

РАДОСЛАВ ЧИПИЛСКИ*, ГЕОРГИ ГЕОРГИЕВ**

*Институт по растителни генетични ресурси „К. Малков“, Садово

**Институт по физиология на растенията и генетика – БАН, София

**Воден режим, биомаса и добив на съвременни сортове обикновена
зимна пшеница, отгледани в условия на изкуствено почвено
засушаване (засушник)**

***Relationship between Water Regime, Biomass and Yield of Recent
Cultivars Common Winter Wheat Grow in Condition of Controlled
Irrigation***

R. Chipilski*, G. Georgiev**

**Institute of Plant Genetic Resources “K. Malkov”, Sadovo, Bulgaria*

***Institute of Plant Physiology and Genetics – BAS, Sofia, Bulgaria*

Abstract

During the period 2010 – 2011 years in IPGR, Sadovo were conducted trial in greenhouse with six recent varieties common winter wheat. The subject of study was a cultivars Guinness, Yunak, Lusil, Geya-1, Nikki and Katya that are create in IPGR. Were examined some indicators of water exchange, biomass and yield of plants subjected to drought during phases ear formation and grain filling. The same scheme of examination was done for plants that are watered controlled throughout the whole growing season. Eight drought tolerance indices including YSI, YI, STI, GMP, SSI, MP, TOL and HMP were calculated. The indices were adjusted based on grain yield under drought condition and normal conditions in greenhouse. From the results obtained for the indices was compute PC analyzes. Were separated two main components as follow for potential yield and drought tolerance “component one” and stress tolerant “component two”. The cultivars Guinness and Geya-1 have highest values by component one. This makes them suitable for growing both in normal conditions and during drought.

Key words: winter wheat, water regime, drought resistance, PCA

Сушата е най-значимият абиотичен фактор, влияещ на земеделското производство и получаването на сухоустойчиви и високодобивни генотипи, и е една от най-важните задачи на селекцията. Прегледът на селекционния процес при обикновената зимна пшеница, основан на увеличаване на добива при нормални условия, до известна степен води до подобрение на продуктивността при условия на воден дефицит. Наложително е в бъдеще да се търсят признаци, които да намалят празнината между потенциала на добив и реалния добив при условия на засушаване (Cattivelli et al., 2008).

Проблемът със създаването на сухоустойчиви сортове обикновена зимна пшеница, притежаващи широка екологическа пластичност, не е нов за ИРГР – Садово. Тази селекционна посока се диктува от сухите условия на местния климат и генплазмата, която е база за създаване на садовските сортове (Бояджиева, 2003). Проведени са много изследвания за разкриване на параметрите, които успешно асоциират с добива при сухи условия на климата (Caligari et al., 2004; Foulkes et al., 2004). Признаците, които осигуряват определянето на толерантността, на суша, на базата на загубите от добива

при засушаване в сравнение с добива, получен при нормални условия, са много подходящи за скрининг на сухоустойчиви генотипи (Mitra, 2001). Такива селекционни признаци, свързващи математически величината добив при стрес и нормални условия, са геометрична средна продуктивност, равномерна средна продуктивност, индекс на толерантност към стрес, индекс на толерантност, средна продуктивност, индекс на чувствителност към стрес, индекс на добив и индекс на стабилност на добива, като те могат да се използват при различни условия (Clarke et al., 1984; Huang, 2000). Също така генотипите могат да се разделят на четири групи в зависимост от добива им при засушаване (Fernandez, 1992): (1) генотипи с високи добиви, както при стресови условия, така и при нормални условия, (2) генотипи с висока продуктивност при нормални условия, (3) генотипи с висока продуктивност, изложени на засушаване, и (4) генотипи с ниски добиви при недостиг на влага и при оптимална влагозапасеност.

Целта на проведеното изследване беше първо да се идентифицират толерантни към засушаване генотипи обикновена зимна пшеница с помощта на морфологични показатели и индекси на сухоустойчивост и, второ, да се проучи ефективността на показателите на сухоустойчивост за оценяване на обикновената зимна пшеница.

Материал и методи

През вегетационната 2010 – 2011 г. на територията на ИРГР, Садово е проведен вегетационен опит с 6 сорта обикновена зимна пшеница (*Tr. aestivum* L.). В проучването са включени районираните сортове Катя, Гинес, Юнак, Люсил, Гея-1 и Ники, създадени в ИРГР. За стандарт е използван сорт Катя, който е най-сухоустойчивият сорт в България. В специално пригодена оранжерия-засушник на площ от 8,4 m² бяха засети ръчно семена от всеки сорт, в два реда, отстоящи на разстояние 25 cm един от друг. Сеитбата е извършена в оптималния срок за обикновената зимна пшеница – 19 октомври, като всички образци са засети в един ден. Изследваните генотипи са заложени последователно и без повторения. През есенно-зимния период на развитие опитните и контролните растения

бяха при еднакви агроклиматични условия. Преди началото на активната вегетация растенията са подхранени с оптимално количество амониева селитра (30 kg/da). С цел създаване на изкуствен провокационен фон от недостиг на влага, растенията от опитните парцели са засушени в периода 21. IV – 16. V, съобразено за всеки сорт до трайно завяхване на долния етаж листа на растенията по време на фазите изкласяване и цъфтеж. Същата схема е повторена и по време на фаза наливане на зърното, като засушаването продължи от 23. V до 8. VI. За растенията от контролния вариант е поддържана оптимална ППВ от 60 – 70% през цялата им вегетация. След достигане на пълна зрялост са прибрани всички растения от контролните и засушени парцели. Направени са биометрични измервания на случайна извадка от 15 напълно развити растения от контролния и от засушения вариант. Отчетени са общ добив и общ брой растения за контролна и засушена парцелка и е преизчислен добивът им за 1 m². На базата на стойностите на добива на незасушените и засушените растения от всеки сорт са изчислени коефициентите на сухоустойчивост и добив: SSI, STI, TOL, GMP, MP, HMP, YI и YSI чрез следните уравнения:

(1) Stress Susceptibly Index – SSI = $(1 - (Y_s/Y_p))/SI$, където $SI = 1 - (\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)$ [Fischer and Maurer, 1978];

(2) Stress Tolerance Index – STI = $(Y_p \times Y_s)/\bar{Y}_p^2$ [Fernandez, 1992];

(3) Tolerance Index – TOL = $Y_p - Y_s$ [Rosielle, Hamblin, 1981];

(4) Geometric Mean Productivity – GMP = $\sqrt{Y_{pi} \times Y_{si}}$ [Fernandez, 1992];

(5) Mean Productivity – MP = $(Y_p + Y_s)/2$ [McCaig and Clarke, 1982];

(6) Harmonic Mean of Productivity – HMP = $2(Y_p)(Y_s)/(Y_p+Y_s)$ [Fernandez, 1992];

(7) Yield Index – YI = Y_s/\bar{Y}_s [Gavuzzi et al., 1997];

(8) Yield Stability Index – YSI = Y_s/Y_p [Bousslama and Schapaugh, 1984], където общо за всички уравнения **Y_s** – добив на сортовете при условия на засушаване; **Y_p** – добив на сортовете при благоприятни условия; **\bar{Y}_s** – общ среден добив на сортовете при условия

на засушаване; \bar{Y}_p – общ среден добив на сортовете при благоприятни условия.

В края на периодите на изкуствено създадена суша са отчетени някои физиологични и морфо-физиологични показатели на флаговите листа на незасушените и засушени растения, както следва:

1) Относително водно съдържание – RWC (%) = $(FW - DW) / (TW - DW) \times 100$ (%);

2) Остатъчен воден дефицит – ОВД = $(TW - FW) / (TW - DW) \times 100$ (%);

3) Суха маса – DW (g^{-1});

4) Оводненост – WC (g^{-1}) = $FW - DW$, където FW е свежа маса на флаговия лист, DW - суха маса, отчетена след засушаване на листата за 24 часа на 80 °C и TW - маса на листата след престоя им във вода за 24 часа (Turner, 1981).

T-тест анализ за сравнение на средните, корелационният анализ и анализът на главните компоненти е направен на програма SPSS 9.

Резултати и обсъждане

Сортовете Гинес и Гея-1 заемат водещи позиции сред изследваните генотипи по отношение на стойностите на биометричните показатели на засушените растения – тегло надземна маса, тегло на главен клас с осил, обща и продуктивна братимост, височина на растение, дължина на последно междувъзлие, дължина на класа, общ брой класчета, брой неразвити класчета, брой зърна на главен клас и на останали класове, общ брой зърна на растение, тегло зърна на главен клас и тегло зърна на останали класове (табл. 1). При всички сортове се наблюдава редукция в стойността на биометрични показатели в условия на засушаване. Около 50% редукция се отчете при показателите тегло надземна маса, брой зърна на останали класове, общ брой зърна на растение, суха маса на стъбло и листа и общо тегло на зърната на растение. Подобни резултати докладват Đenčić et al. (1999). Най-важният показател за продуктивност в това проучване е средно тегло на зърното от растение при контролните и засушени растения. От направения T-тест при всички сортове има доказана разлика в добива контрола-стрес, т. е. недостигът на влага е повлиял осезателно при реализацията на продуктивния потенциал. На табл. 3 е даден втори T-тест анализ, сравняващ средния добив

на стандарта сорт Катя с останалите сортове. Редукцията на добива при засушените растения запазва същата тенденция, като изключение е сорт Юнак с 45,5%, който изпреварва сорт Гея-1 (49,6%) и заема второ място след сорт Гинес.

На табл. 2 са дадени корелационните зависимости между биометрични показатели на незасушените растения от една страна и на засушените растения – от друга. При контролните растения значими за добива на растението са морфологични признаци, показващи максимално потенциала му, поставено при благоприятни условия чрез натрупване на биомаса в корен, стъбло и клас, развитие на общата и продуктивна братимост и по-голям брой зърна в класовете. При засушените растения се забелязва увеличаване в броя на биометричните компоненти с доказана връзка от 1% на корелационните им коефициенти спрямо средно тегло на зърното в сравнение със същите на нестресираните растения. Биометричните характеристики на стъблото този път повлияват силно положително на добива на стресираните растения за разлика от нестресираните. По-развитият корен на засушеното растение осигурява повече водни запаси в клетките, което води до по-високо стъбло и по-голямо количество водоразтворими въглехидрати за фаза наливане на зърното (Destro and al., 2001; Blum, 1998).

При това изследване в двете фази на засушаване на растенията са отчетени и някои параметри на водния режим на растенията, като относително водно съдържание (RWC), което е реципрочна стойност на водния дефицит на листа, оводненост на тъканите и сухата маса на листата. Разликите в стойностите на тези показатели при засушените растения спрямо контролите са значими. От корелационния анализ се вижда значима положителна връзка между стойността на RWC и съответно значима отрицателна връзка между стойността на водния дефицит с елементите на продуктивността във фаза изкласяване (табл. 4). Корелационните зависимости между оводнеността на засушените растения с брой и тегло на зърната за растение и при двете фази са положителни, но са ниски и незначими. За фаза изкласяване при незасушените растения сорт Люсил е с най-голяма суха маса, а

Таблица 1. Стойности на биометрични показатели на засушените растения
 Table 1. Value of biometry indices of the desiccation plant

Сорт	Тегло на надземна маса, g	Тегло на главен клас, g	Братя, брой		Височина на растение, cm	Дължина на последно междувъзлие, cm	L на класа, cm	Брой класчета		Брой на зърната			Маса на зърната			АСМ Листа и стъбло, g	АСМ Корен, g	Тегло на 1000 зърна, g	Жътвен индекс															
			общо	продуктивност				глав.	ост.	раст.	глав.	ост.	раст.	общо	нераз.																			
Юнак Yunak	11,6 ±	2,30 ±	5,8 ±	0,31 ±	4,2 ±	0,24 ±	69,40 ±	1,18 ±	29,07 ±	1,08 ±	9,3 ±	0,40 ±	17,1 ±	0,9 ±	0,01 ±	39,6 ±	1,9 ±	90,0 ±	7,22 ±	1,93 ±	0,1 ±	3,94 ±	0,2 ±	5,87 ±	0,27 ±	4,22 ±	0,3 ±	0,385 ±	0,3 ±	45,03 ±	0,1 ±	0,51 ±		
Ники Nikki	7,4 ±	2,12 ±	5,07 ±	0,48 ±	3,40 ±	0,19 ±	60,53 ±	2,02 ±	21,67 ±	1,10 ±	9,06 ±	0,17 ±	15,8 ±	0,67 ±	0,01 ±	36,3 ±	1,7 ±	37,4 ±	4,1 ±	73,7 ±	4,33 ±	1,79 ±	0,1 ±	1,82 ±	0,2 ±	3,61 ±	0,15 ±	2,96 ±	0,1 ±	0,430 ±	0,6 ±	49,02 ±	1,3 ±	0,48 ±
Люсил Lusil	10,2 ±	2,29 ±	5,27 ±	0,56 ±	4,07 ±	0,34 ±	63,27 ±	1,39 ±	25,53 ±	0,96 ±	9,08 ±	0,16 ±	15,2 ±	0,13 ±	0,01 ±	37,1 ±	0,8 ±	68,1 ±	7,3 ±	105,2 ±	7,34 ±	1,97 ±	0,1 ±	3,23 ±	0,4 ±	5,20 ±	0,22 ±	3,72 ±	0,3 ±	0,543 ±	0,4 ±	49,52 ±	1,1 ±	0,51 ±
Гинес Guinness	18,3 ±	2,31 ±	6,33 ±	0,46 ±	5,73 ±	0,25 ±	87,20 ±	2,85 ±	30,93 ±	0,98 ±	9,80 ±	0,20 ±	16,6 ±	0,13 ±	0,01 ±	42,5 ±	2,0 ±	155,1 ±	11,8 ±	197,60 ±	1,78 ±	1,99 ±	0,1 ±	7,03 ±	0,6 ±	9,02 ±	0,26 ±	7,19 ±	0,7 ±	1,007 ±	0,3 ±	45,60 ±	2,0 ±	0,50 ±
Гейя-1 Geya-1	12,8 ±	2,60 ±	4,3 ±	0,21 ±	3,7 ±	0,30 ±	80,80 ±	2,58 ±	33,40 ±	0,84 ±	9,3 ±	0,42 ±	15,3 ±	0,1 ±	0,01 ±	39,6 ±	2,8 ±	84,5 ±	15,1 ±	124,1 ±	7,27 ±	2,26 ±	0,1 ±	4,47 ±	0,8 ±	6,73 ±	0,44 ±	4,52 ±	0,5 ±	0,657 ±	0,4 ±	54,27 ±	1,0 ±	0,52 ±
Катя Katya	11,7 ±	2,10 ±	5,2 ±	0,3 ±	4,4 ±	0,20 ±	87,38 ±	2,6 ±	29,50 ±	1,00 ±	9,1 ±	0,20 ±	15,2 ±	0 ±	0 ±	37,3 ±	1,1 ±	90,0 ±	5,5 ±	127,3 ±	7,37 ±	1,80 ±	0,1 ±	3,75 ±	0,2 ±	5,55 ±	0,24 ±	4,30 ±	0,2 ±	0,485 ±	0,1 ±	43,58 ±	0,7 ±	0,49 ±

Средни стойности от 15 растения ± средната грешка./ Data are means of 15 plants ± SE.

Таблица 2. Корелационни зависимости между биометричните показатели
 Table 2. Correlation between biometry indices

Биометрични показатели	Термо надремна маса	Термо главен клас	Братимост	Продуктивна братимост	Височина на растение	Дължина на последно междувъзлие	Дължина на класа	Брой класчета	Брой неразвити класчета	Брой зърна на гл. клас	Брой зърна на остан. класове	Общ брой зърна	Жътвен индекс	Абс. суха маса на стъбло и листа	Термо на 1000 зърна	Термо на зърна на гл. клас	Термо на зърна на остан. класове	Общо термо на зърната
Общо термо на зърната Контрол	0,972 **	0,380 **	0,790 **	0,797 **	0,0002	-0,117	0,336 **	0,077	-0,237 *	0,382 **	0,924 **	0,920 **	0,146	0,861 **	-0,081	0,409 **	0,993 **	1
Общо термо на зърната Стрес	0,968 **	0,479 **	0,310 **	0,650 **	0,586 **	0,446 **	0,445 **	0,204	-0,28 **	0,458 **	0,920 **	0,923 **	0,191	0,875 **	0,137	0,467 **	0,989 **	1
Общ брой зърна Контрол	0,915 **	0,236	0,84	0,844 **	0,104	-0,205	0,362 **	0,064	-0,27 **	0,501 **	0,996 **	1	0,061	0,846 **	-0,45 **	0,280 **	0,926 **	0,920 **
Общ брой зърна Стрес	0,920 **	0,281 **	0,426 **	0,745 **	0,554 **	0,361 **	0,413 **	0,237 *	-0,238 *	0,528 **	0,992 **	1	0,051	0,853 **	-0,233 *	0,273 **	0,940 **	0,923 **
Harvest index Control	-0,083	0,107	-0,116	-0,10	-0,34 **	-0,233 *	-0,138	-0,16	0,003	0,036	0,06	0,061	1	-0,322 **	0,157	0,192	0,128	0,146
Harvest index Stress	-0,033	0,329 **	-0,39 **	-0,241 *	-0,07	0,101	-0,210 *	-0,21 *	-0,184	0,024	0,051	0,051	1	-0,233 *	0,35 **	0,373 **	0,141	0,191
Mass of 1000 grains Control	-0,127	0,251 *	-0,37 **	-0,36 **	-0,215 **	0,307 **	-0,206	-0,064	0,211 *	-0,419 **	-0,427 **	-0,45 **	0,157	-0,188	1	0,215 *	-0,112	-0,081
Mass of 1000 grains Stress	0,065	0,521 **	-0,309 **	-0,316 **	0,094	0,280 **	0,051	-0,103	-0,113	-0,16	-0,226 *	-0,233 *	0,35 **	0,002	1	0,515 **	0,059	0,137

(**); (*) - значимост при $p < 0,01$; $p > 0,05$ ниво на вероятност/ (**); (*) - significant at $p > 0,01$; $p > 0,05$ levels of probability.

Таблица 3. Сравнение на сортовете по добие
Table 3. Comparison between yield of the varieties

Сорт Variety	КР средно CP mean (g/plant ⁻¹)	t-стойност опитно t-value exp.	ЗР средно DP mean (g/plant ⁻¹)	t-стойност опитно t-value exp.	Разлика Difference (g)	Редукция на добива Reduction of yield (%)
St – Katya	13,48	0	5,55	0	7,93	58,8
Geya-1	13,36 ns	-0,11	6,73 ns	1,29	6,63	49,6
Guinness	14,72 ns	0,79	9,02 +++	5,24	5,7	38,7
Lusil	14,06 ns	0,45	5,21ns	-0,72	8,85	62,9
Nikki	13,34 ns	-0,1	3,61 ---	-5,13	9,73	72,9
Yunak	10,77 -	-2,42	5,87 ns	0,89	4,9	45,5

Средни стойности от 15 растения; t 5% = 2,048; t 1% = 2,763; GD t 0,1% = 3,674; ns - недоказана разлика.
Data are means of 15 plants; NS - no significance difference.

Таблица 4. Корелация между физиологични показатели и добие при благоприятни условия и условия на засушаване
Table 4. Correlation between physiology indices and yield components under favorable conditions and drought conditions

Незасушени Control	RWC HF	RWC GF	DW HF	DW GF	WC HF	WC GF	GNP	GWP
Засушени Drought conditions								
RWC-HF	-0,161	0,071	0,369 **	-0,030	0,251	-0,052	-0,096	0,077
RWC-GF	-0,111	-0,031	0,254 *	-0,165	0,268*	-0,077	0,014	0,117
DW-HF	0,172	0,024	-0,089	0,128	0,809**	0,121	-0,136	0,083
DW-GF	0,088	0,133	-0,176	-0,077	0,156	0,913**	-0,110	0,061
WC-HF	0,199	-0,160	0,551**	-0,132	-	0,235	0,003	-0,009
WC-GF	0,092	0,319	-0,162	0,897**	-0,136	-	-0,098	0,010
GNP	0,392**	-0,051	0,012	0,187	0,095	0,185	0,273*	0,874**
GWP	0,406**	-0,036	0,058	0,253	0,013	0,250	0,923**	0,125

(**); (*) - значимост при p < 0,01; p < 0,05 ниво на вероятност; (-) – няма данни;
(**); (*) - significant at p < 0.01; p < 0.05 levels of probability; (-) – no data;

GNP - среден брой зърна от растение/grains number per plant; GWP - средно тегло на зърната от растение/grains weight per plant.

Таблица 5. Стойности на индекси на сухоустойчивост изчислени от Ys и Yp
Table 5. Estimation of drought tolerance indices from Ys and Yp

Сорт Cultivar	Yp (g/m ²)	Ys (g/m ²)	SSI	TOL	GMP	MP	HMP	STI	YI	YSI
St – Katya	975,7	439,6	0,978	536,1	654,9	707,6	606,1	0,37	0,929	0,451
Guinness	1306,5	687,1	0,844	619,4	947,5	996,8	900,6	0,77	1,452	0,526
Geya-1	1113,3	560,9	0,883	552,4	790,2	837,1	745,9	0,53	1,185	0,504
Lusil	1078,9	417,4	1,091	661,5	671,1	748,1	601,9	0,39	0,882	0,387
Nikki	1024,5	253,1	1,340	771,4	509,2	638,8	405,9	0,22	0,535	0,247
Yunak	984,6	481,7	0,909	502,9	688,7	733,1	646,9	0,41	1,018	0,489

останалите сортове имат незначителна разлика в сухата маса. При засушените растения най-голяма суха маса имат сортовете Гейя-1 и Люсил. Корелационните зависимости между сухата маса на засушените растения със

среден брой и тегло на зърната за растение и при двете фази, подобно на предишния показател, са слабо положителни и незначими (табл. 4).

На базата на преизчисления добив за

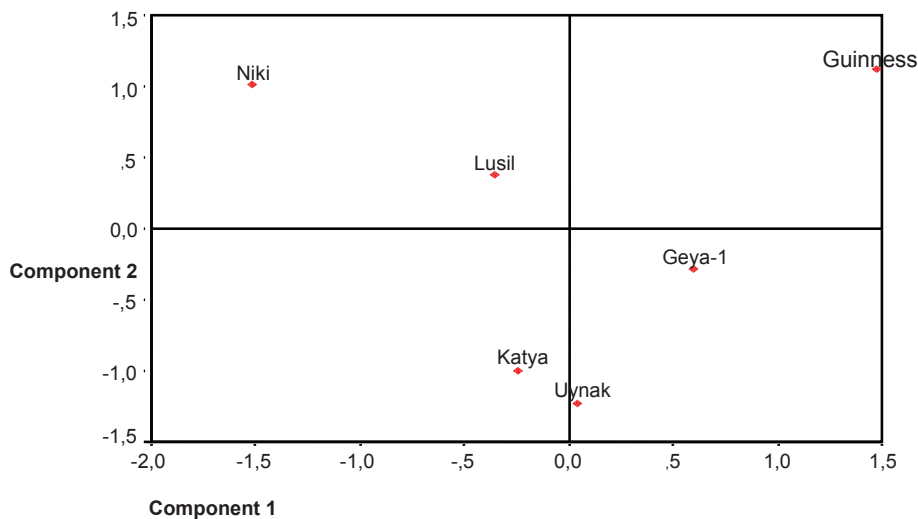
Таблица 6. АОК за Y_p , Y_s и индексите на сухоустойчивост
 Table 6. PCA for Y_p , Y_s and drought tolerance indices

Компонент Component	Total	% of variance	Cumu- lative, %	Y_p	Y_s	SSI	TOL	GMP	MP	HMP	STI	YI	YSI
1	8,35	83,503	83,503	0.747	1.0	-0.916	-545	0.989	0.947	0.999	0.972	1.0	0.916
2	1,64	16,454	99,957	0.405	0	0.520	0.84	0.144	0.321	0.001	0.230	0	-0.402

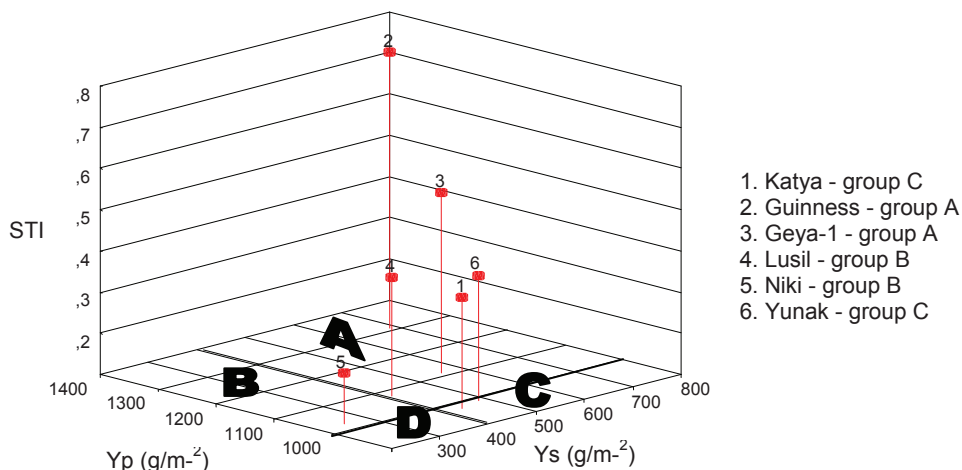
Extraction Method: Principal Component Analysis – PCA.

един квадратен метър, на незасушени и засушени растения от всеки сорт, са изчислени параметрите индекс на толерантност към засушаване (табл. 5). От стойностите им се вижда, че сорт Гинес е най-толерантен към засушаване. Индексите GMP, MP, HMP и STI при

него са с най-високи стойности. Резултатите за сортовете Катя и Юнак нагледно показват как сухоустойчиви сортове не са задължително най-високодобивните, защото в случая добивът им на квадратен метър при благоприятни условия на влагозапасеност е нисък.



Фиг. 1. Биplot на сортовете, получен от компонент 1 и компонент 2
 Fig. 1. Biplot of varieties result of component 1 and component 2



Фиг. 2. 3-D plot между STI, Y_s и Y_p на основата на модела на Фернандес
 Fig. 2. 3-D plot between STI, Y_s and Y_p in base of model by Fernandes

Тези резултати са в съгласие с изследванията на Sio-Se Mardeh et al. (2006), показващи, че пшеници с по-нисък потенциал на добив може да са по-продуктивни при стрес и затова косвената селекция за сухоустойчивост на основата на резултати при оптимални условия не би била ефективна.

От направения анализ на основните компоненти на индексите на сухоустойчивост се отделиха 2 главни компонента, обяснени съответно на 83,5% и 16,4% от общото вариране (табл. 6). В първия компонент теглата на променливите Ys, Yp, MP, HMP, GMP, STI, YI, и YSI са над 0,5 и имат положителен знак (табл. 6). Поради тези зависимости той може да се нарече компонент за потенциал на добив и сухоустойчивост. Чрез него ще се отбират генотипи, имащи високи стойности на тези индекси в следствие на висок добив, както при стресови условия, така и при благоприятни

условия на средата. Във втория компонент най-висока стойност на теглото си имат променливите TOL и SSI. Компонентът 2 може да се нарече стрес-толерантен компонент и в зависимост от ниските стойности на TOL и SSI ще определяме толерантност, а обратно – чувствителност към суша. Сортовете Гинес и Гея-1 показват най-високи стойности по компонент 1 (фиг. 1).

На фиг. 2 представяме триизмерен модел на сортовете според стойностите им за Yp, Ys и STI по модела на Fernandez (1992). В основата на модела е индексът STI, който е ефективен при определянето на високодобивни генотипи, както при благоприятни, така и при стресови условия. Разделихме плоскостта x (Ys) – y (Yp) на четири сегмента, както следва: A, B, C и D, които отговарят на четири групи на класифициране според модела на Fernandez.

Изводи

На базата на анализа на основните компоненти и модела на Fernandez, изследваните сортове пшеница, отглеждани в условия на засушник могат да бъдат групирани по следния начин.

Сортовете Гинес и Гея-1 показват най-високи стойности по компонент 1 и се намират в група А. Това ги прави подходящи за отглеждане, както при нормални условия на влага, така и при засушаване.

Сортовете Ники и Люсил имат високи стойности по компонент 2 и се намират в група В – показват относително по-висок добив при благоприятни условия.

Сортовете Катя и Юнак се намират в група С – показват относително по-висок добив при стресови условия.

Литература

Bousslama, M., W. T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: Evaluate on of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Sci.*, 24, 933-937

Boyadjieva, D. 2003. "100 years selection of winter wheat in Sadovo". Anniversary Scientific Session "120 Year's Agricultural Science in Sadovo", 21 – 22 May, Sadovo, Plovdiv, p. 29-37

Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*, 100, p. 77-83

Cattivell, L., F. Rizza, F. Badeck, E. Mazzucotelli, A. M. Mastrangelo, E. Francia, C. Mare, A. Tondelli, A. Michele Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Journal Field Crops Research*, 105: 1-14

Caligari, P. D. S., Snape, J. W. 2004. Mapping

quantitative trait loci for flag leaf senescence as a yield determinant in winter wheat under optimal and drought – stressed environments. *Euphytica*, 135, 255-263

Clarke, J. M., T. M. Townley-Smith, T. N. McCaig, D. Green. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Science*, 24, 537-541

Denčić, S., R. Kastori, B. Kobiljski, B. Duggan. 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under optimal drought conditions. *Euphytica*, 113:43-52.

Deonísio Destro, Édison Miglioranza, Carlos Alberto Arrabal Arias, Jefferson Marcos Vengrame and Gose Carlos Vieira da Almeida. 2001. Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under different irrigation regimes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Vol. 44, No. 4, p.325-330

Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops to Temperature Water stress. Taiwan, 13 – 18 Aug., 25, 257-270

Fischer, R. A., R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 897-912

Foulkes, M. J. et al. 2004. Traits for improved drought resistance of winter wheat in UK. Proceeding of the 4-th International Crop Sci. Congress.

**Gavuzzi, P., F. Rizza., M. Palumbo, R. G. Campa-
line, G. L. Ricciardi, B. Borghi.** 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Can. J. Plant Sci.*, 77, 523-531

Huang, B. 2000. Role of root morphological and

physiological characteristics in drought resistance of plants. In: Wilkinson, R. E. (Ed.). *Plant–Environment Interactions*. Marcel Dekker Inc., New York, p. 39-64

McCaig, T. N., J. M. Clarke. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate levels of wheat and oats grown in semiarid environment. *Crop Sci.*, 22, 963-970

Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Curr. Sci.*, 80: 758-762

Rosielle, A., J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21, 943-946

Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini, V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Res.*, 98, 222-229