

ПРОУЧВАНЕ НА ЕФЕКТА ОТ ТРЕТИРАНЕ С БИОСТИМУЛАТОРИ ВЪРХУ СТРЕС ТОЛЕРАНТНОСТТА НА ЦАРЕВИЧНИ ХИБРИДИ

ПЕНКА ВЪЛЧИНКОВА*, ВАЛЕНТИН САВОВ**, СВЕТЛАНА БРАТКОВА***, ГЕРГАНА АНГЕЛОВА****, КОНСТАНТИН ЧАКАЛОВ****, ТОДОРКА ПОПОВА****

*Институт по царевицата, Кнежа

**СУ „Св. Кл. Охридски“, София

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

****„Ромб“ ООД, ул. „Абоба“ 1, 1606 София

Stress Tolerance Effect of Biostimulators Treatment on Maize Hybrids

P. Valchinkova*, V. Savov**, S. Bratkova***, G. Angelova****, K. Chakalov****, T. Popova****

*Maize Research Institute, Knezha, Bulgaria

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

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

****ROMB LTD, 1 Aboba Str., 1606 Sofia, Bulgaria

Abstract

Two maize hybrids from FAO 500 groups (Kn 509) and 600 (Kn M625) are investigated for a stress tolerance reaction under treatment of biostimulators. 3 groups of products (bacterial, humic in combination with enzymes and chelate composition with microelements) are examined. The aim of this study is to determine the treatment effect on water regime traits and grain yield of maize hybrids. The field experiments carried out at non irrigated conditions in MRI – Knezha includes 13 variants of commercial bioproducts with 4 replications and 10 m² of harvest plot for each hybrid. The plants are treated in 8-10th leave phase with all of the preparations in a dose of 50 ml/da. The using of bioproducts: Ch + Ps, Ch, Vj, ME, TRL decreases the water deficit of leaves and increases the relative drought stress tolerance. The treatment with MG, Vj, PL, Ch + Ps, Ch + RA, BT8 induces a higher water keeping ability of leaves.

The hybrid Kn M625 is more responsive to treatment with tested biopreparations.

Key words: bioproducts, maize hybrids, stress tolerance, water deficit

През последните години в резултат на климатичните промени и аномалии стресът от засушаване силно редуцира вегетативния растеж и добива при царевицата, като загубите на зърно достигат до 17% годишно (Edmeates, Bolonos, Laffitte, 1992). Това налага търсене на нови акценти в критериите за създаване и отбор на стрестолерантни генотипове царевица. Нетрадиционни и все по-популярни в тази връзка са нови технологични решения с използване на биоактивни вещества, получени чрез биотехнологични методи, целящи моделиране на комплекс от диференцирани ефекти върху растенията. Потенциалните приложения на биостимулаторите и проучването на протекторното им действие при стресови условия ще спомогне за изясняване проблема за повишаване на толерантността към воден стрес при хибриди царевица.

Проучването имаше за цел да установи ефекта от третирането с биопрепарати, съдържащи микробиялни, ензимни и хуминови субстанции върху водозадържащата сила, водния дефицит на листните тъкани и добива на хибридите Kn 509 и Kn M625 във връзка с толерантността към стрес от засушаване.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В Института по царевицата – Кнежа е проведен е полски опит с хибридите Kn 509 и Kn M625, представители на средно късната и късна група на зрелост по FAO. Използвани са 13 варианта на обработване на всеки от хибридите в 4 повторения и реколтна парцелка 10 m². Растенията са третирани еднократно във фаза 8-10-ти лист с 50 ml/da със съответните биопрепарати. Проучени са три групи биопродукти: бактериални – съдържащи видове от родовете *Bacillus* и/или *Pseudomonas*; хуминови в комбинация с витамини, хидролазни ензими или *Trichoderma*; хелатни композиции – протеинати на Cu, Zn, Fe, Mn, B, Mo. Co + *Pseudomonas* sp.

Варианти на третиране: **K** – контрола; **B-52** – хумати с витамин B₁; **BT-8** – хумати + растителен екстракт с витамин B₁; **Vj** – бактериален инокулат от полезни бактерии от род *Bacillus*; **TRL** – бактериален инокулат от полезни бактерии от род *Bacillus*; **Ch** – хелатна композиция на Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo протеинати; **Ps** – *Pseudomonas chlororafis* + *P. putida*; **PL** – *Plantago* – калиеви хумати, инокулирани с *Trichoderma* sp., *Pseudomonas chlororafis*,

Таблица 1. Влияние на биологично активни вещества и хелатни композиции на микроелементи върху количеството задържана вода в листните тъкани на хибридите Кн 509 и Кн М625 при съответните моменти на измерване (фаза цъфтеж на метлицата)
 Table 1. Influence of bioactive products and helat microelements composition on the kept water quantity in leaves tissues of hybrids Кн 509 and Кн М625 at tassel flowering stage

№	Варианти на третиране	Начално тегло свежа маса, g	Крайно тегло след сушене 105 °С	Начално количество вода в листата, g	Количество задържана вода, g							
					11:30 h	12:00 h	13:00 h	14:00 h	15:00 h	16:00 h	08:00 h	09:00 h
1.	Кн 509 контрола	23,5000	7,0485	16,4514	15,9950	15,8450	15,1450	14,7450	14,3950	13,8950	9,2950	9,2450
2.	B-52	23,4500	7,3245	16,1254	15,1254	15,1254	14,4080	13,7250	13,3250	12,7250	7,9254	7,8754
3.	BT-8	20,2000	6,3854	13,8145	13,3145	12,6645	12,2645	11,5640	12,0120	11,5640	8,0645	8,0145
4.	Vj	23,6500	7,6230	16,0269	15,5769	14,4774	14,0269	13,4267	13,3296	12,2290	8,9257	8,8757
5.	TRL	23,3000	7,5703	15,7296	14,8796	14,3789	13,7296	13,3296	12,2290	12,2290	8,3296	8,2296
6.	Ch	22,9000	7,3308	15,5692	14,9192	13,7692	13,2192	12,6692	12,1692	12,1692	7,5692	7,5192
7.	Ch+Ps	23,0000	7,4806	15,5193	14,9643	13,6693	13,3493	13,0192	12,4693	12,4693	7,6193	7,5193
8.	PL	24,2000	7,9006	16,2994	16,0994	15,0494	14,4494	14,0490	13,4494	13,4494	9,1994	9,0994
9.	MG	23,5000	7,8786	15,6213	14,7213	14,1213	13,4713	13,0213	12,6718	12,6718	7,9213	7,8213
10.	ME	22,5000	7,2846	15,2154	14,4153	13,7153	13,0653	13,1992	13,1992	10,6315	8,0153	7,9653
11.	Ch+RA	21,8500	7,5692	14,2808	13,9808	13,2308	13,3808	11,9305	11,9305	11,6308	7,3305	7,1808
12.	N	21,7000	7,3702	14,3297	13,9797	13,0297	12,6297	12,3797	11,8797	11,8797	7,2297	7,5297
13.	Sc	22,2500	7,6572	14,5928	13,9928	13,2428	12,3428	12,0902	11,9428	11,9428	7,3928	7,2928
1.	Кн М625 контрола	22,6000	6,9272	15,6728	15,1728	14,2228	13,5728	13,2728	12,8728	12,8728	8,9228	8,7728
2.	B-52	24,4000	7,4925	16,9075	16,4075	15,3575	14,7570	14,4075	13,9075	13,9075	9,1075	9,0575
3.	BT-8	21,7500	6,9089	14,8411	14,2411	13,5411	12,9911	12,5911	12,5911	12,2911	8,2911	8,2911
4.	Vj	25,0000	7,5257	17,4743	16,7743	16,0743	15,4243	14,9243	14,6243	14,6243	10,0243	9,9243
5.	TRL	23,0000	7,6713	15,3287	14,3287	13,5287	12,7787	12,4787	11,8787	11,8787	8,1287	8,0787
6.	Ch	23,1000	7,5305	15,5600	14,9694	14,1694	13,4699	13,0694	12,6694	12,6694	8,0211	8,0194
7.	Ch+Ps	25,6500	8,0175	17,8824	16,8324	16,1324	15,4824	15,0824	14,6824	14,6824	10,3824	10,2824
8.	PL	23,3500	7,4611	15,8889	15,0889	14,3389	13,7889	13,4889	13,2889	13,2889	9,2389	9,1389
9.	MG	23,3000	7,8839	15,4160	14,8660	14,5160	13,9160	13,5660	13,1160	13,1160	9,1160	9,0166
10.	ME	25,8500	8,0727	17,7772	14,4772	15,5272	14,7272	14,7772	14,7772	14,0772	9,2772	9,1772
11.	Ch+RA	23,8000	7,7230	16,0770	15,5970	14,5770	14,1270	13,7270	13,7270	13,3270	9,0770	9,0270
12.	N	23,0500	8,2035	14,8464	14,0964	13,3460	12,5987	12,1964	11,8987	11,8987	7,6964	7,6464
13.	Sc	23,9000	8,5506	15,3493	14,9493	14,2493	13,6493	13,3993	12,8993	12,8993	8,7493	8,6493

Таблица 2. Водозадържаща сила на листни тъкани на хибридите Кн 509 и Кн М625 при третиране с биологично активни вещества и хелатни композиции на микроелементи

Table 2. Water kept power of leaves tissues of hybrids Kn 509 and Kn M625 at treatment with bioactive products and helat compositions of microelements

№	Варианти на третиране	Начално к-во вода в листните тъкани, g	Количество задържана вода в листата (%) от началното водно съдържание Време на измерване							
			11:30 h	12:00 h	13:00 h	14:00 h	15:00 h	16:00 h	08:00 h	09:00 h
1.	Кн 509 контрола	16,0514	97,22	96,31	92,05	89,62	87,50	84,46	56,38	56,30
2.	B-52	16,1254	93,79	93,79	89,34	85,11	81,97	78,91	49,15	48,83
3.	BT-8	13,8145	96,38	95,29	91,67	88,11	86,95	83,09	58,38	58,01
4.	Vj	16,0269	97,19	95,32	90,33	87,52	83,77	81,28	55,69	55,38
5.	TRL	15,7296	97,14	94,60	91,41	87,28	84,74	77,74	52,95	52,31
6.	Ch	15,5692	95,82	93,57	88,43	84,90	81,37	78,16	48,62	48,29
7.	Ch+Ps	15,5193	97,00	96,45	88,07	86,02	83,89	80,35	49,09	48,15
8.	PL	16,2994	98,77	96,62	92,33	88,64	86,19	82,51	56,44	55,82
9.	MG	15,6213	96,79	94,23	90,39	86,24	83,35	81,11	50,71	50,06
10.	ME	15,2154	95,72	94,74	90,14	86,74	85,86	79,87	52,67	52,35
11.	Ch+RA	14,2808	97,89	95,45	93,64	92,69	83,54	81,44	51,33	50,28
12.	N	14,3257	97,55	97,20	90,92	88,13	86,39	82,90	52,54	50,45
13.	Sc	14,5928	95,88	94,86	90,74	84,58	82,85	81,84	50,66	49,97
1.	Кн М625 контрола	15,6728	96,80	93,30	90,74	86,60	84,68	82,13	56,93	55,97
2.	B-52	16,9075	97,04	92,90	90,83	90,83	85,21	85,25	53,86	53,57
3.	BT-8	14,8411	95,95	94,27	91,54	87,53	84,83	82,81	55,86	55,86
4.	Vj	17,4743	95,99	93,13	91,98	88,26	85,40	83,69	57,36	56,80
5.	TRL	15,3287	93,97	91,84	88,25	83,36	81,40	77,49	53,02	52,70
6.	Ch	15,5600	96,20	92,66	91,06	86,56	83,99	81,42	51,54	51,53
7.	Ch+Ps	17,8824	94,12	92,73	90,21	86,57	84,34	82,10	58,05	57,50
8.	PL	15,8889	94,96	93,70	90,24	86,78	84,89	83,63	58,14	57,51
9.	MG	15,4160	96,43	95,79	94,16	90,26	87,99	85,50	59,13	58,48
10.	ME	17,7772	92,68	89,87	87,34	82,84	81,43	79,18	52,18	51,62
11.	Ch+RA	16,0770	96,57	92,84	90,66	87,87	85,38	82,89	56,45	56,14
12.	N	14,8464	94,94	91,58	89,90	84,86	82,15	80,14	51,84	51,50
13.	Sc	15,3493	97,36	97,06	92,77	88,92	87,29	84,03	57,00	56,34

* Начално водно съдържание – 100%.

Bacillus sp.; **MG** – хумати с естествено продуцирани ензими от инокулатите; **ME** – хумати, инокулирани с щамове, продуциращи *Trichoderma* sp. ксиланаза; **Ch + RA** – хелатна композиция на Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo с втори тип протеинати; **N** – хумати, инокулирани с щамове *Trichoderma* sp., продуциращи амилаза и ксиланаза; **Sc** – хуминови вещества с щамове *Trichoderma* sp., продуциращи целулаза, ксиланаза и амилаза.

Водозадържащата сила на листата е определена по методиката на Георгиев и др. (1980), водният дефицит – по Бозова и др. (1993) през фаза цъфтеж на метлицата чрез анализ на прикочания лист за всеки от контролните и третирани варианти. Добивът е отчетен в kg/da към стандартна влага (14%) спрямо нетретирани варианти.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Съвременните биотехнологични методи позволяват чрез твърдофазова и дълбочинна преработка да се трансформират органични материали до физиологично активни вещества. Подходящи видове за тази цел са представители на родовете *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Trichoderma*, *Glomus*, *Aspergillus* и др. В това отношение изследванията в биотехнологията са насочени към производство и изолиране на полезни компоненти, предназначени за третиране на растенията и предпаването им от стресови въздействия. Субстратите, съдържащи хумусни субстанции, представляват интерес като антистрес агенти при растенията и мобилизираща матрица за микроорганизмови метаболити, ензимни системи, растителни екстракти

Таблица 3. Воден дефицит на листни тъкани на хибридите Кн 509 и Кн М625 по време на цъфтежа на метлицата при третиране с биологично активни вещества и хелатни композиции на микроелементи

Table 3. Water deficit of leaves tissues of hybrids Kn 509 and Kn M625 during the tassel flowering stage

№	Варианти на третиране	Свежа маса, g	Тургесцентна маса, g	Абсолютно суха маса, g	Налична вода в тъканите, g	Насищаща листните тъкани, g	Воден дефицит, %	Относителна тургесцентност, %
1.	Кн 509 контрола	1,1730	1,2020	0,1810	0,9920	1,0210	2,8400	97,15
2.	B-52	1,1686	1,2400	0,2140	0,9626	1,0260	6,18	93,82
3.	BT-8	1,1752	1,2150	0,2060	0,9692	1,0090	3,94	96,05
4.	Vj	1,1520	1,1815	0,1460	1,0006	1,0355	2,85	97,15
5.	TRL	1,0640	1,0930	0,2105	0,8535	0,8825	3,28	96,71
6.	Ch	1,1160	1,1430	0,1600	0,9560	0,9830	2,82	97,18
7.	Ch+Ps	1,0240	1,0382	0,1650	0,8590	0,8732	1,62	98,37
8.	PL	1,2510	1,2900	0,1820	1,0680	1,1080	3,61	96,38
9.	MG	1,2110	1,2560	0,1850	1,0260	1,0710	4,20	95,79
10.	ME	1,1840	1,2240	0,2068	0,9772	1,0172	3,93	96,06
11.	Ch+RA	1,2540	1,2930	0,1760	1,0780	1,1170	3,49	96,50
12.	N	1,1262	1,1690	0,1711	0,9551	0,9979	4,28	95,72
13.	Sc	1,2081	1,2500	0,1660	1,0921	1,0840	3,86	96,13
1.	Кн М625 контрола	1,1722	1,2320	0,2515	0,9207	0,9805	6,10	93,90
2.	B-52	1,2130	1,3172	0,2160	0,9970	1,1012	9,46	90,53
3.	BT-8	1,3080	1,3600	0,2020	1,1060	1,1580	4,49	95,50
4.	Vj	0,9960	1,0300	0,2090	0,7870	0,8210	4,14	95,85
5.	TRL	1,0110	1,0410	0,2000	0,8110	0,8410	3,57	96,43
6.	Ch	1,2970	1,3440	0,2040	1,0930	1,4000	4,22	95,87
7.	Ch+Ps	1,2530	1,3090	0,2960	0,9570	1,0130	5,52	94,47
8.	PL	1,1972	1,2404	0,2150	0,9822	1,0254	4,21	95,78
9.	MG	1,1920	1,2433	0,2250	0,9670	1,0183	5,03	94,96
10.	ME	1,2370	1,2630	0,2600	0,9770	1,0030	2,59	97,40
11.	Ch+RA	1,0243	1,1020	0,2630	0,7613	0,8390	9,26	90,73
12.	N	1,2730	1,3390	0,2730	1,0000	1,0660	6,19	93,80
13.	Sc	1,0490	1,0910	0,2880	0,7610	0,8030	5,23	94,76

и други типове растежни регулатори. В предишни проучвания е установено, че хуматните торове подобряват физиологичната дейност на растителните клетки, стимулират растежа и развитието и проявяват протекторни свойства при стрес от суша и високи температури (Петкова и др., 2007; Петров, 2007; Вълчинкова, 2011).

Водозадържащата сила на листата позволява определянето на началното тегло на свежата маса, крайното тегло след сушене и количеството задържана вода в отделните моменти на измерване. Резултатите от тези наблюдения са посочени в табл. 1. Бързото понижаване на количеството задържана вода в началото на опита се дължи на устичната и кутикулната транспирация, впоследствие само на кутикулната, а най-накрая се обуславя от водозадържащата сила на листните клетки. При хибрид Кн М625 по-ясно са изразени различията между нетретирани и третирани варианти. Повишаване на водозадържащата сила на листните тъкани се

констатира при обработване със следните биостимулатори: B-52, Vj, Ch + Ps, PL, MG, ME и CH + RA. Посочените варианти на третиране оказват благоприятно въздействие върху толерантността към засушаване на Кн М625. Това добре се проявява както по отношение на свежата маса, така и по количеството задържана вода в последните часове на отчитане. Специфична е реакцията на хибрида Кн 509, при който сравнително добър ефект е наблюдаван при третиране с PL и Vj. Анализът на данните показва различната адаптивна способност на изследваните генотипове и специфична реакция при взаимодействието с приложените биопродукти, както и отражението им върху поносимостта към обезводняване. Водозадържащата сила на листните тъкани на хибрида Кн 509, изразена като (%) от началното водно съдържание, показва най-високи стойности при третиране с BT 8 (58,38% и 58,01% в 08:00 h и 09:00 h) и PL със стойности, почти равни с контролата (табл. 2). При хибрид Кн М625 по-широк

Таблица 4. Добив (kg/da) на хибрид Кн М625 при еднократно третиране с биологично активни вещества и хелатни композиции на микроелементи във фаза 8-10-ти лист

Table 4. Grain yield (kg/da) of maize hybrids Kn M625 at treatment during 8-10th leaf stage

Варианти на третиране	Добив на зърно към стандартна влага, kg/da	% контрола	Рандеман (% зърно)
1. Контрола	810,0	100,00	81,00
2. В-52	867,2	107,06	84,00
3. ВТ-8	856,4	105,73	84,00
4. Vj	847,0	104,57	84,00
5. TRL	855,1	105,56	84,00
6. Ch	843,3	104,11	83,00
7. Ch + Ps	863,4	106,59	84,00
8. PL	827,0	102,09	84,00
9. MG	837,0	103,33	83,00
10. ME	859,1	106,06	82,00
11. Ch + RA	831,2	102,62	84,00
12. N	843,5	104,13	84,00
13. Sc	852,6	105,26	83,00

LSD 5% - 70,86; LSD 1% - 94,10; LSD 0,1% - 121,43.

набор от биоактивни вещества влияе върху повишаване на стретолерантността в резултат на по-голямата водозадържаща способност на листата, обработени с MG (58,48%), Ch + Ps и PL (57,50%); Vj, Ch + RA и Sc (56,34 – 56,80%). Това означава, че хуминовите вещества, инокулирани с бактериални и ензимни препарати, както и хелати в комбинация с Ps и протеинати, подобряват толерантността към воден стрес в естествени полски условия.

Таблица 3 съдържа резултатите от влиянието на приложените биологично активни вещества и хелатни композиции на микроелементи върху водния дефицит на хибридите. Според получените данни третирането с Ch + Ps, Ch и Vj понижава дефицита от вода в листните тъкани на хибрида Кн 509, особено добре изразено при взаимодействието с Ch + Ps (ВД – 1,62%). В този случай относителната тургесцентност е висока (ОТ – 98,37%), в резултат на което подобрява тургора на листния апарат, общото физиологично състояние на растенията и относителната устойчивост към засушаване. Третирането с вариантите, съдържащи В-52, N и MG повишава значително недостига от вода и това се отразява върху чувствителността на листните тъкани към водния стрес. При хибрид Кн М625 ефектът на понижаване на водния дефицит е най-силно проявен след обработване с ME и TRL (2,59% и 3,57%), което предполага използването на тези биоактивни вещества в посока повишаване толерантността към стрес от суша. Чувствителността към засушаване е по-висока в резултат на взаимодействието с

биопродуктите В-52 и Ch + RA, при което дефицитът от вода в листните тъкани се повишава значително (ВД – 9,46% и 9,26%). Реакцията на хибрида в останалите проучени случаи на третиране показва вариране на водния дефицит между 4% и 6%, което ги поставя в междинно положение по толерантност към воден стрес спрямо посочените по-горе категории на устойчивост. Относно добива по-голяма отзивчивост към третирането с проучените биоактивни вещества е констатирана за хибрида Кн М625 (табл. 4). Добивът зърно е повишен от 2 – 7%, без статистическа доказаност на различията с контролните варианти при съответните нива на вероятност. Обработените с биопродукти варианти се отличават с по-висок процент зърно, сравнени с контролните. При хибрида Кн 509 не са установени различия по добив между контролата и проучените биоактивни вещества.

ИЗВОДИ

Водният дефицит се понижава и се подобрява тургорът на листните тъкани при използване на биопродуктите: Ch + Ps, Ch, Vj, ME и TRL, което е предпоставка за повишаване на относителната стретолерантност на проучените хибриди.

Индукцирането на по-висока водозадържаща сила на листните тъкани в резултат на третирането с биопродуктите MG, Vj, PL, Ch + Ps, Ch + RA, Sc и ВТ 8 може да повиши относителната поносимост на листата към обезводняване при неблагоприятни условия.

Еднократното обработване с проучените биопродукти бележи тенденция на повишаване на добива от зърно на хибрида Кн М625 с 2 – 7%, макар и при недоказани статистически различия с контролата.

Специфичната реакция на хибридите показва, че Кн М625 е по-отзивчив на третиране с по-голям набор от проучените биологично активни вещества при съответните наблюдавани показатели.

ЛИТЕРАТУРА

- Бозова, Л., В. Керин и др.** 1993. Ръководство за упражнения по физиология на растенията. София, с. 24
- Вълчинкова, П.** 2011. Проучване върху третирането с калиев хумат „Хумустим“ при царевични хибриди. Трета научна конференция, БДХВ. *Почвознание агрохимия и екология*, XLV, Приложение 1-4, 229-233
- Георгиев, Г. и др.** 1980. Ръководство за практически занятия по физиология на растенията. София, с. 30-31
- Петкова, В., И. Порязов.** 2007. Биологична ефективност на комплексния хумустим при градински фасул и брюкселско зеле. *Растениевъдни науки*, № 4, 154-158
- Петров, П.** 2007. Проучване влиянието на „Хумустим“ при хибридна царевица и родителски линии през 2002 - 2006 г. Хумустим – дар от природата. „Дими 99“, София, с. 67-72
- Edmeates, G. O., J. Bolonos, H. Laffitte.** 1992. Proceeding of the 47th Annual Corn and Sorghum Research, ASTA, Washington, 93-111.