

**ORIGINAL PAPER**

## **Устойчивост към абиотичен стрес на сортове зимна обикновена пшеница с произход от САЩ**

**Татяна Петрова<sup>1</sup> • Емил Пенчев<sup>1</sup> • Галина Михова<sup>1</sup> •  
Пламен Чамурлийски<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево, 9521, Генерал Тошево, България

<sup>2</sup> Шуменски университет “Епископ Константин Преславски”, Колеж - Добрич, Добрич, България

**Автор за кореспонденция:** Татяна Петрова; E-mail: t\_petrova@abv.bg

## **Resistance to abiotic stress of common winter wheat cultivars with origin from USA**

**Tatyana Petrova<sup>1</sup> • Emil Penchev<sup>1</sup> • Galina Mihova<sup>1</sup> •  
Plamen Chamurliysky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dobrudzha Agricultural Institute - General Toshevo, 9521, General Toshevo, Bulgaria

<sup>2</sup> Konstantin Preslavsky University of Shumen, College in Dobrich, Dobrich, Bulgaria

**Corresponding Author:** Tatyana Petrova; E-mail: t\_petrova@abv.bg

Received: October 2018 / Accepted: November 2018 /

Published: June 2019 © Author(s)

### **Abstract**

*Petrova, T., Penchev, E., Mihova, G. & Chamurliysky, P. (2019). Resistance to abiotic stress of common winter wheat cultivars with origin from USA. Field Crops Studies, XII(2), 113-126.*

The effect of the water deficiency on the formation of traits related to productivity was studied in common winter wheat cultivars from the gene pool of DAI – General Toshevo. The resistance of these varieties to abiotic stress (low negative temperature and drought) was evaluated. It was found that spike length and 1000 kernel weight were least affected by drought, followed by length of stem, number of grains in spike and number of productive tillers. Highest reduction was found in weight of grain in spike. The yield under irrigation depended mainly on 1000 kernel weight and was equally influenced by the number of productive tillers and by the weight of grain in spike. Under drought, the yield was determined primarily

by the productive tillering and the number of grains in spike, followed by weight of grain in spike. The yield under drought was in strong correlation with the date to heading. Cultivars Prairie Red and Yumar entered the heading stage earliest. They possess good productivity and tolerance to drought. Under drought, cultivars Prairie Red, Wesley, Yumar, Prowers, Wahoo and Cougar largely maintained their high number of productive tillers. According to their cold resistance, all studied cultivars corresponded to the level of the standard Bezostaya 1, which is sufficient for the growing conditions of this region.

**Key words:** Drought tolerance, Frost resistance, Productivity, Winter wheat.

## Въведение

Основни проблеми в селекционната работа за подобряване на устойчивостта към абиотичен стрес на обикновената пшеница са ограниченият световен генофонд и малкият брой подходящи източници за създаване на генетично разнообразие, различните форми на проявление на устойчивостта и сложността на генетичните системи, които я определят, силното взаимодействие “генотип x среда”, затрудненият отбор при стресови условия поради промени в закономерностите на наследяване, отрицателните корелационни връзки с ценни биологични и стопански признаци.

Разширяването на генетичната база предполага в хибридизацията да бъдат включени родители с отдалечен географски произход, притежаващи разнообразни стопански качества. Събирането, проучването и характеризирането на богат генофонд има решаващо значение за успеха на селекцията.

За да реализират в оптимална степен своя продуктивен потенциал, сортовете трябва да притежават устойчивост към неблагоприятни метеорологични фактори, които, действайки самостоятелно или в комбинация, могат да засегнат, или напълно да компрометират производството. Екстремни явления, сред които внезапно нахлуване на студени въздушни маси през зимата, засушаване и високи температури по време на важни етапи от развитието на растенията, се очаква да са все по-чести, поради наблюдаваните промени в климата, които засягат и Балканския полуостров, и България (Aleksandrov, 2002; Aleksandrov, 2010; Kazandjiev et al., 2011). Kazandjiev et al. (2011) формулират необходимостта от създаване на сортове зимна обикновена пшеница, по-непретенциозни към количеството на водните запаси по време на наливането на зърното и формирането на добива.

Продължителни периоди с високи температури през зимата, последвани от рязко застудяване без снежна покривка, могат да причинят сериозно измръзване и повреди на растенията (Petrova and Atanasova, 2004).

Целта на това изследване е да бъде оценена устойчивостта към абиотичен стрес (ниска отрицателна температура и засушаване) на сортове зимна обикновена пшеница с произход от САЩ.

## Материали и методи

Изследвани са 9 сорта с произход от САЩ – **Prowers, Yumar, Praire Red, Wesley, Cougar, Wahoo, NuSky, Jerry** и **Harry**, които са описани от авторите като продуктивни, устойчиви към неблагоприятните условия през зимата и високо адаптивни през вегетацията. През годините 2010, 2011, 2012 и 2013 е изпитана тяхната реакция в условията на засушаване, а през 2012, 2013, 2014 и 2015 – устойчивостта им към ниски отрицателни температури.

Толерантността към засушаване е оценена в оранжерия-засушник в Добруджански земеделски институт – гр. Ген. Тошево. Сеитбата е извършена на редове, дълги 1 m, с 0.2 m между редовете, със 70 кълняеми семена в ред (един ред – едно повторение). Два варианта на изпитване са поливани с различно количество вода (Таблица 1).

Таблица 1. Количество на подадената вода и интензивност на сушата D в засушника през годините на изследване (С – засушени, К – поливана контрола).

Table 1. Amount of water applied to plants under drought (C) and to the checks (K) and drought intensity (D).

Година Year	Подадена вода (l/m <sup>2</sup> ) Amount of water (l/m <sup>2</sup> )		D
	С	К	
2009/2010	121	350	0.76
2010/2011	140	383	0.62
2011/2012	130	515	0.77
2012/2013	160	617	0.56

Опитът е изведен в две повторения. По време на вегетацията и след жътвата са измерени следните признаци: изкласяване (брой на дните от началото на м. януари до датата на изкласяване), височина на стъблото, дължина на класа, брой на зърната в клас, маса на зърното от един клас (върху 10 растения от повторение), брой на класовете от ред, маса на 1000 зърна, и добив зърно от ред. Изчислени са интензивността на сушата D (Fischer and Maurer 1978), индексите на устойчивост YSI и MSTI ( $k_2$ STI) (Anwar et al., 2011; Fernandez, 1992; Farshadfar and Sutka, 2002; Shahryari et al., 2008). Проучваните сортове са сравнявани със сортовете-еталони по сухоустойчивост – Янтър, Безостая 1 и Добруджанка.

С помощта на анализ на главните компоненти (РСА) по признаци и генотипове е изследвано поведението на сортовете в условията на продължителна суша, тяхната продуктивност и компонентите, които я определят (Yan and Rajcan, 2002).

Устойчивостта към ниски отрицателни температури е оценена по метод, описан от Tsenov and Petrova (1984). Растенията са отглеждани в съдове, закалявани са при естествени условия навън и в периода на максимална студоустойчивост през месец януари са замразявани в нискотемпературни камери КТК 3000. След отрастване в оранжерия е отчетена студоустойчивостта, изразена като процент на оцелелите растения. Преди извършването на дисперсионния анализ процентите са преобразувани чрез arcsin. За обработка на данните са използвани програмите Microsoft Excel<sup>®</sup> и STATISTICA 7.

## Резултати

### *Толерантност към засушаване*

В таблица 2 са представени резултатите от трифакторен дисперсионен анализ на продуктивността и признаците, свързани с нея, на изследваните сортове и стандартите по сухоустойчивост. Сортовете имат достоверни разлики по анализирания признаци, с изключение на височината на стъблото. Водният режим създава много големи и достоверни разлики. Условията на годината на изпитване също имат доказано влияние върху изязата на признаците, макар и малко по-слабо. Установено е взаимодействие “генотип x вариант на водообезпеченост” при всички признаци, с изключение на височината на стъблото. Взаимодействие “генотип x година” не се открива за височината на стъблото, продуктивната братимост, броя на зърната в клас, масата на зърното от един клас и от един ред.

Таблица 2. Трифакторен дисперсионен анализ.  
 Table 2. Analysis of variances.

Източник на вариране Source of variation	df	Дата на изкласяване Date of heading		Височина на стъблото Stem height		Дължина на класа Length of spike		Брой класове от един ред Number of spikes per row	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
A	11	80.1	6.8***	466.1	0.96	4.96	2.8**	5609.8	3.06**
B	1	278.8	25.4***	10247.6	21.18***	39.83	21.9***	39422.5	21.5***
C	3	224.4	20.4***	1885.5	3.89*	30.59	17.2***	19277.1	10.5***
A x B	11	66.1	6.0***	205.6	0.42	6.19	3.5***	7537.0	4.1***
A x C	33	132.0	11.8***	33.2	0.07	12.01	6.8***	821.4	0.45
B x C	3	3.9	0.33	609.8	1.26	4.74	2.7*	6156.2	3.4**
E	144	11.8		483.7		1.78		1832.3	

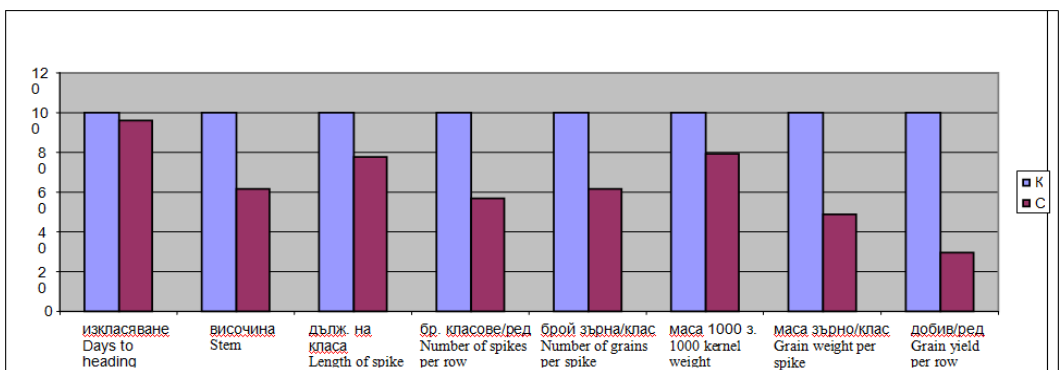
Продължение на Таблица 2.

Table 2. (continuation).

Източник на вариране Source of variation	df	Брой зърна от един клас Number of grains per spike		Маса на 1000 зърна 1000 kernel weight		Маса зърно от един клас Grain weight per spike		Добив от един ред Grain yield per row	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
A	11	242.4	4.3***	190.2	4.7***	0.72	4.63***	60020.1	10.2***
B	1	1029.8	18.1***	826.9	20.3***	2.84	18.24***	68299.4	11.6***
C	3	215.7	3.8*	184.3	4.5**	0.69	4.41**	23609.2	4.0**
A x B	11	277.3	4.9***	7537.0	4.1***	0.62	3.98***	30074.7	5.1***
A x C	33	6.8	0.12	157.8	3.9***	0.03	0.18	1598.7	0.3
B x C	3	180.9	3.2*	127.5	3.1*	0.65	4.16**	6095.8	1.0
E	144			40.8		0.16		5885.7	

A (сорт/cultivar); B (воден режим/water regime); C (година/year); E (грешка/error)

Очевидно годината на изпитване променя реакцията на сортовете по отношение на датата им на изкласяване, дължината на класа и едрината на зърното, но не и по отношение на продуктивността им като краен резултат. Засушеният вариант (Фигура 1) изкласява средно с 5 дни по-рано, отколкото поливаният. Най-слабо са засегнати дължината на класа и масата на 1000 зърна, следват височината на стъблото, броят на зърната в клас и броят на продуктивните стъбла в един ред. Масата на зърното, получено от един клас, е намалена наполовина, а добивът от ред при суша представлява 30 % от добива при добра обезпеченост с вода.



Фигура 1. Понижение на признаците на изследваните сортове в резултат от сушата (%).

K- поливана контрола; C – засушен вариант.

Figure 1. Decrease in the traits of the tested varieties as a result of drought (%)

K – watered; C - drought

Конкретните резултати (Таблица 3) излъчват най-ранозрелия от изследваните сортове – **Prairie Red**. Той изкласява четири дни по-рано спрямо средното за групата, осем дни по-рано от най-късия **Nu Sky** и четири до пет дни преди стандартите по сухоустойчивост. Забележителното е, че този сорт реагира най-силно за избягване на сушата чрез изтегляне на изкласяването към по-ранна дата (със седем дни). Късно изкласяващият **Nu Sky** изпреварва собствената си поливана контрола само с четири дни.

Сортовете **Yumar, Prairie Red, Wesley, Wahoo** и **Harry** имат височина на стъблото, сравнима с височината, препоръчвана за отглежданите в България сортове. **Prowers, Cougar, Nu Sky** и **Jerry** са по-високи, склонни към полягане. Високите сортове в по-голяма степен снижават стъблото си при суша (от  $YSI=0.55$  за **Nu Sky**, до  $YSI=0.62$  при **Prowers**). Най-високият сорт **Cougar** има и най-дълъг клас. При сортовете **Prowers** и **Nu Sky** дължината на класа е най-слабо повлияна от сушата.

Таблица 3. Признаци, определящи продуктивността, при засушаване (С) и поливане (контроли К) на изследваните сортове, средно за периода на изследване (2010 – 2013 г.)

Table 3. Traits related to productivity, at drought (C) and watering (controls K) of the varieties (average over the period 2010 – 2013).

Сорт Variety	Дни до изкласяване Days to heading		разл. (дни) diff. (days)	Височина на стъблото (cm) Stem height (cm)			Дължина на класа (cm) Length of spike (cm)			Брой класове от един ред Number of spikes per row		
	С	К		С	К	YSI	С	К	YSI	С	К	YSI
Prowers	127	132	5	64	104	0,62	6,9	9,2	0,75	98	158	0,62
Yumar	124	130	6	56	89	0,63	7,4	9,6	0,78	103	192	0,54
Prairie Red	121	128	7	59	85	0,69	7,2	8,7	0,82	118	186	0,63
Cougar	127	132	5	62	105	0,59	8,4	11,1	0,76	84	150	0,56
Wesley	127	133	6	55	85	0,64	7,1	9,3	0,76	109	166	0,66
Wahoo	128	133	5	55	89	0,61	8,1	10,0	0,82	105	179	0,59
Nu Sky	132	136	4	55	100	0,55	7,0	9,3	0,75	77	161	0,48
Jerry	129	134	5	61	104	0,58	7,1	9,1	0,78	80	138	0,58
Harry	128	134	6	54	87	0,62	7,8	9,4	0,82	76	148	0,51
Yantar	127	132	5	60	87	0,69	8,3	10,2	0,81	72	128	0,56
Bezostaya 1	127	132	5	66	99	0,67	7,5	9,8	0,77	76	126	0,60
Dobrudzhanka	127	133	6	61	90	0,68	7,4	9,2	0,80	77	126	0,61
Средно/ Average	127	132	5	59	94	0,63	7,5	9,6	0,79	89	155	0,58
LSD 5%	1,2	0,9		5	5		0,4	0,5		12	19	
LSD 1%	1,6	1,2		7	7		0,5	0,7		16	25	
LSD 0,1%	2,1	1,6		9	9		0,7	0,9		21	33	

Таблица 3 (продължение).

Table 3. (continuation).

Сорт Cultivar	Брой зърна в клас Number of grains per spike			Маса на 1000 зърна (g) 1000 kernel weight (g)			Маса на зърното от 1 клас (g) Grain weight per spike (g)			Добив зърно от един ред (g) Grain yield per row (g)			
	С	К	YSI	С	К	YSI	С	К	YSI	С	К	YSI	MSTI
Prowers	18	30	0,60	27,6	37,8	0,73	0,50	1,14	0,43	50,3	177,9	0,28	0,26
Yumar	22	29	0,74	26,4	34,7	0,76	0,57	1,01	0,56	59,9	192,1	0,30	0,50
Prairie Red	18	26	0,72	28,8	38,4	0,75	0,53	0,98	0,54	64,7	181,5	0,35	0,60
Cougar	19	32	0,60	32,9	39,9	0,82	0,62	1,28	0,48	55,1	186,8	0,29	0,37
Wesley	15	26	0,60	27,9	34,6	0,81	0,43	0,90	0,48	48,7	145,3	0,33	0,20
Wahoo	18	34	0,54	28,9	32,8	0,88	0,52	1,10	0,47	55,7	193,5	0,29	0,41
Nu Sky	17	31	0,57	26,6	30,6	0,87	0,45	0,94	0,48	36,8	152,3	0,24	0,12
Jerry	18	29	0,61	29,1	37,0	0,79	0,51	1,08	0,48	41,6	145,7	0,28	0,12
Harry	21	33	0,64	27,2	36,3	0,75	0,58	1,20	0,49	46,2	176,4	0,26	0,20
Yantar	30	42	0,71	32,3	42,6	0,76	0,96	1,80	0,53	71,9	230,2	0,31	1,02
Bezostaya 1	22	35	0,64	34,4	47,1	0,73	0,79	1,67	0,47	62,9	207,1	0,30	0,62
Dobrudzhanka	23	32	0,73	26,4	35,4	0,75	0,61	1,12	0,54	47,6	136,1	0,35	0,18
Средно/ Average	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>0,64</b>	<b>29,0</b>	<b>37,3</b>	<b>0,78</b>	<b>0,59</b>	<b>1,19</b>	<b>0,50</b>	<b>53,4</b>	<b>177,1</b>	<b>0,30</b>	<b>0,38</b>
LSD 5%	3	4		2,3	2,6		0,12	0,16		13,6	32,3		
LSD 1%	4	5		3,1	3,5		0,16	0,21		18,1	43,2		
LSD 0,1%	5	6		4,0	4,6		0,21	0,27		23,7	56,5		

Високата продуктивна братимост е характерно качество на повечето от изследваните сортове, само **Jerry** не се различава достоверно от стандартите по сухоустойчивост. Най-много класове в ред формират **Yumar** и **Prairie Red**. Прави впечатление, че високо братящите сортове могат да запазят и изхранят голяма част от класовете си, въпреки силното засушаване. Най-изтъкнати в това отношение са **Wesley** и **Prairie Red**, на другия полюс се намира късният сорт **Nu Sky**, загубил повече от 50 % от класовете си, вследствие на сушата.

Броят на зърната в клас и масата на 1000 зърна на изследваните сортове имат сравнително ниски стойности, но малкото на брой дребни зърна в класа се изхранват сравнително добре при суша и запазват до голяма степен масата си, характерна поливания вариант (YSI= 0.88 при **Wahoo**). Продуктивността на класа на изследваните сортове не е висока и е близка до продуктивността на класа на най-слабия стандарт **Добруджанка**, но **Yumar** и **Prairie Red** демонстрират много добра способност да я съхранят при засушаване.

Най-висок продуктивен потенциал показват **Wahoo** и **Yumar**, а при засушаване се открояват ранозрелият сорт **Prairie Red** и **Yumar**, следвани от **Cougar** и **Wahoo**. Първите два сорта се доближават до стандарта **Безостая 1**



по своите индекси на устойчивост YSI и MSTI, което ги характеризира като продуктивни при различни условия на отглеждане и нива на стрес.

За да бъдат проследени връзките между изследваните признаци и тяхната роля за формиране на крайния резултат – добива, е проведен анализ на главните компоненти (PCA). В анализа са включени само сортовете от генофонда, тъй като стандартите повлияват съществено характера на връзките между признаците и променят общата картина на взаимодействие.

Първият главен компонент обуславя 38.6 % от варирането, вторият – 30.7 %, двата общо – 69.4 %, а третият - 15.4 %. Графиката (Фигура 2) показва признаците, които имат най-голям дял за варирането – масата на зърното от един клас, от един ред, броят на класовете от един ред и периодът до изкласяване. Най-слабо е разнообразието по отношение на височината на стъблото, броя на зърната в клас и тяхната едрина.

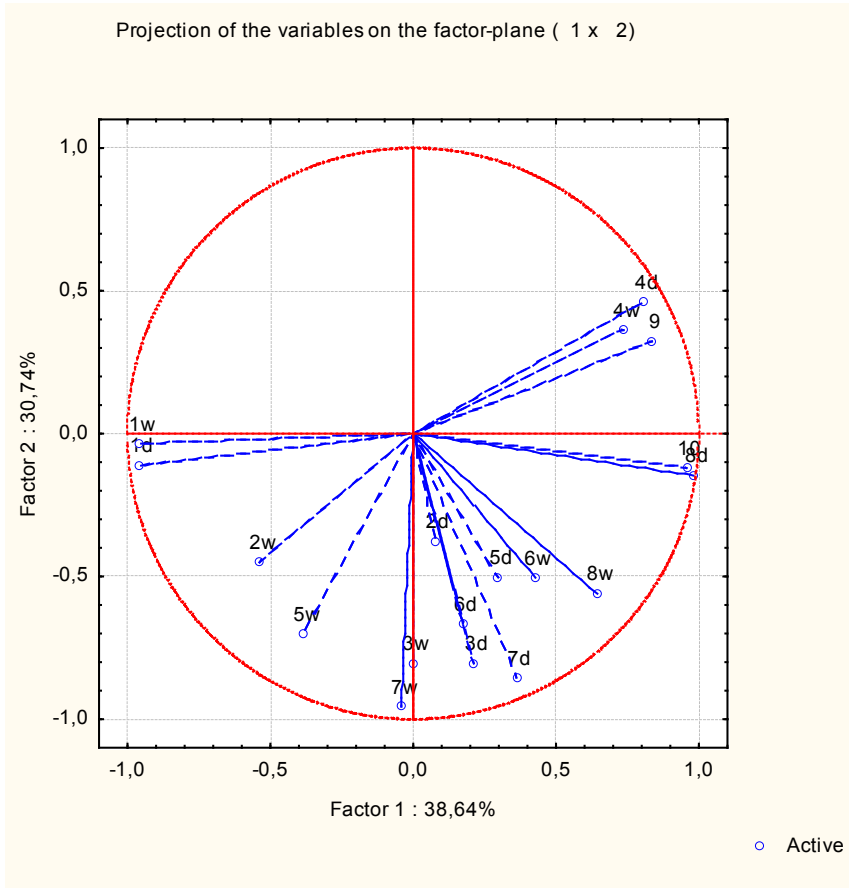
Таблица 4. Координати на факторите.  
Table 4. Factor coordinates of the variables.

Признак/Trait	Воден режим Water regime	Фактор 1 Factor 1	Фактор 2 Factor 2	Фактор 3 Factor 3
Дни до изкласяване Days to heading	С	<b>-0,960354</b>	-0,110850	-0,163087
	К	<b>-0,960616</b>	-0,036388	-0,240214
Височина на стъблото Stem height	С	0,075156	-0,377671	<b>0,793947</b>
	К	<b>-0,538142</b>	-0,450997	0,517956
Дължина на класа Length of spike	С	0,212275	<b>-0,804525</b>	-0,313699
	К	-0,002505	<b>-0,803537</b>	-0,099231
Брой класове/ред Number of spikes / row	С	<b>0,808321</b>	0,461868	0,045886
	К	<b>0,736559</b>	0,362334	-0,444443
Брой зърна/клас Number of grains / spike	С	0,297608	-0,503079	<b>-0,512307</b>
	К	-0,383314	<b>-0,700783</b>	-0,507033
Маса на 1000 зърна 1000 kernel weight	С	0,173971	<b>-0,664735</b>	0,494615
	К	0,424215	-0,506022	<b>0,655448</b>
Маса зърно/клас Grain weight per spike	С	0,360980	<b>-0,854182</b>	-0,122973
	К	-0,041714	<b>-0,955541</b>	0,087109
Добив зърно/ред Grain yield per row	С	<b>0,983664</b>	-0,145026	-0,043534
	К	<b>0,643165</b>	-0,558453	-0,392261
YSI		<b>0,835797</b>	0,322645	0,304768
MSTY		<b>0,956837</b>	-0,120311	-0,135106

Първият главен компонент (Таблица 4) обхваща признаци, свързани с толерантността към засушаване и с добива - период до изкласяване, добив от ред, брой на класовете от ред, и индексите на устойчивост. Вторият компонент обединява продуктивността на класа и елементите, които я обуславят –



дължина на класа, брой зърна в клас и маса на 1000 зърна. Третият компонент е представен от височината на стъблото.



Фигура 2. Проекция на признаците върху биполярната равнина.

w – поливани; d - засушени

1. Период до изкласяване; 2. Височина на стъблото; 3. Дължина на класа; Брой класове от ред; 5. Брой зърна в клас; 6. Маса на 1000 зърна; 7. Маса на зърното от клас; 8. Добив от ред; 9. YSI; 10. MSTI

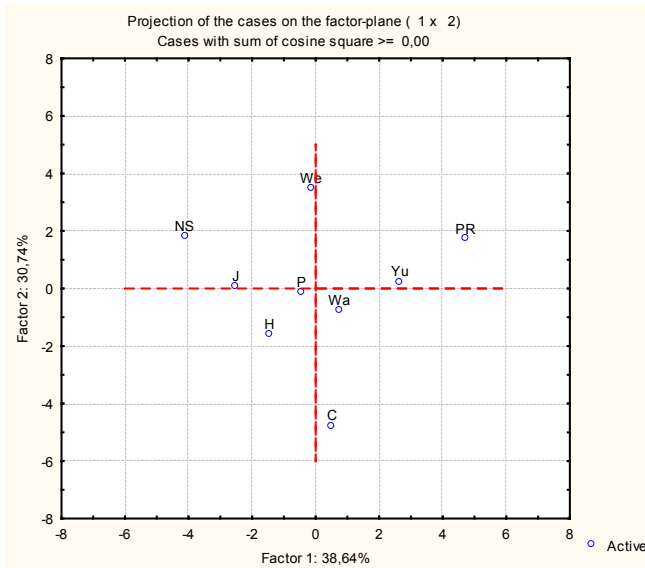
Figure 2. Projection of traits on the factor plane.

d – drought, w – watered;

1. days to heading; 2. stem height; 3. length of spike; 4. number of spikes per row; 5. number of grains per spike; 6. 1000 kernel weight; 7. weight of grains per spike; 8. grain yield per row; 9. YSI; 10. MSTI

Разположението на векторите на изследваните признаци върху биполярната равнина (Фигура 2) показва, че най-силна връзка между двата варианта на един и същи признак има за датата на изкласяване, броя на класовете от

ред и дължината на класа. По отношение на височината на стъблото и броя на зърната в клас сортовете реагират по специфичен начин на промяната в степента на обезпечаване с вода. При поливане добивът се определя главно от едрината на зърната, а броят на класовете и тяхната продуктивност имат почти равностойно влияние върху него. При засушаване добивът от ред зависи основно от ранното изкласяване и с намаляваща сила - от броя на класовете от ред, и от масата на зърното от клас. Индексите ISY и MSTI демонстрират силна връзка с добива при суша, отколкото с добива при поливане. Индексът ISY е разположен най-близо до броя на класовете от ред и има отрицателна корелация с височината на стъблото и периода до изкласяване. Векторите на MSTI и на добива при засушаване почти се препокриват.



P-Prowers, Yu-Yumar, PR-Praire Red, We-Wesley, C-Cougar, Wa-Wahoo, NS-NuSky, J-Jerry и H-Harry

Фигура 3. Проекция на сортовете върху биполярната равнина.

Figure 3. Projection of varieties on the factor plane.

Разположението на сортовете върху биполярната равнина (Фигура 3) показва най-продуктивните от тях - **Praire Red**, **Yumar** и **Wahoo**. Най-ранозрелият сорт **Praire Red**, следван от **Yumar**, демонстрира и високата си продуктивна братимост и сухоустойчивост. Сортовете **Cougar** и **Wahoo** се намира в зоната на продуктивния клас. **Wesley** формира много класове със слаба продуктивност, а **Harry** се характеризира с малко на брой, но с относително добра продуктивност класове. Сорт **Nu Sky** показва ниска продуктивност и сухоустойчивост в условията на този опит.

*Устойчивост към ниски отрицателни температури.*

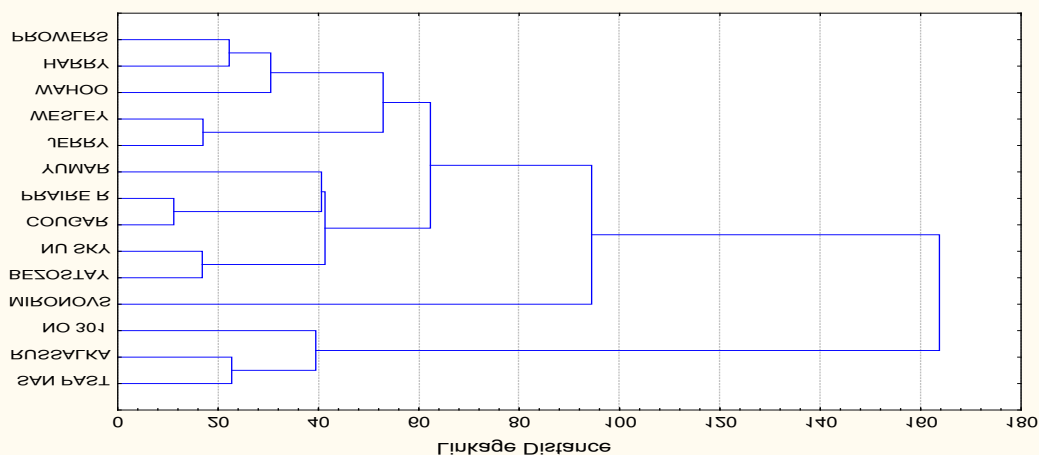
Дисперсионният анализ на данните по студоустойчивост показва високо достоверни разлики между генотиповете и годините на изпитване. Установява се и доказано взаимодействие между двата фактора.

Таблица 5. Двухфакторен дисперсионен анализ на резултатите от замразяването.

Table 5. Analysis of variances.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Генотипове/Genotypes	43849.0	13	3373.0	44.07***	6.77E-38	1.808
Години/Years	5425.9	3	1808.6	23.63***	6.34E-12	2.686
Взаимодействие/G x Y	7184.2	39	184.2	2.41***	0.000177	1.507
Грешка/Error	8571.4	112	<b>76.5</b>			
Общо/Total	65030.5	167				

Tree Diagram for 14 Cases  
Complete Linkage  
Euclidean distances



Фигура 4. Дендрограма на студоустойчивостта на изследваните сортове и стандартите.

Figure 4. Tree diagram for the frost resistance of the varieties.

Дендрограмата (Фигура 4) показва, че всички изследвани сортове са от категорията на стандарта **Безостая 1**. Най-студоустойчиви са **Praire Red**, **Cougar** и **Wesley**, следвани от **Nu Sky** и **Jerry**. Тъй като **Безостая 1** притежава висока и напълно достатъчна за нашите климатични условия студоустойчивост, използването им в хибридизацията не би причинило критично понижаване на устойчивостта към ниски температури през зимата.

## Обсъждане

В литературата се съобщават различни, понякога противоречиви данни за зависимостта на добива при суша от определящите го признаци. Някои автори дават предимство на ролята на броя на класовете на квадратен метър и броя на зърната в клас (Khan et al. 2010), други – на развитието на високо продуктивни класове с едри зърна (Duggan et al., 2000). Ранното изкласяване (“escape” стратегия) може да помогне за избягване на стреса при по-късно настъпване на сушата, но не е предимство при засушаване през ранната вегетативна фаза (Cattivelli et al., 2008).

Наши изследвания върху сортове на ДЗИ – Ген. Тошево разкриват голямата роля на прякото действие на масата на зърното от един клас и значително по-слабата – на броя на продуктивните братя за формирането на добива при суша. Височината на стъблото влияе върху добива чрез масата на зърното от клас, а ролята на ранното изкласяване не е статистически доказана (Petrova, 2003; Petrova and Penchev, 2014; Tsenov et al., 2008).

Сортовете, предмет на това изследване се характеризират със своята висока продуктивна братимост и способността при суша да запазят и изхранят голяма част от класовете на вторичните братя. Зърната са по-дребни, по-малко на брой в класа, но при засушаване по-добре съхраняват своята маса. По-ранното изкласяване е голямо предимство при формирането на добива.

Добивът при суша на проучваните сортове зависи основно от ранното изкласяване и от броя на класовете от ред. Способността на сорта да запази продуктивността си при засушаване (YSI) зависи най-много от продуктивната братимост. Индексът MSTI отразява почти 1:1 добива при суша, а връзката му с продуктивния потенциал е по-слаба.

## Изводи

1. Признаците, засегнати най-слабо от сушата са дължината на класа и масата на 1000 зърна, следвани от височината на стъблото, броя на зърната в клас и продуктивната братимост. Масата на зърното от клас е намалена наполовина, а добивът от ред представлява 30 % от продуктивния потенциал.

2. Добивът при поливане зависи основно от масата на 1000 зърна и в еднаква степен - от броя на класовете в ред и тяхната продуктивност. При суша добивът се определя най-вече от броя на класовете от ред и броя на зърната в клас, следвани от масата на зърното от клас. Добивът при суша корелира силно с датата на изкласяване.

3. Най-рано изкласяват сортове Prairie Red и Yumar, те се характеризират с добра продуктивност и толерантност към суша. При засушаване сортовете Prairie Red, Wesley, Yumar, Prowers, Wahoo и Cougar запазват до голяма степен

високата си продуктивна братимост.

4. По студоустойчивост всички изследвани сортове са от категорията на стандарта Безостая 1, което е напълно достатъчно за условията на региона.

## Литература

### References

- Alexandrov, V. (2002). Climate variability and change on the Balkan peninsula. *Ekologiya i badeshte*, I (2-4), 26-30 (Bg).
- Alexandrov, V. (ed.) (2010). Climatic changes. NIMH, BAS, Sofia (Bg).
- Anwar, D., Subhani, G.M., Hussain, M., Ahmad, J., Hussain, M. & Munir, M. (2011). Drought tolerances and their correlation with yield in exotic wheat genotypes, *Pak. J. Bot.*, 43(3), 1527-1530.
- Cattivelli, L., et al. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics, *Field Crops Research*, 105, 1-14.
- Duggan, B.L., Domitruk, D.R. & Fowler, D.B. (2000). Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. *Canadian Journal of Plant Science*, 80(4), 739-745
- Farshadfar, F. & Sutka, J. (2002). Screening drought tolerance criteria in maize. *Acta Agron. Hung.*, 50(4), 411-416.
- Fernandez, G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of the International Symposium on „Adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress, Tainan, 13-16 Aug. 1991, AVRDC Publication. Taiwan, 257-270.
- Fischer, R.A. & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars I. Grain yield responses, *Aust. J. Agric. Res.*, 29, 897-912.
- Kazandzhiev, V., Georgieva, V., Zholeva, D., Tsenov, N., Rumena, E., Filchev, L., Dimitrov, F., Zhelev, G. (2011). Climate variability and change and conditions for winter wheat production in northeast Bulgaria, *FCS*, 7(2), 195-220 (Bg).
- Khan, A.J., Azam, F. & Ali, A. (2010). Relationship of morphological traits and grain yield in recombinant inbred wheat lines grown under drought conditions. *Pak. J. Bot.*, 42(1), 259-267.
- Petrova, T. (2003). Effect of drought on the correlations between productivity and some of its components in winter wheat (*Triticum aestivum* L.), Scientific conference with international participation “Stara Zagora 2003”, V 1 Agrarian sciences, part 1 Plant Sciences, 167-171 (Bg).
- Petrova, T. & Atanasova, M. (2004). Winter resistance and frost resistance of common wheat varieties. *Res. Commun. of U.S.B. branch Dobrich*, 6(1), 37-41 (Bg).
- Petrova, T. & Penchev, E. (2014). Effect of drought on the yield components of common winter wheat cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Natural*

- Sciences*, Special Issue: 1, 2014: 641-645.
- Shahryari, R., Gurbanov, E., Gadimov, A. & Hassanpanah, D. (2008). Tolerance of 42 bread wheat genotypes to drought stress after anthesis. *Pakistan Journal of Biological Science*, 11(10), 1330-1335.
- Tsenov, A. & Petrova, D. (1984). Methods for evaluation of selection materials from winter cereals and grain legumes to stress impacts. *Plant Science*, XXI (6), 77-86 (Bg).
- Tsenov, N., Petrova, T. & Tsenova, E. (2008). Estimation of grain yield components in winter wheat advanced lines under favourable and drought environments. *Conventional and Molecular Breeding of Field and Vegetable Crops*, Novi Sad, 24-27 November, 2008: 238-241.
- Yan, W. & Rajcan, I. (2002). Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42, 11-20.