

**A rhizobium törzsek hatékonysága
és a hüvelyes növények gyökérgumóiban
és gyökereiben levő aminosav tartalom
közötti összefüggések tanulmányozása**

S. A. Z. MAHMOUD, S. M. TAHA és S. H. SALEM

*Ain Shams Egyetem Agronómiai Karának Mezőgazdasági
Bakteriológiai Tanszéke, Kairó (EAK)*

A rhizobium oltással foglalkozó kutatások során megállapítást nyert, hogy a megkötött nitrogénből szintetizált vegyületek mennyiségi és minőségi összetétele különbözhet a törzsek aktivitásának a foka szerint. Találunk olyan munkákat is, amelyek a hüvelyes növények gyökereinek és gyökérgumóinak aminosav tartalmát vizsgálták. Igen jelentős lépéseket tettek e tekintetben HUNT [6], ZELITCH és munkatársai [18], valamint SEN és BURMA [11], akik a különböző hüvelyes növények gyökérszöveteiben és gyökérgumóiban előforduló szabad és kötött aminosav tartalmat tanulmányozták. SEN és BURMA úgy találták, hogy nincs mennyiségi különbség a különböző növények gyökér és gyökérgumó szöveteinek aminosav tartalmában. Ők azonban nem tanulmányozták a rhizobiumok hatékonysága és a hüvelyes növények aminosav tartalma közötti összefüggést.

Más szerzők, így ASZEJEVA és KIRILLOVA [2] a rhizobiummal oltott hüvelyesek gyökérgumóban és gyökereiben található szabad aminosavak mennyiségi viszonyait igyekeztek felderíteni. Úgy találták, hogy a *Rhizobium meliloti* törzssel oltott lucerna szabad aminosav tartalma 1,5—2,0-szeresére emelkedett a kontrollhoz viszonyítva. DINCSEV [4, 5] szerint a gyökérgumó-baktériumokkal oltott babmagvakból kifejlődött növények gyökereiben, szárában és leveleiben az oltás hatására a szabad aminosavak mennyisége, elsősorban az aszparaginsav-, glutaminsav-, glicin- és alanintartalom növekedett. VAN [13] és NITA [7, 8] DINCSEV-hez hasonló adatokat kaptak.

WIERINGA és BAKHUIS [16], SILNYIKOVA [12], valamint PATE, WALKER és WALLACE [10] rhizobiummal oltott borsónövények könnyezési nedvének szabad aminosavtartalma ismeretében, meg tudták különböztetni az effektív és ineffektív rhizobium törzseket.

Mindezek alapján igen fontosnak tartottuk a rhizobium törzsek hatékonysága és néhány fontos hüvelyes növény gyökerében és gyökérgumójában levő aminosavak minőségi és mennyiségi előfordulásának összefüggéseit tanulmányozni. Úgy véljük, hogy ilyen jellegű tanulmány fényt deríthet a rhizobium törzsek hatékonyságára, illetve a hüvelyes növények és a baktériumok közötti szimbiotikus viszonyra. Ezen túlmenően a fent említett vizsgálatokat feltehetően módszerként is tudjuk hasznosítani az effektív és ineffektív törzsek megkülönböztetésére.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat különböző hatékonyságú rhizobium törzsekkel oltott magvakból fejlődő lencse (*Lens esculenta*), bab (*Phaseolus vulgaris*) és lóbab (*Vicia faba*) növényekkel végeztük.

E növények előzetesen fertőtlenített magjait oltottuk rhizobiumokkal. A magokat üvegházban, sterilizált homokot tartalmazó tenyészedényekbe vetettük el, steril körülmények között. Az öntözést és tápoldat utánpótlást időközönként aszeptikus feltételek között végeztük el.

A növekedés különböző szakaszaiban 5-től 50 napos korban a növények gyökerét óvatosan kiemeltük oly módon, hogy az egész gyökérrendszer együtt legyen. Ezután papírkromatográfiás módszerrel analizáltuk a gyökeret és a gyökérgumók szöveteinek aminosavtartalmát.

Mosás után a gyökérgumóval rendelkező gyökereket levágtuk, majd a gumókat elkülönítettük a gyökérről. A gyökerek és gumók súlyát megmértük és azok kötött és szabad aminosavtartalmát analizáltuk.

A különböző színű gumók, különböző aminosavtartalmát szintén vizsgáltuk a lencse, bab és lóbab növényeknél.

1. Kötött aminosav vizsgálata

Kb. 50 mg szárazsúlynak megfelelő friss gumómintát hidrolizáltunk 10 ml 6N HCl-ban 24 órán keresztül szobahőmérsékleten, zárt kémcsövekben. A sósavat vákuumban 35° C-on történő ismételt evaporációval távolítottuk el. A pigment anyagok és a sejttörmelék eltávolítása céljából a bepárolt hidrolizátumot 10 ml desztillált vízzel, aktív szén jelenlétében rázattuk, majd szűrtük. Az aminosavakat tartalmazó filtrátumot vákuumban sűrítettük be. Az aminosavakat 1 ml 10%-os izopropanolban oldottuk fel.

2. Szabad aminosavak vizsgálata

500 mg friss növényi szövetet összezuztunk, majd 4 órán keresztül 10-szeres térfogatú 80%-os etilalkohollal rázatva extraháltuk. Az oldhatatlan anyagokat centrifugálással csapattuk ki és különítettük el. A szabad aminosavakat tartalmazó maradékot 1 ml 95%-os etilalkoholban oldottuk fel.

3. Kromatográfiás elválasztás

Egydimenziós, felszálló, kromatográfiás módszert használtunk vizsgálatainkban. A gyökerekből és gumókból 80%-os etilalkohollal extrahált aminosavakat, az úgynevezett szabad aminosavakat és a sósavas hidrolízissel felszabadított kötött aminosavakat, kromatografáltuk — n-butanol—ecetsav—víz 4 : 1 : 5 arányú oldószer szerves fázisában PARTIDGE [9] módszerével.

A papírt 3 egymást követő napon kezeltük, így módon az aminosavak jól elkülönültek. Az aminosavak láthatóvá váltak 0,1% ninhidrint tartalmazó butanol oldattal való bepermetezés és az azt követő 70° C-on 5—10 percig való melegítés után. Az így módon kialakult foltok meghatározására denzimétert használtunk (Carl Zeiss Scanner készülék).

Eredmények

A) *Lencse (Lens esculenta)*

Az 1. táblázat adatai mutatják az effektív és ineffektív rhizobium törzsekkel (RL₄₉ és RL₄₁) oltott lencse növény gyökérgumóiban és gyökerében levő kötött és szabad aminosavakat.

Az effektív rhizobium törzsekkel oltott lencse magokból fejlődő növények gumóiban és gyökereiben jelentősen nagyobb koncentrációban fordultak elő az aminosavak, mint az olyan növények esetében, amelyeknek magvait inefektív törzsekkel oltottuk be. Aszparaginsavat és glutaminsavat lényegesen nagyobb mennyiségben figyelhettünk meg, mint más aminosavakat.

Az aminosavak koncentrációja mind a gumókban, mind a gyökerekben a növény növekedésével párhuzamosan emelkedett. Ez a jelenség a kötött aminosavak esetében volt leginkább megfigyelhető.

Érdekes megjegyezni, hogy a triptofan, mely az effektív törzssel oltott magból kifejlődő növény gyökereinek korai fejlődési szakaszában kimutatható volt, nem fordult elő az inaktív törzssel oltott növények gyökerében. Ezt az aminosavat azonban nem tudtuk kimutatni a gyökér későbbi növekedési szakaszában. A szabad triptofan és tirozin aminosavak jelenlétét figyelemre méltó mennyiségben határoztuk meg mind az effektív, mind az ineffektív gumókban, de azok nem fordultak elő a gyökerekben. Metionin kötött állapotban nem volt kimutatható a gyökerekben a növekedés korai szakaszában, de később mindkét kezelésben előfordult. Prolin és fenil-alanin jelenlétét nem tudtuk kimutatni, α -amino vajsav pedig csak az ötnapos gyökérmintákban (csíranövény) fordult elő (1. táblázat).

B) *Bab (Phaseolus vulgaris)*

Amint az a 2. táblázatból kitűnik, hasonlóképpen a lencséhez, az aszparaginsav és glutaminsav nagy koncentrációban fordult elő bab növényekben is. Az is látható a táblázatokból, hogy az ineffektív törzsekkel oltott növények gumóiban és gyökereiben kevesebb aminosav volt kimutatható. Az arginin nem volt felfedezhető a gumókban a növekedés későbbi szakaszában. Az inefektív törzsekkel oltott magvakból kifejlődő növények gyökereiből az említett aminosav a későbbiekben eltűnt (2. táblázat). Arginin szabad állapotban figyelemre méltó mennyiségben volt kimutatható a gyökér és a gumó későbbi növekedési szakaszában. Szabad triptofant nem találtunk sem a gyökerekben, sem a gumókban. Szabad tirozint szintén nem tudtuk kimutatni az ineffektív törzssel oltott növények gumóiból és gyökereiből, sem a növekedés korai, sem pedig annak későbbi szakaszában (2. táblázat).

A csírázás utáni első 5 napon a gyökerekben szerin aminosavat szabad állapotban szintén nem találtunk. Valint és cisztint jelentősen kisebb mennyiségben találtunk, mint más szabad aminosavat.

C) *Lóbab (Vicia faba)*

A 3. táblázat adatai hasonló tendenciát mutatnak, mint azt a lencse és bab esetében tapasztaltuk. Az effektív törzsekkel oltott magvakból fejlődő növények gyökérgumóiban és gyökereiben jóval nagyobb mennyiségű kötött

1. tábl

**Aminosavak előfordulása effektív és ineffektív rhizobiumokkal oltott
(μ mole/g szárazanyag)**

(1) Aminosav	(2) Effektív törzs (RL ₁₉)						
	Gyökérgumó			Gyökér			
	20	35	50	5	20	35	50
<i>A) Köött aminosavak</i>							
Aszpargin sav	87,2	106,4	112,4	75,6	99,4	105,2	110,2
Lizin	29,2	21,2	29,0	24,0	23,0	33,2	36,8
Glutaminsav	142,4	172,6	162,2	132,2	136,4	140,0	165,0
Triptofan	11,6	9,6	12,2	12,2	11,2	—	—
Tirozin	19,2	11,4	15,6	17,6	8,6	11,2	15,4
Treonin	48,2	51,2	50,4	45,2	45,6	49,2	50,0
Szerin	25,0	27,2	38,8	22,2	20,0	33,6	43,0
Glicin	36,6	39,2	40,2	25,0	33,4	36,6	36,6
Alanin	27,2	33,6	35,0	18,8	27,6	27,8	23,2
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	4,0	17,2	14,8	—	—	16,2	15,0
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	29,0	26,0	33,6	28,2	36,0	37,2	39,2
Hisztidin	22,0	28,1	28,0	20,2	16,4	17,0	18,3
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	12,0	17,8	10,4	12,0	12,4	13,6	14,8
Aszparagin	39,6	42,8	44,6	—	25,2	40,2	48,4
α -amino vajsav	—	—	—	++	—	—	—
<i>B) Szabad aminosavak</i>							
Aszpargin sav	19,2	22,5	23,1	13,9	19,5	21,0	22,6
Lizin	5,8	5,3	7,0	5,6	5,4	5,8	6,8
Glutaminsav	31,2	37,3	37,6	26,1	28,1	30,0	32,5
Triptofan	3,8	3,9	4,2	—	—	—	—
Tirozin	4,3	4,9	5,9	—	—	—	—
Treonin	7,5	7,8	7,6	—	6,5	7,1	7,3
Szerin	5,8	7,3	8,9	—	5,0	6,5	6,4
Glicin	9,5	11,1	12,1	9,8	8,6	9,2	11,0
Alanin	8,1	9,2	8,6	6,1	7,1	6,8	8,4
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	6,2	6,5	8,4	6,8	7,0	7,4	7,6
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	++	++	++	++
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	—	—	—	—	—	—	—
Aszparagin	9,1	10,7	11,0	—	6,2	10,0	12,4
α -amino vajsav	++	++	++	++	++	+	+

és szabad állapotban levő aminosavat találtunk, mint az ineffektív törzsekkel oltott magvakból fejlődő növények esetében. A triptofan és prolin a növényi növekedés későbbi szakaszában eltűntek a gyökerekből, mind az effektív, mind pedig az ineffektív törzsek esetében. Metionint nem találtunk a gyökerekben sem a növekedés kezdeti szakaszában, sem pedig a későbbiek során (3. táblázat).

lázat

**lencse gyökerében és gyökérgumójában
5.—50. napig vizsgálva)**

(1) Aminosav	(3) Ineffektív törzs (RL ₁₁)						
	Gyökérgumó			Gyökér			
	20	35	50	5	20	35	50
<i>A) Kötött aminosavak</i>							
Aszparginsav	60,2	76,4	68,4	59,6	32,8	57,2	80,0
Lizin	29,6	20,0	26,4	23,2	23,0	30,4	32,6
Glutaminsav	63,6	74,6	78,2	60,6	64,0	72,0	62,2
Triptofan	9,2	6,4	9,6	—	—	—	—
Tirozin	7,6	11,6	16,2	8,4	11,2	9,2	6,8
Treonin	42,4	36,8	32,2	48,2	38,2	27,2	32,6
Szerin	25,6	26,2	37,2	25,2	24,8	28,2	39,6
Glicin	19,6	22,4	27,4	23,6	23,2	23,6	24,8
Alanin	20,4	23,0	29,2	18,4	21,2	22,8	31,2
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	16,6	13,2	14,2	—	—	14,4	12,8
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	23,2	22,6	22,8	28,4	30,6	28,4	31,2
Hisztidin	15,4	17,2	18,0	21,4	12,6	13,0	15,0
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	10,4	12,8	14,4	12,8	11,6	12,2	12,2
Aszparagin	17,2	15,0	18,2	—	12,0	15,6	17,8
α-amino vajsav	—	—	—	++	—	—	—
<i>B) Szabad aminosavak</i>							
Aszparginsav	11,5	14,3	17,1	19,2	8,2	13,6	18,2
Lizin	4,7	5,0	6,2	5,4	4,2	4,4	5,6
Glutaminsav	15,9	18,4	18,4	21,8	16,6	17,8	20,0
Triptofan	3,7	3,4	4,1	—	—	—	—
Tirozin	4,2	5,1	6,2	—	—	—	—
Treonin	6,5	6,6	5,8	—	7,3	9,0	5,5
Szerin	5,3	5,1	5,7	—	4,4	5,0	5,8
Glicin	4,8	5,2	5,4	4,4	3,4	4,8	4,1
Alanin	5,8	5,9	6,2	6,4	5,9	7,0	7,2
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	4,3	5,1	6,3	7,5	6,3	6,4	6,1
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	++	++	++	++
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	—	—	—	—	—	—	—
Aszparagin	4,6	5,7	5,1	—	4,6	6,3	7,0
α-amino vajsav	+	++	++	+	+	+	++

Megállapítottuk, hogy míg a prolin itt jelentős mennyiségben fordult elő, addig a lencse és bab esetében nem tudtuk felfedezni (1. és 2. táblázat). Arginin szabad állapotban azonban nem volt kimutatható a gyökerekben azoknak a növényeknek az esetében, amelyek ineffektív törzsekkel oltott magvakból fejlődtek ki. Triptofant — szabad állapotban — két esetben szintén nem tudtuk kimutatni. Szabad tirozint — szintén nem találtunk a növekedés e korai szaka-

2. tábl

**Aminosavak előfordulása effektív és ineffektív rhizobiumokkal oltott
(μ mole/g szárazanyag)**

(1) Aminosav	(2) Effektív törzs (RB ₂)						
	Gyökérgumó			Gyökér			
	20	35	50	5	20	35	50
<i>A) Kötött aminosavak</i>							
Aszparginsav	104,0	119,5	115,2	103,2	108,2	102,4	102,0
Lizin	23,6	38,0	48,2	25,2	23,2	37,4	40,0
Glutaminsav	126,8	136,2	140,0	116,8	108,0	118,2	115,6
Triptofan	—	—	—	—	—	—	—
Tirozin	13,2	11,6	6,8	10,8	10,6	12,4	12,2
Treonin	33,6	48,8	53,0	34,0	38,4	42,6	49,2
Szerin	21,2	24,4	30,2	28,0	23,2	28,4	31,2
Glicin	32,2	45,6	48,4	24,4	30,6	39,2	42,0
Alanin	36,6	24,8	42,0	24,0	32,8	31,8	37,2
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	12,0	11,6	12,8	—	12,4	12,6	15,0
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	28,2	25,6	39,2	27,6	28,4	36,8	36,2
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	++	+	+	+	++	+
Arginin	18,0	25,2	—	16,2	18,8	—	23,2
Aszparagin	30,0	35,8	35,2	—	29,6	33,0	28,2
α -amino vajsav	—	—	—	—	—	—	—
<i>B) Szabad aminosavak</i>							
Aszparginsav	21,5	24,5	23,0	20,8	17,1	15,1	20,1
Lizin	6,7	6,8	7,4	6,1	6,6	7,4	7,1
Glutaminsav	33,4	34,1	35,0	24,5	27,0	29,5	28,6
Triptofan	—	—	—	—	—	—	—
Treonin	7,1	7,2	8,4	6,0	5,5	6,3	7,1
Tirozin	3,4	5,2	5,4	—	3,3	3,8	2,2
Szerin	9,4	9,6	11,0	—	8,1	8,7	9,6
Glicin	11,5	10,0	12,4	8,6	9,2	9,2	10,0
Alanin	7,3	7,4	6,8	6,0	6,8	7,2	6,6
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	7,1	8,4	9,3	6,8	7,4	7,6	9,2
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	++	++	++	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	—	—	1,5	—	1,0	2,0	2,3
Aszparagin	8,8	9,1	9,6	2,0	7,4	8,5	7,1
α -amino vajsav	—	—	—	++	—	—	—

szában a gyökérgumókban és gyökerekben, akár effektív akár ineffektív törzs kezelésekről volt szó (3. táblázat).

Mindezek arra mutatnak rá, hogy az oltásra használt rhizobium törzsek effektivitása a gyökerekben és a gyökérgumókban kötött és szabad aminosav mennyiségi előfordulásában megmutatkozott, ugyanakkor minőségi előfordulásra gyakorolt hatásuk nem tisztázódott.

/ ázat

**hab gyökerében és gyökérgumóiban
5.—50. napig vizsgálva)**

(1) Aminosav	(2) Ineffektív törzs (R _{BI})						
	Gyökérgumó			Gyökér			
	20	35	50	5	20	35	50
<i>A) Kötött aminosavak</i>							
Aszparginsav	82,0	77,0	76,0	78,8	78,6	60,8	70,0
Lizin	17,4	25,2	27,4	25,6	23,4	33,6	39,2
Glutaminsav	86,2	88,4	89,2	84,4	86,4	86,0	76,4
Triptofan	—	—	—	—	—	—	—
Tirozin	9,6	9,8	8,2	10,2	10,8	11,6	12,2
Treonin	34,2	48,2	49,2	35,2	34,4	38,6	45,6
Szerin	23,2	22,4	29,6	28,2	21,6	24,6	33,6
Glicin	23,6	29,6	30,8	25,2	25,6	29,6	37,2
Alanin	20,6	21,6	25,2	25,6	22,6	24,4	27,2
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	11,6	12,8	15,0	—	13,6	14,4	14,8
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	26,2	32,0	35,6	28,2	25,2	26,6	28,0
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	22,8	—	—	25,2	13,0	—	—
Aszparagin	16,4	17,4	14,0	3,0	12,0	15,2	10,4
α-amino vajsav	—	—	—	+	—	—	—
<i>B) Szabad aminosavak</i>							
Aszparginsav	11,1	14,5	19,2	20,6	14,3	10,1	18,0
Lizin	5,2	5,8	6,1	5,1	5,8	5,2	5,6
Glutaminsav	11,8	17,0	21,0	21,0	18,7	19,6	24,0
Triptofan	—	—	—	—	—	—	—
Treonin	6,3	7,0	7,7	6,8	4,8	5,8	5,7
Tirozin	2,5	—	—	—	3,2	—	—
Szerin	8,6	10,1	10,4	—	6,8	6,8	7,1
Glicin	5,6	5,1	7,1	8,0	5,2	6,3	6,2
Alanin	6,2	6,8	6,7	6,1	5,9	6,3	6,6
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	6,4	6,6	7,5	6,0	6,2	6,5	8,4
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	++	+	++	++
Cisztin	+	+	—	+	+	+	+
Arginin	—	1,8	2,4	—	1,9	1,8	2,3
Aszparagin	2,1	4,3	3,5	1,5	2,3	2,8	3,8
α-amino vajsav	—	—	—	++	—	—	—

A gumók színe és aminosavtartalma közötti összefüggés

A gumók színe, valamint a kötött és szabad aminosavtartalom közötti összefüggést illetően a 4. táblázat adatai azt mutatják, hogy valamennyi növény esetében a vörös gumókban az aminosav-koncentráció jelentősen nagyobb, jelezve azt, hogy ez utóbbi egyenes arányban nő a törzsek effektivi-

3. tábl

Aminosavak előfordulása effektív és ineffektív rhizobium törzsekkel oltott ($\mu\text{mole/g}$ szárazanyag)

(1) Aminosav	(2) Effektív törzs (RBB ₁₀)						
	Gyökérgumó			Gyökér			
	20	35	50	5	20	35	50
A) Kötött aminosavak							
Aszparginsav	69,2	70,2	92,4	82,4	76,4	78,8	63,2
Lizin	36,2	37,4	46,0	32,2	32,2	37,6	35,8
Glutaminsav	148,8	158,0	162,2	102,8	127,2	120,0	110,8
Triptofan	9,2	9,6	10,3	8,4	9,4	9,6	—
Tirozin	12,6	11,6	13,8	17,8	8,2	9,0	12,3
Treonin	37,2	37,2	42,2	32,6	30,2	30,8	35,4
Szerin	24,4	34,2	37,2	20,0	24,0	25,2	27,6
Glicin	34,4	36,2	46,0	33,0	29,0	32,6	45,0
Alanin	44,8	46,2	53,2	29,8	35,0	39,4	39,4
Prolin	4,4	5,2	9,6	8,4	9,2	9,6	—
Metionin	21,6	22,0	28,8	—	18,8	19,6	24,6
Phenylalanin	23,4	24,8	25,6	21,2	15,2	16,4	17,6
Leucin	25,2	25,6	31,2	22,8	26,4	29,0	34,0
Hisztidin	12,4	12,4	18,0	10,2	11,3	12,0	12,6
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	25,6	26,6	29,0	23,2	20,8	22,4	23,2
Aszparagin	47,2	57,8	57,8	26,0	36,2	18,8	44,4
α -amino vajsav	—	—	—	—	—	—	—
B) Szabad aminosavak							
Aszparginsav	20,1	25,1	23,2	21,0	24,0	24,6	21,8
Lizin	5,1	6,2	—	5,1	5,8	6,3	—
Glutaminsav	40,6	47,2	48,6	28,1	31,3	36,8	34,0
Triptofan	2,2	3,6	3,6	—	—	—	—
Tirozin	—	3,8	4,8	—	—	3,6	3,8
Treonin	6,2	6,8	7,4	—	—	5,4	—
Szerin	10,4	11,0	14,0	12,0	10,1	9,6	12,0
Glicin	13,5	14,6	14,8	9,2	14,0	10,1	11,2
Alanin	9,2	9,0	8,4	7,6	8,4	8,4	8,0
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	7,6	8,6	11,4	6,6	9,0	6,8	12,0
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	—	—	—
Arginin	3,1	2,5	3,4	—	2,2	3,2	3,6
Aszparagin	12,1	12,8	13,4	4,0	8,6	9,4	12,6
α -amino vajsav	—	—	—	++	—	—	—

tásával. Tehát az aminosavtartalmat a törzsek hatékonysága értékmérőjeként lehet felhasználni (4. táblázat).

A barna gumók a nitrogénkötést illetően mérsékelt hatékonyságúnak bizonyultak, a zöld gumók, mint azt a kis mennyiségű kötött aminosavtartalmuk is bizonyítja, ineffektívek voltak. Legjobban illusztrálja ezt az aszparginsav és glutaminsav előfordulása.

lázat

**lőbab gyökerében és gyökérgumóiban
5.—50. napig vizsgálva)**

(3)	Ineffektív törzs (RBB ₁₁)						
	Gyökérgumó			Gyökér			
	20	35	50	5	20	35	50
A) Kötött aminosavak							
Aszparginsav	53,6	54,0	65,2	80,2	46,8	55,2	54,2
Lizin	30,4	31,8	33,8	30,8	22,0	23,8	28,4
Glutaminsav	80,2	82,0	84,8	95,2	65,4	79,4	82,6
Triptofan	8,0	8,8	9,4	7,6	5,6	—	—
Tirozin	7,0	9,6	9,2	15,2	7,2	8,0	8,6
Treonin	28,0	28,4	36,8	31,6	23,0	25,6	25,6
Szerin	22,6	29,6	30,4	20,0	16,4	17,2	18,8
Glicin	18,8	23,0	32,6	32,6	17,2	30,4	26,6
Alanin	20,4	22,4	23,2	28,0	18,8	16,4	18,2
Prolin	8,4	8,8	9,4	7,6	5,6	—	—
Metionin	15,6	17,6	23,0	—	12,6	14,8	14,4
Phenylalanin	14,2	16,8	19,0	22,0	14,8	14,8	16,2
Leucin	23,0	24,0	24,8	23,2	24,2	37,2	24,0
Hisztidin	8,0	12,0	15,3	10,8	10,2	11,6	11,8
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	16,8	16,4	18,2	23,0	17,2	18,4	18,4
Aszparagin	25,0	23,0	33,6	25,6	28,0	28,0	29,6
α-amino vajsav	—	—	—	+	—	—	—
B) Szabad aminosavak							
Aszparginsav	12,8	12,8	15,7	20,0	13,6	14,2	13,4
Lizin	4,5	5,2	—	4,8	5,6	6,0	—
Glutaminsav	12,7	18,8	23,6	25,0	15,3	18,4	21,1
Triptofan	2,0	3,1	2,8	—	—	—	—
Tirozin	—	—	—	—	—	—	—
Treonin	4,6	4,9	—	—	—	3,8	4,4
Szerin	9,4	8,6	9,8	8,6	9,1	9,2	9,4
Glicin	6,2	6,8	7,3	9,4	5,2	4,1	6,2
Alanin	4,1	3,6	2,4	8,0	5,0	4,2	4,8
Prolin	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	6,3	6,6	7,6	6,8	8,1	6,1	9,3
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—
Valin	+	+	+	+	+	+	+
Cisztin	+	+	+	+	—	—	—
Arginin	2,5	2,4	3,6	—	—	—	—
Aszparagin	4,6	5,2	5,2	4,6	5,2	5,4	7,0
α amino vajsav	—	—	—	++	—	—	—

Az eredmények megvitatása

Amint az várható volt, ineffektív rhizobium törzsekkel oltott magokból kifejlődött növények gyökérrendszerében az aminosavak sokkal kisebb mennyiségben fordultak elő, mint az effektív törzsekkel történő oltások esetén. Ezt figyelhettük meg valamennyi vizsgált növényvel végzett kísérletünk során.

4. táblázat

**Aminosavak előfordulása a hüvelyesek különböző színű gyökérgumóiban
(μ mole/g szárazanyag)**

(1) Aminosav	(2) Lencse			(3) Bab			(4) Lóbab		
	Gyökérgumók színe								
	Vörös	Barna	Zöld	Vörös	Barna	Zöld	Vörös	Barna	Zöld
<i>A) Kötött aminosavak</i>									
Aszpargin sav	105,2	98,4	46,2	99,6	86,4	57,2	93,6	89,2	31,2
Lizin	22,4	24,8	17,8	33,4	33,0	28,6	42,8	40,0	36,4
Glutaminsav	162,6	143,8	66,6	154,8	113,0	71,6	155,2	125,6	70,6
Triptofan	16,8	16,2	13,0	—	—	—	8,4	8,4	6,2
Tirozin	19,0	19,0	16,4	12,6	11,6	10,8	16,2	15,6	14,4
Treonin	42,2	40,8	32,2	47,8	43,6	37,6	46,4	42,8	33,4
Szerin	41,6	33,0	24,4	31,0	30,2	24,2	35,6	35,6	32,2
Glicin	39,2	27,8	14,8	45,2	37,6	27,6	56,8	39,4	25,6
Alanin	44,6	39,4	27,6	37,4	27,2	19,4	43,0	40,6	35,2
Prolin	—	—	—	5,6	4,4	4,4	7,2	6,0	4,0
Metionin	17,0	16,0	14,6	15,6	14,2	10,4	24,8	19,0	16,4
Phenylalanin	—	—	—	24,8	24,0	23,6	29,2	23,0	21,6
Leucin	30,4	32,0	26,4	33,0	32,0	32,0	43,6	42,0	36,6
Hisztidin	18,6	18,0	12,2	—	—	—	24,2	18,6	15,8
Valin	+	+	+	+	+	+	—	—	+
Cisztin	+	+	+	—	+	+	—	+	+
Arginin	23,6	21,6	19,6	27,2	24,8	—	23,2	19,6	14,4
Aszparagin	47,2	35,8	21,2	36,4	22,8	15,6	23,6	21,4	11,4
α -amino vajsav	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>B) Szabad aminosavak</i>									
Aszpargin sav	28,3	19,8	12,3	21,2	19,7	7,6	26,1	16,4	8,6
Lizin	11,0	9,6	4,1	7,4	7,0	5,3	3,1	3,0	2,5
Glutaminsav	31,7	23,3	14,4	38,2	30,0	16,6	35,2	28,7	11,6
Triptofan	3,3	3,3	3,0	—	—	—	4,8	4,9	3,3
Tirozin	6,2	6,3	2,9	2,4	2,2	2,4	5,1	4,8	4,6
Treonin	6,8	6,4	6,5	7,6	6,4	5,1	8,2	8,0	4,1
Szerin	7,9	5,7	5,3	9,3	9,8	9,1	12,8	12,0	11,2
Glicin	14,6	11,0	6,8	16,6	13,8	4,8	13,5	12,4	4,1
Alanin	8,5	5,2	3,1	7,1	6,8	2,5	14,1	10,2	3,6
Prolin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metionin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phenylalanin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leucin	9,4	9,4	7,5	8,6	8,8	7,7	12,0	10,0	8,0
Hisztidin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Valin	++	++	+	++	+	+	++	++	+
Cisztin	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arginin	—	—	—	5,2	2,0	2,1	6,8	3,0	2,5
Aszparagin	12,3	9,9	3,2	11,5	8,8	1,8	17,2	14,1	4,8
α -amino vajsav	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Mind a kötött, mind a szabad aminosavakat sokkal kisebb koncentrációban fedeztük fel az ineffektív törzsekkel oltott magvakból fejlődő növényekben. Ezek a megfigyeléseink összhangban vannak ASZEJEVA és KIRILLOVA [2], SILNYIKOVA [12], VAN [13], NITA [7, 8], DINCSEV [4, 5] által kapott eredményekkel.

A gyökérgumókban és gyökerekben található kis mennyiségű kötött nitrogén azt bizonyítja, hogy az ineffektív rhizobium törzsekkel oltott magvakból fejlődő növények optimális növekedése külső nitrogénforrástól függ. Az ineffektív törzs kezeléseket esetében a szabad állapotban levő aminosavak csekély mennyisége szintén igen lényeges momentum, mivel ezek az aminosavak a talajban szabadulnak fel és a hüvelyesek növekedése folyamán ezek a felelősek a talaj nitrogéntartalmának a fokozásáért. Ezek az adatok is alátámasztják, hogy mind a hüvelyesek növekedése, mind a talajtermékenység szempontjából egyaránt fontos a nagy hatékonyságú törzsekkel való oltás, azaz effektív gumók képződésének a biztosítása.

Adatainkból az is kitűnik, hogy glutaminsav és aszparaginsav viszonylag sokkal nagyobb mennyiségekben mutatható ki, mint más aminosavak. Ezek mennyiségi előfordulása nagymértékben függ a törzsek hatékonyságától. Ismereteink szerint e két aminosav az első, amelyek a N-kötés mechanizmusa folyamán képződnek. E két savból más aminosavak képződhetnek a megfelelő α -keto-savval, transzaminációval VIRTANEN [15] és WILSON [17] megfigyelték, hogy az aszparaginsav és glutaminsav alapvető fontosságú savak, amelyekből az aminosavcsoport áttevődik más keto-savakra. A glutaminsav ammóniából és keto-glutaminsavból képződik glutaminsav dehidrogenáz segítségével (BURROWS [3]).

Más szerzők, HUNT [6], ZELITCH és munkatársai [18], SEN és BURMA [11], hasonló eredményeket kaptak a glutaminsav és aszparaginsav rhizobiummal oltott magvakból fejlődő hüvelyesek gumóiban és gyökereiben való előfordulására vonatkozóan. Megállapították, hogy a különböző hüvelyes növények gyökérgumóiban a glutaminsav koncentrációja mindig nagyobb, mint az aszparaginsavé. E megállapítást igazolják az ide vonatkozó munkák valamennyi vizsgált növény esetében. ZELITCH és munkatársai [18] szerint nitrogénizotóppal jelzett szója gyökérgumóiban a jelzett nitrogén a glutaminsavban halmozódik fel, s ez arra enged következtetni, hogy az ammónia ebben a növényben a szimbiotikus N-kötésben intermedier kulcsként szerepel, ami a hidroxilamin másodlagos szerepére utal. Ez szintén megegyezik az általunk kapott adatokkal.

Ahogyan azt a fentiekben már megjegyeztük, vizsgálataink azt igazolják, hogy az effektív és ineffektív gumók közötti aminosav-koncentráció különbségek a növény növekedése korai szakaszában voltak a legszembetűnőbbek. Ez megegyezik SILNYIKOVA [12] kísérleti eredményeivel, aki azt találta, hogy az összes nitrogén és szabad aminosav-koncentráció jóval nagyobb az effektív törzsekkel oltott növények nedveiben, mint az ineffektív törzsekkel kezelt magvakból fejlődő növények esetében. E különbségek különösen a növekedés korai szakaszában voltak élesek.

Érdekes megjegyezni, hogy az aminosavak minőségi előfordulását a törzsek hatékonysága kifejezetten nem befolyásolja. Ez összhangban van ASZEJEVA és KIRILOVA [2], SILNYIKOVA [12], DINCSEV [5] megfigyeléseivel.

Az α -amino vajsav a néhány napos gyökerek csúcsán volt kimutatható, de a későbbiek során a gyökerekben már nem fordult elő, akár effektív, akár ineffektív rhizobium törzsekkel oltott növényekről volt szó (1., 2. és 3. táblázat). HUNT [6] e jelenséget hangsúlyozva, azzal magyarázza az α -amino vajsavnak a növekedés kezdeti szakaszában való megjelenését, hogy az a magproteinjéből, vagy valamelyik aminosav lebomlásából származik. SEN és

BURMA [11] szerint a hüvelyes növények gyökerében előforduló aminosavak dekarboxilálódása révén is keletkezhet.

Munkánk során megfigyeltük, hogy a prolin, fenil-alanin és hisztidin mind az effektív, mind az ineffektív rhizobium törzsekkel oltott lóbab növények gyökérgumó és gyökér savhidrolizátumából kimutatható volt. A felsorolt aminosavak azonban nem voltak megtalálhatóak a lencse és bab növények esetében. Ez a növényiszövetekben az aminosavak és más ketosavak közötti transzaminációs mechanizmussal magyarázható, amelynek révén különféle savak képződhetnek, mely utóbbiak minőségi összetételüket illetően a növény típusától függően különbözhetnek (BURROWS [3]). Ugyanez a jelenség volt megfigyelhető az arginin szabad állapotban a lóbab és bab növényekben történő előfordulására és lencsében való hiányára vonatkozóan. Az arginin BURROWS [3] feltevése szerint glutaminsav feleslegből származhat.

Különböző színű gyökérgumók aminosavtartalma

Kötött és szabad állapotban levő aminosavakból a legnagyobb mennyiséget a vörös gyökérgumókban találtuk. Különösen kifejezett volt ez a glutaminsav esetében. Aminosavtartalom szempontjából a vörös gumókat esőkenő mennyiségi sorrendben a barna, majd a zöld gumók követték. Ez az eredmény megegyezik azzal a megfigyeléssel, mely szerint a vörös gumók az effektív rhizobium törzsek által képezett effektív gumók. Ezt a megállapítást VIRTANEN [14], ALLEN és ALLEN [1] munkái is alátámasztják, akik úgy találták, hogy a vörös gumók szignifikánsan effektívek, a barnák mérsékelten effektívek és a zöldek ineffektívek.

Mivel az effektív vörös gumók nagyobb mennyiségben tartalmaznak aminosavakat, főképpen glutamint és aszparaginsavat, mint a más színű gumók, ebből következtetni lehet arra, hogy ezeknek a savaknak a mennyisége az effektív törzsek kritériumaként is szolgálhat.

Ehhez a faktorhoz természetesen hozzá kell adnunk a hatékonyságnak egyéb fentiekben megállapított jellemzőit is. Ezt a következtetést erősíti meg WIERINGA és BAKHUIS [16] munkája, mely szerint rhizobiummal oltott borsó magvakból fejlődő 3 hetes növények könnyezési nedvének szabad aminosav-tartalma segítségével az effektív és ineffektív törzsek meg lehet különböztetni. Megállapították, hogy aszparaginsav volt az egyetlen aminosav, amely az ineffektív törzsekkel oltott borsó magvakból kifejlődött növény könnyezési nedve tartalmazott. Az effektív rhizobium törzsekkel oltott növények könnyezési nedvéből az aszparaginsavon kívül aszparagint, glutamint, hidroxiprolint és tereonint is sikerült kimutatni.

Összefoglalás

A szerzők az effektív és ineffektív rhizobium törzseknek a lencse, bab és lóbab növények kötött és szabad aminosavtartalmára gyakorolt hatását tanulmányozták. Az aminosavak koncentrációja az effektív rhizobium törzsekkel oltott növények gyökérgumójában és gyökerében általában nagyobb volt, mint az ineffektív törzsekkel oltott növények gyökérgumójában és gyökerében. A gyökérgumók aminosav-koncentrációja közti különbségek mind az effektív, mind az ineffektív rhizobium törzsekkel oltott növények esetében a növekedés

kezdeti stádiumában sokkal inkább szembetűnőbb voltak. Az effektív gyökérgumókban a glutaminsav és aszparaginsav viszonylag nagyobb mennyiségben fordult elő, mint a többi aminosav. A legnagyobb aminosav-koncentrációt valamennyi hüvelyes esetében a vörös gyökérgumókban találtuk, csökkenő sorrendben a barna, majd a zöld gumók következtek. Ez azt mutatja, hogy az igen effektív gumók azok, amelyeknek a színe vörös.

Irodalom

- [1] ALLEN, E. K. & ALLEN, O. N.: Biological aspects of symbiotic nitrogen fixation. RUHLAND, W. *Enycl. of Plant Physiology*. Springer. Berlin. **3**. 48—118. 1958.
- [2] ASZEJEVA, I. V. & KIRILLOVA, N. F.: Vlijanije pocsvennüh bakterii na szoderzsanije szvobodnüh aminokiszlot bobovüh raszteniü. *Naucs. Dokl. vis. skol. biol. Nauk.* (1) 139—144. 1960.
- [3] BURROWS, W.: *Textbook of microbiology*. Saunders. Philadelphia—London. 1963.
- [4] DINCSEV, D.: Vrhu haraktera na azota, fiksziran ot faszulavite grundkovi bakterii v pocsvite na Bolgaria. *Izv. Inst. Pocsvozan Agrotekh. Puskarov.* **4**. 155—165. 1963.
- [5] DINCSEV, D.: Influence of nodule bacteria on the nitrogen nutrition of plants. *Plant-Microbes Relationships. Proc. Symp. Prague.* 1963. 251—255. 1965.
- [6] HUNT, G. E.: A comparative chromatographic survey of the amino acids in five species of legume roots and nodules. *Amer. J. Bot.* **38**. 452—457. 1951.
- [7] NITÁ, L.: A borsó és bükköny gyökérgumóiban élő baktériumok N-kötő aktivitása, valamint a nitrogén felhalmozódásának dinamikája a növényben. *Agrokémia és Talajtan.* **12**. 647—654. 1963.
- [8] NITÁ, L.: A borsó és bükköny gyökérgumóiból izolált, nagy nitrogénkötő képességgel rendelkező rhizobium-törzsek fiziológiai sajátosságai. *Agrokémia és Talajtan.* **12**. 655—660. 1963.
- [9] PARTIDGE, S. M.: Filter paper partition chromatography of sugars. I. General description and application of the qualitative analysis of sugars in apple juice. *Biochem. J.* **42**. 238. 1948.
- [10] PATE, J. S., WALKER, J. & WALLACE, W.: Nitrogen-containing compounds in the shoot system of *Pisum arvense*. II. The significance of amino-acids and amides released from nodulated roots. *Ann. Bot.* **29**. 475—493. 1965.
- [11] SEN, S. P. & BURMA, D. P.: A study with paper chromatography of the amino-acids in legume nodules. *Bot. Gaz.* **115**. 185—190. 1953.
- [12] SILNYIKOVA, V. K.: Azotnűj szosztav paszoki rasztenij goroha, bakterizovannűj raszami klubenkovüh bakterij razlicnoj effektivnoszti. *Izv. A. N. SSSR. Ser. biol.* (6) 840—844. 1964.
- [13] VAN, CH. R.: Vlijanie na grudkovite verhu szoderzsanieto na szvobodni aminokiszeleni i verhu intenzivnoszta na fotoszintezata pri fia. *Izv. Inst. Pocsvoznau. Agrotekh. Puskarov.* **7**. 89—100. 1963.
- [14] VIRTANEN, A. I.: The biology and chemistry of nitrogen fixation by legume bacteria. *Biol. Rev.* **22**. 239—269. 1947.
- [15] VIRTANEN, P. J.: Mechanism of symbiotic N-fixation by leguminous plants. *Third Comm. Internat. Soc. Soil Sci. Trans. A.* 4—19. 1939.
- [16] WIERINGA, K. T. & BAKHUIS, J. A.: Chromatography as a means of selecting effective strains of Rhizobia. *Plant and Soil.* **8**. 254—262. 1957.
- [17] WILSON, J. K.: Over five hundred reasons for abandoning the crossinoculation groups of legumes. *Soil Sci.* **58**. 61—69. 1944.
- [18] ZELITCH, I., WILSON, P. W. & BURRIS, R. H.: The amino acid composition and distribution of ^{15}N in soybean root nodules supplied ^{15}N -enriched N_2 . *Plant Physiology.* **27**. 1—8. 1952.

Érkezett: 1970. november 6.

**Relation between the Efficiency of Rhizobia Strains
and the Amino Acid Content in Nodules and Roots of some
Leguminous Plants**

S. A. Z. MAHMOUD, S. M. TAHA and S. H. SALEM

Department of Agricultural Bacteriology, College of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, (U.A.R.)

Summary

Amino acids in both nodules and roots of leguminous plants were studied after inoculation with effective and ineffective strains of Rhizobia. The study included the conjugated and free amino acids in lentil, bean and broad bean plants. Data have shown that the concentrations of amino acids (conjugated and free) were generally higher in both nodules and roots in the case of plants inoculated with effective Rhizobia strains than with those inoculated with ineffective ones. The differences in the amino acid concentrations in the nodules after treatments with effective and ineffective Rhizobia strains were clearer in the early stage of growth. In the effective nodules, glutamic and aspartic acids were present in comparatively higher amounts than other amino acids. There are essentially no qualitative differences in the known amino acids in the tissues of both nodules and roots whether the inoculated strains of Rhizobia were effective or not. The highest concentration of amino acids was obtained in the red nodules in all legumes, followed by the brown then the green ones. This indicates that the highly effective nodules were those which have internal red colour.

Table 1. Presence of conjugated and free amino acids in the roots and nodules of lentil (*Lens esculenta*) inoculated with effective and ineffective strains of Rhizobia (μ mole/g dry wt.) (1) Amino acids: A) conjugated, B) free. (2) With an effective strain: in the nodules and in the roots, after 5–50 days. (3) With ineffective strain.

Table 2. Presence of conjugated and free amino acids in the roots and nodules of bean (*Phaseolus vulgaris*) inoculated with effective and ineffective strains of Rhizobia (μ mole/g dry wt.) Signs see Table 1.

Table 3. Presence of conjugated and free amino acids in the roots and nodules of broad bean (*Vicia faba*) inoculated with effective and ineffective strains of Rhizobia (μ mole/g dry wt.) Signs see Table 1.

Table 4. Conjugated and free amino acids in nodules of different colours in legumes (μ mole/g dry wt.) (1) Amino acids: A) conjugated, B) free. (2) Lentil; colour of nodules: red, brown and green. (3) Bean. (4) Broad bean.

**Rélations entre l'effectivité des souches de Rhizobia
et la teneur en aminoacides des nodules
et racines de quelques plantes légumineuses**

S. A. Z. MAHMOUD, S. M. TAHA et S. H. SALEM

Chaire de Bactériologie Agricole de la Faculté d'Agronomie, Université Ain Shams, Le Caire, (R.A.U.)

Résumé

Les auteurs ont étudié l'influence de l'inoculation avec des souches effectives et ineffectives de Rhizobia sur la teneur en aminoacides conjugués et libres des plantes de lentilles, haricots et féveroles. La concentration des aminoacides était en général plus haute dans les nodules et les racines des plantes inoculées avec des souches effectives de Rhizobia que dans ceux des plantes inoculées avec des souches ineffectives. Les différences entre les concentrations des aminoacides dans les nodosités étaient plus apparantes, en cas de l'inoculation et avec des souches effectives et avec celles se montrant ineffectives, dans le stade précoce du développement. Dans les nodosités effectives on a trouvé l'acide glutamique et l'acide aspartique en plus grandes quantités relatives que les autres aminoacides. En cas de toutes les légumineuses, les plus hautes concentrations en aminoacides étaient présentes dans les nodosités rouges succédées des nodules bruns et verts. Conséquemment, les nodules de couleur rouge intérieure sont les plus effectifs.

Tableau 1. La présence des aminoacides conjugués et libres dans les racines et les nodosités des lentilles (*Lens esculenta*) inoculées avec des souches de Rhizobia effectives et ineffectives ($\mu\text{mole/matière sèche, g.}$) (1) Aminoacides: A) conjugués, B) libres. (2) Inoculation avec des souches effectives: dans les nodules et les racines, resp. après 5 - 50 jours. (3) Avec des souches ineffectives.

Tableau 2. La présence des aminoacides conjugués et libres dans les racines et les nodosités des haricots (*Phaseolus vulgaris*) inoculés avec des souches de Rhizobia effectives et ineffectives ($\mu\text{mole/matière sèche, g.}$) Désignations voir tabl. 1.

Tableau 3. La présence des aminoacides conjugués et libres dans les racines et les nodosités des féveroles (*Vicia faba*) inoculées avec des souches de Rhizobia effectives et ineffectives ($\mu\text{mole/matière sèche, g.}$) Désignations voir tabl. 1.

Tableau 4. La présence des aminoacides conjugués et libres dans les nodosités de différentes couleurs des légumineuses. (1) Aminoacides: A) conjugués, B) libres. (2) Lentille: nodosités de couleur rouge, brune et verte. (3) Haricots. (4) Féverole.

Изучение зависимости между эффективностью штаммов клубеньковых бактерий и содержанием аминокислот в клубеньках и корнях бобовых растений

С. А. З. МАХМУД, С. М. ТАХА и С. М. САЛЕМ

Кафедра сельскохозяйственной бактериологии Агрономического факультета Эйн Шемс Университета Каир (О. А. Р.)

Резюме

Авторами изучалось влияние, оказываемое активными и инактивными штаммами клубеньковых бактерий на содержание связанных и свободных аминокислот в растениях чечевицы, фасоли и лошадиного боба. Концентрация аминокислот была выше в клубеньках и корнях растений, привитых активными штаммами клубеньковых бактерий, по сравнению с их содержанием в клубеньках и корнях растений, привитых инактивными штаммами. Разница в концентрациях аминокислот в клубеньках растений, привитых как инактивными, так и активными штаммами была особенно заметной в начальной стадии развития растений. В активных клубеньках обнаружено относительно высокое содержание глутаминовой и аспарагиновой кислот по сравнению с другими аминокислотами. Самая высокая концентрация аминокислот для всех бобовых растений наблюдалась в клубеньках красного цвета, затем, по убывающей степени, следовали бурые и зеленые клубеньки. Это показывает, что наиболее эффективными являются клубеньки красного цвета.

Табл. 1. Содержание связанных и свободных аминокислот (в $\mu\text{моль/г}$ сухого вещества) в клубеньках и корнях чечевицы (*Lens esculenta*), привитой активными и инактивными штаммами клубеньковых бактерий. (1) Аминокислоты: А) Связанные аминокислоты. В) Свободные аминокислоты. (2) Активные штаммы в клубеньках и корнях 5-50 дней. (3) Инактивные штаммы.

Табл. 2. Содержание связанных и свободных аминокислот (в $\mu\text{моль/г}$ сухого вещества) в клубеньках и корнях фасоли, (*Phaseolus vulgaris*) привитой активными и инактивными штаммами клубеньковых бактерий. Обозначения смотри в таблице 1.

Табл. 3. Содержание связанных и свободных аминокислот (в $\mu\text{моль/г}$ сухого вещества) в клубеньках и корнях конского боба (*Vicia faba*), привитого инактивными и активными штаммами клубеньковых бактерий. Обозначения смотри в таблице 1.

Табл. 4. Содержание связанных и свободных аминокислот в клубеньках различного цвета на корнях бобовых растений. (1) Аминокислоты: А) Связанные, В) Свободные. (2) Чечевица, цвет клубеньков — красный, бурый и зеленый. (3) Фасоль. (4) Конский боб.