

## A talaj sótartalmának hatása a gyökérgümő-baktériumok és a lóbab szimbiózisára

S. H. SALEM, E. M. GEWAILY és F. I. EL-ZAMIK

Zagazig Egyetem Mezőgazdasági Karának Növénytani Tanszéke, Zagazig (E.A.K.)

A talaj tulajdonságait, így sótartalmát, lúgosságát, magas mésztartalmát, stb. befolyásoló tényezők csökkenthetik a rhizobiumok és pillangósok szimbiózisának hatékonyságát, azaz a maximális nitrogénkötő képesség elérését. Egyiptomban jelentős területet foglalnak el a szikes talajok a rendszeresen öntözött területeken is [10].

A sótartalom befolyásolhatja egyrészt a rhizobiumokat, másrészt a pillangós növényt, de mindkét szimbiontapartner is. A pillangósok közül néhányat, mint pl. a babot, sóérzékenynek, míg másokat sóval szemben mérsékelten ellenállóknak találtak, ilyen pl. a lóbab [2, 7]. A sóknak a rhizobiumokra gyakorolt hatását már többen tanulmányozták. Így HAMDÍ [6] úgy találta, hogy a *Rhizobium japonicum* esetében a táptalajhoz kalcium-klorid formájában adott kalcium optimális koncentrációja 2 ppm, míg *Rhizobium meliloti* és *Rhizobium leguminosarium* esetében 8 ppm, *Rhizobium trifolii* jelenlétében pedig 32 ppm. BADAWY-FARIDA és ALLEN [3] kimutatták, hogy azok a rhizobium törzsek, amelyeket sorozatosan alacsony kalciumtartalmú táptalajokban tartottak fenn, kisebb gümőket hoznak létre, mint az ugyanilyen, de 8,5 ppm kalciumot tartalmazó táptalajban tenyésztettek.

A sókezelés hatását a gümőképzésre és a nitrogénfixálásra szintén többen tanulmányozták. BERNSTEIN és HAYWARD [4] azt tapasztalták, hogy a gümő kialakulása szinte teljesen elmarad, ha a gyökér körüli talajból nyert telített kivonat elektromos vezetőképessége elérte a 7 mmhos/cm-t. IBRAHIM és társai [8] úgy találták, hogy a Na-os sókezelés csökkentette a gümőképződést, a szárazanyag-tartalmat és a nitrogénfelvételt a lóbab és a tehénborsónövények esetében. Arról, hogy a sótartalom miként befolyásolja a pillangósok és rhizobiumok kapcsolatát egyiptomi viszonyok között, kevés adattal rendelkezünk. Tiszta kvarchomokkal beállított modellkísérletekben vizsgáltuk, hogy az egyiptomi talajokban előforduló jelentősebb sók hogyan hatnak a *Rhizobium leguminosarium*-ra és a lóbab szimbiotikus nitrogénkötésére.

### Anyag és módszer

A kísérlet célja annak tanulmányozása volt, hogy a nátrium- és kalcium-kloridsók miként hatnak a homokkultúrában tenyésztett rhizobiumok és pillangós növények kapcsolatára. A tiszta homokot 2 mm-es szitán átszitáltuk,

majd üvegcádákban huszonnégy órán át 50%-os (6 N) sósavoldattal kezeltük. Ezután a homokot átfolyó csapvízzel mostuk, majd néhányszor desztillált vízzel is átöblítettük. A mosott homokot napon megszárazítottuk, majd autoklávban 1 atm nyomáson, négy órán át sterilizáltuk.

A nátrium- és kalcium-kloridot ötféle koncentrációban adagoltuk a mintákhoz. A különböző só dózisok az alábbiak voltak:

NaCl	CaCl <sub>2</sub>
1000 ppm	1000 ppm (0,1%)
2000 ppm	2000 ppm (0,2%)
3000 ppm	3000 ppm (0,3%)
4000 ppm	4000 ppm (0,4%)
5000 ppm	5000 ppm (0,5%)

A műanyag tenyészedenyeket 5%-os formalinnal fertőtlenítettük, majd 3 kg tiszta kvarchomokkal töltöttük meg. Az egyes kezeléseknél alkalmazott sóadagokat előzőleg kevertük össze a homokkal.

A szimbiotikus nitrogénkötést vizsgáló kísérletekben általánosan használt, BOND által módosított CRONE-féle sók [1] szolgálták tápoldatként. Amennyiben a kísérlet ezt megkívánta, néhány só egyes alkotórészeit mással helyettesítettük. A kísérletet két egységre bontottuk, az első részhez tartoznak a nátrium-kloriddal, a másodikhoz a kalcium-kloriddal kezelt minták. Az első csoporthoz tartozó kísérletekben a növények táplálására nátriummentes, BOND által módosított CRONE-féle sókat (A-sók) használtunk. A második csoporthoz tartozó növényeknél kalciummentes B-sókat alkalmaztunk.

A sókeverék alkotói a következők:

A-só (nátriummentes)		B-só (kalciummentes)	
kálium-klorid	31,7 g	kálium-klorid	31,7 g
trikalcium-foszfát	18,0 g	nátrium-foszfát	18,0 g
kalcium-szulfát	13,7 g	nátrium-szulfát	13,7 g
magnézium-szulfát	5,5 g	magnézium-szulfát	5,5 g
vas(III)szulfát	2,7 g	vas(III)szulfát	2,7 g
réz-szulfát	0,5 g	réz-szulfát	0,5 g
mangán-szulfát	0,6 g	mangán-szulfát	0,6 g
húgysav	0,5 g	húgysav	0,5 g
dikálium-foszfát	26,5 g	dikálium-foszfát	26,5 g

A felsorolt összetevőket összekevertük, majd a kapott sókeverék 1 grammját 1 liter desztillált vízben feloldottuk, a továbbiakban ez az oldat szolgált öntözésre és a növények táplálására.

A kontroll tenyészedenyeket tiszta homokkal töltöttük meg, de a fenti sóoldatot nem adtuk hozzá, hanem a megfelelő tápoldattal öntöztük őket.

*A növények oltása és tenyésztése* — A lóbab magvait a nagy teljesítőképességű *Rhizobium leguminosarium* törzsével (Rh<sub>BB2</sub>) kezeltük, amelyet a Zagazig Egyetem Mikrobiológiai munkacsoportja izolált. A lóbab (*Vicia faba*) hét oltott magját három cm-nyi mélyre vetettük. A kísérlet során minden edényt hat naponként öntöztünk a talaj száraz súlyának tizenhat százalékát kitevő, az egyes mintáknak megfelelő tápoldattal. Szükség esetén steril desztillált vizet adtunk a talajhoz, hogy nedvességtartalma elérje vízkapacitásának hatvanöt százalékát. A vetést követő tizenöt nap múltán (kétleveles állapot) a növények számát edényenként négyre csökkentettük.

A vetés utáni 45. napon (a virágzás szakaszában) a növényeket a homokból kimostuk, és elvégeztük a növényanalízist. Minden növény gyökérrendszerén megszámláltuk a gümőket, a fő- és a mellégyökereken egyaránt. Meghatároztuk a teljes növény száraz súlyát. A szárított növények összes nitrogéntartalmának meghatározására, ugyanúgy, mint a nitrogénfelvétel mértékének kimutatására, módosított mikro-Kjehdahl módszert használtunk.

### Eredmények megvitatása

*1. Nátrium-klorid* — Az 1. táblázatból látható, hogy miként befolyásolják a különböző nátrium-klorid dózisek a rhizobiummal beoltott lóbabnövénnyek

1. táblázat

**Különböző NaCl-tartalmú homoktalajok hatása rhizobiummal oltott lóbab (*Vicia faba*) növények gümőképzésére**

NaCl ppm	(1) Növényenkénti gümőszám							
	(2) Főgyökéren			(3) Mellégyökéren			(4) Összes	
	nagy	kicsi	összes	nagy	kicsi	összes	nagy	nagy + kicsi
Kontroll	5	8	13	9	13	22	14	35
1000	7	9	16	11	12	23	18	39
2000	11	8	19	14	11	25	25	44
3000	4	7	11	7	12	19	11	30
4000	4	5	9	6	11	17	10	26
5000	3	5	8	5	9	14	8	22

gyökérzetén a gümősűrűséget. Nátrium-klorid jelenlétében egy bizonyos szintig a gümők mennyisége kismértékben nő, majd a nátriumklorid-koncentráció tovább emelkedésével fokozatosan csökken. A pillangós növény—rhizobium kapcsolat létrejötte szempontjából 5000 ppm-nyi NaCl már káros, mivel itt kaptuk a legkisebb gümőszámot. A nagy koncentrációjú NaCl gátló hatása kifejezettebb a fő-, mint a mellégyökereken. A 0; 1000; 2000; 3000; 4000; 5000 ppm NaCl-ot tartalmazó homoktalajokban tenyésztett növényeknél a főgyökéren talált gümők mennyisége sorrendben: 13; 16; 19; 11; 9 és 8 gümő/növény. A mellégyökéren kapott megfelelő adatok: 22; 23; 25; 19; 17 és 14 gümő egy növényre számítva. Ugyanebből a táblázatból látható, hogy a 2000 ppm-nyi NaCl alkalmazása inkább a növényen levő aktív, mint az összes gümők számát befolyásolja, mivel az aktív gümők száma 80%-kal, míg az összes gümők száma csupán 30%-kal nőtt a kontrollhoz képest. Ez arra mutat, hogy a növényeknek szükségük van meghatározott NaCl-koncentrációra ahhoz, hogy nagyszámú gümőt képezzenek.

A növény szárazanyag-súlyának változása nagyjából ugyanolyan módon alakul, mint a gümőképzésé (2. táblázat). A legtöbb száraz anyagot a 2000 ppm NaCl jelenlétében nőtt növények képezték. Ennél magasabb NaCl-koncentrációnál a szárazanyag-produkció értékek csökkennek, 5000 ppm-nél már csak a kontroll 80%-át teszik ki. Ezek az eredmények egybeesnek a gümőképzés adataival. A különböző NaCl-szintek nem változtatták meg lényegesen a növényben található nitrogén mennyiségét, jóllehet a 2000 ppm-et tartalmazó

2. táblázat

Különböző NaCl-tartalmú homoktalajok hatása rhizobiummal oltott lóbab  
(*Vicia faba*) növények száraz súlyára és nitrogéntartalmára

NaCl (ppm)	(1) Száraz súly		(2) Nitrogéntartalom		
	g/edény	Kontroll %-ában	%	mg/edény	Kontroll %-ában
Kontroll	7,03	100,00	3,41	239,72	100,00
1000	7,68	109,25	3,11	238,85	99,64
2000	8,01	113,94	3,32	265,93	110,94
3000	6,78	96,44	3,65	247,46	103,23
4000	5,91	84,07	3,03	179,07	74,70
5000	5,35	76,10	3,04	162,64	67,46

kezelésnél a nitrogéntartalom némileg nőtt. A NaCl-tartalom további emelése a nitrogéntartalom csökkenését eredményezte. Az 5000 ppm NaCl jelenlétében felnőtt növények szárazanyag-súlya és nitrogéntartalma volt a legalacsonyabb. A nagy NaCl-koncentráció károsító hatása azzal magyarázható, hogy a tápoldat magas ozmózisnyomása a növények normális növekedését akadályozta. Másrészt elképzelhető, hogy a Na-kation nagy hidrátburka következtében a magas NaCl-dózis gátolta a növények lélegzését. Következésképpen, ez befolyásolhatja a rhizobium és a pillangós növény közti szimbiotikus kapcsolat kialakulását. Ezek az eredmények összhangban vannak BERNSTEIN és OGATA [5] adataival, akik a szójababnövényeken a gümőképzés elmaradását észlelték, amennyiben a gyökér környezetében levő talaj telített kivonatának elektromos vezetőképessége elérte, vagy meghaladta a 7 mmhos/cm-t. IBRAHIM és munkatársai [8] szintén úgy találták, hogy a nátrium-klorid gátolta az oltott lóbab- és tehénborsónövényeken a gümőképzést, valamint csökkentette a száraz anyag mennyiségét és a nitrogénfelvételt.

2. *Kalcium-klorid* — A 3. táblázat adatai azt mutatják, hogy a homokkultúrában a gümőképzés 3000 ppm kalciumklorid-koncentrációig fokozódik, majd ennél magasabb kalciumklorid-szinteknél csökken a kontrollhoz viszonyítva. A legmagasabb kalciumkoncentráció (5000 ppm) károsan befolyásolta a gyökérrendszer gümőképzését. Utóbbi esetben a növényenkénti gümőszám mindössze 21 gümő, szemben a 3000 ppm-nyi kalciumot tartalmazó kezeléssel, ahol 50 gümő jut egy növényre. A magas kalciumklorid-koncentráció befolyásolja az aktív gümők mennyiségét is. A kontroll, valamint az 1000 ppm; 2000 ppm; 3000 ppm; 4000 ppm; 5000 ppm kalciumklorid-koncentrációjú kezelésekkal kapott növényeken az aktív gümők száma 10; 14; 27; 30; 11; 8 gümő növényenként. A kontroll növények számára szükséges kalcium a lóbab magjának kalciumtartalmából származott, de ez nem bizonyult elegendőnek a maximális gümősűrűség eléréséhez. A 3000 ppm kalcium-kloridot tartalmazó kezelésnél találták a maximális teljes, és a maximális aktív gümőmennyiséget. Az utóbbi főként a főgyökéren, illetve az ahhoz közelálló mellékgyökereken helyezkedik el. A ТАНА és munkatársai [11] által leírtaknak megfelelően az aktív gümők rózsaszín színük alapján azonnal elkülöníthetőek. A magas kalciumklorid-dózis káros hatását mutatja, hogy 5000 ppm kalcium-klorid jelenlétében volt a legalacsonyabb a gümőszám.

3. táblázat

Különböző CaCl<sub>2</sub>-tartalmú homoktalajok hatása rhizobiummal oltott lóbabnövények gümőképzésére

CaCl <sub>2</sub> (ppm)	(1) Növényenkénti gümőszám							
	(2) Főgyökéren			(3) Mellégyökéren			(4) Összes	
	nagy	kicsi	összes	nagy	kicsi	összes	nagy	nagy + kicsi
Kontroll	4	7	11	6	10	16	10	27
1000	6	10	16	8	13	21	14	37
2000	13	10	23	14	11	25	27	48
3000	14	9	23	16	11	27	30	50
4000	5	7	12	6	9	15	11	27
5000	3	5	8	3	8	13	8	21

A növényi száraz súly és a nitrogéntartalom adatai (4. táblázat) a gümősűrűséggel azonos irányban változnak. Az 5000 ppm kalcium-kloridot tartalmazó homokban felnőtt növényeknél mértük a legalacsonyabb száraz súlyt és nitrogéntartalmat, míg a legnagyobb növényi produkciót és nitrogéntartalmat a 3000 ppm koncentrációjú kezelés növényeinél mutattuk ki.

4. táblázat

Különböző CaCl<sub>2</sub>-tartalmú homoktalajok hatása rhizobiummal oltott lóbabnövények száraz súlyára és nitrogéntartalmára

CaCl <sub>2</sub> (ppm)	(1) Száraz súly		(2) Nitrogéntartalom		
	g/edény	Kontroll %-ában	%	mg/edény	Kontroll %-ában
Kontroll	6,96	100,00	3,01	209,50	100,00
1000	7,41	106,47	3,27	242,31	115,66
2000	8,04	115,52	3,31	266,12	127,03
3000	8,28	118,97	3,39	280,69	133,98
4000	6,52	93,68	3,42	222,98	106,43
5000	5,22	75,00	3,71	193,66	92,44

Amennyiben a nátrium- és kalcium-klorid dózisoknak a rendszerre kifejtett károsító hatását összehasonlítjuk, akkor azt találjuk, hogy a nagy NaCl koncentráció toxikus hatása erősebb, mint a CaCl<sub>2</sub>-é. A köztük fennálló különbség a Na<sup>+</sup> kation nagy hidratburkával magyarázható, amely egyrészt növeli a lúgos kémhatást, másrészt a rizoszféra oxigénellátását akadályozza. LAKSHAMI-KUMARI és munkatársai [9] szerint a sóhatás, a lúgosság növekvő szintje a lucerna gyökérzeténél azt eredményezi, hogy a hajszálygyökerek nem alakulnak ki, és elmarad az infekciós fonál létrejötte. Eredményeik szerint a gümőképzés korai szakaszában igen érzékeny a növény a lúgos szubsztátumra.

A fenti értékelésből következik, hogy a nagy koncentrációjú Na- és Ca-sók valószínűleg természetes viszonyok között is gátolják a *Rhizobium leguminosarium* és a lóbab közti szimbiotikus kapcsolatot. Ezt a gátló hatást ered-

ményezheti egyrészt a nátrium-, illetve a kalciumsók okozta magas ozmózisnyomás, amely befolyásolja a növények növekedését, másrészt a nátriumionok hidratációja következtében az aeráció gátlása. Mindkét tényező fontos a rhizobium és a pillangós növény közötti szimbiotikus kapcsolat kialakulása szempontjából.

### Összefoglalás

Homokkultúrában tanulmányoztuk a NaCl és a CaCl<sub>2</sub> hatását a rhizobium baktériumok hatékonyságára, lóbab jelzőnövényvel.

A kutatás során megállapítottuk, hogy amennyiben a NaCl koncentrációja meghaladta a 2000 ppm-et, úgy csökkent a gümőképzés és a nitrogénkötés. A nagy NaCl-koncentráció káros hatása erősebben észlelhető a főgyökér, mint a mellékgyökér gümőképzésénél. Ez mutatja, hogy a jelenség a szimbiózis kialakulására nézve veszélyes, mivel a nitrogénkötés elsősorban a főgyökér nagy gümőiben megy végbe.

3000 ppm koncentrációig a kalcium-klorid alkalmazása növelte a növények gümőképzését, csökkenti a száraz súlyát, nitrogéntartalmát. Ennél magasabb koncentrációban csökkentette a fenti jellemzőket.

Általában a magas koncentrációjú nátrium-, vagy kalciumsók gátolták a rhizobiumok és a lóbabnövények közötti szimbiózis létrejöttét. Ez főképpen a tápoldat nagy ozmózisnyomásával, illetve Na-ion esetében a rizoszférában a levegőzés hiányával magyarázható.

### Irodalom

- [1] ALLEN, O. N.: Experiments on soil microbiology. Burgess Publishing Co. Minnesota. 1961.
- [2] AYERS, A. D. & EBERHARD, D. L.: Response of edible broad bean to several levels of salinity. Agron. J. **52**. 11. 1960.
- [3] BADAWY-FARIDA, H. & ALLEN, O. N.: The effect of calcium on the growth and efficiency of rhizobia. Ann. Meeting. Soil Sci. Soc. Amer., Denver, Colorado. Nov. 18—22. 1963.
- [4] BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H. E.: Physiology of salt tolerance. Ann. Rev. Pl. Physiol. **9**. 25. 1958.
- [5] BERNSTEIN, L. & OGATA, G.: Effect of salinity on nodulation, nitrogen fixation and growth of soybean and alfalfa. Agron. J. **58**. 201—203. 1966.
- [6] HAMDI, Y. A.: Reduction of sodium tellurite by different strains of *Agrobacterium* and *Rhizobium*. Acta Microbiol. Polon. **17**. 203—206. 1968.
- [7] HAYWARD, H. E. & BERNSTEIN, L.: Plant growth relationships on salt affected soils. Bot. Rev. **24**. 584—635. 1958.
- [8] IBRAHIM, A. N., KAMEL, M. & KHADA, M. S.: Nodule formation and growth of legumes as influenced by certain sodium salts. Agro-kémia és Talajtan. **19**. 164—172. 1970.
- [9] LAKSHAMI-KUMARI, M., SINGH, C. S. & SUBBARAO, N. S.: Root hair infection and nodulation in lucerne (*Medicago sativa* L.) as influenced by salinity and alkalinity. Plant and Soil. **40**. 261—268. 1974.
- [10] SCHOONOVER, W. R., EL-GABALY, M. & HASSAN, M. N.: A study of some Egyptian saline and alkali soils. Hilgardia. **26**. 565—596. 1957.
- [11] TAHA, S. M., MAHMOUD, S. A. Z. & SALEM, S. H.: Efficiency of root-nodule bacteria of lentil plants and its relation with nodule characters. 5<sup>th</sup> Arabic Scientific Conf. Book. Baghdad (in Arabic) 410. 1966.

Érkezett: 1980. január 10.



## Effect of Soil Salinity on the Symbiosis of Root Nodule Bacteria and Broad Bean Plant

S. H. SALEM, E. M. GEWAILY and F. I. EL-ZAMIK  
Botany Department, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig (A.R.E.)

### Summary

In pot experiment, the effect of salinity on the efficiency of root-nodule bacteria was studied in sandy soil, using different concentrations of sodium and calcium chlorides. The efficiency of *Rhizobium leguminosarum* to nodulate broad bean roots was tested in this investigation. The study revealed the following conclusions:

Nodulation and symbiotic nitrogen fixation decreased as the concentration of sodium chloride increased over 2000 ppm. The deleterious effect of high NaCl concentration was reflected more on the nodulation of the main root than on the secondary roots. This indicates the harmful effect that could result on the symbiotic system, considering the big nodules on the main roots as active sites of nitrogen fixation.

Application of CaCl<sub>2</sub> increased the formation of nodules, dry weights and nitrogen contents of the plants up to 3000 ppm. Higher concentration of CaCl<sub>2</sub> decreased the mentioned values.

In general, high concentration of sodium or calcium salts inhibited the symbiotic nitrogen fixation between rhizobia and broad bean plant. This could be mostly due to the high osmotic pressure of the nutrient solution and lack of aeration, with regard to sodium cation, in the rhizosphere region.

*Table 1.* Effect of application of different levels of NaCl in sandy soil on the nodulation of Rhizobium-inoculated broad bean plants (*Vicia faba*). (1) Counts of nodules/plant. (2) Main root: big, small and total nodules. (3) Secondary roots: big, small and total nodules. (4) Total: big and big + small.

*Table 2.* Effect of application of different levels of NaCl in sandy soil on the dry weights and nitrogen contents of Rhizobium-inoculated broad bean plants. (1) Dry weight g/pot and % of control. (2) Nitrogen content, % mg/pot, and % of control.

*Table 3.* Effect of application of different levels of CaCl<sub>2</sub> in sandy soil on the nodulation of Rhizobium-inoculated broad bean plants. For notes see Table 1.

*Table 4.* Effect of application of different levels of CaCl<sub>2</sub> in sandy soil on the dry weights and nitrogen contents of Rhizobium-inoculated broad bean plants. For notes see Table 2.

## Efecto de la salinidad del suelo sobre las relaciones simbióticas entre las bacterias nodulares y las plantas haba mayor

S. H. SALEM, E. M. GEWAILY y F. I. EL-ZAMIK  
Depto de Botánica, Facultad de Agricultura de la Zagazig Universidad, Zagazig (R.A.E.)

### Resumen

El efecto de la salinidad ejecutado sobre la eficacia de las bacterias nodulares ha sido estudiado en un ensayo de macetas con suelo arenoso aplicando varias concentraciones de cloruros de sodio y calcio. La planta testigo fue la haba mayor.

Los estudios realizados llevaron a siguientes conclusiones:

La formación de nódulos y la fijación simbiótica del nitrógeno disminuyó en la medida de que la concentración del cloruro de sodio resultó superior a 2000 ppm. El efecto perjudicial de la alta concentración de cloruro de sodio se manifestó más en la raíz principal que en las raíces secundarias. Esto indica el efecto dañino que puede resultar porque se consideran los grandes nódulos en las raíces principales como los sitios activos de la fijación del nitrógeno.

La aplicación de cloruro de calcio aumentó hasta 3000 ppm la formación de nódulos, el peso seco y contenido en nitrógeno de las plantas. Más altas concentraciones de cloruro de calcio disminuyeron los índices mencionados.

En general altas concentraciones de las sales de sodio y calcio inhibieron la fijación simbiótica del nitrógeno entre los rizobios y la planta haba mayor. Esto se debe principalmente a la alta presión osmótica de la solución nutritiva y en el caso del cation sodio a la falta de aireación en la región de la rizosfera.

*Tabla 1.* Efecto de la aplicación de diferentes niveles de NaCl en suelos arenosos sobre la formación de nódulos de plantas haba mayor (*Vicia faba*) inoculadas con rizobio. (1) Numero de nódulos por planta. (2) Raíz principal: nódulos grandes, pequeños, totales. (3) Raíces secundarias: nódulos grandes, pequeños, totales. (4) Totales: nódulos grandes y grandes más pequeños.

*Tabla 2.* Efecto de la aplicación de diferentes niveles de NaCl en suelos arenosos sobre el peso seco y contenido de nitrógeno de las plantas haba mayor (*Vicia faba*) inoculadas con rizobio. (1) Peso seco, g/maceta y en % del control. (2) Contenido de nitrógeno, %, mg/maceta y en % del control.

*Tabla 3.* Efecto de la aplicación de diferentes niveles de CaCl<sub>2</sub> en suelos arenosos sobre la formación de nódulos de plantas haba mayor inoculadas con rizobio. Los signos veanse en la Tabla 1.

*Tabla 4.* Efecto de la aplicación de diferentes niveles de CaCl<sub>2</sub> en suelos arenosos sobre el peso seco y contenido de nitrógeno de las plantas haba mayor inoculadas con rizobio. Los signos veanse en la Tabla 2.

## Влияние содержания в почве солей на симбиоз клубеньковых бактерий и конского боба

Ш. Х. САЛЕМ, Е. М. ГЕВАИЛИ и Ф. И. ЭЛ-ЗАМИК

Университет Загазиг, Сельскохозяйственный факультет, Кафедра ботаники, Загазиг (А.Р.Е.)

### Резюме

В песчаных культурах изучали влияние NaCl и CaCl<sub>2</sub> на активность клубеньковых бактерий, живущих на корнях конского боба.

Исследованиями установлено, что хлористый натрий в концентрации выше 2000 ппм снижает образование клубеньков и фиксацию азота. Вредное влияние высоких концентраций хлористого натрия сказывается, в первую очередь, на клубеньках главного корня, и в меньшей мере на клубеньках придаточных корней. Это ставит под угрозу создание симбиоза, поскольку фиксация азота проходит, в основном, в больших клубеньках главного корня.

Хлористый кальций до концентрации 3000 ппм увеличил образование корневых клубеньков, их сухой вес и содержание азота. При более высокой концентрации перечисленные показатели снижаются.

Обычно высокие концентрации натриевых или кальциевых солей ограничивали создание симбиоза между клубеньковыми бактериями и растениями конских бобов. Это объясняется большим осмосом питательного раствора или, при наличии ионов натрия в ризосфере, недостатком воздуха.

*Табл. 1.* Влияние песчаных почв с различным содержанием хлористого натрия на образование клубеньков у конских бобов (*Vicia faba*) инокулированных клубеньковыми бактериями. (1) Количество клубеньков на корнях отдельных растений. (2) На главном корне: большие, маленькие клубеньки и их общее количество. (4) Всего: большие и большие + маленькие.

*Табл. 2.* Влияние песчаных почв с различным содержанием хлористого натрия на сухой вес и содержание азота в растениях конского боба, инокулированных клубеньковыми бактериями. (1) Сухой вес г/сосуд и %. Содержание азота в %, мг/сосуд и в процентах от контроля.

*Табл. 3.* Влияние песчаных почв с различным содержанием хлористого кальция на образование клубеньков у конских бобов (*Vicia faba*), инокулированных клубеньковыми бактериями. Обозначения смотри в таблице 1.

*Табл. 4.* Влияние песчаных почв с различным содержанием хлористого кальция на сухой вес и содержание азота в растениях конского боба, инокулированных клубеньковыми бактериями. Обозначения смотри в таблице 2.