

ORIGINAL PAPER

Влияние на осмотичния стрес върху хетерозисните прояви на хибриди царевица от различни групи на зрялост

Пенка Вълчинкова¹ • Стефан Вълчинков¹

¹Институт по царевицата – Кнежа, 5835, България

Автор за кореспонденция:

Пенка Вълчинкова; E-mail: penka_vulchinkova@abv.bg

Osmotic stress influence on heterosis events of maize hybrids from different maturity groups

Penka Vulchinkova¹ • Stefan Vulchinkov¹

¹Maize Research Institute – Kneja, 5835, Bulgaria

Corresponding Author:

Penka Vulchinkova; E-mail: penka_vulchinkova@abv.bg

Received: July 2019 / Accepted: November 2019 /

Published: December 2019 © Author(s)

Abstract

Vulchinkova, P. & Vulchinkov S. (2019). Osmotic stress influence on heterosis events of maize hybrids from different maturity groups. Field Crops Studies, XII(4), 81-88.

Four (4) maize hybrids from different maturity FAO groups and their parent forms (P_1 and P_2) are studied at normal (H_2O control) and osmotic stress (1μ sucrose solution). The emerging of seeds (emerge and root) was carried out at lab conditions for every studied genotype. The degree depression of emerge and roots is determined by Blum et al. (1980). MPH and BPH are calculated according Omarov (1975) and degree of dominance in F_1 by Romero and Frey (1973). A high heterosis was established at normal emerging (in water) for length of the emerge and root and positive overdominance of studied hybrids. The osmotic stress changes heterosis events of hybrids Kn-461 and Kn-560 witch are with negative values of root,

merge and root, respectively by hybrids. A negative better parent heterosis (BPH) was observed also at hybrids Kn-442 (merge) and Kn-310 (root). The degrees of dominance at stress conditions point out that the inheritance is due to positive overdominance of the emerge of hybrids Kn-310 and Kn-461, intermediate one at Kn-442 and a negative overdominance for Kn-560. Specific events are present for root dominance – incomplete positive dominance for Kn-310, overdominance for Kn-442, a negative overdominance for Kn-461 and a negative intermediate inheritance for Kn-560. About the total depression negative heterosis events are found out for hybrids Kn-442 and Kn-461, and a negative intermediate inheritance and overdominance and a positive incomplete dominance for Kn-560 was observed.

Key words: Osmotic stress, Maize hybrids degree of root and merge depression, Total depression, MPH (Middle parent heterosis), BPH (Better parent heterosis)

Въведение

Високият потенциал за продуктивност и адаптивност към абиотичен стрес е важна предпоставка за бързи отговори и адекватни решения при оценката на устойчивост на изходния селекционен материал. Прилагането на разнообразни методи и подходи при изучаване реакцията на царевични генотипове към стресови въздействия (вкл. и осмотичен стрес) ще бъде от значение за решаването на проблеми във връзка с динамичните климатични промени.

Съществува т. нар. „спрегната изменчивост”, при която адаптацията към един вид стрес води до повишаване устойчивостта към друг (Alexandrov, 1975, Наваух, 1993). В основата на този феномен е неспецифичната реакция на растителния организъм към увреждащите въздействия. Пример за подобна реакция е степента на потискане на растежните процеси при осмотичен стрес, която корелира в голяма степен с общата сухоустойчивост (Udovenko, 1976, 1989). Покълването и прорастването на семената в разтвори с повишена осмотична концентрация води до тяхната дехидратация и симулира воден стрес. При царевичката в предишни наши проучвания е установена стрес толерантността към засушаване на линии и хибриди при осмотичен стрес (Vulchinkova, 2014 „а”; Vulchinkova, 2014 „б”). По въпросите за проявите на хетерозис и наследяването на ключови признаци, касаещи продуктивността и добива на царевичката са провеждани системни многобройни проучвания в различни направления. Необходими са такива и за установяване на хетерозисните прояви при контролирани условия на средата във връзка със стресовите въздействия.

Целта на настоящата статия е да се проучат хетерозисните прояви за признаците кълн и корен на прорастъците на царевични хибриди, степента на

депресия на растежа и степента на доминиране в F_1 при норма и осмотичен стрес.

Материал и методи

Проучени са царевичните хибриди: Кнежа 310, Кнежа 442, Кнежа 461 и Кнежа 560 от съответните групи на зрялост, като последните два хибрида са новопризнати. Заедно с хибридите са изследвани и техните родителски форми (P_1 и P_2). Царевичните линии и хибриди са проучени при нормални условия – H_2O (контрола) и осмотичен стрес (1 μ разтвор на захароза).

Лабораторните тестове относно прорастването на семената са проведени по методика, описана по-рано (Vulchinkova, 2014 „a“).

Степента на депресия на кълна и корена е определена по Blum et al (1980). Общата депресия е изразена като средна величина от сумата на депресията на кълновете и корените.

Хетерозисът спрямо средната стойност на признака от двата родителя (MPH) като хипотетичен и спрямо по-добрия родител (BPH) като истински е определен по Omerov (1975), а степените на доминиране в F_1 по Romero и Frey (1973).

Резултати и обсъждане

Считаме, че изучаването на хетерозиса при условия на стрес (в нашия случай осмотичен) определено заслужава внимание като обект на проучване. Основание за това са постоянно променящите се условия на външната среда, а също така и корелативната зависимост между осмотичния и водния стрес.

Прорастването на семената в осмотичен разтвор се използва при ранната диагностика за оценка на голям брой генотипове в началните селекционни звена при житните (Bozhanova, et al., 2005; Vasileva & Todorov, 2006; Uhr et al., 2007).

Проявите на хетерозис при норма и стрес са отразени в Таблица 1. При нормални условия (в нашия случай – прорастване във вода) приети за контролни е установен висок хетерозис положителен, хипотетичен и истински хетерозис при всички проучени хибриди с единственото изключение за отрицателен истински хетерозис, засягащ кълна на хибрида Кн-560. Степените на доминиране в F_1 на всякъде показват положително свръхдоминиране ($hp_1 > 1,0$). При промяна на условията на прорастване, т. е. при осмотичен стрес реакцията на някои от хибридите се променя по отношение на хетерозисните прояви. Относителна стабилност по отношение на кълна проявяват хибридите Кн-310 и Кн-461, които запазват положителни стойности на хетерозиса и положително свръхдоминиране в F_1 . Отрицателен

истински хетерозис, засягащ кълна и междинно наследяване се наблюдава при хибрида Кн-461, а при хибрида Кн-560 хипотетичният и истински хетерозис е отрицателен. Степените на доминиране в F_1 в този случай сочат отрицателно свръхдоминиране.

Таблица 1. Хетерозисни прояви за признаците дължина на корена и кълна на хибриди царевица при прорастване при нормални и стресови условия
 Table 1. Heterosis events of length of the emerge and root at normal and osmotic stress conditions

Genotypes, heterosis and dominance in F_1 Генотипове, хетерозис и доминиране в F_1	Norma (H_2O) Норма (H_2O)		Osmotic stress (1 μ sucrose) Осмोटичен стрес (1 μ захароза)	
	Length of (cm) Дължина на (cm)		Length of (cm) Дължина на (cm)	
	Emerge Кълн	Root Корен	Root Корен	Emerge Кълн
КА 96314 (P_1)	2,48	8,46	1,5	4,13
КА 92420 (P_2)	1,98	2,62	0,89	1,53
Кн 310 (F_1)	2,98	18,54	1,75	3,82
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	33,63	234,66	41,13	34,98
ВРН (истински хетерозис, %)	20,16	119,15	10,06	-7,51
h_{p_1} (доминиране в F_1)	3,04	4,45	1,46	0,76
КБ 0155 (P_1)	3,14	12,98	0,83	2,99
КБ 11 (P_2)	3,04	1,56	2,06	1,17
Кн 442 (F_1)	6,36	15,08	1,72	3,74
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	105,82	107,43	19,03	79,81
ВРН (истински хетерозис, %)	102,55	16,18	-16,5	25,08
h_{p_1} (доминиране в F_1)	65,4	1,37	0,45	1,82
КС 4523 (P_1)	3,02	6,68	0,79	1,23
К 4652 (P_2)	2,81	7,07	0,69	3,67
Кн 461 (F_1)	3,64	10,71	1,22	2,42
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	24,87	55,78	6,49	-1,22
ВРН (истински хетерозис, %)	20,53	51,48	5,44	-34,06
h_{p_1} (доминиране в F_1)	6,90	19,66	9,60	-2,46
КС 10-9 (P_1)	3,36	2,63	1,22	1,37
ХМ 9923 (P_2)	1,36	1,92	0,85	1,18
Кн 560 (F_1)	2,69	4,59	0,55	0,63
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	13,98	101,76	-46,85	-50,58
ВРН (истински хетерозис, %)	-19,94	74,52	-54,92	-54,01
h_{p_1} (доминиране в F_1)	33,00	6,52	-2,62	-0,55

Таблица 2. Хетерозисни прояви и степен на доминиране в F_1 на депресията на растежа накълна, корена и общата депресия на проучените царевични хибриди при осмотичен стрес

Table 2. Heterosis events and degrees of dominance in F_1 for growth depression of the emerge and root and total depression of studied maize hybrids of osmotic stress

Heterosis and dominance in F_1 Хетерозис и доминиране в F_1	Growth depression (%) Депресия на растежа (%)		Total depression Обща депресия
	Emerge Кълн	Root Корен	
КА 96314 (P_1)	55,97	55,18	53,57
КА 92420 (P_2)	55,05	41,60	48,32
Кн 310 (F_1)	41,27	81,55	61,41
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	-25,65	68,53	20,54
ВРН (истински хетерозис, %)	-26,27	47,79	14,63
hp_1 (доминиране в F_1)	-15,48	4,88	3,97
КБ 0155 (P_1)	73,56	76,96	75,26
КБ 11 (P_2)	67,61	25,00	46,30
Кн 442 (F_1)	43,92	75,20	59,31
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	-36,25	47,50	-2,42
ВРН (истински хетерозис, %)	-40,29	-2,29	-0,28
hp_1 (доминиране в F_1)	-8,96	0,93	-0,10
КС 4523 (P_1)	77,1	81,58	79,38
К 4652 (P_2)	81,04	65,73	73,38
Кн 461 (F_1)	56,58	65,77	61,17
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	-28,44	-10,71	-19,92
ВРН (истински хетерозис, %)	-30,18	-19,38	-22,94
hp_1 (доминиране в F_1)	-11,42	-0,99	-5,08
КС 10-9 (P_1)	73,86	62,27	68,06
ХМ 9923 (P_2)	83,73	80,68	82,20
Кн 560 (F_1)	86,31	71,62	78,96
МРН (хипотетичен хетерозис, %)	9,54	2,02	5,09
ВРН (истински хетерозис, %)	3,08	-11,23	-3,94
hp_1 (доминиране в F_1)	1,52	1,57	0,54

По отношение на признака корен проявите на хетерозис варират от положителни (хипотетичен, истински хетерозис, свръхдоминиран) за хибрида Кн-442 до отрицателен хипотетичен и истински хетерозис при хибридите Кн-461 и Кн-560. Според степените на доминиране за корена наследяването се дължи на положително непълно доминиране за Кн-310 ($hp_1=0,76$) и положително и отрицателно свръхдоминиране за Кн-442 и Кн-461 ($hp_1>1$)

и отрицателно непълно доминиране ($h_{p_1}=0,55$) за хибрида Кн-560. Част от резултатите са аналогични с предишни изследвания при топлинния стрес, засягащи признака интензивност на фотосинтезата (Vulchinkova et al., 1993; Vulchinkova, 2000).

Следователно нашите проучвания потвърждават факта, че при стресови условия някои хетерозисни прояви са с отрицателен знак, което вероятно се дължи на негативното влияние на стресовите въздействия.

Хетерозисните прояви и степента на доминиране в F_1 на депресията на растежа на кълна, корена и общата депресия на хибридите при осмотичен стрес са отразени в Таблица 2.

Резултатите показват ясно изразени отрицателни стойности за хипотетичния и истински хетерозис и отрицателно свръхдоминиране за хибридите Кн-310, Кн-442 и Кн-461 относно депресията на растежа на дължината на кълна. За същия признак е установен положителен хетерозис и свръхдоминиране при хибрида Кн-560. Относно депресията на корена е установен положителен хипотетичен и истински хетерозис на хибрида Кн-310 и положителен хипотетичен хетерозис на Кн-560.

Хибрида Кн-461 реагира с отрицателни хетерозисни прояви, като се наблюдава отрицателен истински хетерозис при Кн-442 и Кн-560. Степените на доминиране в F_1 при прорастване на корена варират от положително свръхдоминиране (Кн-310 и Кн-560) до непълно положително доминиране (Кн-442) и непълно отрицателно доминиране (Кн-461).

Установени са отрицателни хетерозисни прояви за признака обща депресия на прорастъците, както и отрицателно междинно наследяване и отрицателно свръхдоминиране при хибридите Кн-442 и Кн-461.

Реакцията на хибрида Кн-310 се свежда до положителен хипотетичен и истински хетерозис, както и положително свръхдоминиране за общата депресия на прорастъците. При последния от хибридите (Кн-560) е налице отрицателен истински хетерозис за същия признак, както и положително непълно доминиране според степените на доминиране в F_1 . Анализът на хетерозиса и доминирането в F_1 на проучените признаци в настоящето изследване потвърждават друго предишно проучване за реакцията на царевичните хибриди при осмотичен стрес (Vulchinkova, 2015).

Изводи

1. Установен е висок положителен хетерозис, засягащ кълна и корена и положително свръхдоминиране на проучените хибриди при нормални условия.

2. Под влияние на осмотичния стрес се наблюдава вариране и специфични прояви на хетерозиса при отделните хибриди. Хибридите Кн-461 и Кн-560

реагират с отрицателен хипотетичен и истински хетерозис, отрицателно свръхдоминиране за кълна и корена. При Кн-560 е налице отрицателно непълно доминиране за наследяването на корена, а за Кн-310 и Кн-461 положително свръхдоминиране (кълн).

3. При депресията на растежа на кълна са констатирани отрицателни хетерозисни прояви и свръхдоминиране (Кн-310, Кн-442, Кн-461) и положителен хетерозис и свръхдоминиране за хибрид Кн-560.

4. Депресията на растежа на корена се наследява при положителни стойности на хетерозиса на хибрида Кн-310 и отрицателен хипотетичен и истински хетерозис при Кн-461. Истинският хетерозис, засягащ корена на Кн-442 и Кн-560 също е отрицателен. Степените на доминиране варират от положително свръхдоминиране (Кн-310 и Кн-560) до непълно положително доминиране (Кн-442) и непълно отрицателно доминиране (Кн-461).

5. За признака обща депресия се наблюдават отрицателни хетерозисни прояви за Кн-442 и Кн-461, както и отрицателно междинно наследяване и свръхдоминиране съответно. За хибрида Кн-310 е характерно положителното свръхдоминиране, а за Кн-560 непълно положително доминиране.

Литература

References

- Alexsandrov, V. (1975). Cells of macromolecules and temperature. Moskow "Nauka" (Ru).
- Blum V.S. et al (1980). An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. *Euphytica*, 29, 727-736.
- Bozhanova, V., Dethev, D. & Janev, Sh. (2005). Tolerance of durum wheat genotypes to osmotic stress. *Field Crops Studies* (Bg).
- Havaux, M. (1993). Characterization of thermal damage to photosynthetic electron transport system in potato leaves. *Plant science* 94, 19-23.
- Omarov, F.S. (1975). To the method of accountig and assessment of heterosis in plants. *Agricultural biology*, 1, 123-127 (Ru).
- Romero, G. E. and Frey, K. J. (1973). Inheritance of semidwarfness in several wheat crosses. *Crop science*, 13, 334-337.
- Uhr., Zl., Bozhanova, V. & Hadziivanova, B. (2007). Assesment of Graminae species to osmotic stress tolerance. *Proceeding of IPGR Sadovo*, 2, vol. 3 (231-233).
- Udovenko, G. (1976). Screening methods of plant resistant to unfavorable environments. Kolos, Leningrad (Ru).
- Udovenko, G. & Goncharova, E.L. (1989). Principles and ways to plant diagnosis to extreme environmental conditions. *Agr. Biology*, 1, 18-24 (Ru).

-
- Vasileva, L. & Todorov, M. (2006). Drought resistance screening of winter wheat by means of osmotic stress growing depression. *Agr. Science*, XXXIX-4, 8-12 (Bg).
- Vulchinkova, P., Jordanov, I. & Hristov, K. (1993). Photosynthesis intensity and heterosis event of maize inbreds and hybrids in different phenophases and after heat stress. *Plant physiology*, XIX, 1-4, 12-21 (Bg).
- Vulchinkova, P. (2000). Physiology-genetics studies of productivity elements and grain yield of maize. PhD thesis (Bg).
- Vulchinkova, P. (2014^a). Drought tolerance screening of inbred lines and maize hybrids at osmotic stress. Proceeding of second scientific conference with international participation "Theory and practice in agricultural" University of forestry 357-362, Sofia (Bg).
- Vulchinkova, P. (2014^b). Germination and growth depression of maize inbred lines and hybrids at osmotic and thermic stress. Proceeding of the jubilee conference with international participation, 90 years of MRI-Kneja, ISBN 978-954-2955-21-4 15-24 (Bg).
- Vulchinkova, P. (2015). Investigation on heterosis events of maize hybrids at osmotic stress. *Notifications of the Union of scientists of Bulgaria – Rousse*, vol. 7, 65-70 (Bg).