következik, hogy a bakteroid alak távolról sem jelenti azt, hogy aktív nitrogénkötő törzssel rendelkezünk.

A különböző teljesítőképességű törzsek átmenete egyik stádiumból a másikba a gumóban nem egyformán megy végbe. Az aktívabb törzsek pálcika alakú sejtjei gyorsan alakulnak át bakteroidokká, mint a kevésbé aktív törzsekéi. Ezzel lehet magyarázni, hogy a nagyobb teljesítőképességgel rendelkező törzseknél korábban kezdődik a nitrogénkötés, mint a kevésbé aktív törzsek esetében. Megfigyelhető továbbá az is, hogy az utóbbiaknál (33-as és 248-as törzs) a protoplazma fiziológiai változása (szemcsék, vákuolák képződése) sokkal gyorsabban megy végbe, mint az aktív törzseknél.

A különböző rhizobium-törzsek morfológiai változékonyságával kapcsolatos vizsgálatainak adataiból az alábbi következtetéseket lehet levonni: *a)* a borsó és bükköny gyökérzetének gumóiban élő baktériumok egymást követő morfológiai és fiziológiai változásai függenek az illető baktérium törzs természetétől *b)* a nagy teljesítőképességgel rendelkező törzseknél a sejt szerkezete a tenyésztési folyamán változatlan marad. *c)* a gyenge nitrogénkötő törzsek esetében az előzőkkel ellentétben a bakteroid stádium rövidebb. A sejt szerkezete a nyolcadik szakasztól kezdődően megváltozik s folyamatosan szemcsés szerkezetté válik.

### Összefoglalás

Vizsgálatokat végeztünk a borsó és bükköny gyökérgumóiban élő különböző teljesítőképességű rhizobium-törzsekkel. A különböző aktivitással rendelkező törzsek nem egyforma mennyiségben képeznek gumókat, valamint a gumók méretei is lényegesen eltérnek egymástól. A borsó esetében éles különbségek voltak az egyes törzsekkel kezelt gumók színében, a bükkölynél ez a különbség kevésbé volt megfigyelhető. Megállapítottuk, hogy a nitrogén felhalmozódásának dinamikája a növények fejlődésének különböző szakaszaiban függ a törzs aktivitásától. A jó teljesítőképességű törzsek a nagyobb mennyiségű nitrogén megkötésén kívül abban is különböznek a kevésbé aktív törzsektől, hogy az előbbieknél felhasználásakor emelkedik a fehérjenitrogén aránya, valamint az aminosavak mennyisége. Az aktív törzsek sejtszerkezete a tenyésztési végéig változatlan marad, a gyenge nitrogénkötők esetében pedig a tenyésztési második felében a protoplazmában szemcsék képződnek. A nitrogént a rhizobiumok akkor képesek megkötni, ha a gumóban a bakteroid alakok válnak uralkodóvá.

*Érkezett : 1963. július 21.*

### Irodalom

- [1] CHEN, H., NICOL, H. & THORNTON, H.: The growth of nodule bacteria in the expressed juices from legume roots bearing effective and ineffective nodules. Proc. Roy. Soc. 129. 1940.
- [2] FJODOROV, M. V.: O mechanizme ucsasztia geminnih pigmentov v fixacii molekularnogo azota klubenkovümi bakterijami. DAN. SSSR. Novaja szerija 76. 917—920. 1951.



- [3] FJODOROV, M. V. & LÁSZLÓ, Gy.: Azotfixszirujuscája aktivnoszt klubenkövű bakterij goroha i viki v klubenkah v raznie fazű bobovogo raszteniya. *Izv. TSzHA.* (2) 61—82. 1956.
- [4] KRASZILNIKOV, N. A.: Effektivnoszt bakterizacii v zaviszimoszti ot virulentnoszti *Bac. radicola*. *Trudű gorkovszkogo sz/h insztituta.* I—II. 1939.
- [5] NOBBEL, F. & HILTNER, L.: Wodurch werden die Knöllchen besitzenden Leguminosen befähigt den freien atmosphärischen Stickstoff für sich zu verwerten. *Landw. Vers. Stats.* 42. 459. 1893.
- [6] RAZUMOVSZKAJA, Z. G.: Obrazovaniye klubenkov v razlicsnű szortov goroha. *Mikrobiologija.* 6. 321. 1937.
- [7] RAZUMOVSZKAJA, Z. G. & VASZILJEVA, O. A.: Ucsen. zapiszki leningradszkogo universzitetu No 216. 1956.
- [8] STEVENS, I. V.: A study of various strains of *Bac. radicola* from nodules of alfalfa and sweet clover. *Soil Sci.* 20. 45. 1925.
- [9] THORNTON, H. G.: The nodule bacteria and their host legumes: Some problems that they still present. *Sci. Progr.* 42. 185—204. 1954.
- [10] TURCSIN, F. V.: Rol mineralnogo i biologicseszskogo azota v zemledelii SSSR. *Pocsvovedenie.* (6) 15—29. 1956.

### Азотофиксирующая активность клубеньковых бактерий гороха и вики и динамика накопления азота в бобовом растении

Л. НИЦЭ

Центральная станция по бактериальным удобрениям Бухарест  
(Румыния)

#### Резюме

1. Динамика накопления азота у разных штаммов клубеньковых бактерий, обитающих в клубеньках гороха и вики, отличаются в зависимости от активности штаммов. Сильные азотофиксирующие штаммы имеют более длительный период накопления свободного азота за счет деятельности бактерий, населяющих клубеньки, чем слабофиксирующие штаммы. Это определяется тем, что у первых момент начала накопления азота наступает раньше, а момент окончания позже, чем у вторых. А также повышенный урожай зеленой массы у гороха и вики, как и более быстрое их созревание, отмечено в варианте с инокуляцией активными клубеньковыми бактериями.

2. Данные биохимического анализа показали, что сильные азотофиксирующие штаммы бактерий, помимо накопления большого количества общего азота, отличаются от слабых азотофиксирующих и по накоплению белкового азота, оно у них более высокое, кроме того активные клубеньки в некоторой степени богаче аминокислотами.

3. Морфологические изменения, которые претерпевают разные штаммы бактерий, в клубеньках растений протекают не в одинаковом ритме. В то время как у сильных азотофиксирующих штаммов бактерий клеточная структура сохраняется в продолжении всего вегетационного периода с преобладанием бактериоидов ветвистых форм, у слабо азотофиксирующих она теряется к его концу, превращаясь в зернистую структуру.

4. Между морфологическими изменениями бактерий и накоплением азота в растениях в течение вегетационного периода существует определенная параллельность. Максимум накопления азота наступает у всех штаммов в тот момент, когда в клубеньках преобладают бактериоидные ветвистые формы.

Здесь, повидимому, важную роль играет физиологическое состояние клубеньковых бактерий в стадии бактериоидов и их способность фиксировать и отдавать растениям фиксированный азот воздуха.

Наряду с главной ролью бактериоидных форм в азотофиксации, в то же время надо отметить, что наличие бактериоидов в неактивных клубеньках свидетельствует о том, что не всегда бактериоидная форма связана с активной фиксацией азота.

*Табл. 1.* Накопление общего азота растениями вики, инокулированными различными штаммами бактерий на фоне 1/10 нормы азота по Гельригелю в вегетационных сосудах. (1) Сроки уборки и число дней после посева. (2) Форма штамма. (3) Накопление общего азота в мг/грамм, в стеблях, семенах, корнях, клубеньках и всего. (4) Фиксированный азот атмосферы в мг, всего, разница между штаммами в %%, на один мг. веса клубенька, на грамм сухого веса растения и за сутки.

Табл. 2. Накопление общего азота растениями гороха, инокулированными разными штаммами бактерий на фоне 1/10 нормы азота по Гельригелю в вегетационных опытах. Обозначения см. в табл. 1.

Табл. 3. Результаты хроматографического анализа свободных аминокислот в клубеньках при инокуляции штаммами бактерий № 32 и № 33.

## L'activité fixatrice d'azote des bactéries des nodosités du pois et de la vesce, et la dynamique de l'accumulation de l'azote dans la plante

L. NITÁ

Station Centrale pour les Engrais de Bactéries, Bucarest (Roumanie)

### Résumé

1. Chez les races de Rhizobium isolées des nodosités du pois et de la vesce la dynamique de l'accumulation présente des différences en rapport avec l'activité de la race. Les races à bon rendement peuvent ravitailler en azote la plante pendant une période plus longue que les races à faible rendement, parce que chez les premières la fixation de l'azote commence plus tôt et finit plus tard. Les plantes inoculées avec des races actives produisent plus de matières vertes et mûrissent aussi plus vite.

2. Les données des examination biochimiques montrent, que les races actives diffèrent des races moins actives non seulement parce qu'elles augmentent davantage la teneur de la plante en azote, mais aussi en cela que le rapport protéine-azote et, en certains cas, la teneur en aminoacides, sont plus élevés.

3. La variabilité morphologique des races de rhizobium à différents rendements présente aussi un rythme différent. La structure des cellules des races à bon rendement reste invariable pendant tout le temps du développement de la plante, tandis que des granules se forment dans le protoplasme des races moins actives, dans la seconde moitié de la période végétative.

4. L'on peut constater une corrélation définie entre la variabilité morphologique des bactéries et la quantité d'azote fixée pendant la période végétative. Le maximum de l'accumulation de l'azote se réalise, avec toutes les races, lorsque les formes bactéroïdes deviennent dominantes dans les nodosités. Comme le stade bactéroïde s'observe aussi chez les races inactives, l'on peut admettre qu'il n'y a pas de relation directe entre celui et la grande capacité de fixer l'azote.

Tableau 1. Accumulation de l'azote dans les plantes de vesce inoculées avec diverses races de bactéries, cultivées dans des pots contenant 1/10-e de la dose d'azote (Hellriegel). (1) Marque de la rentrée et nombre des jours après les semailles. (2) Races de bactéries. (3) Azote total accumulé dans les tiges, grains, racines, nodosités et total mg. (4) Azote fixé total en mg, en pourcent de la différence entre les diverses races, calculé en raison de 1 mg de nodosité, 1 g du poids de la matière sèche de la plante et pendant 1 jour.

Tableau 2. Accumulation de l'azote dans les plantes de pois inoculées avec diverses races de bactéries, cultivées dans des pots contenant 1/10-e de la dose d'azote (Hellriegel). Pour les signes voir tabl. 1.

Tableau 3. Présence des aminoacides libres dans les nodosités inoculées avec les races 32 et 33.