



ОЦЕНКА НА РЕАКЦИЯТА КЪМ ОСМОТИЧЕН СТРЕС НА ОБРАЗЦИ ОТ МЕСТНИ ПОПУЛАЦИИ ТВЪРДА  
ПШЕНИЦА (*Triticum durum* Desf.)  
ASSESSMENT OF THE OSMOTIC STRESS REACTION OF BULGARIAN DURUM WHEAT  
LANDRACES (*Triticum durum* Desf.)

Марина Марчева<sup>1</sup>, Запрянка Попова<sup>2</sup>, Силвия Василева<sup>1</sup>  
Marina Marcheva<sup>1</sup>, Zaprjanka Popova<sup>2</sup>, Sylvia Vassileva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Аграрен университет - Пловдив

<sup>1</sup>Agricultural University – Plovdiv

<sup>2</sup>Институт по растителни генетични ресурси – Садово

<sup>2</sup>Institute of Plant Genetic Resources (IPGR) – Sadovo

\*E-mail: marina.marcheva@gmail.com

### Резюме

Образци от местни популации твърда пшеница, събрани в колекцията на Националната ген банка в ИПГР – Садово, са проучени в лабораторни условия по отношение на реакцията на кълновете към различни нива на осмотичен стрес. Депресията в дължината на корена и прорастъка варира в зависимост от степента на приложения стрес и от генотипа. Проучваните образци от местни форми твърда пшеница се отличават с по-висока сухоустойчивост от селектираните местни сортове твърда и мека пшеница и ечемик, тествани по същата методика. Анализът на резултатите дава основание да се посочат образците 58 125/14 и 58E 126/10, които представляват интерес за проучване в селекционните програми за повишаване на сухоустойчивостта на пшеницата.

### Abstract

Several accessions of durum wheat landraces in the National Gene Bank collection in the IPGR – Sadovo have been tested in a laboratory trial concerning the reaction of young plants to different levels of osmotic stress. The depression along the length of the root and shoot varies according to the stress degree and the genotype. The investigated accessions of durum wheat landraces reveal higher drought tolerance than the registered cultivars of durum and common wheat and barley. Analyses of the results reveal two accessions - 58 125/14 and 58E 126/10 to be of interest for direct application in wheat breeding programs for drought resistance.

**Ключови думи:** твърда пшеница, местни популации, осмотичен стрес, сухоустойчивост, селекция.

**Key words:** durum wheat, landraces, osmotic stress, drought tolerance, plant breeding.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Климатичните промени често подлагат растенията на екологичен стрес, който ограничава растежа и развитието им, формирането на добива и качеството на продукцията. Липсата на достатъчно влага по време на вегетационния цикъл на културите е все по-сериозно предизвикателство и налага създаването на толерантни към стреса сортове, преживяващи и реализиращи достатъчно висок и качествен добив.

Пшеницата е не само най-важната селскостопанска култура, но се счита и за една от най-пластичните в света. Известно е, че твърдата пшеница (*Triticum durum* Desf.) понася по-добре засушаванията от меката пшеница (*Triticum aestivum* L.) (Aliyev, 2012). Жизнеспособността на младите прорастъци след

поникване е съществен компонент на цялостното развитие на растенията. Измененията на кореновата система са тясно свързани с отговора на растенията към недостига на почвена влага още в ранните вегетационни фази. Дължината на корена и прорастъка и тяхното съотношение, както и варирането им при засушаване, са генетично детерминирани и определят способността на растенията да преживеят засушаване.

Липсата на достатъчно количество влага принуждава растенията да ограничат загубите на вода или да развият кореновата си система в дълбочина, за да набавят такава. Водният дефицит предизвиква нарушения в структурата на клетъчните компоненти, биологично активните вещества и инхибира цялостно физиологичните процеси. Защитните механизми на

растенията са на различни нива. От тях основно са проучени осмотичната саморегулация и експресията на белтъци със защитни и регулаторни функции (Vassilev i dr., 2010).

Положителната корелация на развитието на кореновата система и прорастъка в първите фенофази с крайната реализация на генетичния потенциал е известна, но малко използвана като селекционен метод (Hamid, 2012). Проучването и оценката на важни за човека признаци и използването на растителните генетични ресурси може да ускори и подпомогне селекционния процес в определени направления (Fleury et al., 2010; Krasteva et al., 2012).

Идентифицирането на генотипи с различна по степен и механизъм на действие толерантност към засушаване включва различни методи – от физиологични до молекулярни маркери (Ganusheva I kol., 2012; Aliyev, 2012; Maccaferri et al., 2008).

Използването на лабораторни методи за бърза оценка на сухоустойчивостта при голям брой генотипи с минимални усилия и средства дава възможност в рамките на няколко седмици да се получи представа за потенциала и възможностите за използването им в селекционни програми с таква насоченост.

Целта на настоящото изследване е да се проследи изменението на дължината на корена и прорастъка при осмотичен стрес и да се оцени възможността за използване на местни форми твърда пшеница в селекционни програми за повишаване на толерантността към засушаване.

#### МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучени са 20 местни образеца от твърда пшеница (*Triticum durum* Desf.) съхранявани в Националната ген банка в ИРГР – Садово. Оценена е реакцията на млади кълнове към две нива на осмотичен стрес в 0,4 М и 1 М разтвор на захароза по метода на Божанова (Војанова, 1997). От всеки генотип са заложили три варианта: контролен – след покълване кълновете остават в дестилирана вода; слаб осмотичен стрес – използва се 0,4 М разтвор на захароза за 7 дни след покълване; и силен осмотичен стрес – с 1 М разтвор на захароза. Измерена е депресията в дължината на най-дългия корен и на прорастъка, както и промяната на съотношението между тях. Всички варианти са заложили в рулони от филтърна хартия в две повторения от по 20 семена. Коефициентът на депресия е изчислен в проценти по формулата

$$\text{Депресия \%} = \frac{A - B}{A} * 100, \text{ където } A \text{ е дължината на}$$

корена/прорастъка в контролния вариант, mm; B - дължината на корена/прорастъка в стресовия вариант, mm.

Направен е клъстерен анализ въз основа на разликите, измерени чрез Евклидово разстояние (Statistika 10).

#### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Проучваните местни образци от твърда пшеница (*Triticum durum* Desf.) показват голямо вариране по отношение на реакцията към осмотичен стрес на ниво кълнове. В изследваната зародишна плазма се откриват генотипи с много по-добра поносимост към засушаване, в сравнение със сортове твърда и мека пшеница и ечемик, тествани при аналогични условия, чиито резултати са публикувани в предишни години (Vasileva i kol., 2011; Ganusheva I kol., 2010, 2011, 2012; Popova et al., 2010). И в двата стресови варианта се отчита депресия в дължината на кореновата система и прорастъка, като по-значимо е забавянето на развитието на корена (табл. 1). Средният процент на депресия на корена при слаб осмотичен стрес е 27,3%, при силен стрес – 34,2%, докато при прорастъка тези стойности са съответно 17,8 и 29,3%. Изключение от общата тенденция прави образец 58E 125/14, при който слаб осмотичен стрес предизвиква много силно забавяне на растежа на прорастъка – 40,8%, многократно превишаващо депресията на корена в двата варианта и на самия прорастък при силен осмотичен стрес. Образец 58E 126/5 отбелязва по подобен начин силна депресия на прорастъка – 59,7% при силен осмотичен стрес, която превъзхожда многократно реакцията на корена в същите условия – 6,8%. Образец 58E 126/10 почти не реагира на прилагането на слаб осмотичен стрес, като забавянето на темпа на удължаване на надземната и подземната част на кълна е почти еднакво – 3,8% депресия на прорастъка и 3,6% на корена. Този генотип показва и много добра толерантност към по-силно влияние на осмотика, като запазва много ниски стойностите на депресия за корена и прорастъка – 18,0 и 10,5% съответно.

При прилагане на по-слаб осмотичен стрес върху млади пшеничени растения процентът на депресия на прорастъка варира от нищожен – 1,5% за 58E 129/8 до 40,8% за 58E 125/14. Депресията на корена е в почти същите граници – от 3,6% за 58E 126/10 до 42,9% за 58E 125/17. Интересно при последния образец е, че в същото време надземната маса почти не е забавила темпа си на растеж – 8,3% депресия. Но при прилагане на по-силен стрес коренът реагира с почти същото забавяне на удължаването – 45,4%, докато колеоптилът се депресира 4 пъти по-силно – 32,5%. Слабо изразено засушаване по време на ранните етапи на развитието на твърдата пшеница затруднява в най-малка степен 5 образеца – 58E 125/5, 58E 126/10, 58E 128/29, 58E 128/30 и 58E 129/8.



Таблица 1. Реакция на осмотичен стрес на кълнове от твърда пшеница (*Triticum aestivum* Desf.)  
 Table 1. Reaction of osmotic stress of durum wheat seedlings (*Triticum aestivum* Desf.)

Образец Accession number	Дължина на прорастъка, mm Shoot length, mm			Дължина на корена, mm Root length, mm			Депресия, % Root length, mm						Отношение между дължината на корена и прорастъка Root/shoot ratio		
	Контрол Control	0,4 M разтвор захароза 0.4 M sol. sucrose	1 M разтвор захароза 1 M sol. sucrose	Контрол Control	0,4 M разтвор захароза 0.4 M sol. sucrose	1 M разтвор захароза 1 M sol. sucrose	0,4 M разтвор захароза 0.4 M sol. sucrose		1 M разтвор захароза 1 M sol. sucrose		Средно Average	Контрол Control	0,4 M разтвор захароза 0.4 M sol. sucrose	1 M разтвор захароза 1 M sol. sucrose	
							Прорастък Shoot	Корен Root	Прорастък Shoot	Корен Root					
															Средно Average
58E 124/5	88,7	66,8	60,6	119,1	77,4	73,8	24,7	35,0	29,9	31,7	38,0	34,9	1,3	1,2	1,2
58E 125/4	79,4	63,3	65,7	123,9	89,2	94,4	20,3	28,0	24,1	17,3	23,8	20,5	1,6	1,4	1,4
58E 125/5	86,1	78,2	71,5	122,3	104,6	82,1	9,2	14,5	11,8	17,0	32,9	24,9	1,4	1,3	1,1
58E 125/7	73,3	59,9	55,3	108,5	70,9	59,3	18,3	34,7	26,5	24,6	45,3	35,0	1,5	1,2	1,1
58E 125/11	86,2	62,7	69,0	127,0	91,4	63,5	27,3	28,0	27,6	20,0	50,0	35,0	1,5	1,5	0,9
58E 125/13	50,3	35,9	31,7	65,3	40,3	42,9	28,6	38,3	33,5	37,0	34,3	35,6	1,3	1,1	1,4
58E 125/14	39,0	23,1	34,8	48,6	39,7	39,9	40,8	18,3	29,5	10,8	17,9	14,3	1,2	1,7	1,1
58E 125/17	51,7	47,4	34,9	72,0	41,1	39,3	8,3	42,9	25,6	32,5	45,4	39,0	1,4	0,9	1,1
58E 125/19	50,8	42,9	39,3	66,7	51,7	43,4	15,6	22,5	19,0	22,6	34,9	28,8	1,3	1,2	1,1
58E 125/22	55,4	46,5	43,4	77,4	44,5	36,4	16,1	42,5	29,3	21,7	53,0	37,3	1,4	1,0	0,8
58E 125/24	48,7	45,6	31,6	63,6	39,8	34,8	6,4	37,4	21,9	35,1	45,3	40,2	1,3	0,9	1,1
58E 125/25	53,1	47,6	41,0	75,1	53,7	45,3	10,4	28,5	19,4	22,8	39,7	31,2	1,4	1,1	1,1
58E 126/5	91,5	55,7	36,9	46,8	36,0	43,6	39,1	23,1	31,1	59,7	6,8	33,3	0,5	0,6	1,2
58E 126/8	57,0	44,6	34,4	55,3	37,7	36,8	21,8	31,8	26,8	39,6	33,5	36,6	1,0	0,8	1,1
58E 126/10	49,5	47,6	40,6	47,5	45,8	42,5	3,8	3,6	3,7	18,0	10,5	14,3	1,0	1,0	1,0
58E 128/2	57,6	40,8	40,6	52,7	35,4	32,1	29,2	32,8	31,0	29,5	39,1	34,3	0,9	0,9	0,8
58E 128/29	52,6	43,2	38,5	46,3	39,1	37,1	17,9	15,6	16,7	26,8	19,9	23,3	0,9	0,9	1,0
58E 128/30	57,2	54,9	36,3	55,3	47,0	42,8	4,0	15,0	9,5	36,5	22,6	29,6	1,0	0,9	1,2
58E 129/8	46,0	45,3	25,3	50,7	40,5	26,9	1,5	20,1	10,8	45,0	46,9	46,0	1,1	0,9	1,1
58E 129/9	56,5	49,3	35,3	62,1	41,3	34,5	12,7	33,5	23,1	37,5	44,4	41,0	1,1	0,8	1,0

Използването на по-висока концентрация на разтвора логично води до по-ясно изразена реакция на стрес. Изключение правят само генотипите 58E 125/4 и 58E 125/14, при които забавянето в растежа на целия кълн е по-малко в сравнение с това при по-ниско осмотично налягане. Някои местни форми твърда пшеница - 58E 125/14 и 58E 126/10, слабо забавят цялостното си развитие и средната депресия в дължината на корена и прорастъка е само 14,3%.

Генотипната реакция към осмотичен стрес се изразява и с промяна на съотношението между надземната и подземната част на растенията. Повечето изследвани образци твърда пшеница в контролата развиват по-дълги корени в сравнение с надземната част (табл. 1). Само в три от тях се намира отношение под единица, говорещо за доминиране на прорастъка. Генотипите 58E 128/2 и 58E 128/14 имат средно изразена чувствителност към засушаване и запазват близки стойностите на отношението между дължината на корена и прорастъка.

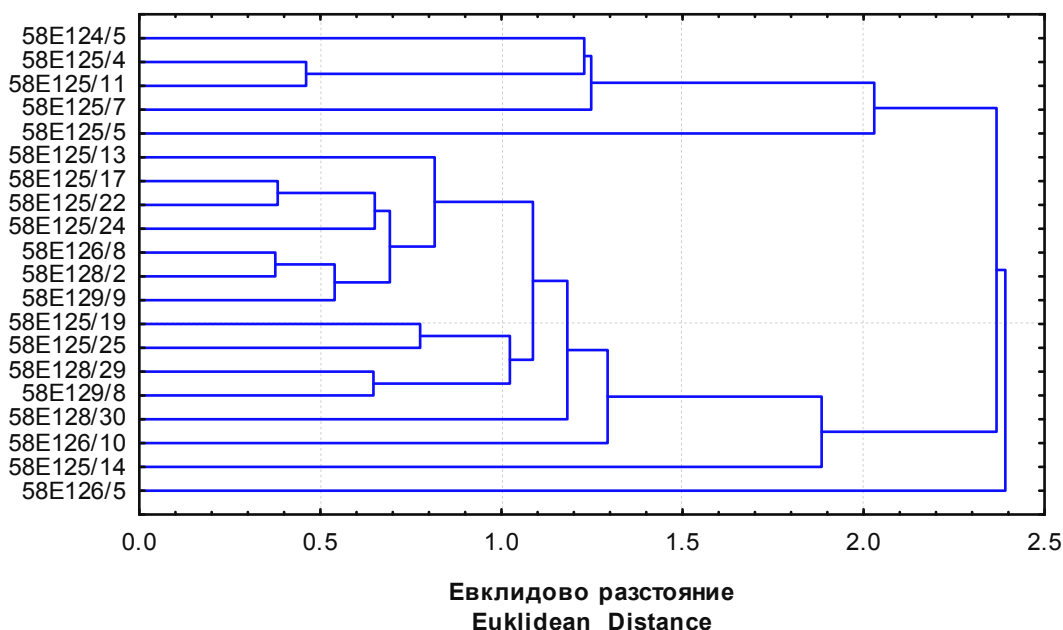
Интересна е реакцията на генотип 58E 126/5. В контролния вариант надземната част на кълна е два пъти по-голяма от корена. Имитирането на слабо засушаване води до депресия на цялото растение, като се запазва отношението между корен и прорастък. Прилагането на висок осмотичен стрес изнедадващо почти не забавя растежа на корена (6,8% депресия), но стресира сериозно прорастъка (59,7% депресия). Средно за двата стресови варианта се демонстрира

средна чувствителност към засушаване и депресията е в рамките на 31-33%.

Обратно е поведението на образец 58E 125/4. При нормални условия по наша преценка той развива много по-дълбока коренова система (123,9 mm) от останалите образци. Независимо че коренът се депресира по-силно при засушаване в сравнение с надземната част, все пак остава значително по-добре развит от нея и отношението между тях се запазва най-високо от проучваните образци (1,4).

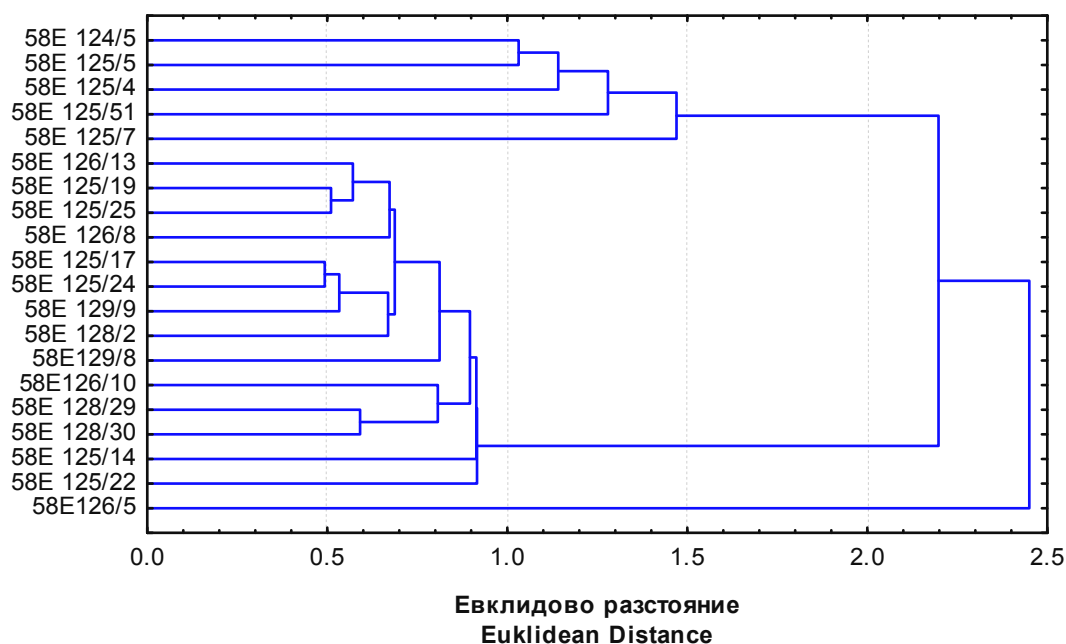
Групирането на проучваните образци от твърда пшеница въз основа на признаци, свързани с реакцията на кълновете към осмотичен стрес, нагледно е представено в две дендрограми. Генотипите се разделят на две големи групи и при двата варианта. При по-слабо засушаване в първата група попадат 6 генотипа със средна толерантност към осмотичен стрес, при които отношението между корена и прорастъка е високо в контролата и тенденцията се запазва и в условия на стрес (фиг. 1). Един от образците прави изключение и е отделен в отделна подгрупа – 58E 126/5. В подгрупа на втората голяма група са ситуирани толерантни генотипи с почти равни по дължина подземна и надземна част, чието отношение остава близко и под влияние на осмотичен стрес. Много различен като реакция се показва номер 58E 126/5, който е на значително Евклидово разстояние от всички останали образци.

Подреждането на изследваните варианти въз основа на изменението на дължината на корена и



Фиг. 1. Дендрограма на образци от местни популации твърда пшеница, групирани по реакция на осмотичен стрес (0,4 М захароза)

Fig. 1. Dendrogram of wheat accessions from local population separated by reaction to osmotic stress in 0.4 M sucrose solution



Фиг. 2. Дендрограма на образци от местни популации твърда пшеница, групирани по реакция на осмотичен стрес (1 М захароза)

Fig. 2. Dendrogram of wheat accessions from local population separated by reaction to osmotic stress in 1 M sucrose solution

прорастъка при по-силен осмотичен стрес се запазва в голяма степен (фиг. 2). В групата на сухоустойчивите са образци 58E 126/10, 58E 128/29, 58E 128/30 и 58E 125/14. Уникален е отново 58E 126/5, чийто корен почти не забавя темпа си на развитие, но за сметка на това прорастъкът се депресира много сериозно – 59,7%.

### ИЗВОДИ

1. Имитирането на воден стрес в ранните етапи на развитие на растенията в лабораторни условия дава възможност за бърз скрининг на толерантността към засушаване на голям брой генотипи. Проучваните образци от местни форми твърда пшеница се отличават с по-висока толерантност към осмотичен стрес от селектираните местни сортове твърда и мека пшеница и ечемик, тествани по същата методика.
2. Анализът на резултатите от проведения тест дава основание да се посочат два от образците – 58E 125/14 и 58E 126/10, които представляват интерес за проучване в селекционните програми за повишаване на сухоустойчивостта на пшеницата.

### REFERENCES

- Bojanova, V., 1997. Izsledvane na suhoustoichivostta na twarda pchenitza tchrez depresia na rastenia pri osmotichen stres. – V: II-ra Nauchna konferencia "Problemi na vlaknodainite i zyrneno-hlebnite kultutri", Chirpan, 24 septemvri 1997, 78-83.
- Vassileva, S., N. Ganusheva, M. Andonova, 2011. Izsledvane na reakciata na osmotichen stres pri niakoi sortove dvureden echenik. – V: Sbornik nauchni trudove ot Nacionalna mladejka konferencia 6-8 July (105-108).
- Ganusheva, N., T. Mokreva, Z. Popova, 2010. Skринing na suhoustoichivostta pri niakoi sortove I perspektivni linii pivovraen echemik chrez opredeliane depresiatna rasteya pri osmotichen stres. – V: Nacionalna nauchna konferencia Selekcija i agrotehnika na echemika, 5-6 Noevmri 2009 – Karnobat. – Field Crops Studies, Vol. VI – 1, 49-52.
- Ganusheva, N., S. Vasileva, M. Andonova, 2011. Prouchvane na suhoustoichivostta pri niakoi perspektivni linii dvureden echemik. – Field Crops Studies, Vol. VII - 2, 269-274 – 1.
- Ganusheva, N., Z. Popova, T. Mokreva, S. Vasileva, G. Ganeva, N. Neikov, 2012. Opredeliane na tolerantnostta kam zasuchavane na mestni sortove twarda pchenica chrez otchitane reakciata im na osmotichen stres. Mejdunarodna nauchna konferencia „130 godini agrarna nauka v Sadovo“ 5-6 June 2012 (pod pečat).
- Vasilev, A., Zl. Zlatev, M. Berova, N. Stoeva, 2010. Tolerantnost na rasteniata kam zasuchavane i visoki temperature – fiziologichni mehanizmi i podhodi za podbor na tolerantni genotipove. – Agrarni nauki, g. II, vol 4: 59-68.
- Aliyev, J. A., 2012. Physiological and molecular bases of drought tolerance in wheat (*Triticum L.*) genotypes, Drought: new research, 47-96.

[https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php)

*Fleury, D., S. Jefferies, H. Kuchel and Peter Langridge*, 2010. Genetics and genomics tools to improve drought tolerance in wheat – Journal of Experimental Botany, Vol. 61, No 12, 3211-3222.

*Krasteva, L., K. Uzundzhaliyeva, R. Ruseva*, 2012. Plant Genetic Resources as a part of the biodiversity. – Agroзнанье, Vol. 13, br. 1, 2012, 5-14.

*Maccaferri, M., M. Sanguineti, S. Corneti, J.L.A. Ortega, M. B. Salem, J. Bort, E. DeAmbrogio, L. F. G del Moral, A. Demontis, A. El-Ahmed, F. Maalouf, H. Machlab, V. Martos, M. Moragues, J. Motawaj, M. Nachit, N. Nserallah, H. Ouabbou, C. Royo, A. Slama and R. Tuberosa*, 2008. Quantitative Traits Loci for Grain Yield and Adaptation of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf. Across a Wide Range of Water Availability, Genetics, 178: 489-511.

*Popova, Z., N. Ganusheva, T. Mokreva, G. Ganeva*, 2010. Osmotic stress tolerance survey of soft wheat selection lines. – Journal Genetics and breeding, Vol. 39, 1: 39-44.

*Sumardi Bin Abdul Hamid*, 2012. Studies of drought tolerance of hard red winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Nebraska. PhD Thesis in University of Nebraska – Lincoln. <http://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss>

Статията е приета на 7.04.2013 г.  
Рецензент – проф. д-р Андон Василев  
E-mail: [a.vasilev2001@yahoo.com](mailto:a.vasilev2001@yahoo.com)