

Az *Azotobacter* oltóanyagként történő felhasználásának lehetőségei kukoricánál

HELMECZI BALÁZS

Mezőgazdasági Akadémia, Kémia-Talajtani Tanszéke,
Debrecen

Kukoricatermelésünk az utóbbi években jelentős fejlődésen ment át. Mint egyik legfontosabb takarmánynövényünk vetésterülete felülmúlta eddig első növényünk, a búza vetésterületét is. Az 1955—59 közötti évek átlagadatait figyelembe véve vetésterülete 1 320 000 ha, 2 913 600 t terméssel, ami 22,1 q/ha, illetve 12,72 q/kh termésnek felel meg. GYÓRFFY NÉ [8].

Az *Azotobacter*-es oltással, ha csupán 6—8%-os termésemelkedést érhetnénk el, már akkor is olcsón és mégis jelentősen hozzájárulhatnánk a kukorica terméseredményeinek fokozásához. Már az *Azotobacter* fajok felfedezésével (Beijerinék 1901) egvidős azon törekvés, hogy egyrészt megismerjék a kutatók azon biokémiai folyamatokat, melyeknek során ezen szervezetek a levegő molekuláris N-ét megkötni és a magasabbrendű növények számára hozzáférhetővé tenni képesek, másrészt azt, hogy miként lehetne ezen szinte egyedülálló tulajdonságukat talajoltásra, illetve gazdasági növényeink terméseredményeinek fokozására felhasználni. Talajoltási célra történő felhasználásának vizsgálata Gerlah és Fogel munkásságával (1902) kezdődött. A kukorica termésére gyakorolt hatásának vizsgálatát pedig elsőként az amerikai talajmikrobiológia egyik neves megalapítója, az orosz származású Lipman (1904—1909) végezte. Nagyobb ütemű alkalmazására Koszticsev—Szeloumova és Sulgina munkássága után (1926) került sor, s a Szovjetunióban 1937-től elkezdődött „azotogén” néven (később azotobacterin) tömeges alkalmazása, melyről összefoglalóan RUBENCSIK [16] számol be. A nemzetközi irodalomban az *Azotobacter* talajoltás céljára történő felhasználásával kapcsolatos eredmények igen ellentmondóak, s a kérdéssel foglalkozókat alapvetően 2 nagy táborra lehet osztani. Az egyik „tábort” az *Azotobacter*-es oltás hívei alkotják, akik között az élen elsősorban szovjet — az utóbbi időben cseh, román, lengyel stb. kutatókat találunk, mint pl. SZIDORENKO [19], DOROSZINSZKIJ [1], RUBENCSIK [15], STANKOVA—OPOCENSKA [17] és sokan mások.

Az *Azotobacter*-es oltás kérdésével foglalkozók másik nagy csoportját alkotják azok, akik nem vagy csak részben ismerik el az oltás termésmenvelő hatását. JENSEN [9], VIRTANEN és LINCOLA [20] és mások. Hazai vonatkozásban pedig FEHÉR [5], KEMENESY [10], SZELÉNYI [18] stb. Utóbbiak nézete szerint (Fehér megfogalmazásában) „Az *Azotobacter* probléma nem talajoltási kérdés, hanem tisztán agrotechnikai feladat. A talaj szervesanyag készletét kell szaporítani, gondoskodni kell a jó átszellőzöttségről, és akkor a bizonytalan kimenetelű oltások helyett sokkal biztosabb alapokon tudjuk a talajban már meglevő és az ottani viszonyokhoz alkalmazkodott, tehát nagy ellenállóképess-

segű *Azotobacter*-ek számát úgy megnövelni, hogy ezek aztán gyakorlatilag is lényeges terméstöbbletet idézzenek elő.”

FEHÉR [6] számokkal indokolja meg fenti álláspontjának helyességét, kiindulva abból, hogy mit jelenthet az a 120 milliárd *Azotobacter* sejt, amit az irodalmi adatok alapján 1 ha területre felhasználnak. Ez a felső 30 cm-es talajszelvény súlyát figyelembevéve a talaj minden grammjába 30 *Azotobacter* sejt bevitelét jelenti, ennyi viszont a legrosszabb talajokban is előfordul, mivel számuk optimális esetben a néhány 10 000-et is eléri. Részben talán ezzel is magyarázható, hogy nálunk a kérdéssel csak igen kevesen foglalkoztak: KROLL és ERDEINÉ [11], SZELÉNYI [18], KEMENESY [10]. Kukoricával kapcsolatban LÉNGYEL [12] szerint serkentően hatott az *Azotobacter*-es kezelés mind a szár, mind pedig a csőtermésre. Átlag 10–15, esetenként 18–22%-al növelte a terméseredményt. Külföldi szerzők ennél általában kisebb termésemelkedésről számolnak be. Szóbeli közlés alapján tudjuk, hogy Pántos Martonvásáron végzett 2 éves kísérlete maximálisan mindössze 153 kg-os holdankénti, nem szignifikáns termés emelkedéssel zárult. A Szovjetunió Tudományos Kutató Intézeteinek 1962. évben közölt 1959–60 évi adatai szerint a kukorica szemes termését illetően 11 kísérletből 9 (82,0%) volt a kedvező kísérletek száma és átlagban 1,1 q/ha terméstöbbletet eredményezett, amit ha átszámítunk a kontroll parcellán termett 26,3 q/ha termésre, akkor 4,2%-os termésemelkedésnek felel meg. A kukorica zöld tömegét illetően pedig a 11 kísérletből 10 volt eredményes (90%) és ha-ként 22,4 q zöld tömeg-többletet eredményezett, ami a kontroll 284 q/ha zöld tömegéhez viszonyítva, 7,8%-os szártermés emelkedést jelent. A Bolgár és Román Népköztársaság kutatói ugyancsak kedvező eredményekről számolnak be. Persze a fenti kedvező eredményektől eltérően jelenleg is beszámolnak az *Azotobacter*-es oltás eredménytelenségéről, mind a kukorica, mind pedig más növény vonatkozásában, összefoglalóan RUBENCSIK [16]. A kérdés tehát meglehetősen bonyolult, és végleges tisztázása még számos kísérletet tesz szükségessé annál is inkább, mert hazai vonatkozásban az átlagosnál is jóval kevesebb tapasztalattal rendelkezünk e tekintetben.

A kísérlet anyaga és módszere

Azotobacter oltásos kísérletet a Debreceni Mezőgazdasági Akadémia Gazdaságának kismacsi üzemegységében a kísérleti forgó C₃-as tábláján 1961. évben Martonvásári (*Mv. 5-ös*) hibrid kukoricával végeztünk. A kísérleti növény előveteménye őszi búza volt. A kísérleti terület talaja az enyhén kilúgozott mészelepedékes csernozjomok típusába tartozik. A humuszréteg vastagsága 60 cm, CaCO₃ tartalma 80 cm mélységben 6%. A pH: 6,9, hy: 2,64, Y₁:4,2, humusz: 3,87%, Arany-féle kötöttségi szám: 41, összes só-tartalma pedig kevesebb, mint 0,03, összes N-tartalma: 0,15%.

A feltalaj 20 cm-es rétegéből vetés napján vett átlagminta nedvességtartalma 15,4%, összes baktérium száma (POCHON [14] szerint meghatározva) 1 g abszolút száraztalajra átszámítva 21 000 000, az aerob N-kötők (*Azotobacter*-ek) száma pedig 41 000/g száraztalaj.

A kísérlet 8 kezelését 4 ismétlésben latin téglá elrendezéssel állítottuk be. Az egyes parcellák összterülete 56 m², 160 növényvel. Az értékelésre kerülő (nettó) parcella mérete 39,2 m², 112 elméleti tőszámmal. Az oltásra használt *Azotobacter* törzsek számát és eredetét az 1. táblázatban tüntetjük fel.

A törzsek inkubálása és fenntartása FEDOROV-féle N-mentes agáron történt [2, 3, 4]. A magvak oltására ugyancsak a fenti táptalajon a Kole-féle palackban elszaporított fiatal (6 napig inkubált) *Azotobacter* sejteket használtuk fel. A kísérleti növényként alkalmazott *M.v. 5-ös* hibrid magvait 12 órán át 50 ml, 100 000 000/ml sejtet tartalmazó desztillált vízben áztattuk, illetve a 7-es kezelés esetében a desztillált víz a sejteken kívül még 0,03% H_3BO_3 -at

1. táblázat
Azotobacter törzsek jelzése és eredete

(1) Törzsjele	(2) A törzs eredete	(3) Megjegyzés
I.	a) Barna erdőtalaj (erdő) Pallag-puszta	e) Izolálta: Helmecei Balázs 1959.
II.	b) Enyhén kilúgzott mészlepedékes csernozjom. Mg. Akadémia Gazdasága, Debrecen.	e) Izolálta: Helmecei Balázs 1959.
III.	c) Szolonyec Mg. Akadémia Gazdasága Hortobágy	e) Izolálta: Helmecei Balázs 1959.
IV.	Csehszlovákia	f) Rendelkezésre bocsátotta: Szegi J. 1960.
V.	d) Szovjetunió (53-as törzs)	f) Rendelkezésre bocsátotta: Szegi J. 1960.

tartalmazott, a 8-as számú kezelés pedig ugyanilyen mennyiségben $MnSO_4$ -t. Az egyes számú kezelés a kontroll volt, ahol a magvakat tiszta desztillált vízben áztattuk.

A N-mentes agaron kifejlődött fiatal *Azotobacter* sejteket deszt. vízzel, illetve az említett nyomelemek deszt. vízben oldott oldataival csiszolt dugóval ellátott lombikokba mostuk, és alapos elkeverés után a sejtkoncentrációt (Thoma-kamra segítségével) a különböző törzseknél azonos, 100 millió/ml-re állítottuk be. Az így kapott szuszpenzió minden 50 ml-re, 5 milliárd *Azotobacter* sejtet tartalmazott. Ezt a sejtmennyiséget adtuk az egyes kezelések 4 sorozatának ($4 \times 56 m^2 = 224 m^2$) területére számított és kimért 800 g vetőmaghoz. A vetőmagot az 50 ml szuszpenzióval (kontrollt deszt. vízzel) 5 literes üvegedényekben jól elkevertük és 12 órai áztatás után papíron széttergetve, szobahőmérsékleten 1 órán át szárítottuk.

A vetést 70×50 cm sor- és tőtávolságra, előre kivonalozott területen kapa után 6—7 cm mély fészekbe, 3 szemjével végeztük. A vetés IV. 24-én, betakarítás pedig IX. 19-én történt. A talajba juttatott *Azotobacter* sejtek pontosabb megállapítása céljából oly módszert alkalmaztunk, hogy a vetés után megmaradó vetőmagot kezelésként külön-külön visszamértük, és így kiszámítottuk az egyes kezeléseknél elvetésre került vetőmag pontos súlyát.

Ezzel egyidőben (tehát a vetés napján) a kukoricaszemekre tapadt *Azotobacter* sejtek számát Pochon [14] szerint határoztuk meg oly módon, hogy 90 ml steril deszt. vízhez 10 g kukoricaszemet mértünk és megfelelő hígítási sor készítése után az egyes hígításokból 5—5 (Fedorov-féle N-mentes folyékony táptalajt tartalmazó) kémcsövet oltottunk be 1—1 ml szuszpenzióval. 28 C°-on történt 14 napos inkubáció után kiértékelést végeztünk a felületen megjelenő barna hártya alapján. A kapott *Azotobacter* sejtek számát az elvetett mag súlyá alapján parcellára, ill. kh és ha-ra átszámítva a 2. táblázatban tüntettük fel.

2. táblázat

A talajba juttatott *Azotobacter* sejtek száma

(1) Kezelé- sek száma	(2) Vetett mag g	(3) Azotob. sejtek száma millió/g vetőmag	(4) Talajba vitt Azotob. sej- tek száma millió/224 m ²	(5) A talajba vitt <i>Azotobacter</i> sejtek száma				(6) A két meg- határozás közti kü- lönbség %-ban
				Pochon szerint meghatározva		Thoma-kamrával meghatározva		
				milliárd kh	milliárd ha	milliárd kh	milliárd ha	
1	650	—	—	—	—	—	—	—
2	600	5,0	3,0	77,0	133,0	96,0	166,0	24
3	650	4,5	2,7	69,0	119,0	104,0	180,0	50
4	700	5,0	3,5	90,0	156,0	112,0	194,0	24
5	640	5,0	3,2	82,0	142,0	102,0	176,0	24
6	700	4,5	3,15	81,0	140,0	112,0	194,0	38
7	590	5,0	2,94	76,0	131,0	94,0	163,0	24,0
8	630	5,0	3,15	81,0	140,0	101,0	175,0	25
Átlag	645	4,86	3,09	79,4	137,0	103,0	178,0	28

A 2. táblázatból látható, hogy a Thoma-kamrás és Pochon módszere szerint meghatározott baktérium számértékek között átlagosan 28%-os eltérés mutatkozik. A táblázat adatai szerint átlag 79,4 milliárd/kh, ill. 137 milliárd/ha *Azotobacter* sejtet juttattunk vetőmag segítségével a talajba (Pochon szerinti meghatározást véve alapul). Ha a Thoma-kamrás meghatározás adatait vesszük figyelembe, akkor 103 milliárd/kh, ill. 178 milliárd/ha *Azotobacter* sejt került a talajba. Ezek a számok hozzávetőlegesen megegyeznek az utóbbi években közölt külföldi szerzők adataival RUBENCSIK [16], GHEORGHIU—MANUCA [7].

Vetés utáni 5-ik napon a csírázási erély megállapítása céljából megszá-
moltuk fészkenként a már kikelt növényeket, amit a 3. táblázatban sorozaton-
ként és átlagban, valamint az elvetett magvak %-ában is feltüntettünk.

3. táblázat

Azotobacter törzssel kezelt magvak csírázási erélye

(1) Kezelések száma	(2) Ismétléseknél kikelt növények száma				(3) Átlag	D	(4) Kikelt növények száma az elve- tett mag (160 tö, 480 szem) %-ában
	I.	II.	III.	IV.			
1.	407	327	415	396	386	—	80,42
2.	444	432	464	453	448	+ 62	93,33
3.	247	259	257	261	256	— 130	53,33
4.	445	471	373	436	431	+ 45	89,79
5.	364	386	283	314	337	— 49	70,20
6.	464	400	416	432	428	+ 42	89,16
7.	384	361	274	326	336	— 50	70,00
8.	134	322	183	211	212	— 174	44,16
SzD 95%					30,26		
SzD 99%					41,50		

Mint a 3. táblázat adataiból látható, az I. III, és V-ös jelzésű *Azotobacter* törzsszel kezelt magvak a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan nagyobb csírázási erélyt mutattak, ezzel szemben a többi kezelés magvai a kontrollnál gyengébben csíráztak.

A vetéstől számított 10-ik napon újabb növény számlálást végeztünk és megállapítottuk, hogy a fészkenként elvetett 3 szem kukorica csaknem hiánytalanul kikelt, a magvak csírázóképesége 98—99%-os volt.

Kelés után a területet fogasoltuk, majd pedig 5 leveles korban (V. 30) fészkenként 1 szárra egyeltünk. A tenyészidő alatt a parcellákat 2 gépi-fogatos és 2 kézi kapálásban részesítettük. Betakarítás előtt az ütköző és szegély-sorokat eltávolítottuk. A terméseredményeket a nettó terület (39,2 m²) alapján

4. táblázat

A kukorica tenyészidejének alakulása (1961)
(Vetésideje: IV. 24; Kelés ideje V. 4)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Kezelések száma	Vetésről a kelésig eltelt napok száma	Címervirágzás ideje	Kelésről a címervirágzásig eltelt napok száma	Címervirágzás ideje	Címervirágzástól a címervirágzásig eltelt napok száma	Termővirágzás ideje	A címervirágzástól a termővirágzásig eltelt napok száma	Érés ideje	Termővirágzástól az érésig eltelt napok száma	Tenyészidő hossza
1.	10	VII. 3	70	VII. 16	3	VII. 21	5	IX. 18	59	147
2.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 22	5	IX. 18	58	147
3.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 23	6	IX. 18	57	147
4.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 24	7	IX. 18	56	147
5.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 24	7	IX. 18	56	147
6.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 23	6	IX. 18	57	147
7.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 24	7	IX. 18	56	147
8.	10	VII. 13	70	VII. 17	4	VII. 23	6	IX. 18	57	147

100 m²-re számítottuk át, és értékelését (ez alapon) variancia analízissel végeztük. A csőszám és összes súly megállapítása után, a morzsolási % és beszáradási veszteség meghatározása céljából, minden kezeléssel 10 kg átlagmintát szedtünk, melyet a helyi hibridüzemben szárítottunk ki. A csöves termést a vizsgálati adatok alapján 14% nedvességet tartalmazó szemestermésre számítottuk át. A növények tenyészidejének alakulását a 4. táblázatban tüntettük fel oly módon, hogy az egyes fejlődési fázisok bekövetkezését azon időponttól számítjuk, midőn a növények 75%-a a kérdéses fejlődési fázisba jutott.

A 4. táblázatból látható, hogy az egyes kezelések között csupán címervirágzás idejében mutatkozott némi különbség. A címervirágzás idejében a kontrollhoz viszonyítva az összes többi kezeléssel 1, a termővirágzás idejét tekintve pedig 1, 2, ill. 3 napos késedelem jelentkezett. Az érés idejét tekintve, a fentiek ellenére sem mutatkozott semmi különbség. Ennek valószínű oka, hogy az 1961. évi közismerten száraz idő által nyújtott kedvezőtlen feltételek hatására az érés ideje a későbbi fejlődési fázisban levő kezeléseknél lerövidült. Szárazság hatására a levelek hamar beszüntették élettevékenységüket és leszáradtak, s ennek hatásaként a kukorica termése a biológiai érésnél előbb — szinte fizikális hatásra — érett be.

5. táblázat

A Mv 5-ös hibrid kukorica nyers csöves termése 4 sorozat átlagában (1961)

(1) Keze- lések száma	(2) Töréskori beállottság %	(3) Nyers, csöves termés								(7) Relatív %
		(4) Főhajtásokon		(5) Fattyúhajtásokon		(6) Összesen				
		db	kg	db	kg	db/100 m ²	kg/100 m ²	db/kh	q/kh	
		100 m ² -en								
1.	95,5	317	74,23	13	0,77	330	75,03	18992	43,04	100,0
2.	95,1	321	78,41	13	0,67	334	79,13	19222	45,54	105,8
3.	95,1	315	77,18	12	0,73	327	77,90	18819	44,83	104,2
4.	96,7	319	77,45	7	0,73	326	77,97	18761	44,87	104,3
5.	93,1	313	77,52	14	0,83	327	78,35	18819	45,08	104,7
6.	96,9	320	74,41	10	0,67	330	75,07	18992	43,2	100,4
7.	97,3	309	76,82	12	0,70	321	77,52	18474	43,61	101,3
8.	95,5	319	76,76	11	0,86	330	77,67	18992	44,70	103,9
SzD 99%							10,8		6,2	14,4
95%							7,9		4,54	10,54
90%							6,5		3,73	8,66

A kísérleti területen termett nyers csöves termés csőszámát és súlyát 4 sorozat átlagában az 5., beszáradás utáni szemes termését a 6., a szártermésre vonatkozó adatokat pedig a 7. táblázatban tüntettük fel.

6. táblázat

A Mv 5-ös hibrid kukorica termése beszáradás után (1961)

(1) Keze- lések száma	(2) Beszáradás utáni termés kg/100 m ²	(3) Morzsolási %	(4) Szemes ter- més (14% nedv. q/kh)	(5) Ezerszem súly g	(6) Hl súly kg	(7) Termés q/kh	(8) Különbség %
1.	50,33	86,60	28,97	252	760	—	—
2.	53,16	86,50	30,60	272	730	+ 1,63	+ 5,6
3.	51,46	86,88	29,61	233	755	+ 0,64	+ 2,2
4.	51,81	83,08	29,82	264	742	+ 0,85	+ 2,9
5.	51,39	85,78	29,58	260	750	+ 0,61	+ 2,1
6.	49,58	86,61	28,53	261	755	- 0,44	- 1,5
7.	50,08	85,48	28,82	260	752	- 0,15	- 0,5
8.	50,24	85,15	28,91	255	757	- 0,06	- 0,2
SzD 99%	4,2		2,41			2,41	8,31
95%	3,07		1,76			1,76	6,07
90%	2,53		1,45			1,45	5,00

A termésre vonatkozó 5., 6., és 7. táblázatokban feltüntetett adatokból látható, hogy bár mutatkozik némi különbség a kontroll és *Azotobacter*-rel kezelt parcellák cső-, szem-, és szárterméseredményei között, azonban ezek a különbségek az esetek többségében nem szignifikánsak. A csőtermést illetően egyáltalán nem, míg a szemtermésre vonatkozóan a kettes számú kezelésnél (*Azotobacter* I. törzs) tapasztaltunk 5,6%-os 90%-ra szignifikáns termésemelkedést. A szártermésnél pedig a hetes számú kezelésnél (*Azotobacter* I. törzs + bór) 53%-os 99%-ra, míg a kettes és négyes kezeléseknél (*Azotobacter* I., *Azotobacter* III. törzs) 36, ill. 30%-ra szignifikáns termésemelkedés mutatkozott.

Az eredmények megbeszélése

Egyetlen év kísérleti eredményei nem teszik lehetővé messzemenő következtetések levonását. Az 1961. évi kritikusan száraz évjárat figyelembe vételével pedig még nehezebbé válik az értékelés. Ha értékelésünknel a 3. táblázatban feltüntetett adatokból indulunk ki, látjuk, hogy az ott legnagyobb csírázási eréllyel kikelt növények (kettes kezelés) ezt — a fejlődési fázisokban elért elsőbbségüket — a többi kezeléssel szemben (kontroll kivételével) végig megtartották. Ez a kezelés a termővirágzás idejében is csak 1, míg a többi kezelés 2—3 napot késett a kontrollhoz képest. Ez a kezelés adta a legnagyobb csöves termést és az egyetlen 5,6%-os, igaz csupán 90%-ra szignifikáns szemtermést. A szártermést illetően is ennél volt 36%-os szignifikáns különbség, bár itt a 7-es kezelés megelőzte 53%-os szignifikáns terméskülönbséggel.

Csírázási erélyét tekintve második helyen a 4-es kezelés (*Azotobacter* III. törzs) állt, s szinte ugyanez mutatkozott a csöves és szemtermést illetően, amikor is előbbi esetben a harmadik, az utóbbira vonatkozóan pedig a második helyen volt 4,3% csöves, ill. 2,9%-os szemtermés emelkedéssel. Abból kiindulva, hogy a kukorica és hozzá hasonlóan más növény magvainak kikelési sebességét lényegesen befolyásolja egyrészt az, hogy milyen mélyre, másrészt milyen helyzetben került a talajba, nyilván felmerülhet a kérdés, hogy nem éppen ez, a vetésnél felléphető véletlen tényező okozott-e bizonyos fokú eltolódást az említett kezeléseknél a keletkezéssétségében, ill. termésmennyiségében. Persze ez csak a kérdés egyik oldala, s másik oldalról felmerülhet a kérdés úgy is (minthogy a csírázási erély a nagy szórás ellenére is 99%-ra szignifikáns), hogy a gyorsabb csírázás a kérdéses kezelés hatására következett be, amit majd a kontrollhoz viszonyított erőteljesebb vegetatív fejlődés követett, minek következtében késedelem mutatkozott a generatív szervek megjelenésének idejében. Később hozott termést, mint ahogy ezt a 4. táblázatban feltüntetett címer- és termővirágzásnak a kontrollhoz viszonyított későbbi megjelenése is mutatja. Meglehet, hogy jóval gazdagabb termést hozhattak volna a kontrollnál, ha az idő nem oly kedvezőtlen. Minthogy a kedvezőtlen idő nem tavasszal, hanem nyár közepén, ill. végén következett be, így a generatív fejlődésben néhány nappal lemaradott kezelt parcellákat jobban sújtotta (relatív) mint a kontroll parcellákat. Sőt felmerülhet a kérdés úgy is, hogy az a két-három napi késés a hittnél sokkal veszélyesebb is lehetett, ha a kezelt parcellák terméskötésével a bekövetkező szárazság egyidőre esett, míg esetleg a kontroll ezt azzal a pár nappal már túllépte.

Több olyan tényező van tehát, melyeknek vizsgálata fontos volna ahhoz, hogy csak a fent felsorolt feltételezéseket is tisztázni lehessen. Véleményünk szerint legvalószínűbbnek az látszik, hogy a kezelt parcellák a táblázatokban közölteknel nagyobb termést, ill. nagyobb terméskülönbséget idéztek volna elő, ha a szárazság be nem következett. Erre enged következtetni az a tény is, hogy a 3 napos késéssel rendelkező növények is u. a. értek be, mint a többi (kontroll) parcellák növényei. — Bár itt meg kell jegyeznünk, hogy az érésidő megállapítása elég szubjektív módon, a szokásos körömpróbával történt! — Viszont ugyancsak emellett szól a 6. táblázatban feltüntetett ezerszem súly és Hl. súly adatai is, ahol látható, hogy a kezelt parcellákon termelt kukorica ezerszem súlya egyetlen kezelés (*Azotobacter* II. törzs) kivételével mind nagyobb a kontrollénál. A Hl súlyt illetően pedig pontosan fordított a helyzet, vagyis minden esetben a kezelt parcellákon kisebb, mint a kontrollnál.

Az 1961. évi kísérleteink azt mutatták, hogy az *Azotobacter*-es oltás nagyobb mértékben hat a kukorica szártermésének, mint szemtermésének emelésére. Ezt figyelembe véve 1962-ben több helyen állítottunk be kísérletet silókukoricával is. A 7. táblázatban feltüntetett adatokból figyelemre méltó az is, hogy a 7. sz. kezelés (*Azotobacter* I + B) melynek a kontrolljaként a 2-es kezelés (*Azotobacter* I.) tekinthető 53%-kal, tehát a kontrolljától is (36%), 17%-kal magasabbra emelte a kukorica szártermését, viszont a szemtermésre nem hatott kedvezően.

7. táblázat

Az Mv 5-ös hibrid kukorica érés kori szártermése 4 sorozat átlagában (1961)

(1) Kezelések száma	(2) Szártermés			(3) Termés- többlet q/kh	(4) Relatív %
	kg/100 m ² q/ha	kg/100 m ² q/ha	q/kh		
1.	63,33	—	36,45	—	100
2.	86,25	22,92	49,64	13,19	136
3.	78,21	14,88	45,01	8,56	124
4.	82,55	19,22	47,51	11,06	130
5.	79,05	15,72	45,49	9,04	125
6.	76,81	13,48	44,20	7,75	124
7.	95,12	31,79	54,74	18,29	153
8.	77,93	14,60	44,85	8,40	123
SzD 99%		31,68		18,23	49,94
95%		23,10		13,29	36,47
90%		19,03		10,95	30,04

A fentiekben közölt adatokat csupán bevezetésnek szánjuk egy olyan adatsorhoz, melyről kísérleteink alapján a későbbiek során részletesebben beszámolunk és nemcsak kukorica, hanem más növények (cukorrépa, napraforgó, káposzta, paradicsom és paprika) vonatkozásában is. Vizsgálatainkat a továbbiakban kiterjesztjük oly irányban is, hogy az egyes növénykultúráknál az oltásra szánt *Azotobacter* törzs hány napig inkubált és milyen koncentrációját legeredményesebb felhasználni.

Kísérletünket PÁSZTOR KÁROLY [13] kisparcellás kísérleteivel közösen végeztük. Munkánk lelkes támogatásáért, szíves szakmai tanácsaiért ezúton is hálás köszönetünket fejezzük ki.

Összefoglalás

Öt különböző helyről származó *Azotobacter choroococcum* törzssel állítottunk be szabadföldi, kisparcellás talajoltási kísérletet, enyhén kilúgozott mészlepedékes csernozjom talajon, martonvásári 5-ös hibridkukoricával. A tenyészedőben végzett megfigyelések, valamint a terméseredmények variancia analízissel történt értékelése alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

Az 1961. évi szélsőségesen száraz évszámot követően a kapott kísérleti eredmények nem teszik lehetővé végleges következtetések levonását. Eddigi

megfigyeléseink mégis feljogosítanak annak feltételezésére, hogy egyedül a talajoltás hatására nehezen képzelhetők el 15—20 %-os vagy annál is magasabb terméstöbbletek, amelyekre az irodalomban itt-ott utalást találunk.

Négy sorozat átlag adataiként bár kaptunk egyes kezeléseknél (pl. barna erdőtalajból izolált *Azotobacter* törzssel) 5,8%-os cső-, illetve 5,6%-os szemtermés többletet, de előbbi nem, csupán utóbbi volt szignifikáns.

Az említett száraz évjárat mellett az ismertetett talajtípuson megfigyeléseink szerint az *Azotobacter*-es oltás kedvezőbben hatott a kukorica vegetatív, mint generatív szerveinek fejlődésére.

Megfigyeléseink szerint nem tartjuk lehetetlennek, hogy a fentínél kedvezőbb éghajlati viszonyok mellett és más talajtípuson, a közölnél jobb eredmények is elérhetők.

Érkezett: 1962. június 15.

Irodalom

- [1] DOROSZINSZKIJ, L. M.: Baktériumtrágyázás. Mezőgazd. kiadó. Budapest. 1951.
- [2] FEDOROV, M. V.: Mikrobiológia. Mezőgazd. kiadó. Budapest. 1951.
- [3] FEDOROV, M. V.: Mikrobiológiai gyakorlatok. Mezőgazd. kiadó. Budapest. 1952.
- [4] FEDOROV, M. V.: A levegő nitrogénjének biológiai megkötése. Mezőgazd. Dok. Közp. 2125. sz. ford. 1950.
- [5] FEHÉR, D.: Talajbiológia. Akad. Kiadó. Budapest. 1954.
- [6] FEHÉR, D.: Hozzászólás Kreybig L.: „A talajtermőképesség kialakításának és fokozásának tényezői” c. előadásához. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 5. 334—349. 1954.
- [7] GHEORGIU-MANUCA, L.: Efectul auxinical culturilor de *Azotobacter chroococcum*. Probleme Agricole. Bucuresti Nr. 12. 1960.
- [8] GYÓRFFY B-né: A kukoricatermelés helyzete a világon és Magyarországon. In Kukoricatermesztési kísérletek 1958—1960. Akad. kiadó. Budapest. 1962.
- [9] JENSEN, II. L.: The *Azotobacteriaceae*. Bact. Rev. 18. 195—213. 1954.
- [10] KEMENESY, E.: Talajerőgazdálkodás. Akad. kiadó. Budapest. 1959.
- [11] KROLL, L. & ERDEI, S-né: *Azotobacter* oltási kísérletek takarmányrépával és lucernával. Agrokémia és Talajtan. 1. 369. 1952.
- [12] LENGYEL, Á.: *Azotobacter*ek hatása a kukorica fejlődésére. Az Egri Ped. Főisk. Évk. 4. 1958.
- [13] PÁSZTOR, K. & PÓLYA, L.: Különböző vegyszerekkel végzett magkezelés hatása a kukorica termésére. In Kukoricatermesztési kísérletek 1958—1960. Akad. kiadó. Budapest. 1962.
- [14] POCHON, S.: Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. Masson. Paris. 1958.
- [15] RUBENCSIK, L. J.: Bakterial'nüie udobrenija. Mikrobiologija 25. 231—242. 1956.
- [16] RUBENCSIK, L. J.: *Azotobacter* i evo primenenie v szelszkom hozjajsztve. Izd. AN UkrSSR. Kiev. 1960.
- [17] STANKOVA-OPCENSKA, E.: Bacterisace kukorice *Azotobacterem*. Rostl. Vyroba (3—4) 263. 1955.
- [18] SZELÉNYI, F.: Adatok a talajoltás kérdéséhez. A Debreceni Mezőgazdasági Akadémia Tudományos Évkönyve. 163. 1955.
- [19] SZIDORENKO, A.: Az *Azotobacter* fejlődése a mezőgazdasági növények rhizoszférájában. Mikrobiologija. 9. 1940.
- [20] VIRTANEN, A. I. & LINKOLA, H.: Über die Wirkung der *Azotobacter*-Impfung auf das Wachstum von Erbsen und Weizen in sterilen Sandkulturen ohne N-Nahrung. Naturwissenschaften 41. 70—71. 1954.

Возможность использования азотобактера для инокуляции кукурузы

Б. ХЕЛМЕЦИ

Почвенно-химический факультет Сельскохозяйственной Академии, Дебрецен (Венгрия)

Резюме

Мелкоделяночные опыты по инокуляции гибридной кукурузы Мартонвашарская 5 проводились собранными с пяти мест штаммами *Azotobacter chroococcum* на слабо-выщелоченном мицеллярном черноземе. В опыте было 8 вариантов (контроль, азотобактер I—V, азотобактер I + бор, азотобактер III + марганец) в четырех повторностях, размещенные по способу латинского прямоугольника. Микроэлементы наносили на семена в виде H_2BO_3 и $MnSO_4$ в концентрации 0,03%. С семенами кукурузы в почву вносили 178 млрд/га клеток азотобактера (подсчет производился при помощи камеры Тома). Число внесенных с семенами клеток азотобактера определили также и по методу Похон'а, по которому получилось число клеток на 28% меньше, чем по вышеуказанному методу.

Для обработки семян использовали клетки азотобактера, выращенные на безазотистой питательной среде Федорова в течение 6 дней при температуре 30 по целисию. Посев кукурузы вручную под мотыгу проведен 24.IV. на глубину 6—7 см. Кукурузу после 147-ми дневной вегетации убрали 19.IX. и провели вариационный анализ урожайных данных.

На основе результатов наблюдений, проведенных в течение вегетационного периода и оценки данных урожайности можно сделать следующие выводы:

В виду крайне засушливых погодных условий 1961 года из полученных опытных данных нельзя сделать окончательные выводы. Наши наблюдения дают нам право предположить, что мало вероятно получение прибавки урожая кукурузы порядка 15—20% и более от одной только инокуляции, на что встречаются примеры в специальной литературе.

Практически за значительный результат можно считать меньшие, порядка 5—6% прибавки, полученные и в наших опытах. В связи с этим следует указать на то, что расходы на инокуляцию составляют менее 10% стоимости внесения обычных доз удобрений.

В ходе развития растений наблюдались следующие различия между контролем и вариантами:

По энергии прорастания 2, 4 и 6 варианты (штаммы из паллагской лесной почвы, хортобадского солонца и из Советского Союза — штамм № 53) были достоверно лучше контроля на 13, 10 и 9% (см. табл. 4.).

По вегетативному развитию также наблюдалось преимущество обработанных азотобактером растений, но в более поздние фазы развития это преимущество частично пропало.

Растения зараженные азотобактером позднее выбрасывали метелку и позднее цвели. чем растения контрольных делянок. Для мужских соцветий это запоздание составило 1, а для женских — 2—3 дня (см. табл. 4.).

В среднем из 4-х повторностей семь вариантов дали некоторые прибавки урожая, как сырых початков, так и сухого зерна, по сравнению с контролем, но эти данные в общем не достоверные. Исключение составляет второй вариант (Азотобактер из бурой лесной почвы), который дал прибавку урожая зерна в 5,6% (при достоверности в 96%).

В условиях засушливого года проведение опыта инокуляция азотобактером более положительно влияла на развитие вегетативных органов кукурузы, чем на развитие генеративных органов. На это указывает тот факт, что один вариант из семи (азотобактер, выделенный из бурой лесной почвы + бор) дал прибавку урожая стеблей кукурузы в 53% (с достоверностью в 99%), а два варианта (азотобактер выделенный из бурой лесной почвы и из солонца) соответственно в 36 и 30% (с достоверностью в 90%).

На основе наших наблюдений не считаем невозможным, что при более благоприятных, чем в условиях опыта, климатических условиях и на другом почвенном типе, можно получить более значительные результаты, чем полученные нами. Поэтому исследования нами продолжаются и дальнейшие результаты будут сообщены в будущем.

Табл. 1. Обозначение и происхождение штаммов азотобактера. (1) Обозначение штамма. (2) Место происхождения штамма: а) бурая лесная почва (лес) Паллагпуста, в) слабовыщелоченный мицеллярный чернозем, учхоз Сельскохозяйственной Академии, Дебрецен, с) солонец, учхоз С/хоз Академии, Хортобадь, СССР (штамм № 53). (3) Примечание: е) изолировал, f) предоставил в наше распоряжение.

Табл. 2. Число клеток азотобактера, внесенных в почву. (1) Номер варианта. (2) Высеяно семян в г. (3) Число клеток азотобактера в млн/г семян. (4) Число клеток азотобактера, внесенных в почву в млн/224 м². (5) Число внесенных в почву клеток азотобактера, определенное по методу Похон'а в млрд/кад.хольд и млрд/га и определенное в камере Тома в млрд/кад.хольд и млрд/га. (6) Разница между данными обоих методов в %.

Табл. 3. Энергия прорастания семян, обработанных азотобактером. (1) Номер варианта. (2) Количество взшедших семян по повторностям. (3) Среднее. (4) Число взшедших растений в % от высеянных семян.

Табл. 4. Физиологические наблюдения. (1961 г.). (1) Номер варианта. (2) Время посева. (3) Всходы. (4) Число дней от посева до появления всходов. (5) Выбрасывание метелки (6) Число дней от появления всходов до выбрасывания метелки. (7) Цветение метелки. (8) Число дней от выбрасывания метелки до ее цветения. (9) Цветение женских соцветий. (10) Число дней от цветения метелки до цветения женских соцветий. (11) Созревание. (12) Число дней от цветения женских соцветий до созревания. (13) Длина вегетационного периода.

Табл. 5. Урожай сырых початков кукурузы Мв 5 в среднем из 4 повторностей (1961). (1) Номер варианта. (2) Полнота травостоя во время уборки в %. (3) Урожай початков. (4) с главных побегов, (5) с пасынков. (6) Всего. (7) В процентах к контролю.

Табл. 6. Урожай початков кукурузы Мв 5 после сушки (1961). (1) Номер варианта. (2) Урожай после высухания в кг/100 м². (3) Процент зерна от урожая початков после обмолота. (4) Урожай зерна (в пересчете на влажность в 14%) в ц/кад. хольд. (5) Абсолютный вес зерна в г. (6) Натура в кг. (7) Урожай в ц/кад. хольд. (8) В процентах к контролю.

Табл. 7. Урожай стеблей кукурузы Мв 5 в среднем из 4-х повторностей (1961); (1) Номер варианта. (2) Урожай стеблей. (3) Прибавки ц/кад. хольд, (4) в % к контролю.

Les possibilités de l'emploi de l'*Azotobacter* comme matière d'inoculation dans le cas du maïs

B. HELMECZI

Académie d'Agriculture, Chaire de Chimie-Pédologie, Debrecen (Hongrie)

Résumé

Nous avons procédé à des essais d'inoculation du sol au champ, sur petites parcelles avec des souches d'*Azotobacter chroococcum* provenant de cinq différents endroits, sur un sol tchernosem à pseudomycélium faiblement lessivé, avec du maïs hybride 5 de *Marton-vásár*. L'arrangement des 8 traitements (contrôle, *Azotobacter* I—V, *Azotobacter* I + bore, *Azotobacter* III + manganèse) a été effectué selon le carré latin en quatre séries. Les oligoéléments ont été appliqués en solution à 0,03% sur la graine comme H₃BO₃ et MnSO₄, respectivement. Déterminé à l'aide d'une chambre Thoma nous avons apporté au sol 178 billions de cellules d'*Azotobacter chroococcum* par hectare. Nous avons aussi déterminé selon Pochon le nombre des cellules d'*Azotobacter* passées dans le sol avec les graines de maïs semées, cette méthode nous a donné des valeurs moindres de 28%.

Pour l'inoculation des grains nous avons employé des cellules d'*Azotobacter chroococcum* incubé à 30° C pendant 6 jours sur de la gélose exempte d'azote selon Fedorov. Les semailles ont été faites le 24. IV. à la houe à 6—7 cm, la récolte a eu lieu le 19. IX. après une période de végétation de 147 jours. Les données obtenues furent l'objet d'une analyse de variance.

D'après les observations faites pendant la période de végétation et l'évaluation de récolte l'on arrive aux conclusions suivantes:

En suite de la sécheresse excessive de l'année 1961 l'on ne peut pas tirer des conclusions définitives à partir des résultats obtenus. Nos observations nous autorisent à présumer que l'inoculation du sol à elle seule ne peut être la cause des augmentations de récolte de 15 à 20% et même plus élevées que l'on trouve mentionnées parfois dans la littérature.

Une augmentation de 5 à 6% de la récolte, observée dans nos expériences, peut aussi être considérée comme importante pour la pratique. Au point de vue de la rentabilité nous rappelons que le frais total de l'inoculation du sol surpasse à peine 10% des frais de la fumure usuelle.

Comparé au contrôle nous avons observé sur les parcelles inoculées les différences suivantes quant au développement des plantes.

Quant à l'énergie de la germination il y avait des différences significatives de 13, 10 et 9%, respectivement, dans le cas des traitements 2, 4 et 6 (inoculés avec des souches provenant d'un sol forestier de Pállag, d'un sol solonetz de Hortobágy et avec la souche 53 provenant de l'Union Soviétique (Tableau 4.).

Au cours du développement végétatif des plantes l'on a pu observer des différences bien visibles en faveur des plantes traitées à l'*Azotobacter*. Mais plus tard ces différences se sont égalisées en partie.

Il y avait un retard dans le temps de la fleuraison des plantes traitées à l'*Azotobacter*. Ce retard était uniformément d'un/jour pour la fleur mâle et de 2 et 3 jours, respectivement, pour la fleur femelle (Tableau 4.).

En considérant les valeurs moyennes des 4 séries des 7 traitements il y a une légère différence dans le rendement à l'égard du contrôle (Tabl. 5 et 6), aussi bien pour les épis bruts, que pour les grains secs. Mais ces différences ne sont pas significatives en général, à l'exception des données concernant le rendement de grains secs du 2-me traitement (inoculé avec la souche d'*Azotobacter* provenant du sol forestier brun), qui a donné un excédent de 5,6% (avec une signification de 90%).

En cette année sèche l'inoculation avec l'*Azotobacter* a eu, sur ce type de sol, un effet favorable plutôt sur le développement des organes végétatifs du maïs que sur ses organes génératifs. L'on peut arriver à cette conclusion par le fait que parmi les 7 traitements un a donné un excédent de tiges de 53% avec une signification de 99% (souche isolée du sol brun forestier), dans deux traitements l'excédent a été de 36 et de 30%, respectivement, avec une signification de 90% (souches isolées de sol brun forestier et de sol solonetz).

Nous sommes d'avis que par un temps plus favorable et sur d'autres types du sol l'on pourrait obtenir des résultats plus favorables que ceux décrits. C'est pourquoi nous poursuivons nos expériences dont nous rendrons compte en temps convenable.

Tableau 1. Marque et provenance des souches d'*Azotobacter*. (1) Marque de la souche. (2) Provenance de la souche: a) sol forestier brun (en forêt) Pállagpuszta, b) tchernozem à pseudomycélium faiblement lessivé, domaine de l'Académie d'Agriculture, Debrecen, c) sol solonetz, domaine de l'Académie d'Agriculture, Hortobágy, d) Union Soviétique (souche 53). (3) Note: e) isolée par, f) mise à notre disposition par.

Tableau 2. Nombre des cellules d'*Azotobacter* ajoutées au sol. (1) Numéro du traitement. (2) Grains ensemencés g. (3) Nombre des cellules d'*Azotobacter* millions par gramme de grains. (4) Nombre des cellules d'*Azotobacter* ajoutées au sol millions par 224 m². (5) Nombre des cellules d'*Azotobacter* ajoutées au sol déterminé selon Pochon billions par 0,57 ha et 1 ha, respectivement, et déterminé par la chambre de Thoma, billions par 0,57 ha et 1 ha, respectivement. (6) Différence entre les deux déterminations en %.

Tableau 3. Énergie de germination des grains traités avec des souches d'*Azotobacter*. (1) Nombre du traitement. (2) Plantes levées. (3) Moyenne. (4) Nombre des plantes levées exprimé en % des grains ensemencés (160 tiges, 480 grains).

Tableau 4. L'allure de la période végétative du maïs (1961) (Date du semis: IV. 24; date de la levée V. 4.) (1) Numéro du traitement. (2) Nombre des jours écoulés entre l'ensemencement et la levée. (3) Date de l'apparition des fleurs mâles. (4) Jours écoulés entre la levée et l'apparition des fleurs mâles. (5) Date de floraison des fleurs mâles. (6) Jours écoulés entre l'apparition et floraison des fleurs mâles. (7) Date de la floraison de la fleur femelle. (8) Jours écoulés entre la floraison des fleurs mâles et la floraison femelle. (9) Date de la maturité. (10) Jours écoulés entre la floraison femelle et la maturité. (11) Longueur de la période végétative.

Tableau 5. Rendement des épis bruts du maïs hybride *Mv. 5.*, moyenne de 4 séries (1961). (1) Numéro du traitement. (2) Plénitude lors de la récolte %. (3) Récolte épis bruts. (4) Sur des pousses principales. (5) Sur des pousses adventifs. (6) Somme. (7) % relatif.

Tableau 6. Rendement du maïs hybride *Mv. 5.* à l'état sec (1961). (1) Numéro du traitement. (2) Rendement à l'état sec kg/100 m². (3) % d'égrenage. (4) Rendement des grains (14% d'humidité q/0,57 ha). (5) Poids de mille grains g. (6) Poids de l'hectolitre kg. (7) Rendement q/0,57 ha (8) Différence %.

Tableau 7. Rendement des tiges du maïs hybride *Mv. 5.* à temps de maturité, moyenne de 4 séries (1961). (1) Numéro du traitement. (2) Rendement des tiges. (3) Surcroît du rendement q/0,57 ha. (4) % relatif.