

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА РИЗОСФЕРНИ БАКТЕРИИ *Bacillus* sp. ВЪРХУ ДОБИВА И КАЧЕСТВОТО НА ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦА Кн 435 И Кн 509

ВАЛЕНТИН САВОВ^{1,4*}, СВЕТЛАНА БРАТКОВА², ПЕНКА ВЪЛЧИНКОВА³, КОНСТАНТИН ЧАКАЛОВ⁴, ТОДОРКА ПОПОВА⁴, ГЕРГАНА АНГЕЛОВА⁴

¹ Софийски университет „Св. Климент Охридски“, София

² Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, София

³ Институт по царевицата, Кнежа

⁴ Ромб ООД, ул. „Абоба“ № 1, 1606 София

*E-mail: romb_ltd@abv.bg

Study on the Influence of Rhizospheric Bacteria *Bacillus* sp. on the Yield and Quality of Maize Hybrids Kn 435 and Kn 509

V. Savov^{1,4*}, S. Bratkova², P. Valchinkova³, K. Chakalov⁴, T. Popova⁴, G. Angelova⁴

¹ Sofia University “St. Kliment Ohridski” Sofia, Bulgaria

² University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, Bulgaria

³ Maize Research Institute, Kneja, Bulgaria

⁴ ROMB Ltd, 1 Aboba Str., 1606 Sofia, Bulgaria

Abstract

The influence of the products Voodoo Juice (VJ) and Tarantula (TRL), containing rhizospheric bacteria *Bacillus* sp. on maize hybrids Kn 435 and Kn 509 is determined in the Maize Research Institute in Kneja in 2010 – 2011. The yield is increased by 1 – 6% for Kn 509 and by 0 – 14% for Kn 435 after treatment with VJ. The yield of Kn 435 isn't increased by TRL treatment, while the yield of Kn 509 is up to 12% higher. The inoculation of seeds of the earlier hybrid with the tested products has no significant effect on grain quality. The protein content of Kn 509 is increased up to 17% when the seeds are treated with VJ and up to 14% when treated with TRL. The lipid content of Kn 509 has an average increase of 11% and 15.53% when the seeds are treated with VJ and TRL respectively. The results show the TRL *Bacillus* strains have stronger positive effect than the VJ strains.

Key words: *Bacillus* sp., maize, proteins, lipids

Взаимодействието на растенията със симбионтни и полезни ризосферни микроорганизми играе важна роля в развитието на растенията. Отдавна е известна ролята на ризосферните бактерии връзка с храненето на растенията, устойчивостта им към коренови болести и стресови агенти от околната среда (Lugtenberg, Kamilova, 2009). Установени са директни и индиректни механизми на въздействие на тези стимулиращи растежа ризосферни микроорганизми (plant growth promoting rhizobacteria – PGPR) върху растенията, както и колонизация на ризосферата и биоконтрол на заразени с патогени растения посредством синтез на вещества с антибиотично и фунгитоксично действие (Leifert et al., 1995; Manjula, Podile, 2001). Смята се, че представители на род *Bacillus* са изключително перспективни в качеството си на биоторове. Тези бактерии секретират широк спектър вторични метаболити, в т. ч. регулатори на растежа и антибиотици (Munimbazi et al., 1998). Спо-

собността им да образуват спори позволява на тези бактерии продължително време да се съхраняват в почвата и да преживяват неблагоприятни промени във факторите на средата. Редица изследователи са установили забележителен положителен ефект на тези бактерии върху растенията посредством подобряване на храненето им с макро- и микроелементи, повишаване на устойчивостта към фитопатогени и стресови фактори. Има голям брой публикации върху повишаване на добивите на различни растителни култури – домати, пипер (Lucas García et al., 2004), моркови (Merriman et al., 1996), царевица (Xuming Liu et al., 2006), соя (Yuming Bai et al., 2002) и житни растения след третирането им с PGPR от р. *Bacillus*.

Целта на експеримента беше да се установи влиянието на комбинацията от ризосферни бактерии, присъстващи в продуктите Voodoo Juice® и Tarantula® върху добива и качеството на зърното на царевиичните хибриди Кн 435 (ФАО 400) и Кн 509 (ФАО 500).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проведеният полски опит в опитното поле на Института по царевица – Кнежа включва царевичните хибриди Кн 435 (ФАО 400) и Кн 509 (ФАО 500). Полските опити са проведени при неполивни условия върху типичен Слабо излужен чернозем и фон на торене N_8P_{10} в три повторения и големина на опитната парцелка 10 m² за всеки вариант на изпитване. Хибридите са отглеждани в условията на монокултура през 2010 и 2011 година.

Микробиалните инокуланти са с видове *Bacillus* sp. – ризосферни бактерии от комерсиалните препарати Voodoo Juice® (VJ) и Tarantula® (TRL). В състава на VJ влизат щамове от: *Bacillus subtilis*, *B. pasteurii*, *B. megaterium*, *B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, *B. licheniformis*, *B. mycoides*, *B. laevolacticus*, *B. laterosporus*, *B. macerans*, *B. polymyxa*, *B. cereus*, *Paenibacillus azotofixans*, *P. polymyxa*. В състава на Tarantula са комбинирани щамове от видовете: *Arthrobacter globiformis*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus brevis*, *B. coagulans*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. stearothermophilus*, *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis canadiensis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas chlororaphis*, *P. putida*. Минералният пълнител е микронизиран зеолит, клиноптилолитов тип – фракция < 100 микрона. Инокулацията е преди сеитба с инкрустация на семената с препаратите, съдържащи минералния пълнител и слепващ агент сорбитолов ПАВ. Схема на опита: 1) Контрола; 2) Контрола зеолит; 3) Инокулат – VJ 10⁸ CFU.g⁻¹; 4) Инокулат VJ 10⁷ CFU.g⁻¹; 5) VJ 10⁶ CFU.g⁻¹; 6) Инокулат – TRL 10⁸ CFU.g⁻¹; 7) Инокулат – TRL 10⁷ CFU.g⁻¹; 8) Инокулат – TRL 10⁶ CFU.g⁻¹. Дозата на препарата е 70 g.kg⁻¹ семена.

Листната диагностика за определяне влиянието на биопрепаратите върху минералното хранене е извършена през фазата цъфтеж на метлицата с използване на прикочания лист на хибридите. Растителният материал е сушен при 90 °C и смлян в мелница за растителни проби. Разграден е с HClO₄ и HNO₃ след сухо изгаряне (500 °C). Общото съдържание на P, K, Ca, Mg в тъканите на индикаторния лист е измервано както следва: K – пламъкометрично, Ca и Mg – комплексометрично, P – фотоколориметрично. Общият азот е определен след разграждане на пробата с фенолсърна киселина в присъствието на Se на прах (модифициран метод на Kjeldahl) и дестилация на апарат Parnas–Wagner.

Добивът е отчетен тегловно (kg/da), приведен към стандартна влага (14%), а съдържанието на протеин, мазнини и скорбяла – чрез Infralizer.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данни от листната диагностика, представени в табл. 1, показват, че през първата година от изследването инокулацията на семената с VJ и TRL влияе съществено върху минералното хранене на хибрид Кн 435. Въпреки че съдържанието на N, P и K е малко под оптимума, колонизацията на корените с бактериите от препарата VJ води до увеличаване спрямо контролата на усвоените N, P и K, съответно с 20,67 – 27,79%, 6,43 – 18,27% и 5,15 – 8,70%, а третирането с TRL съответно с 2,57 – 21,91%, 0 – 11,04% и 1,67%. Тези резултати кореспондират с изследванията на други автори, които твърдят, че някои от бактериите на род *Bacillus* влияят върху трансформиране на трудноразтворими съединения на фосфора в лесноусвоими за растенията посредством бактериални фитази и фосфатази (Elsorra et al., 2002; Vazquez et al., 2000). Установява се съществено намаляване в усвояването на Ca и Mg. През втората година на изследването в условията на монокултура се установява относителен дефицит на макроелементи в тъканите на прикочания лист на хибрид Кн 435. Всъщност това се дължи на много по-мощното вегетативно развитие на растенията (Вълчинкова, 2011, ръкопис). В сравнение с втората контрола – инкрустирани със зеолитовия пълнител семена, се установява слабо повишаване на усвояния N, P и K при третиране с VJ, съответно със 7,75%, 5,79% и 1,87%. Въздействието на бактериите от TRL е по-слабо и положителен ефект има само при храненето с K. Същевременно се установява относително увеличаване съдържанието на Mg в индикаторния лист. Данните от регресионния анализ (табл. 2) общо за опита през двете години показват, че именно съдържанието на Mg е отговорно за установените стойности за повишаване на добивите от този хибрид и по-специално при третиране с VJ. Подобреното минерално хранене с P също е оказало положително влияние, но относително по-високото съдържание на азота влияе положително само върху съдържанието на протеини във връзка с измененото съотношение с магнезия.

Специфичните реакции на хибрид Кн 509 при инокулацията на семената с ризосферните бактерии на VJ и TRL е твърде различна по отношение минералното хранене на растенията. Отново се установява относителен дефицит на основни макроелементи. Инкрустацията със зеолити на семената оказва положително влияние върху растежа на хибрида. Сравнени с тази контрола, вариантите с инокулирана микрофлора през първата година от изследването повишават усвояването на азот при третиране с VJ и TRL съответно с 6,21% и 11,74%,

Таблица 1. Съдържание на макроелементи в прикочания лист на царевични хибриди Кн 435 и Кн 509, % към въздушно суха биомаса
Table 1. Macro element content in the tissues of the ear leaf of the studied maize hybrids, % to air dry weight

Макро-елемент	N		P		K		Ca		Mg		Si
Година	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2011
Кн 435											
1.	2,022	2,499	0,217	0,248	1,495	1,518	0,624	0,624	0,254	0,272	1,760
2.	2,328	2,373	0,233	0,241	1,519	1,421	0,659	0,660	0,221	0,315	1,790
3.	2,584	2,557	0,254	0,255	1,495	1,448	0,614	0,685	0,236	0,307	1,940
4.	2,556	2,351	0,257	0,249	1,572	1,444	0,695	0,674	0,237	0,300	1,990
5.	2,440	2,442	0,231	0,252	1,625	1,442	0,666	0,687	0,213	0,278	1,780
6.	2,212	2,319	0,235	0,241	1,498	1,397	0,706	0,710	0,249	0,237	1,800
7.	2,465	2,393	0,241	0,240	1,520	1,509	0,669	0,610	0,218	0,243	1,690
8.	2,074	2,269	0,217	0,238	1,418	1,418	0,689	0,723	0,151	0,263	2,010
Кн 509											
1.	2,500	2,513	0,262	0,279	1,725	1,649	0,711	0,781	0,191	0,243	2,080
2.	2,317	2,441	0,251	0,277	1,434	1,596	0,789	0,740	0,218	0,249	1,730
3.	2,221	2,378	0,219	0,267	1,641	1,623	0,668	0,696	0,166	0,209	1,830
4.	2,461	2,402	0,280	0,260	1,546	1,543	0,715	0,753	0,194	0,230	2,120
5.	2,332	2,585	0,270	0,247	1,517	1,641	0,708	0,712	0,166	0,209	1,820
6.	2,589	2,456	0,257	0,263	1,549	1,520	0,756	0,744	0,225	0,242	1,960
7.	2,198	2,453	0,263	0,260	1,735	1,519	0,714	0,734	0,158	0,251	1,980
8.	2,213	2,587	0,239	0,261	1,599	1,724	0,736	0,731	0,200	0,203	1,930

Таблица 2. Влияние на минералното хранене с макроелементи върху добива и качеството на зърното на царевични хибриди Кн 435 и Кн 509
Table 2. Influence of macroelement nutrition on the grain yield and quality of maize hybrids Кн 435 and Кн 509

X	Y	Уравнение на регресия	F	P	r	R ² , %
Кн 435						
P	yield	$Y = 1357,59 + 27829,5 \cdot X$	12,04	0,022	0,595	35,37
N/K	yield	$Y = 3661,27 + 2749,88 \cdot X$	2,327	0,0295	0,512	26,21
N/Mg	yield	$Y = 1/(0,000157446 - 0,000310819/X)$	11,21	0,029	-0,581	33,75
Mg	yield	$Y = \exp(8,65827 + 1,33625 \cdot X)$	28,20	0,0000	0,750	56,18
Mg	proteins	$Y = 7,66712 + 6,68212 \cdot X$	7,42	0,0124	0,502	25,21
N/Mg	proteins	$Y = 7,49406 + 17,4526/X$	8,74	0,0073	0,533	28,44
P/K	starch	$Y = \exp(4,5287 - 2,06674 \cdot X)$	7,47	0,0121	-0,503	25,34
Mg	starch	$Y = 76,8342 - 42,2893 \cdot X$	13,62	0,0013	-0,619	38,24
Кн 509						
Mg	yield	$Y = \exp(8,24737 + 2,54189 \cdot X)$	16,68	0,0005	0,657	40,541
N/Mg	yield	$Y = 1/(0,0000668516 + 0,00000751316 \cdot X)$	13,13	0,0015	0,611	37,367
P/Mg	yield	$Y = 1/(0,000247715 - 0,000115449/X)$	17,81	0,0004	-0,669	44,7434
Mg/Si	yield	$Y = 1/(0,0000866775 + 0,00000725287/X)$	12,34	0,0020	0,599	35,93
N/Mg	proteins	$Y = 5,67869 + 0,282224 \cdot X$	12,75	0,0017	0,606	33,81
Ca	proteins	$Y = 1/(0,0106959 + 0,138643 \cdot X)$	7,82	0,0105	0,512	22,87
Mg	proteins	$Y = 11,9875 - 14,389 \cdot X$	14,08	0,0011	-0,625	39,02
Mg	lipids	$Y = 1,17244 - 2,20478 \cdot \ln(X)$	8,04	0,0096	-0,517	26,77
Mg	starch	$Y = 60,07 + 1,68891/X$	14,52	0,0010	0,631	39,76
Ca/Mg	starch	$Y = 54,4807 + 10,9727 \cdot \ln(X)$	17,57	0,0004	0,666	44,40
Mg/Si	starch	$Y = 1/(0,0162762 - 0,000172843/X)$	13,71	0,0012	-0,620	38,39

Таблица 3. Влияние на ризосферната микрофлора, използвана в проучването върху съдържанието на протеини, мазнини и скорбяла
 Table 3. Effect of rhizospheric microflora on the content of proteins, lipids and starch

Хибрид Кн 435/Hybrid Kn 435							Хибрид Кн 509/Hybrid Kn 509					
Вариант	Proteins, %		Lipids, %		Starch, %		Proteins, %		Lipids, %		Starch, %	
	a*	b*	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Control 2010	9,92	100	5,41	100	66,35	100	8,91	100	4,31	100	68,88	100
Control 2011	9,76	100	6,33	100	64,56	100	7,46	100	4,00	91,65	67,57	100
1. Average	9,84	100	5,87	100	65,46	100	8,19	100	4,16	95,83	68,225	100
Control Z, 2010	9,03	91,02	4,97	91,86	69,97	105,45	8,88	99,66	4,33	100,46	68,31	99,17
Control Z, 2011	9,95	101,9	6,05	95,58	64,80	100,37	8,3	111,26	4,37	100	67,16	99,39
2. Average	9,49	96,49	5,51	93,72	67,39	102,91	8,59	105,46	4,35	100,23	67,74	99,28
VJ 10 ⁸ 2010	9,35	94,25	5,35	98,89	71,00	107,00	9,65	108,3	5,41	125,52	71,12	103,25
VJ 10 ⁸ 2011	10,27	105,2	4,77	78,84	59,06	91,48	8,7	116,62	4,20	96,11	65,71	97,25
3. Average	9,81	99,74	5,06	88,86	65,03	99,24	9,18	112,46	4,81	110,82	68,42	100,25
VJ 10 ⁷ 2010	9,10	91,73	5,11	94,45	69,15	104,22	9,35	104,93	5,18	120,18	71,12	103,25
VJ 10 ⁷ 2011	9,07	92,93	4,26	67,3	64,66	100,15	8,54	114,48	4,41	100,91	66,87	98,96
4. Average	9,085	92,33	4,685	80,88	66,91	102,18	8,945	109,71	4,80	110,55	69	101,11
VJ 10 ⁶ 2010	8,97	90,42	4,78	88,35	68,21	102,80	10,15	113,91	5,70	132,25	72,13	104,71
VJ 10 ⁶ 2011	9,07	92,93	4,26	70,41	64,66	100,15	8,95	119,97	3,62	82,84	65,45	96,86
5. Average	9,02	91,68	4,52	79,38	66,44	101,48	9,55	116,94	4,66	107,55	68,79	100,79
TRL 10 ⁸ 2010	9,17	92,44	5,16	95,38	68,35	103,01	10,03	112,57	5,53	128,31	69,88	101,45
TRL 10 ⁸ 2011	8,65	88,63	4,26	70,41	64,08	99,26	8,20	109,92	4,30	98,40	65,56	97,02
6. Average	8,91	90,54	4,71	82,90	66,22	101,14	9,115	111,25	4,92	113,35	67,72	99,24
TRL 10 ⁷ 2010	8,33	83,97	4,78	88,35	67,40	101,58	9,38	105,27	4,77	110,67	69,03	100,22
TRL 10 ⁷ 2011	9,88	101,2	5,12	84,63	64,71	100,23	9,15	122,65	3,99	91,30	67	99,16
7. Average	9,11	92,60	4,95	86,49	66,06	100,91	9,265	113,96	4,38	100,99	68,02	99,69
TRL 10 ⁶ 2010	9,14	92,14	4,88	90,20	68,50	103,24	9,18	103,03	5,55	128,77	69,56	100,98
TRL 10 ⁶ 2011	9,69	99,28	6,08	100,49	65,04	100,74	8,70	116,62	4,47	102,29	66,69	98,70
8. Average	9,415	95,71	5,48	95,35	66,77	101,99	8,94	109,83	5,01	115,53	68,13	99,84

*a - % to mass of the grains; b - % to control.

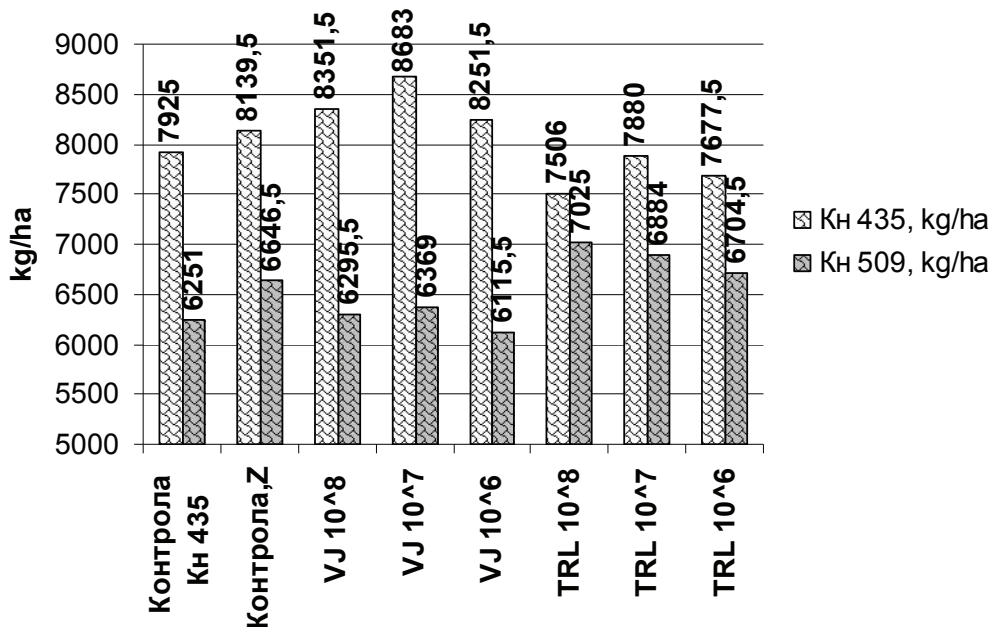
а на Р съответно с 11,48% и 4,7%. Вероятно това е вследствие повишаването на асимилирането на нитрати за сметка на активността на бактериални нитратредуктази, както и увеличаване на фиксацията на атмосферния азот и неговото постъпване в растенията за сметка на функционирането на бактериалната нитрогеназа. По-силно обаче е влиянието върху акумулиране на К, като VJ увеличава съдържанието в индикаторния лист до 14,44%, а TRL – до 20,99%. Влиянието на бактериите върху усвояването на Mg е силно изразено през втората година. Тогава установеният дисбаланс се запазва и отново влиянието на ризосферната микрофлора е свързано с по-мощното развитие на растенията. Очевидно стандартизираният фон на торене в ИЦ – Кнежа не е в състояние да отговори на физиологичните изисквания на този хибрид при такова третиране. Тези бактерии секретират широк спектър вторични

метаболити, в т. ч. регулатори на растежа и антибиотици, с което се обяснява въздействието им върху растежа на царевицата (Munimbazi et al., 1998). Ризосферната микрофлора подобрява усвояването на силиций от растенията. Данните от регресионния анализ (табл. 2) показват известни различия в сравнение с по-ранния хибрид. Бактериите на род *Bacillus* осъществяват микробен синтез на физиологично активни вещества (хормони – ауксини, цитокинини, гибберелини, витамини, аминокиселини и др.), осъществяващи пряко хормонално регулиране на растежа на растенията. Изменението в проникваемостта на клетъчната мембрана на кореновите тъкани и увеличената им поглъщателна способност като крайна реакция на хибрид Кн 509 показват, че той се нуждае от повече N. Увеличеното постъпване на Mg в растенията влияе негативно върху съдържанието на протеини и мазнини в зърното на хибрида.

На фиг. 1 са представени резултатите за добива от зърно на изследваните хибриди. Според Вълчинкова (2011 – ръкопис) водният дефицит се понижава, подобрява се тургурът и толерантността към засушаване на растителните тъкани на хибридите при използването на VJ и TRL. Вследствие на това добивите се повишават. През първата година от изследването по-ясно изразено е влиянието на използваните инокуланти VJ и TRL при хибрида Кн 509. В този случай превишението над контролата варира в границите 3 – 24% съответно за вариантите TRL. При по-ранния хибрид Кн 435 увеличаването на зърнената продукция варира в размер 2 – 8% спрямо контролата. Благоприятен за повишаване на добива на Кн 435 е VJ 10^7 CFU.g⁻¹ (5,08%). През втората година следва да отбележим, че 2011 г. по отношение на количеството валежи може да се отчете като сравнително благоприятна, въпреки неравномерния характер на тяхното разпределение по месеци. Например през юни сумата на валежите е 63,8 l/m², а през юли – 122 l/m². Следва засушаване през август и септември с количество на падналите валежи общо 11,3 l/m². Добивите на хибрида Кн 435 варират в порядъка 743,5 – 915,8 kg/da зърнена продукция. Под влияние на ризосферните бактерии превишението над контролата е в границите 2,4 – 13,92%. Съответно това са вариантите, показали най-нисък и най-висок добив – TRL 10^8 CFU.g⁻¹ и VJ 10^7 CFU.g⁻¹ спрямо контролата.

Класирането по добивност спрямо ефекта от третирането е както следва: VJ 10^7 CFU.g⁻¹ (113,92%), VJ 10^8 CFU.g⁻¹ (113,42%), VJ 10^6 CFU.g⁻¹ и TRL CFU.g⁻¹ (около 111%), отнесени към контролата. Индивидуалната реакция на хибрида Кн 509 относно добива на зърно показва равнище на добивите 622 – 775,4 kg/da. Благоприятно влияние върху повишаването на добива оказват вариантите с обработване на семена: TRL 10^8 CFU.g⁻¹ приблизително с 13% и VJ 10^7 CFU.g⁻¹ с 6,17%). Средно за двете години влиянието на VJ върху на добива на хибрида Кн 509 варира от 1 до 6%, а на хибрида Кн 435 се наблюдава увеличение от 0 до 14%. Бактериалният препарат TRL не увеличава добива на Кн 435 и увеличава добива до 12% на по-късния хибрид.

Резултатите относно съдържанието на протеин, мазнини и скорбяла са представени в табл. 3. Отново се наблюдава генотипно обособена проява на двата проучени хибрида. За двете години инокулацията на семената на по-ранния хибрид с изпитваните препарати не оказва съществено влияние върху качеството на зърното. При Кн 509 съдържанието на протеини се повишава до 17% при третиране с VJ и до 14% при инокулация с TRL. Съдържанието на липиди на хибрида Кн 509 се увеличава средно до 11% и 15,53% съответно при инокулация на семената с VJ и TRL. Скорбялото съдържание бележи повишение при хибрид Кн 435 (3 – 7% за 2010 г.), а на хибрид Кн 509 не се изменя.



Фиг. 1. Влияние на Voodoo Juice и Tarantula върху добив зърно на царевични хибриди Кн 435 и Кн 509 (среден добив за две години)

Fig. 1. Influence of Voodoo Juice and Tarantula on the grain yield of maize hybrids (average of 2 years of study)

През първата година при Кн 435 протеиновото съдържание не се повишава спрямо контролата. Съвсем различна е реакцията на хибрида Кн 509 с установено чувствително повишаване на съдържанието на протеин в рамките на 2 – 15%. С най-високо съдържание на протеини са вариантите: VJ10⁶ CFU.g⁻¹ (14%), TRL 10⁸ CFU.g⁻¹ (12,57%). Съдържанието на мазнини при първия хибрид също е стабилно и се променя в посока повишаване. В този случай се отличава VJ 10⁸ CFU.g⁻¹ (7,64%). Подобно на протеините, при хибрид Кн 509 се наблюдава ясно очертана тенденция на повишаване на липидното съдържание при всички варианти. С най-добър ефект са проявени вариантите: VJ 10⁶ CFU.g⁻¹ (32,25%), TRL 10⁸ CFU.g⁻¹ и TRL 10⁶ CFU.g⁻¹ (28,31), VJ 10⁸ CFU.g⁻¹ (25,52%). Скорбялното съдържание бележи тенденция на повишаване и при двата хибрида, особено при Кн 435.

През 2011 г. отново е налице генотипно обособена проява на двата проучени хибрида. При хибрид Кн 435 протеиновото съдържание се повишава до 5%(VJ10⁶CFU.g⁻¹). Тенденция на повишаване е отбелязана и при вариантите VJ 10⁶ CFU.g⁻¹ (3,07%), TRL 10⁷ CFU.g⁻¹ (1 – 1,5%). Съвсем различна е реакцията на хибрид Кн 509. Всички варианти показват чувствително повишаване на съдържанието на протеин в рамките на 1,61 – 27,21%. С най-високо съдържание на протеин са вариантите TRL 10⁷ CFU.g⁻¹ (22,65%), VJ 10⁶ CFU.g⁻¹ (19,97%). Съдържанието на мазнини при хибрид Кн 435 спрямо контролата е по-ниско при всички проучени варианти. При хибрид Кн 509 се наблюдава ясно изразена тенденция на повишаване на липидното съдържание. Варирането спрямо контролата е в границите 4 – 12%. Хибридите Кн 435 и 509 запазват стойности на съдържанието на скорбяла почти еднакви с контролните варианти.

Имайки предвид получените резултати, ние смятаме, че е настъпило взаимодействие между отделните щамове, колонизиращи кореновата система на хибридите и като отговор те повишават добивите и съдържанието на протеини и мазнини в зърното – пряко следствие от повишеното ниво на фитохормони в тях, които влияят при абиотичните стресови фактори при неполивното им отглеждане.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Voodoo Juice увеличава добивите и на двата хибрида. Tarantula не увеличава добива на хибрид Кн 435, но увеличава добива на Кн 509 с 12%.

Инокулацията на семената на по-ранния хибрид (Кн 435) с изпитваните препарати не оказва съществено влияние върху качеството на зърното. При Кн 509 съдържанието на протеини се повишава до 17% при третиране с VJ и до 14% при инокулация

с TRL. Съдържанието на липиди на хибрида Кн 509 се увеличава средно до 11% и 15,53% съответно при инокулация на семената с VJ и TRL.

ЛИТЕРАТУРА

- Lugtenberg, B. and Kamilova, F.** 2009. Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, Vol. 63: 541-556
- Elsorra, E. I., Makarewicz, O., Farouk, A., Rosner, K., Greiner, R., Bochow, H., Richter, T. and Borriss, R.** 2002. Extracellular phytase activity of *Bacillus amyloliquefaciens* FZB45 contributes to its plant-growth-promoting effect. *Microbiology*, 148: 2097-2109
- Lucas García, J. A., Probanza, A., Ramos, B., Ruiz Palomino, M., Gutiérrez Mañero, F. J.** 2004. Effect of inoculation of *Bacillus licheniformis* on tomato and pepper. *Agronomie*, Vol. 24, No. 4: 169-176
- Leifert, C., Li H, Chidburee, S., Hampson, S., Workman, S., Sigeo, D., Epton, H. and Harbour, A.** 1995. Antibiotic production and biocontrol activity by *Bacillus subtilis* CL27 and *Bacillus pumilus* CL45. *J. Appl. Bacteriol.*, 78(2): 97-108
- Manjula, K. and A. R. Podile.** 2001. Chitin-supplemented formulations improve biocontrol and plant growth promoting efficiency of *Bacillus subtilis* AF 1. *Can. J. Microbiol.*, 47(7): 618-625
- Merriman, P. R., Price, R. D., Kollmorgen, J., T. Piggott and Ridge, E. H.** 1996. Effect of seed inoculation with *Bacillus subtilis* and *Streptomyces griseus* on the growth of cereals and carrots. *Australian Journal of Agricultural Research*, 25(2): 219-226
- Munimbazi, C., Bullerman, L. B.** 1998. Isolation and partial characterization of antifungal metabolites of *Bacillus pumilus*. *J. Appl. Microbiol.*, Jun; 84(6): 959-68
- Vazquez, P., G. Holguin, M. E. Puente, A. Lopez-Cortes and Y. Bashan.** 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 30, 5-6: 460-468
- Xuming Liu, Hongxing Zhao and Sanfeng Chen.** 2006. Colonization of Maize and Rice Plants by Strain *Bacillus megaterium* C4. *Current Microbiology*, Vol. 52, 3: 186-190
- Yuming Bai, Frederic D'Aoust, Donald, S. and Driscoll, B.** 2002. Isolation of plant-growth-promoting *Bacillus* strains from soybean root nodules. *Can. J. Microbiol.*, 48(3): 230-238

Благодарности.

Това изследване е осъществено с подкрепата на Advanced Nutrients Ltd., Canada.