

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ЕНДОМИКОРИЗНА МИКРОФЛОРА *Glomus* sp. И МИКРОФУНГИ *Trichoderma* sp. ВЪРХУ ДОБИВА И КАЧЕСТВОТО НА ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦА Кн 435 И Кн 509

ВАЛЕНТИН САВОВ^{1,4*}, ПЕНКА ВЪЛЧИНКОВА², КОНСТАНТИН ЧАКАЛОВ³, ТОДОРКА ПОПОВА³,
ГЕРГАНА АНГЕЛОВА³, СВЕТЛАНА БРАТКОВА⁴

¹ Софийски университет „Св. Климент Охридски“, София

² Институт по царевицата, Кнежа

³ Ромб ООД, ул. „Абоба“ № 1, 1606 София

⁴ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, София

*E-mail: romb_ltd@abv.bg

Research of the Influence of Endomycorrhizal Microflora *Glomus* sp. and Microfungi *Trichoderma* sp. on the Yield and Quality of Maize Hybrids Kn 435 and Kn 509

V. Savov^{1,4*}, P. Valchinkova², K. Chakalov³, T. Popova³, G. Angelova³, S. Bratkova⁴

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

² Maize Research Institute, Kneja, Bulgaria

³ ROMB Ltd, 1 Aboba Str., 1606 Sofia, Bulgaria

⁴ University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, Bulgaria

Abstract

Field experiments are carried out in the Maize Research Institute in Kneja in 2010 – 2011 in order to determine the influence of *Glomus* sp., *Trichoderma* sp., and Microbial Mix on maize hybrids Kn 435 and Kn 509. The inoculation is done by covering the seeds with the microbial products, preliminary mixed with micronized zeolite.

The increase of the yield is 3 – 24% for Kn 509 and 2 – 8% for Kn 435 (2010). The most effective variants of treatment are Microbial Mix, *Trichoderma* 5.10⁷, *Glomus*. The protein content is increased to 15% by the application of Microbial Mix, *Trichoderma* 5.10⁷, *Glomus* sp. The lipid content of Kn 435 is not increased, while the increase of lipids in Kn 509 is up to 15.26% in the case of seed inoculation with *Glomus* sp.

When seeds of maize FAO 400 and FAO 500 are inoculated with *Trichoderma* sp. and *Glomus* sp. and are cultivated on leached chernozem, the fertilizer rate should be increased by approximately 20%.

Key words: *Glomus* sp., *Trichoderma* sp., maize, protein content, lipid content

Ризосферата е енергетичната фабрика на екосистемата растение – почва, осигуряваща стабилност в земеделието и горското стопанство. Тази гъвкава система може да ограничи неблагоприятни въздействия върху растенията от токсични вещества или патогени (Lynch, 2002). *Trichoderma harzianum* и *T. viride* са ефективни за биоконтрол и имат комерсиално приложение при защита на растенията от редица почвени патогени. *Trichoderma* sp. са свободноживеещи, повсеместно разпространени и са известни от много години с антибиотичните си свойства и с паразитизма си върху други микрофунги. Те също са конкуренти на други микроорганизми и техни ключови функции са стимулация на покълването на семената или депресиране прорастването на спорите на патогенни гъби (Goltsareh et al., 2011).

Везикуларната арбускуларна микориза (ВАМ) е съществена част от кореновата система на мно-

го растения и е съставена от една важна група микроорганизми в почвените микробни съобщества. Инокулирането на растенията с ВАМ не само че подобрява растежа, но повишава добива на полезни вещества в медицинските растения например. ВАМ подобрява усвояването на хранителните елементи и водата от растенията (Yadav et al., 2011). В последните години голям брой изследвания показват повишаване на добивите при инокулация на семената с *Glomus mossae*, което води и до увеличаване обема на кореновата система и увеличаване съдържанието на N, P и K в сухата биомаса (Ratna and Lakshman, 2010; Mustafa et al., 2012).

Целта на настоящия експеримент беше да се получи информация за влиянието на микоризна микрофлора върху минералното хранене, добива и качеството на хибриди царевица от групи 400 и 500 по ФАО.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проведеният през периода 2010 – 2011 г. полски опит в опитното поле на Института по царевица – Кнежа включва царевичните хибриди Кн 435 (FAO 400) и Кн 509 (FAO 500). Полските опити са проведени при условия без напояване 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. По време на вегетацията са прилагани необходимите агротехнически мероприятия и биометрични измервания. Микробиалните инокуланти са с видовете: *Trichoderma harzianum* (щам SL11) + *T. viride* (щам St10); *Glomus mossae*, *G. fasciculatum*, *G. intraradices* и *G. etunicatum*, и микс от *Trichoderma* sp., *Glomus* sp., *Bacillus* sp. (ризосферни бактерии от комерсиалните препарати Вуду Джус и Тарантула). 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 – *Trichoderma* sp. 10⁸; 4) Инокулат – *Trichoderma* sp. 5.10⁷; 5) Инокулат – *Trichoderma* sp. 10⁷; 6) Инокулат – *Glomus* sp.; 7) Инокулат – Микробиален Микс.

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 – фотокolorиметрично. Общият азот е определян след разграждане на пробата с фенолсърна киселина в присъствието на Se на прах (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

В табл. 1 са представени резултатите за добив от зърно на изследваните хибриди. По-ясно изразено е влиянието на използваната микориза при хибрида Кн 509. В този случай превишението над контролата варира в границите 4 – 12,8%. Много добри резултати показва третирането с *Trichoderma* 5.10⁸. Когато обаче данните се съпоставят с контрола зеолит, поради по-високите стойности на

Таблица 1. Влияние на инокулатите върху добива на хибриди царевица (2010 – 2011 г.)

Table 1. Influence of the inoculates on the yield of the maize hybrids (2010 – 2011)

Year	Variants of treatment	Yield, kg/da	% to control	% to control zeolite
2010 2011	Control	781,1	100	99,76
	Average	803,9	100,00	95,15
2010 2011	Control Zeolite	783,0	100,24	100
	Average	844,9	105,10	100,00
2010 2011	<i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁸	801,2	102,57	102,32
	Average	829,3	103,16	98,15
2010 2011	<i>Trichoderma</i> sp. 5.10 ⁷	775,9	99,33	99,09
	Average	859,1	106,87	101,68
2010 2011	<i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁷	770,7	98,66	98,43
	Average	768,9	95,65	91,00
2010 2011	<i>Glomus</i> sp.	804,4	102,98	102,73
	Average	847,2	105,38	100,27
2010 2011	Mix	828,7	106,09	105,84
	Average	830,3	103,28	98,27
Кн 509/ Кн 509				
2010 2011	Control	563,3	100	90,08
	Average	686,9	100,00	97,88
2010 2011	Control Zeolite	627,5	111,03	100
	Average	701,8	102,17	100,00
2010 2011	<i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁸	657,7	116,34	104,81
	Average	750,0	109,19	106,87
2010 2011	<i>Trichoderma</i> sp. 5.10 ⁷	689,7	122,01	109,91
	Average	622,1	90,57	88,64
2010 2011	<i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁷	н.д	н.д	н.д
	Average	715,1	104,10	101,89
2010 2011	<i>Glomus</i> sp.	639,2	113,07	101,86
	Average	743,4	108,22	105,93
2010 2011	Mix	705,8	124,85	112,48
	Average	677,7	98,66	96,56
2010 2011	Mix	705,8	124,85	112,48
	Average	691,7	111,75	104,52

Таблица 2. Влияние на инокулатите върху съдържанието на протеини, мазнини и скорбяла
 Table 2. Influence of the inoculates on the content of proteins, lipids and starch

Variants of treatment	Year	Proteins, %	% to control	Lipids, %	% to control	Starch, %	% to control
Kneja 435							
1. Control	2010	9,92	100	5,41	100	66,35	100
	2011	9,76	100	6,33	100	64,56	100
	average	9,84	100	5,87	100	65,46	100
2. Control Zeolite	2010	9,03	91,02	4,97	91,86	69,97	105,45
	2011	9,95	101,95	6,05	95,58	64,80	100,37
	average	9,49	96,49	5,51	93,72	67,39	102,91
3. <i>Trichoderma</i> sp.10 ⁸	2010.	9,10	91,73	4,78	88,35	69,99	105,45
	2011	9,54	97,74	4,50	71,09	63,74	98,73
	average	9,32	94,73	4,64	79,72	66,87	102,09
4. <i>Trichoderma</i> sp. 5.10 ⁷	2010	10,11	101,91	5,11	94,45	69,18	104,26
	2011	9,75	99,89	4,97	78,51	61,62	95,45
	average	9,93	100,9	5,04	86,48	65,4	99,86
5. <i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁷	2010	9,02	90,92	6,02	111,27	70,19	105,78
	2011	10,08	103,28	5,52	87,20	62,17	96,30
	average	9,55	97,1	5,77	99,235	66,18	101,04
6. <i>Glomus</i> sp.	2010	10,34	104,29	5,91	109,24	69,31	104,46
	2011	9,50	97,34	4,96	78,36	63,29	98,03
	average	9,92	100,81	5,43	93,8	66,30	101,25
7. Mix	2010	10,00	100,81	6,13	113,31	69,90	105,35
	2011	9,87	101,13	5,66	89,41	62,85	97,35
	average	9,94	100,97	5,89	101,36	66,38	101,35
Kneja 509							
1. Control	2010	8,91	100	4,31	100	68,88	100
	2011	7,46	100,00	4,00	100,00	67,57	100
	average	8,19	100	4,15	100	68,23	100
2. Control Zeolite	2010	9,03	91,02	4,97	91,86	69,97	105,45
	2011	8,30	111,26	4,37	109,25	67,16	99,39
	average	8,67	101,14	4,67	100,55	68,57	102,42
3. <i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁸	2010	9,10	91,73	4,78	88,35	69,99	105,45
	2011	7,33	98,26	4,29	107,25	69,11	102,28
	average	8,22	94,99	4,53	97,8	69,55	103,87
4. <i>Trichoderma</i> sp. 5.10 ⁷	2010	10,13	113,69	5,11	118,56	71,33	103,55
	2011	8,45	113,27	3,33	83,25	66,05	97,75
	average	9,29	113,48	4,22	100,90	68,69	100,65
5. <i>Trichoderma</i> sp. 10 ⁷	2010	7,58	101,61	4,17	104,25	71,54	105,87
	2011	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
	average	7,58	101,61	4,17	104,25	71,54	105,87
6. <i>Glomus</i> sp.	2010	9,31	104,48	4,99	115,77	68,77	99,84
	2011	9,49	127,21	4,59	114,75	65,73	97,28
	average	9,4	115,84	4,79	115,26	67,25	98,56
7. Mix	2010	10,31	115,70	5,03	116,70	70,70	102,64
	2011	7,86	105,36	3,58	89,50	67,73	100,23
	average	9,09	110,53	4,30	103,1	69,22	101,44

Таблица 3а. Листна диагностика на минералното хранене (прикочанен лист) на хибрид Кн 435 – фаза цъфтеж на метлицата
Table 3a. Leaf diagnostics of the mineral nutrition (ear leaf) of hybrid Kn 435 – silking phase

Варианти Кн 435	N		P		K		Ca		Mg		Si	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Приемливи нива	3 – 4%		0,3 – 0,5%		2 – 3%		0,2 – 1%		0,2 – 0,6%		н. д	
Control	2,022	0,217	0,217	0,248	1,495	1,518	0,624	0,624	0,254	0,272	н. д	1,760
Control zeolite	2,328	0,233	0,233	0,241	1,519	1,421	0,659	0,660	0,221	0,315	н. д	1,790
<i>Trichoderma</i> 10 ⁸	2,194	0,272	0,272	0,237	1,624	1,391	0,576	0,716	0,210	0,293	н. д	1,590
<i>Trichoderma</i> 5.10 ⁷	2,138	0,275	0,275	0,248	1,494	1,516	0,654	0,682	0,215	0,293	н. д	1,820
<i>Trichoderma</i> 10 ⁷	2,534	0,239	0,239	0,238	1,471	1,469	0,66	0,734	0,212	0,294	н. д	1,730
<i>Glomus</i>	2,378	0,226	0,217	0,244	1,459	1,367	0,72	0,752	0,246	0,254	н. д	1,910
Microbial Mix	2,307	0,250	0,250	0,252	1,546	1,497	0,705	0,720	0,246	0,288	н. д	1,780

Таблица 3б. Листна диагностика на минералното хранене (прикочанен лист) на хибрид Кн 509 – фаза цъфтеж на метлицата
Table 3b. Leaf diagnostics of the mineral nutrition (ear leaf) of hybrid Kn 590 – silking phase

Варианти Кн 509	N		P		K		Ca		Mg		Si	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Приемливи нива	3 – 4%		0,3 – 0,5%		2 – 3%		0,2 – 1%		0,2 – 0,6%		н. д	
Control	2,500	2,513	0,262	0,279	1,725	1,649	0,711	0,781	0,191	0,243	н. д	2,080
Control zeolite	2,317	2,441	0,251	0,277	1,434	1,596	0,789	0,740	0,218	0,249	н. д	1,730
<i>Trichoderma</i> 10 ⁸	2,167	2,616	0,261	0,284	1,542	1,573	0,757	0,750	0,190	0,200	н. д	1,930
<i>Trichoderma</i> 5.10 ⁷	2,106	2,506	0,258	0,272	1,518	1,648	0,748	0,725	0,166	0,240	н. д	1,770
<i>Trichoderma</i> 10 ⁷	н.д.	2,334	н.д.	0,272	н.д.	1,544	н.д.	0,759	н.д.	0,245	н. д	1,830
<i>Glomus</i>	2,415	2,641	0,260	0,260	1,664	1,675	0,667	0,726	0,187	0,201	н. д	2,070
Microbial Mix	2,434	2,644	0,267	0,267	1,574	1,669	0,796	0,684	0,179	0,206	н. д	2,130

добива за тази контрола процентното изражение на останалите варианти е по-ниско. При третиране на семената повишаването на добива от зърно спрямо контрола зеолит варира от 1 до 4,5%. Най-ефективна е ползата от вариант Микробиален Микс и вариант *Glomus* sp.

При по-ранния хибрид Кн 435 увеличаването на зърнената продукция варира в размер 2 – 4,7% спрямо контролата. Като обобщение се налага становището, че най-ефективна проява за повишаване на добивите на проучените хибриди е налице при взаимодействие с биопрепаратите Микробиален Микс, *Trichoderma* 10⁸, *Glomus* sp.

Резултатите относно съдържанието на протеин, мазнини и скорбяла, определени чрез Infralizer в ИЦ – Кнежа са представени в табл. 2. Налице отново е генотипно обособена проява на двата проучени хибриди. Наблюдават се съществени различия по отношение реакцията им за съдържание на протеин и мазнини. При Кн 435 протеиновото съдържание се повишава само в случаите при третиране с *Glomus* (104,29%) и *Trichoderma* 5.10⁷ (101,91%) спрямо контролата през първата година от изследването. Спрямо контролата със

зеолит увеличението е по-високо и достига до 14% (*Glomus*). Поради по-голямата разлика в стойностите между двете контроли съдържанието на протеин е по-високо при сравняване с контролите в случаите: *Trichoderma* 5.10⁷, Микробиален Микс, *Glomus*. Съвсем различна е реакцията на хибрид Кн 509. Всички варианти показват чувствително повишаване на съдържанието на протеин в рамките на 2 – 15%. С най-високо съдържание на протеини са варианти: *Glomus* (115,84%), *Trichoderma* 5.10⁷ (13,48%) и Микробиален Микс (110,53%).

През 2010 г. съдържанието на мазнини при първия хибрид също е стабилно и се променя в посока повишаване 9 – 13% при *Glomus* (9,24%), Микробиален Микс (13,31%) и *Trichoderma* 10⁷ (11,27%) спрямо контролата. Спрямо втората контрола превъзвешението варира в по-високи граници (3 – 23%). В този случай се отличават вариантите Микробиален Микс (23,24%), *Trichoderma* 10⁷ (21,13%), *Glomus* (18,91%). През втората година от изпитването не се установява положително влияние на инокулатите върху формирането на мазнини в този хибрид. Подобно на протеините при хибрид Кн 509 се наблюдава ясно очертана тенденция на повишаване на

липидното съдържание при третиране на семената с *Glomus*. Варирането спрямо контролата при тази инокулация е в размер 4 – 15% спрямо контролата. Скорбялното съдържание се изменя несъществено и при двата хибрида. При Кн 509 се наблюдава тенденция за увеличаване на скорбялата с 2 – 5% при инокулация на семената с *Trichoderma* sp.

Данните, представени в табл. 3а и 3б показват резултатите от листната диагностика на индикаторния прикочанен лист. Микоризата оказва забележимо влияние върху минералното хранене с азот на хибрид Кн 435. Усвоеният азот от хибрид Кн 435 обаче е на долната граница на оптимума. Може би заради това е установена много добра праволинейна зависимост между усвоения N (x) и добива (Y): $Y = 829,906 - 16,4697 \cdot x$; $r = 0,0342$, $F = 5,71$. През първата година от изследването инокулацията с триходерма влияе положително и върху минералното хранене с P на този по-ранен хибрид. Изпитаните ризосферни микрофунги влияят и върху усвояването на силиция от растенията. При по-късния хибрид Кн 509 микоризата по-скоро намалява съдържанието на азот в индикаторния лист и това вероятно се дължи на по-мощния растеж на тези растения. През втората година *Glomus* sp. слабо увеличава постъпването на азот в растенията. Подобна е тенденцията и с усвояването на останалите макроелементи, включително и с усвояване на силиция. По данни на Вълчинкова (2011 – ръкопис) изпитаните микоризни инокуланти увеличават обхвата на стъблото, площта на прикочанния лист и височината на растенията. При този по-мощен растеж растенията очевидно се нуждаят от относително по-високи дози торене.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повишаването на добива на хибрида Кн 509 варира от 3 до 24%, а на хибрида Кн 435 – 2 – 8%

(2010 г.). Най-добър ефект се наблюдава при третиране с вариантите: Микробиален Микс, *Trichoderma* 5.10⁷, *Glomus*. Съдържанието на протеини се повишава до 15% при прилагане на варианти: Микробиален Микс, *Trichoderma* 5.10⁷, *Glomus* sp. Съдържанието на липиди на хибрида Кн 435 не се повишава, а на хибрид Кн 509 – до 15,26% при инокулация на семената с *Glomus* sp. Скорбялното съдържание бележи повишение при хибрида Кн 435 с 1 – 2%, а при хибрид Кн 509 – до 5 – 6% над контролата.

При инокулация на семена царевица от групи на зрялост по ФАО 400 и 500 с *Trichoderma* sp. и *Glomus* sp., отглеждани на Излужен чернозем, торвата норма следва да бъде повишена с около 20%.

ЛИТЕРАТУРА

- Goltapeh, E. M., Purjam, E., Pakdaman, B. S., Modarres Sanavy, S. A. M. and Varma, A.** 2011. Potential of mycorrhiza-like fungi and *Trichoderma* species in biocontrol of Take-all Disease of wheat under greenhouse condition. *Journal of Agricultural Technology*, Vol. 7(1): 185-195 Available online <http://www.ijat-rmutto.com>
- Lynch, J. M.** 2002. Resilience of the rhizosphere to anthropogenic disturbance. *Biodegradation*, 13: 21-27; Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands.
- Mustafa, A. A., Radziah Othman, M. A. Zainal Abidin and V. Ganesan.** 2010. Growth Response of Sweet Corn (*Zea mays*) to *Glomus mosseae* Inoculation over Different Plant Ages. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9: 337-343
- Ratha, A. and Lakshman, H. C.** 2011. Interaction Between *Glomus fasciculatum* Fungi and *Rhizobium* on *Glicine max* Merr.(var. DH-125). *International Journal of Plant Protection*, Vol. 2, No.2, 191-194
- Yadav, K. L., Singh, N. and Aggarwal, A.** 2011. Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on survival and development of micropropagated *Acorus calamus* L. During acclimatization. *Journal of Agricultural Technology*, Vol. 7(3): 775-781; Available online <http://www.ijat-aatsea.com>