

Szervetlen, oldhatatlan foszfát-mobilizáló baktériumok előfordulása az egyiptomi talajokban, a lóbab és a búza rizoszférájában

S. A. Z. MAHMOUD, A. M. ABDEL-HAFEZ, M. EL-SAWY és
E. A. HANAFY

*Ain Shams Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar,
Kairó, E.A.K.*

Az oldhatatlan foszforvegyületeket oldhatóvá átalakítani képes talaj-mikroorganizmusokról számos beszámolót találunk (LAUW és WEBLEY [6, 7], SWABY és SPERBER [10], valamint KATZNELSON és mások [5]). POD'YAPOL'SKAYA [8] azt találta, hogy a trikálcium-foszfátot oldó baktériumok sokkal nagyobb számban fordulnak elő a borsó, mustár, dinnye, baltacim, lucerna, kukorica gyökerén, mint a körülötte levő rizoszféra talajban. A kukorica esetében a gyökereken és a rizoszféra talajban számuk a legtöbb a szárképzéskor volt.

Egyiptomban a talajok lúgos kémhatása a foszfát műtrágyák gyors átalakulását és immobilizációját okozza. A foszfát-mobilizáló baktériumoknak a talajokban való gyakori előfordulása a természetett növények P-szükségletének az adott lúgos feltételek közötti ellátásában játszott jelentős szerepére utal (ABDEL-HAFEZ [1]). TAHA és mások [11] azt állapították meg, hogy az egyiptomi talajokban a foszfát-oldó baktériumok többsége az aerob spóráképzők, és a sztreptomiceszek közé sorolható.

E munkánkban fontosnak találtuk, hogy a szervetlen foszfát-oldó szervezetek egyiptomi talajokban, valamint a lóbab és búza rizoszférájában való minőségi és mennyiségi előfordulását tanulmányozzuk, különös tekintettel a vizsgált növények növekedési szakaszaira.

Módszer és anyag

A hüvelyes lóbab és búza növények fejlődési szakaszainak a szervetlen oldhatatlan foszfát-mobilizáló baktériumokra kifejtett hatását tenyészedény-kísérletben tanulmányoztuk. Bakteriológiai vizsgálatok céljára — LAUW és WEBLEY [6] — mintákat vettünk a talajból és a fenti növények rizoszférájából a csírázás, bokrosodás, kalászkodás vagy virágzás, szem vagy magképződés és az érés stádiumában. Ezekben a mintákban ABDEL-HAFEZ [1] által módosított BUNT és ROVIRA [2] által leírt táptalaj segítségével analizáltuk a szervetlen, oldhatatlan foszfátot mobilizáló baktériumok előfordulását. A növényi gyökerek talajmikroflórára kifejtett hatásának mértékét a rizoszféra talaj aránnyal (R/S) (KATZNELSON et al. [4]) fejeztük ki. A foszfát-oldó szervezetek

százalékát az összes mikroba számhoz viszonyítva adtuk meg. A szervetlen, oldhatatlan foszfáttartalmú táptalajon pozitív reakciót adó kolóniákból készített keneteket mikroszkópiusan tanulmányoztuk. A szervezeteket morfológiai és tenyésztési tulajdonságok alapján csoportosítottuk.

Eredmények

A szervetlen, oldhatatlan foszfát-oldó baktériumok előfordulási gyakorisága

A szervetlen foszfát-oldó mikrobák száma a búza esetében csírázáskor a rizoszférában és a talajban (1 g szárazanyagra számítva) $6,0$ és $2,4 \times 10^6$ volt az összes mikrobaszám $7,9$, illetve $7,5\%$ -a (I. táblázat). Számuk fokozatosan csökkent, amíg az éréskor elérte a $0,4$ és $0,4$ millió/g száraz talaj mennyiséget, az összes mikrobaszám $1,0$ és $4,8\%$ -ot (R/S arány). A vizsgált csoport előfordulási gyakoriságában a kalászoláskor és bokrosodáskor bekövetkező némi emelkedés a gyökér exkrétumok és bomlási termékek mennyiségi növekedésének tulajdonítható, mely anyagok a baktérium csoport számára felvehető energiaforrásként szolgálnak (ABDEL-HAFEZ [1]).

I. táblázat

A szervetlen, oldhatatlan foszfát-bontó baktériumok előfordulása a talajban a búza és a lóbab rizoszférájában a növények különböző növekedési szakaszaiban (millió/g száraz talaj)

(1) Növekedési szakasz	(2) Búza			(3) Lóbab			(2) Búza		(3) Lóbab	
	(4) millió/g		(5) R/T* arány	(4) millió/g		(5) R/T* arány	(6) Az összes mikrobaszám %-ában			
	(7) Rizosz- féra	(8) Talaj		(7) Rizosz- féra	(8) Talaj		(7) Rizosz- féra	(8) Talaj	(7) Rizosz- féra	(8) Talaj
a) Csíraszám	6,0	2,4	2,5	5,2	4,2	1,2	7,9	7,5	1,1	20,9
b) Bokrosodás vagy növekedés	2,2	0,9	2,4	1,5	1,5	1,0	3,3	2,1	4,1	4,3
c) Kalászolás vagy virágzás	2,4	1,1	2,2	2,6	1,9	1,4	0,8	2,2	1,0	3,7
d) Szem vagy magképződés	1,1	0,4	2,8	5,7	1,1	5,2	1,1	1,8	1,0	1,1
e) Érés	0,4	0,4	1,0	3,8	0,3	12,7	1,0	4,8	0,8	1,0

* Rizosféra/talaj

A lóbab esetében általában szintén a szervetlen foszfát-oldó mikrobák nagyobb előfordulási sűrűségét állapíthatunk meg a rizoszférában és a talajban. A számuk jelentősen csökkent csírázástól $5,2$ millió/g-tól $1,5$ millió/g-ig a vegetatív növekedési szakaszig, számuk az összes mikrobaszám $1,1$ és $4,1\%$ -a volt. A talajban ennek megfelelően az alábbi adatokat kaptuk: $4,2$ és $1,5$ millió/g szárazanyag, valamint $20,9$ és $4,3\%$. Számuk a rizoszférában progresszíven növekedett és a csúcsot a magképződéskor érte el ($5,7$ millió/g). Ez a csúcs, amely egybeesett a növény rizoszférájában az összes mikrobaszám legnagyobb

értékével a nitrogéntartalmú vegyületek nagymérvű exkréciójának tulajdonítható (ABDEL-HAFEZ [1] és EL-MOFTY [3]). A lóbab rizoszférájának a stimuláló hatása az általunk tanulmányozott szervezetekre még kifejezettebb volt a növény fejlődésének későbbi szakaszaiban, amint azt a magas R/S arány is bizonyította. Az R/S arány a magképződéskor és éréskor elérte az 5,2-t, illetve 12,7-t. Ezek az eredmények összhangban vannak SPERBER [9], POD'YAPOL'SKAYA [8] és ABDEL-HAFEZ [1] által kapott adatokkal.

Szervetlen foszfát-oldó szervezetek

Amint a 2. és 3. táblázat adatai mutatják, a rizoszférában domináns mikrobacsoportok előfordulása a növény korától függ. Csírázáskor a foszfát-oldó szervezetek a sztreptomicések, mikrokokkusok, Gram pozitív pálcák és Gram negatív rövid pálcikák és spóráképzők az alábbi csökkenő sorrendben 33, 29, 25 és 13% fordultak elő. Bokrosodáskor csak a sztreptomicések, spóráképzők és Gram pozitív szervezetek voltak találhatóak megszámlálható mennyiségben, a domináns szervezetek a sztreptomicésekhez tartoztak. A növény későbbi fejlődési szakaszaiban a spóráképzők váltak dominánssá, éréskor csak sztreptomicéseket és spóráképzőket találtunk. Ez összhangban áll ABDEL-HAFEZ [1] és TAHA és mások [11, 12] eredményeivel, akik úgy találták, hogy magkötéskor és éréskor gyakorlatilag csak a spóráképzők és sztreptomicések figyelhetők meg a búza és a lóbab rizoszférájában valamennyi szervetlen foszfátot tartalmazó táptalaj-lemezen.

2. táblázat

Szervetlen, oldhatatlan foszfát-bontó baktériumok különböző csoportjának százalékos előfordulása a búza rizoszférájában a növény különböző növekedési szakaszaiban

(1) Baktérium csoportok	(2) Csírázás	(3) Bokrosodás	(4) Kalászolás	(5) Szemképződés	(6) Érés
a) Spóráképzők	13	18	32	40	40
b) Sztreptomicések	33	70	24	24	60
c) Gram negatív rövid pálcikák, mikrokokkusz alakúak	25	—	—	24	—
d) Gram pozitív pálcikák és pleomorfák	29	12	44	12	—
e) Sarcina	—	—	—	—	—

A lóbab rizoszférájában csírázáskor különböző foszfát-oldó morfológiai csoportokat, spóráképzőket, mikrokokkusokat, Gram pozitív pálcikákat, sztreptomicéseket és Gram negatív pálcikákat találtunk 29, 29, 25 és 17%-ban. A vegetatív és virágzási szakaszban a sugárgombák domináltak 60, 69%-ban, a spóráképzők ezeket 20, illetve 21%-ban követik.

Mikrokokkusok és Gram pozitív pálcikák 20 és 5%-ban fordultak elő ebben a fejlődési szakaszban. ABDEL-HAFEZ [1] megközelítőleg ugyanazt a tendenciát találta a lóbab rizoszférájában. Gram pozitív pálcikák és spóráképzők domináltak a magkötéskor (40 és 22%). Éréskor a búza rizoszférájában a spóráképzők és sugárgombák voltak dominánsak, előfordulásuk elérte

3. táblázat

Szervetlen, oldhatatlan foszfát-bontó baktériumok különböző csoportjának százalékos előfordulása a lóbab rizoszférájában a növény különböző növekedési szakaszaiban

(1) Baktérium csoportok	(2) Csírázás	(3) Vegetatív növekedés	(4) Virágzás	(5) Magkötés	(6) Érés
a) Spóráképzők	29	20	21	22	64
b) Sztreptomicések	25	60	69	20	20
c) Gram negatív rövid pálcikák, mikrokokkusz alakúak	17	—	5	18	12
d) Gram pozitív pálcikák és pleomorfikák	29	20	5	40	4
e) Sarcina	—	—	—	—	—

a 64 és 20%-ot és számuk a szervetlen foszfát-oldó „összes” mikroflóra 84%-át tette ki. Ennek különösen nagy a jelentősége az egyiptomi talajviszonyok között.

Amint az ismeretes, a spóráképzők és sztreptomicések ellenállóak a kedvezőtlen viszonyokkal szemben: a magas hőmérséklet és a kiszáradás, amelyeknek különösen nyaranta ezek a talajok alá vannak vetve. Az egyiptomi talajok szervetlen foszfát-oldó mikrobáinak legnagyobb része azonban képes túlélni ezeket a kedvezőtlen viszonyokat.

Összefoglalás

Vizsgálatokat végeztünk a szervetlen, oldhatatlan foszfát-oldó baktériumok talajban, valamint a búza és a hüvelyes lóbab rizoszférájában való előfordulására vonatkozóan.

Mintákat vettünk csírázáskor, bokrosodáskor (vegetatív szakasz), kalászoláskor (virágzáskor), szem- és magképzéskor és éréskor. A búza és lóbab gyökerek talajmikroflórára gyakorolt hatásának mértékét a rizoszféra/talaj: R/S aránnyal fejeztük ki.

A szervetlen foszfátot mobilizáló izolátumokat morfológiai és tenyésztési tulajdonságaik alapján csoportosítottuk és százalékos előfordulásukat kimutattuk.

Megfigyeltük, hogy az egyiptomi talajokban a szervetlen foszfát-oldó baktériumok előfordulása gyakori. E fontos csoportot a rizoszférában stimuláló hatások érik és ez magyarázza meg azt, hogy a növekedő növények foszforigényét még a lúgos talaj feltételek között is kielégítenek tekinthetjük. A foszfát-oldók nagyobb mennyiségben fordultak elő a lóbab rizoszférájában, mint a búza rizoszférájában. A szervetlen foszfát-oldó mikroorganizmus csoportok között a spóráképzők és sztreptomicések voltak dominánsak. Ez a tény különös jelentőséget nyer az egyiptomi talajviszonyok között, mivel a spóráképzők és sztreptomicések azt a szárazságot és magas hőmérsékletet, amelyeknek nyáron ezen a talajok rendszeresen ki vannak téve, egyaránt képesek elviselni.

Irodalom

- [1] ABDEL-HAFEZ, A. M.: Some studies on acid producing microorganisms in soil and rhizosphere with special reference to phosphate dissolvers. Ph. D. Thesis. Fac. of Agric. Ain Shams Univ. 1966.
- [2] BUNT, J. S. & ROVIRA, A. D.: Microbiological studies of some sub-antarctic soils. J. Soil Sci. **6**. 119. 1955.
- [3] EL-MOFTY, M. KH.: Microbiological and chemical studies on the rhizosphere of some economical plants. Ph. D. Thesis. Fac. of Agric. Ain Shams Univ. 1970.
- [4] KATZNELSON, H., LOCHHEAD, A. G. & TIMONIN, M. I.: Soil microorganisms in the rhizosphere. Bot. Rev. **14**. 543. 1948.
- [5] KATZNELSON, H., PETERSON, E. A. & ROUATT, J. W.: Phosphate dissolving microorganisms on seed and in the root zone of plants. Can. J. Bot. **40**. 1181. 1962.
- [6] LAUW, H. A. & WEBLEY, D. M.: A plate method for estimating the numbers of phosphate dissolving and acid producing bacteria in soil. Nature. **182**. 1317. 1958.
- [7] LAUW, H. A. & WEBLEY, D. M.: The bacteriology of the root region of the oat plant grown under controlled pot culture conditions. J. Appl. Bact. **22**. 216. 1959.
- [8] POD'YAPOL'SKAYA, V. P.: Distribution in light-chestnut soil of bacteria dissolving tricalcium phosphates. Agrobiologiya. **1**. 86-90. 1960.
- [9] SPERKER, J. I.: The incidence of apatite solubilizing organisms in the rhizosphere and soil. Aust. J. Agric. Res. **9**. 778-781. 1958.
- [10] SWABY, R. J. & SPERBER, J.: Phosphate dissolving microorganisms in the rhizosphere of legumes. Nutrition of the legumes. Proc. Univ. Nottingham 5th Easter Sch. Agric. Sci. 289-294. 1958.
- [11] TAHA, S. M. et al.: Activity of phosphate dissolving bacteria in Egyptian soils. Plant and Soil. **31**. 149-160. 1969.
- [12] TAHA, S. M. et al.: Rhizosphere microflora of wheat and broad bean plants with special reference to acid producers and phosphate dissolvers. Abst. of papers presented at the 2nd Conference of Microbiology. Cairo. 1970.

Érkezett: 1972. december 18.

Inorganic Insoluble Phosphate Dissolving Bacteria in Soils of Egypt and Rhizosphere of Broad Bean and Wheat

S. A. Z. MAHMOUD, A. M. ABDEL-HAFEZ, M. EL-SAWY and
E. A. HANAFY

Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo (Egypt)

Summary

Determination of inorganic insoluble phosphate dissolving bacteria was carried out on samples taken from soil and rhizosphere of wheat as a non leguminous crop and broad bean as a leguminous one. Samples were taken at seedling, tillering (vegetative), heading (flowering), grain or seed formation and maturity stages. The extent to which roots of plants influence the soil microflora was expressed by the R/S ratio. Isolates of inorganic phosphate mobilizers were grouped according to morphological and cultural characteristics, percentage of each group was calculated.

It was observed that soils of Egypt support high densities of inorganic phosphate dissolving bacteria. This important group was also found to be stimulated in the rhizosphere, and this explains how growing plants can satisfy their requirements of P under such alkaline conditions. The densities of this group in broad bean rhizosphere was higher than those of wheat. The most predominant groups that accomplish inorganic phosphate mobilization were found to be sporeformers and *Streptomyces*. This finding is of particular importance under the conditions of soils of Egypt since sporeformers and *Streptomyces* can tolerate drought and high temperatures to which these soils are subjected in summer.

Table 1. Density of inorganic insoluble phosphate dissolving bacteria in soil and rhizosphere of wheat and broad bean at different stages of growth. (1) Stage of growth.

2) Wheat. (3) Broad bean. (4) Counts $\times 10^6$. (5) R/S ratio. (6) Percentage of the total count. (7) Rhizosphere. (8) Soil. * = Rhizosphere/soil.

Table 2. Percentage of different groups of inorganic insoluble phosphate dissolving bacteria in the rhizosphere of wheat at different stages of growth. (1) Groups, a) Sporeformers. b) Streptomyces. c) G-ve short rods, micrococcal forms. d) G+ve rods and pleomorphic. e) Sarcina. (2) Seedling. (3) Tillering. (4) Heading. (5) Grain formation. (6) Maturity.

Table 3. Percentage of different groups of inorganic insoluble phosphate dissolving bacteria in the rhizosphere of broad bean at different stages of growth. (1) Groups, a)–e) see Table 2. (2) Seedling. (3) Vegetative growth. (4) Flowering. (5) Seed formation. (6) Maturity.

Бактерии мобилизующие неорганические, нерастворимые фосфаты, встречающиеся в египетских почвах в ризосфере конского боба и пшеницы

Ш. А. З. МАХМУД, А. М. АБДЕЛ-ХАФИЗ, М. ЭЛ-ШАВИ и Э. А. ХАНФИ

Университет Аин-Шамс, Сельскохозяйственный ф-т, Каир (Египет)

Резюме

Авторы провели исследования в отношении бактерий, мобилизующих неорганические, нерастворимые фосфаты и встречающихся в ризосфере конского боба и пшеницы.

Образцы брали в стадии проростков, в стадии кущения (вегетативная стадия), в стадии колошения (цветения), в стадии образования зерна и семян и в стадии спелости.

Величину влияния корневой системы пшеницы и конских бобов на почвенную микрофлору выражали соотношением ризосфера/почва: R/T.

Бактерии мобилизующие неорганические фосфаты сгруппировали на основе их морфологических и культивационных свойств и выразили их содержание в процентах.

Определили, что вышеуказанные бактерии в египетских почвах встречаются очень часто. Эта важная группа бактерий оказывает стимулирующее влияние в ризосфере и этим объясняется то, что возрастающие потребности растений в фосфоре могут быть удовлетворены даже в почвах с щелочной реакцией среды. Фосфаторастворяющие бактерии встречаются в большем количестве в ризосфере конского боба, чем в ризосфере пшеницы. Среди групп фосфаторастворяющих бактерий доминировали спорообразующие и стрептомицеты. Это особенно важно в почвенных условиях Египта т. к. спорообразующие и стрептомицеты могут выдерживать засуху и высокие температуры, которым подвержены эти почвы летом.

Табл. 1. Количество бактерий, разлагающих неорганические, нерастворимые фосфаты в ризосфере пшеницы и конского боба в различные стадии развития растений (величины/г сухой почвы). (1) Стадия развития растений. а) Число проростков. б) Кущение или рост. с) Колошение или цветение. d) Образование семян или зерна. е) Спелость. (2) Пшеница. (3) Конский боб. (4) Величины $\times 10^6$. (5) Соотношение R/T (6) Общее количество микроорганизмов, в процентах. (7) Ризосфера. (8) Почва. * соотношение ризосфера/почва.

Табл. 2. Процентное содержание различных групп бактерий, разлагающих неорганические, нерастворимые фосфаты в ризосфере пшеницы в различные стадии развития растений. (1) Группа бактерий. а) СПОРООБРАЗУЮЩИЕ. б) СТРЕПТОМИЦЕТЫ. с) ГРАММ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ в форме коротких палочек, и кокковидные. d) ГРАММ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ палочки и плеоморфы. е) Сарцина. (2) Прорастание. (3) Кущение. (4) Колошение. (5) Образование семян. (6) Спелость.

Табл. 3. Процентное содержание различных групп бактерий, разлагающих неорганические, нерастворимые фосфаты в ризосфере конского боба в различные стадии развития растений. (1) Группы бактерий. Обозначения от а) до е) смотри в таблице № 2. (2) Прорастание. (3) Вегетативное развитие. (4) Цветение. (5) Завязывание семян. (6) Спелость.