

**СЕЛЕКЦИОННИ ИНДЕКСИ ЗА ОЦЕНКА ТОЛЕРАНТНОСТТА
НА ЗИМНАТА ХЛЕБНА ПШЕНИЦА КЪМ СУША**

**Николай Ценов, Албена Иванова,
Добринка Атанасова, Татяна Петрова, Елена Ценова**
Добруджански земеделски институт, BG-9521, Генерал Тошево

Резюме

Ценов Н., А. Иванова, Д. Атанасова, Т. Петрова, Е. Ценова, 2012. Селекционни индекси за оценка толерантността на зимната хлебна пшеница към суша, FCS 8(1):65-74

Няколко групи от сортове хлебна пшеница са отглеждани в различни пунктове на изследване: ДЗИ, Селановци и Раднево. Анализирани са добивът зърно и компонентите на продуктивността: брой зърна в клас, продуктивната братимост и масата на 1000 зърна. В пунктовете са изследвани група от 27 сорта, а в ДЗИ са проучени 20 перспективни линии и 7 сорта, като последните са отглеждани при усложнена схема, включваща три нива на торене с азот и три предшественика. За да се оцени реакцията на сортовете към силната и продължителна суша през 2007 г. са изчислени различни селекционни индекси (Mardeh et al, 2006), известни като инструмент за оценка на толерантността на пшеницата към нея. Анализирани са всички възможни корелации между селекционните индекси в трите пункта на изследване по отделно, чрез статистическа програма Statistica 7. Корелациите между добива зърно и неговите основни компоненти са различни според условията на средата. Независимо от условията на пункта на отглеждане, признаките брой зърна в клас и броя продуктивни класа определят добива зърно. В условията на суша добивът зърно се понижава в резултат на понижаване на фертилността на класа, докато промяната на другите компоненти зависи до голяма степен от агротехническите фактори и не е еднозначна. Стойностите на корелациите между част от селекционните индекси и продуктивността са диаметрално противоположни в зависимост от условията на отглеждане. Индексите **GMP** и **MP** имат достоверно доказана положителна връзка с добива зърно и неговите компоненти, независимо от условията. Индексите **SSI** и **TOL** имат достоверни, но противоположни корелации с всички признаки в зависимост от наличието на стрес. Индексите **MSTI** и **YI** показват висока пригодност и при трите признака, както самостоятелно, така и чрез силната си връзка с най-ефективният в това изследване индекс **GMP**. Индексите **GMP**, **MP** и **YI** се оказват подходящи за оценка на генотипа в контрастни условия, поради което трябва да бъдат широко използвани. Това е валидно и за идентификация на сортове, чиито висок продуктивен потенциал би могъл да се реализира добре в контрастни условия на средата, както и при селекция на толерантност към суша.

Ключови думи: зимна пшеница, продуктивност, стрес, толерантност на суша, селекционни индекси

Abstract

Tsenov N., A. Ivanova, D. Atanasova, T. Petrova, E. Tsenova, 2012. Breeding indices for assessment of drought tolerance of winter bread wheat FCS 8(1):65-74

Several groups of bread wheat varieties are grown in different locations of research: DAI, Selanovtsi and Radnevo. Grain yield and yield components: number of grains per ear, productive tillering and the 1000 grain weight, are analyzed. In locations a group of 27 and 20 advanced lines and 7 varieties in DAI, are investigated. The latter group being kept in a complicated scheme involving three levels of nitrogen fertilization and three predecessor. To assess the response of varieties to the strong and prolonged drought in 2007 different selection indices are calculated (Mardeh et al, 2006), known as a tool for assessing the tolerance of wheat to it. All possible correlations between indices in the three points of the study separately are analyzed, by statistical program Statistica 7. Correlations between grain yield and its main components vary according to environmental conditions. Regardless of the conditions of growing locations, number of grains per ear and productive tillering determine the grain yield. Under drought conditions grain yield decreased as a result of decreasing ear fertility, while other components of the change depends largely on agro-technical factors and is not straightforward. The values of the correlations between the selection indices and the productivity are diametrically opposed, depending on growing conditions. **GMP** and **MP** indices have proven reliable positive correlation with grain yield and its components, regardless of conditions. **SSI** and **TOL** indices are reliable, but opposite correlations with all traits depending on the presence of stress. **MSTI** and **YI** indices show high fitness in all three attributes, both independently and through its strong relationship with the most effective index in this study - **GMP**. Indexes **GMP**, **MP** and **YI** were suitable for evaluation of genotypes in contrasting conditions, and therefore should be widely used. This is true for the identification of varieties whose high productive potential could be realized better in contrasting environmental conditions and for breeding for tolerance to drought

Keywords: winter wheat, yield, stress tolerance to drought, breeding indices

ВЪВЕДЕНИЕ

Географското положение на България е такова, че сушата при житните култури е ежегодно явление в някои от зърнопроизводителните райони, особено в южната част на страната (Tran et al. 2002, Славов и Мотева, 2005). Редуването на периоди на суши с такива с благоприятни условия е предпоставка сортовете за производството да притежават известна толерантност (Ценов и авт. 2004, Ценов, 2008), която ще им гарантира максимално възможен добив в динамично променящите се сезонни условия. За страните от Балканския полуостров също е характерно редуване на сезони, в които сушина е непредсказуема като период и сила (Dragovic et al. 1997, Бояджиева 1999, Paunescu et al. 2008). В тези условия селекцията на абиотичен стрес е задължителна и трябва да се провежда целенасочено и системно (Richards, 2006, Ценов и авт. 2009, Boyadjieva and Andonov, 2010). За да се стигне до висока толерантност към стрес в условията на сухия климат през вегетацията на пшеницата е необходимо да се прилагат различни селекционни методи и подходи (Christopher et al. 2008; Reynolds et al. 2006). Според румънски изследователи едно от трудните за селекция направления е създаване на сортове с висок продуктивен потенциал, който да бъде реализиран и в условия на суши (Mustatea et al. 2003). Създадените сортове са или с висока толерантност или имат висок продуктивен потенциал, а съчетанието между двете е изключително трудно. Това предполага прилагане на ефективни селекционни подходи за оценка, чрез които да се постига реален прогрес. Известни са индекси, чрез прилагане на които се получава важна за селекцията в

полски условияния информация (Mardeh et al. 2006, Mohammadi et al. 2010). В страни като Румъния, Украйна, Турция и Иран, в които зимната пшеница се отглежда в непредсказуемо редуване на различни спрямо сушата условия на отглеждане, събирането на информация за толерантност към суши се оценява много лесно и без използване на специални методи. Тук приложение намират известните селекционни индекси за оценка и като инструмент за селекция (Halim et al. 2002; Paunescu et al. 2008, Khayatnezhad et al. 2010). В селекцията у нас, особено за северна България, тези индекси до сега са използвани инцидентно, (Ivanova et al. 2011, Atanasova et al. 2011) само при наличие на поредни години с контрастни условия спрямо сушата (Tsenov et al. (2008). Познанията относно какъв е ефекта на сушата върху елементите на продуктивността и как може да се компенсира негативния ефект от нея чрез подходящи технологични решения (Ivanova and Tsenov, 2011) все още са ограничен брой.

Целта на настоящото изследване е да се установи ефекта на сушата върху добива зърно и компонентите на продуктивността на зимната пшеница в широк ареал от екологични опити и да се проучи възможността за използване на известни селекционни индекси за коректна оценка на толерантността към суши

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Производството на житни култури в България през 2007 г. бе засегнато от повсеместна и продължителна зърнаща, която бе оценена като най-силната през последните 40 год., а прекият негативен ефект върху добива зърно при пшеницата бе около 40 % (Ценов, 2008). През 2006 г. обратно условията бяха изключително благоприятни за отглеждане на пшеница във всяко отношение. От екологични опити в страната през тези две години с контрастни условия за отглеждане на пшеницата бяха събрани данни за добива зърно и неговите компоненти от няколко опита в страната: ДЗИ и два пункта в северна и южна България. Понеже условията бяха различни (таблица 1) от гледна точка на количествата паднали валежи, за анализ са включени данни от няколко групи сортове и пунктове, както следва: 20 перспективни линии в ДЗИ (**20D**), 27 признати сортове от Пост регистрационното изпитване на ИАСАС (**27P**), в пунктите Селановци и Раднево и 7 сорта (**7A**) от опит в технологията на ДЗИ. Последните са отглеждани след три предшественика (фасул, слънчоглед и царевица) на три нива на азотно торене. Подробно методиката за извеждане на този опит е описана от Ivanova et al. (2011).

Таблица 1. Количество на падналите валежи и снижението на добива зърно в пунктите на отглеждане през периода 2006-2007

Table 1. Amount of precipitation and decrease in grain yield in locations during 2006-2007

Пункт, Location	Количество на валежите , Precipitations in 2007	% от количеството спрямо 2006, % on the basis of to 2006	Понижение на добива зърно %, Grain yield reduction, %
ДЗИ, DAI	187	50	36
Селановци, Selanovtsi	213	60	56
Раднево, Radnevo	315	70	50

Обект на анализ през двете години са признанияте добив зърно (ДЗ), брой продуктивни братя на m^2 (БПБ), маса на 1000 семена (МХЗ) и брой на зърната в клас (БЗК). Изчислени са известните в литературата и широко използвани в практическата селекция индекси за оценка на толерантността към суши, както следва: SSI-stress

susceptible index (чувствителност на стрес) (Fischer and Maurer, 1978); STI- stress tolerance index (толерантност на стрес) и GMP-geometrical mean productivity (геометрична средна стойност); (Fernandes, 1992); TOL-tolerance index (индекс на толерантност) и MP-mean productivity (средна стойност); (Hossain et al. 1990); MSTI-modified stress tolerance index (модифициран индекс за стрес толерантност) (Naber et al. 1990); YS_i-yield susceptible index (индекс на чувствителност на добива) ; (Bouslama and Schpaugh 1984); YI-yield index – (индекс на добива) (Gavuzzi et al. 1997). С цел проверка на пригодността на всеки изследван индекс са изчислени всички възможни корелации между тях, добива зърно и някои компоненти на продуктивността, в пунктовете на изследване по отделно с помощта на статистическата програма Statistica 7.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Какво се случва с добива зърно в условия на различни нива на суша и какви са връзките му с основните компоненти на продуктивността? Отговор на този въпрос дават данните в таблица 2. При благоприятни за културата условия добивът зърно се определя от фертилността на класа и от гъстотата на посева. В групата на сортовете (27Р) силен ефект върху добива има и едрината на зърното ($r=+0.454$). В отделните пунктове, независимо от силата на сушата два са признаците, определящи в голяма степен добива - броя на зърна в клас ($r=0.616 \pm 0.876$) и броя продуктивни стъбла ($r=0.381 \pm 0.514$). Влиянието на последния видимо по-стабилно по стойности на корелациите, въпреки че са с по-ниски абсолютни стойности от тези на броя зърна в клас. Данните са илюстрация, че в суша корелациите между добива и неговите компоненти се засилват. Подобни резултати са съобщени в друга публикация (Ivanova and Tsenov, 2011), където тези тенденции са забелязани, дори при компенсиращи сушата фактори (бобов предшественик).

Таблица 2. Корелации между добива зърно и неговите компоненти в контрастните условия на отделните пунктове на изследване

Table 2. Correlations between grain yield and its components in terms of contrasting different environments of the study

Признаци, Traits	Условия, Environments	
	2006	2007
7 А		
NGS	0.656 *	0.876 *
NTP	0.326 *	0.381 *
TKW	-0.310 *	-0.198
20 D		
NGS	0.509 *	0.616 *
NTP	0.438 *	0.514 *
TKW	-0.207	0.063
27 Р		
NGS	0.507	0.673 *
NTP	0.154	0.448 *
TKW	0.454 *	-0.291

Признакът брой зърна в клас е определящ за добива зърно и при благоприятни, и при условия на суша. Характерно е че неговото проявление определя много силно реалния добив при суша, което потвърждава мненията в други публикации (Tsenov et al. 2008). В условия на изкуствено създадена почвена суша продуктивната братимост, която също е важен за добива признак се влияе много по-силно от сушата (Петрова,

2003b) от броя зърна в клас. В изследване в друга група сортове в засушник Петрова и Ценов (2011) установяват, че масата на 1000 зърна имат определящ дял в добива при суши, като този признак почти не се влияе от липсата на влага в почвата при формиране на добива, докато другите два признака се понижават много силно. Явно в различни експерименти поведението на компонентите на продуктивността е различно и вероятно е продиктувано от комплекса на условията. В нашия случай изчисляването на корелациите в различни условия е показателно, понеже опитите са от полски условия и от различни пунктове на изпитване. Освен сушата влияние върху тези корелации имат и почвено климатичните условия в отделните пунктове. От натрупаните преди познания в засушник (Петрова, 2003a) и в полски условия (Tsenov et al. 2008) от гледна точка на влиянието на сушата можем да твърдим, че теглото на зърното в класа е признакът, който определя нивото на добива зърно. В това изследване обаче, целта която си поставихме е да установим, пригодността на директните компоненти, а не производните като добив зърно от клас (брой зърна * маса на 1000 зърна).

Пригодността на даден индекс е оценена чрез корелациите му с другите индекси в таблица 3. Представените данни са от трите експеримента за да се види отчетливо дали съществуват разлики, предизвикани от различните нива суши в отделните пунктове.

Таблица 3. Корелации между и индексите за оценка на толерантността към суши при признака добив зърно

Table 3. Correlations between indices and assessment of drought tolerance in grain yield

Код, code	Индекс Index	SSI	STI	TOL	GMP	MP	MSTI	YSI
7A		-1,000						
20D	STI	-0,999						
27P		-1,000						
7A		0,973	-0,973					
20D	TOL	0,975	-0,975					
27P		0,962	-0,962					
7A		-0,842	0,842	0,713				
20D	GMP	0,003	-0,006	0,605				
27P		0,286	-0,286	0,528				
7A		-0,800	0,800	0,657	0,997			
20D	MP	0,140	-0,142	0,339	0,990			
27P		0,285	-0,285	0,528	1,000			
7A		-0,972	0,972	0,904	0,939	0,912		
20D	MSTI	-0,866	0,864	-0,745	0,687	0,565		
27P		-0,787	0,787	-0,600	0,659	0,561		
7A		-1,000	1,000	0,973	0,842	0,800	0,972	
20D	YSI	-0,999	0,999	-0,975	0,306	-0,142	0,864	
27P		-1,000	1,000	-0,962	0,586	-0,285	0,787	
7A		-0,936	0,936	0,844	0,978	0,959	0,989	0,936
20D	YI	-0,646	0,643	-0,480	0,759	0,661	0,933	0,643
27P		-0,506	0,506	-0,263	0,680	0,681	0,927	0,506

Данните открояват два индекса ([GMP], [MP]), които при добива зърно имат силна връзка с по-голяма част от другите индекси ([TOL], [MSTI], [YSI] [YI]). Широко използваните при много експерименти индекси [STI] и [SST] не потвърждават подобна ефективност тук (Paunescu et al. 2008, Khayatnezhad et al. 2010, Siahsar et al.

2010). При тях се наблюдават най-отчетливи различия в стойностите на корелациите като посока и величина. В изследванията на Mardeh et al. (2006) и Mohammadi et al. (2010) са събрани доказателства от голям брой пунктове на изпитване, според които авторите препоръчват използване на няколко индекса, което увеличава ефективността на оценката

Таблица 4. Корелации между индексите за оценка на толерантността към суша при броя зърна в клас и продуктивната братимост

Table 4. Correlations between indices and assessment of tolerance to drought in the number of grains per ear and productive tillering

Индекс, Index	GMP	MP	MSTI	YSI
Брой зърна в клас, Number of grains per spike				
MP	1,00 *			
MSTI	0,85 *	0,55 *		
YSI	0,64 *	0,41 *	0,83 *	
YI	0,56 *	0,26	0,86 *	0,74 *
Продуктивната братимост, productive tillering				
MP	1,00 *			
MSTI	0,84 *	0,51 *		
YSI	0,65 *	0,36	0,87 *	
YI	0,50 *	0,19	0,89 *	0,67 *

Данните за корелациите между индексите при другите два признака (таблица 4) до голяма степен потвърждават закономерностите при добива зърно. В таблицата не са представени другите възможни корелации понеже са недоказани или ниски по стойност. И при двата признака ефективен за оценка се оказва и индексът [YI], който има силна връзка с индексите [GMP], [MP] и [YSI], които са най-ефективни при добива зърно. Силната положителна корелация на този индекс с [MSTI] е много показателна, понеже и двата индекса представлят толерантността към суша без наличие на отправна точка за сравнение в друг сезон (Naberi et al. 1999).

Таблица 5. Корелации между продуктивността и индексите за оценка на толерантността към суша

Table 5. Correlations between productivity indices and assessment of tolerance to drought

Признак, Trait година, Year	ДЗ, GY		БЗК, NGS		БЗК, NPT	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
SSI	0.30	-0.71	0.02	-0.66	0.52	-0.66
STI	-0.30	0.71	-0.02	0.66	-0.52	0.66
TOL	0.56	-0.48	0.24	-0.50	0.56	-0.63
GMP	0.86	0.84	0.92	0.93	0.78	0.82
MP	0.86	0.84	0.92	0.94	0.79	0.82
MSTI	0.29	0.96	0.51	0.92	-0.05	0.93
YSI	-0.30	0.71	-0.02	0.66	-0.52	0.66
YI	0.45	0.98	0.72	0.98	0.29	0.99

Дали промяната на добива и неговите елементарни компоненти би могла да ни служи като критерий за оценка на толерантност към суша при отделните сортове? Това е основен въпрос, на който отговорът е нееднозначен. Реакцията към суша на даден сорт е чрез неговия добив, който пък се влияе в различна степен от конкретната комбинация между компонентите на продуктивността. Прилагането на

селекционни индекси, природата на които е статистическа, донякъде може да даде евентуален отговор. Тук са представени данни за признаките, които имат дял върху добива в условията на суша.

Според данните в таблица 5 няколко са индексите който имат силна корелация с добива и с неговите компоненти без оглед на условията на тяхното формиране. Това са индексите [GMP], [MP] и [YI]. Има и други индекси, корелациите на които с отделните елементи са достоверни, но само в условия на суша ([STI] и [ISI]).

Интересно е да се отбележи, че техните стойности са много високи и за трите признака в таблицата. В полски условия обикновено липсват контрастни условия на отглеждане в последователни години. Това обстоятелство е пречка за ефективно използване на който и да е от известните селекционни индекси. Въпросът дали нивата на добива зърно и неговите елементи при малки разлики в условията между сезоните, би могъл да служи за оценка на генотипа, чрез селекционните индекси. В повече от публикациите индексите се използват като се сравняват контрастни условия на пунктове (Khayatnezhad et al. 2010.), или чрез сравнение на поливен с не поливен вариант на отглеждане (Siahsar et al. 2010). Поради тази причина в таблицата са изчислени корелациите между нивата на признаките с индексите през благоприятната за пшеницата 2006 г. Единствено индексите [GMP], [MP] показват чрез високите си корелации пригодност да бъдат използвани при всеки един от изследваните признаки. Въпреки, че условията в които се отглежда пшеницата у нас са неповторими по сезони и такива отчетливи разлики са непредсказуеми, споменатите индекси показват, че би могло да бъдат използвани.

Как да направим извод за толерантност, спрямо условия в които сушата е различна по продължителност и степен на проявление или не може да бъде отчетливо идентифицирана в един сезон. Принципно подобна оценка би могла да се прави чрез използване на дадено място или средния добив или еталонен сорт, с високо ниво на толерантност към суша, или с високи продуктивни възможности. Освен това природата на индекса [MP] предполага подобен подход. От друга страна у нас има райони, (Образцов чифлик, Садово) в които сушата е ежегодно явление и за целите на селекцията тези условия трябва да бъдат използвани за да се прави тест на нов селекционен материал (Pavlova & Dochev, 2010) дори в различни етапи на селекционния процес.

В заключение може да се каже, че използването на селекционни индекси за оценка на толерантността трябва да се прави внимателно. Всеки от тях се изчислява по различен начин и дава информация, която в някои случаи не е напълно коректна за да се направят правилни изводи. Някои от тях като геометричната средна [GMP] и разликата между благоприятните и стресови условия [MP] показват значително по-висока ефективност за оценка на генотипа, при наблюдаваните разнообразни условия на отглеждане. Те могат да се прилагат и при признаките брой зърна в клас и продуктивната братимост, определящи продуктивността на пшеницата и при стрес. Някои автори (Paunescu et al, 2008), предлагат оценката да се прави чрез отчитане на средния добив зърно в контрастни условия, като определящо, плюс използване на [GMP] за оценка на толерантността. Atanasova et al. (2011) предлагат оценката да става чрез използване на всички индекси, а като критерий да служи сравнението на генотиповете по подреждането според ранга на всеки от тях. При селекцията на толерантност към суша е известно, че колкото по-толерантен е даден сорт, толкова вероятността да реализира по-нисък добив (от другите) при благоприятни условия, е по-голяма. В тази връзка Mustatea et al. (2003) предлагат средната стойност и варианса на всеки изследван сорт в контрастни условия като критерий за оценка на даден генотип. Климатичните условия на България са предпоставка за често редуване на благоприятни за добива зърно условия с такива на стрес. Поради тази причина пътят за правилна селекция на сортове е те да притежават известна толерантност, която да не им пречи за реализиране на високия им продуктивен

потенциал в благоприятни условия. Оценката, която получаваме чрез използването на изследваните индекси, засяга реалната толерантност на даден сорт и показва надеждността на индексите като селекционни критерии в условията на страната.

ИЗВОДИ

Силна и положителна връзка с добива зърно и неговите компоненти, независимо от условията имат индексите **GMP** и **MP**. Те са ефективни за оценка на сортове и селекционен материал в различни условия, поради което трябва да бъдат ежегодно използвани

Индексите **MSTI** и **YI** показват висока пригодност за обективна оценка и при трите признака, както самостоятелно, така и чрез силната си връзка с най-ефективният в това изследване индекс **GMP**

Селекционните индекси **GMP**, **MP** и **YI** могат да се прилагат и при признаците брой зърна в клас и продуктивната братимост, определящи продуктивността на пшеницата и при стрес.

Между тях и другите индекси, като **MSTI**, **YSI**, **YI** съществува също силна корелация, но с диаметрално противоположни стойности в пряка връзка с разликата в стреса. Поради това тяхното прилагане не трябва да бъде самостоятелно, а на фона на първите три

Индексите **SSI**, **STI** и **TOL** не са подходящи за оценка на толерантността понеже имат достоверни, но противоположни корелации с всички признаци в зависимост от наличието на стрес.

ЛИТЕРАТУРА

- Бояджиева Д. 1999.** Селекция на пшеницата на продуктивност при сухите условия на Садово – състояние и стратегия Селскостопанска наука 3, 20-23.
- Петрова Т. 2003b.** Влияние на сушата върху някои важни стопански признаци при зимната пшеница, Научни съобщения на СУБ, клон Добрич, 5(1): 21-24
- Петрова Т. 2003a.** Влияние на сушата върху връзките между продуктивността и някои нейни компоненти при зимната пшеница (*Triticum aestivum L.*) Научна конференция на СУБ Стара Загора, 5-6 юни 2003, стр.167-171
- Петрова Т., Н. Ценов, 2011.** Ефект на сушата върху стабилността на продуктивността при сортове зимна обикновена пшеница, Трета национална научна конференция „Възможности за ограничаване на пораженията от засушаване при земеделските култури”, 5-6 октомври 2010 НТС, София, Селскостопанска наука 43(1): 59-63
- Славов Н., М. Мотева, 2005.** Върху някои характеристики на засушаването в Южна България, Proc. Of the Balkan Scientific Conference: Breeding and Cultural practices of the crops. Vol. 2:437-442.
- Ценов Н., 2008.** Влияние на сушата върху адаптацията и продуктивността на зимната пшеница през 2007, сп. Агроном брой 8(1): 18-19
- Ценов Н., Т. Петрова, Е. Ценова, 2009.** Селекция за повишаването на толерантността към абиотичен стрес при зимната обикновена пшеница, Изследвания върху полските култури, 5(1):59-69
- Ценов, Н., Т. Петрова, Е. Ценова, 2004.** Селекция за повишаване на толерантността към абиотичен стрес при зимната хлебна пшеница, Национална конференция по Семепроизводство, селекция и семеконтрол за качествен посевен материал, София 19 февруари 2004, 26-39.
- Atanasova D., N. Tsenov, V. Dochev, 2011.** Study of drought resistance indices in winter wheat varieties, Proc XIV International Conference “Agricultural science - Agricultural production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan and Bulgaria, pp. 7-10
- Bouslama, M., Schapaugh, W.T., 1984.** Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation

- of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science* **24**, 933–937.
- Boyadjieva, D. and B. Andonov, 2010.** Selection efficiency of morphological and physiological parameters of *T. aestivum* L. in dry climatic conditions, *BJAS* **16**(5): 539–546
- Christopher J.T., A. M. Manschadi, G. L. Hammer, and A. K. Borrell, 2008.** Developmental and physiological traits associated with high yield and stay-green phenotype in wheat *Australian Journal of Agricultural Research*, **59**, 354–364
- Dragovic, S., D. Stanojevic, A. Valentina and D. Karagic 1997.** The intensity of drought in Eastern Serbia and its effect on crop production, In: Jevtic, S. and S. Pekic (Ed). *Drought and Plant Production. ARI "Serbia", Belgrade*, vol. 1, 71-81.
- Fernandez, G.C.J., 1992.** Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: C.G. Kuo (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*, Publication, Tainan, Taiwan, 1992, pp. 257–269
- Fischer, R.A., Maurer, R., 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research* **29**, 897–912.
- Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.L., Borghi, B, 1997.** Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science* **77**, 523–531.
- Halim O. A. S. Sehirali, I. Baser, T. Erdem, Y. Erdem, O, Yorgancilar 2002.** Water – yield relation and water-use efficiency of winter wheat in western Turkey. *Cereal Research Communications*, **30**(3-4):367-374.
- Hossain, A.B.S., Sears, A.G., Cox, T.S., Paulsen, G.M., 1990.** Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Science* **30**, 622–627.
- Ivanova A., N. Tsenov, 2011.** Winter wheat productivity under favorable and drought environments I. An overall effect, *Bulg. J. Agric. Sci.*, **17**(5): (in press)
- Ivanova A., Tsenov N. D. Atanassova, V. Dochev, 2011.** Evaluation of winter wheat productivity under contrasting environments, In: Veitz, O. (Ed.) "Climate Change: Challenges and opportunities in Agriculture", Proc. AGRISAFE final conference, March 21-23, 2011, Budapest, Hungary, pp. 175-178
- Khayatnezhad, M., M. Zaeifizabeh, R. Gholamin, 2010.** Investigation and selection index for drought stress. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* **4**, 4815-4822.
- Mardeh A Sio-Se., A. Ahmadi, K. Poustini, V. Mohammadi, 2006.** Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions, *Field Crops Research* **98**, 222–229
- Mohammadi. R., M. Armion, D. Kahrizi, A. Amri, 2010.** Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *International Journal of Plant Protection* **4**, 11-23.
- Mustatea P. N Saulescu, G. Ittu, G. Păunescu, I. Stere, N. Tanislav, M. Zamfir, I. Voinea 2003.** Genotypical differences in wheat response to drought under conditions of the year 2002, *Romanian Agricultural Research*, **19-20**, 39-48
- Naber, A., E. Majedi, A. Hashemi, A. Rezae and G. NourMohamed, 1999.** Efficiency of indexes for tolerance to environmental stresses in field crops and introduction of a new index, *Journal of Seed Plant* **15**, 390-402
- Paunescu G., Ofelia Nicoleta Boghic, 2008.** Performance of several wheat cultivars under contrasting conditions of water stress, in central part of Oltenia, Romanian Agricultural Research **25**, 13-18.
- Pavlova, V. Dochev, 2010.** Physiological reaction of regional varieties common wheat under conditions of ecological stress, *Banat journal of Biotechnology* **1**(2): 27-32.
- Reynolds MP, Drecer F, Trethowan R 2006.** Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. Integrated Approaches to Sustain and Improve Plant Production under Drought Stress *Journal of Experimental Botany* **58**, 177–186.

- Richards, R.** 2006. Physiological traits used in breeding of new cultivars for water scarce environments. *Agricultural Water Manage* 80, 197–211.
- Siahzar, B.A., S. Ganjali, M. Allahdoo,** 2010. Evaluation of drought tolerance indexes and their relationship with grain yield of lentil lines in drought-stressed and irrigated environments. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4, 4336-4346.
- Tan, L., C. G. Knight, V. Wesner,** 2002. Drought in Bulgaria and atmospheric synoptic conditions over Europe *Geo Journal* 57(3): 165-173.
- Tsenov N., T. Petrova, E. Tsenova,** 2008. Estimation of grain yield and its components in winter wheat advanced lines under favourable and drought field environments, In: *Breeding 08, International Conference “Conventional and Molecular Breeding of Field and Vegetable Crops”* 24-27 November 2008, Novi Sad, Serbia, pp. 238-241