

**ГЕНЕТИЧНА ОТДАЛЕЧЕНОСТ ПО ВАЖНИ СТОПАНСКИ ПРИЗНАЦИ МЕЖДУ  
БЪЛГАРСКИ И ЧУЖДЕСТРАННИ СОРТОВЕ ТВЪРДА ПШЕНИЦА**

**Рангел Драгов\*, Дечко Дечев**

*Институт по полски култури, 6200, гр. Чирпан, България*

*e-mail: [dragov1@abv.bg](mailto:dragov1@abv.bg)*

**GENETIC DISTANCE BY IMPORTANT ECONOMIC TRAITS BETWEEN BULGARIAN  
AND FOREIGN CULTIVARS OF DURUM WHEAT**

**Rangel Dragov\*, Dechko Dechev**

*Field crops institute, 6200, Chirpan, Bulgaria*

*e-mail: [dragov1@abv.bg](mailto:dragov1@abv.bg)*

**Abstract**

Durum wheat is a traditional crop in Bulgarian agriculture. In recent years many different cultivars have been certified in the country. The genetic distance between widely used local and foreign cultivars is important for the process of wheat breeding. The present study includes 11 Bulgarian and 6 foreign cultivars of durum wheat. Data on yield, ear emergence date, height of plants, hectoliter mass, mass of 1000 grains and vitreousness have been used. The field trial was carried out on the experimental field of the Field Crops Institute. It was included in a crop competition experiment with a randomized block design in four replications and experimental plot area of 15 m<sup>2</sup>.

The analysis of variance shows significant differences between the cultivars with respect to the investigated characteristics. According to the coefficients of variation the most variable characteristics are ear emergence date, yield, average - plant height, mass of 1000 grains and vitreous aspect, while hectoliter mass is least variable. The correlation analysis between the characteristics shows only three significant correlation coefficients. From the point of view of breeding the most interesting correlation is between the hectoliter mass and the vitreousness which has a negative value ( $r = -0,53$ ).

The cluster analysis shows two main similarity clusters of cultivars. The first includes only Bulgarian cultivars while the second consists of all foreign and three Bulgarian cultivars. The PC-analysis shows both the correlation between characteristics and the distribution of cultivars with respect to genetic distance. The conclusions include recommendations for more effective breeding with inclusion of Bulgarian and foreign cultivars in combinative selection.

**Key words:** *durum wheat, genetic distance, breeding*

**УВОД**

Твърдата пшеница е най-широко разпространения вид тетраплоидна пшеница. Засятите площи от твърда пшеница в света са 13,7 милиона хектара, което представлява 6% от общата площ на пшеницата и се реколтират около 30 милиона тона зърно годишно. Твърдата пшеница е с най-твърдо зърно от всички пшеници и се използва за производство на семолина ( Dixon, 2009; Shewry, 2009 ). Генетичното разнообразие при растенията определя техния потенциал за постигане на селекционен напредък, при прилагане метода на хибридизация, съобразно наличната генетична отдалеченост на генотиповете. Колкото родителските форми са по-отдалечени генетично, толкова по-големи са възможностите за взаимодействие на гените под формата доминиране и епистаз водещи до увеличаване на потенциала за хетерозис и трансгресии ( Falconer, 1989 ).

Съществува обаче известно противоречие относно скоростта за постигане на селекционен напредък, особено при самоопрашващи се култури, каквато е твърдата пшеница. По-бърз напредък се постига при кръстосване на генетично близки родители, но размерът му е по-малък. И обратно, при кръстосване на по-отдалечени родители напредъкът е по-голям, но се постига по-бавно ( в по-късните генерации ) за получаване на хомозиготност. Чрез определяне на генетичната отдалеченост може да се направи правилно подбиране на родителските форми за получаване на сериозен напредък по потенциала за

добив в рекомбинантните генотипове ( Islam, 2004 ). Оценката на генетичната отдалеченост между генотиповете може да се основава върху фенотипната проява на количествени и качествени признаци ( Souza and Sorells, 1991 ), молекулярни маркери ( Cao et al., 1998 ) или на коефициент на родство ( Mercado et al., 1996 ). Най-често, генетичната отдалеченост се измерва като фенотипна отдалеченост ( Arriel et al., 2007; Debnath et al. 2008; Gashaw et al., 2007; Kabir et al., 2009). Приема се, че ако генотиповете са различни фенотипно по много признаци те са и генетично отдалечени по техните геноми. Някои изследователи с голям успех прилагат методите на кластерен анализ и РС-анализ за определяне на генетичната отдалеченост в селекцията ( Bhatt, 1970; Carves et al., 1987; Eivazi et al., 2007; Mohammadi and Prassana, 2003). Резултатите от кластерен анализ и РС-анализ може да показват частични разлики помежду си. Следователно може да се избегне РС- анализа и да се вземе под внимание кластерният анализ. При РС-анализа се вземат под внимание първите два компонента и това води до известно изкривяване на резултатите ( Fotokian et al., 2002; Siahbidi et al., 2013 ). Narouee Rad ( 2006 ) определя генетичната отдалеченост при местни сортове пшеница на базата на морфологични признаци. Fang et al. ( 1996 ) прилага кластерен анализ на 120 генотипа от твърда пшеница, като определя пет кластера на базата на морфологични и стопански качества.

Целта на нашето изследване е да определим генетичната отдалеченост между 17 български и чуждестранни сортове твърда пшеница въз основа на 6 стопански важни признака с използването на мултивариантни методи.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В изследването са включени българските сортове твърда пшеница: Прогрес (Progres), Виктория (Viktoriq), Звездица (Zvezdica), Деяна (Deqna), Дени (Deni), Елбрус (Elbrus), Тракиец (Trakiec), Предел (Predel) ( селекция на ИПК ), Сатурн-1 (Saturn-1), Северина (Severina), Мирела (Mirela) ( селекция на ДЗИ ), Австрийският сорт Супердур (Superdur) и италианските сортове М. Аурелио (M. Aurelio), Цезаре (Cesare) , Клаудио (Claudio), М. Меридио (M. Meridio), Овидио (Ovidio). Наблюдавани са признаците: дата на изкласяване - HD (месец май ), добив - Y ( kg/da ), височина на растенията - H ( см ), хектолитрова маса – TW ( kg ), маса на 1000 зърна – TKW ( g ) и стъкловидност на зърното – VIT в ( % ).

Опитът е изведен в полето на Институт по полски култури град Чирпан. Сортовете са заложили в конкурсен сортов опит, с шахматно разположение, в четири повторения с размер на реколтната парцелка 15 m<sup>2</sup>. Прилагана е общо приетата технология за отглеждане на твърда пшеница. Прилагани са методите вариационен анализ, корелационен анализ, кластерен анализ и РС-анализ. За обработка на резултатите е използван пакет програми Statistica 10. Йерархическият кластерен анализ за групиране е извършен по метода на Ward ( 1963 ).

### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните от извършения вариационен анализ по признаци за включените в изследването сортове са поместени в таблица 1. В таблицата са отбелязани средните стойности ( M ) с тяхните стандартни грешки (  $\pm m$  ) и коефициента на вариране ( CV% ) за всеки признак. От тези показатели се вижда, че се наблюдава доказано генетично разнообразие в изразенията на сортовете твърда пшеница по признаци. Коефициентите на вариране ( CV ) показват най-слабо вариране за хектолитровата маса ( TW ), средно за масата на 1000 зърна ( TKW ), стъкловидността ( VIT ) и височината на растенията ( H ) и най-високо за дата на изкласяване ( HD ) и добива ( Y ). Стойностите на CV кореспондират и с генетичното разнообразие по различните признаци. Вижда се, че най-голямо вариране се наблюдава в ранозрялостта и продуктивността на сортовете.

Таблица 1. Средни стойности ( M ), стандартна грешка ( ± m ) и коефициенти на вариране ( CV% ) по признаци за 17 сорта твърда пшеница / Table 1. Mean values (M), standard error (± m) and coefficients of variation (CV%) for signs of 17 varieties of durum wheat

Сорт	Дата на изкласяване (м.май) HD	Добив Y kg/da	Височина на растенията H cm	Хектолитрова маса TW kg	Маса на 1000 Зърна TKW g	Стъкловидност VIT %
Progres(BG)	15.05	451,1	100	80,91	54,8	93,6
Viktoriq(BG)	18.05	564,7	99	78,92	46,4	79,6
Zvezdica(BG)	16.05	450	95	80,3	52,72	96
Deqna(BG)	13.05	474	95	81,95	51,96	78
Deni(BG)	17.05	464,7	89	79,92	48,28	95
Elbrus(BG)	17.05	554,7	91	79,29	48,52	83,8
Trakiec(BG)	16.05	547,8	85	80,66	46,84	81,4
Predel(BG)	18.05	585,6	89	80,36	46,68	95
Saturn-1(BG)	16.05	435,1	81	77,8	47,96	94,4
Severina(BG)	15.05	441,5	82	80,65	47,12	92,4
Mirela(BG)	16.05	529,3	84	74,32	43,24	96
Superdur(AUS)	16.05	480,2	78	77,58	43,72	93,4
M.Aurelio(ITA)	14.05	474,7	85	78,26	50,80	98
Cesare(ITA)	14.05	575,8	84	79,15	44,88	95
Claudio(ITA)	13.05	558,4	80	81,48	45,76	79,8
M.Meridio(ITA)	12.05	442,4	76	75,51	45,56	98,4
Ovidio(ITA)	13.05	506,4	79	78,71	45,8	96,4
M	15,23	502,14	86,58	79,16	47,7	90,95
±m	0,44	12,94	1,78	0,49	0,77	1,74
CV%	11,95	10,62	8,48	2,56	6,7	7,89

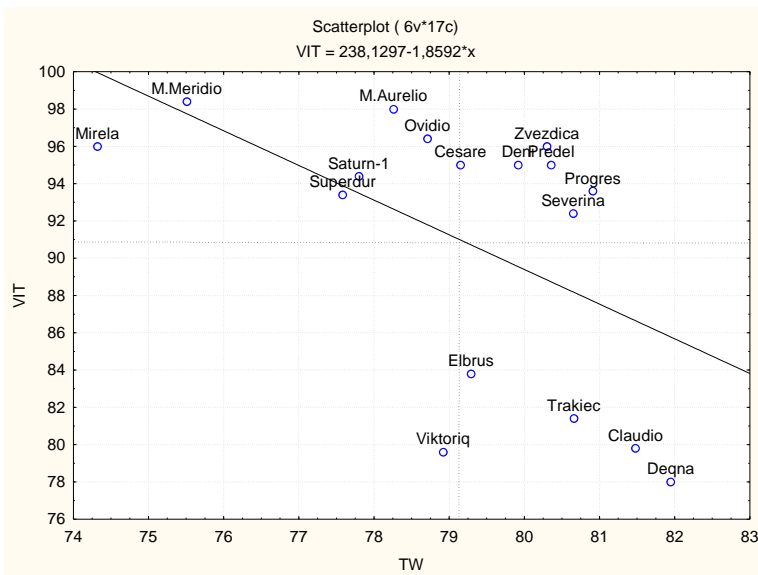
Извършен е корелационен анализ за взаимодействието между изследваните признаци. Стойностите на корелационните коефициенти ( r ) са дадени в таблица 2. От таблицата се вижда, че доказани положителни коефициенти на вариране се наблюдават между признаците височина на растенията и масата на 1000 зърна ( r = 0,69\* ), масата на 1000 зърна и хектолитровата маса ( r = 0,54\* ) и отрицателен коефициент на вариране за признаците хектолитрова маса и стъкловидност ( r = - 0,53\* ). От доказаните корелационни коефициенти особен интерес за селекцията представлява отрицателната корелация между хектолитрова маса и стъкловидност.

Таблица 2. Корелационни коефициенти между изследваните признаци / Table 2. Correlation coefficients between studied signs

	HD	Y	H	TW	TKW	VIT
HD	1	0.30	0.45	0.03	-0.03	-0.09
Y		1	0.09	0.10	-4.5	-0.42
H			1	0.47	0.69*	-0.35
TW				1	0.54*	-0.53*
TKW					1	-0.06
VIT						1

\* = P ≤ 0,5 %

Една от главните цели на селекцията на растенията е да се преодоляват отрицателните корелационни връзки между важните стопански признаци. На фигура 1 е представена графика на корелационното отношение между хектолитровата маса ( TW ) и стъкловидността на зърното ( VIT ). Фигурата дава възможност визуално да се определят сортовете, които преодоляват отрицателната зависимост между тези признаци. Сортовете разположени в горния десен квадрант на координатната система ( очертан с пунктир от средните стойности на двата признака ) са особено ценни в това отношение. Това са сортовете: Звездица, Предел, Дени, Прогрес и Северина. За отбелязване е, че всички тези сортове са български и показват възможностите и перспективите на нашата селекция на твърда пшеница.

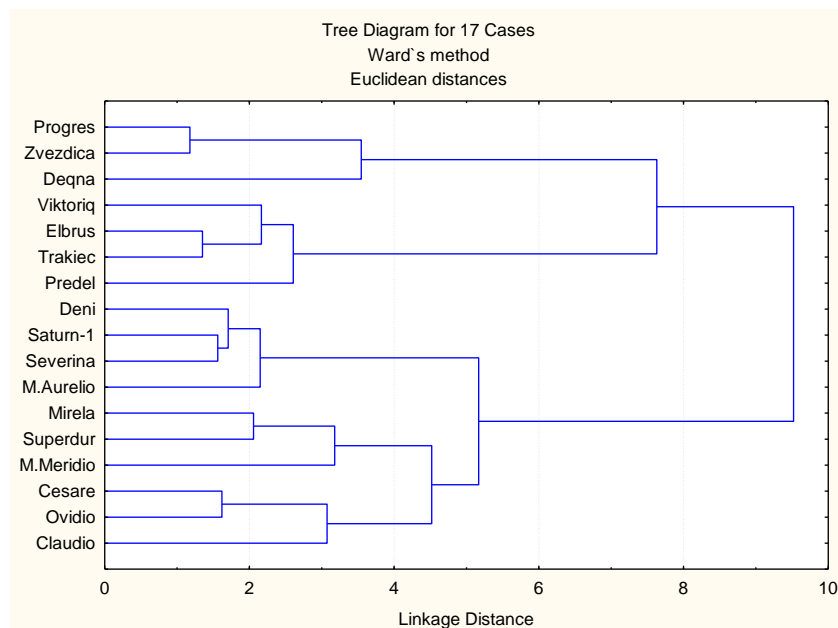


Фигура 1. Корелационно отношение между хектолитровата маса ( TW ) и стъкловидността на зърното ( VIT ) / Figure 1. Correlation relationship between hectoliter weight (TW) and vitreous grain (VIT)

Резултатите от йерархичния кластерен анализ са отразени на фигура 2. Основа за провеждане на анализа са данните от таблица 1, които са стандартизирани за избягване влиянието на мащаба в оценките за отделните признаци ( Siahbidi et al., 2013 ). Както се вижда от фигурата могат да се определят три главни кластера на достатъчно добро ниво на достоверност на разликите между тях спрямо първото разделяне на две големи групи. Първата група се състои от два отличаващи се добре кластера. Най-горният кластер на фигурата включва българските сортове – Прогрес, Звездица и Деяна, които са продукт на мутационната селекция на нашият институт. Средният кластер включва сортовете - Виктория, Елбрус, Тракиец и Предел, които също са наши, но са резултат от комбинативната селекция. Долният кластер включва всички сортове от втората група. Тук се включват всички чуждестранни сортове, както трите сорта на ДЗИ Генерал Тошево – Сатурн-1, Северина и Мирела и нашият сорт Дени. Тези резултати потвърждават становището, че генетичната конституция на сортовете е свързана до голяма степен с географското разположение на селекционната институция, където са създадени.

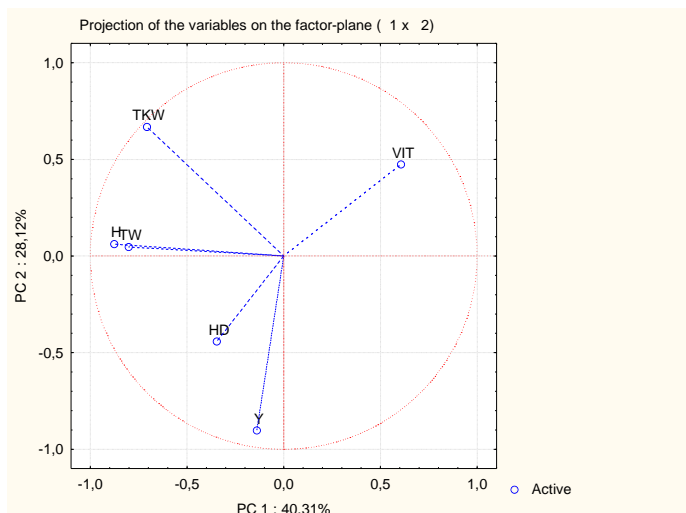
При воденето на селекционния процес с използване на комбинативната селекция при твърдата пшеница, следва да се съобразяваме с генетичната отдалеченост на генотиповете видима от дендрограмата. За постигане на-бърз успех би следвало да кръстосваме българските сортове помежду си. Когато целим постигане на по-голям селекционен

напредък по стопански важните признаци би следвало да кръстосваме българските с чуждестранните сортове. До подобно заключение относно селекционната стратегия достигат и Khodadadi et al., 2011.

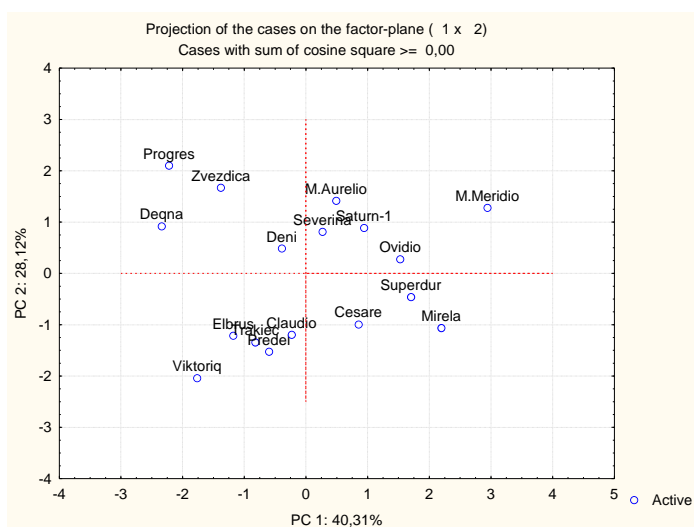


Фигура 2. Дендрограма на 17 сорта твърда пшеница по 6 стопански важни признака /  
Figure 2. dendrogram of 17 varieties of durum wheat by 6 major economic signs

Извършеният РС-анализ е представен графично на фигура 3 и фигура 4. На фигура 3 се наблюдават точките и векторите на включените в изследването стопански важни признаци. Като цяло двата главни компонента РС-1 и РС-2 обясняват 68,4% от общото вариране на всички признаци по генотиповете, което е достатъчно голямо. Според ъглите между векторите на признаците може да се съди за корелативните връзки между тях. Колкото ъгълът е по-остър толкова корелацията е по-силна и положителна. При прав ъгъл корелацията е нула, а тъпият ъгъл говори за отрицателна корелация. Разположението на точките и векторите на признаците от фигура 3 до голяма степен отговаря на получените корелационни коефициенти от таблица 2. Това показва, че РС-анализа може да бъде използван за онагледяване на корелационните връзки между различните признаци. На фигура 4 е представен РС-анализа показващ разпределението на точките на сортовете в координатната система РС-1 към РС-2. Според квадранта, в който се намират точките на сортовете и преминаващите вектори на признаците, от фигура 3 може да се съди за съответното най-силно влияние на конкретния признак. Наблюдава се значително сходство между разпределението на сортовете в РС-анализа ( фигура 3 ) и данните от дендрограмата. Въпреки това, като общо прието може да се смята, че разделението, чрез кластерен анализ дава най-добра оценка за генетичната отдалеченост на генотиповете. Следователно, при изследване на генетичното разнообразие свързано с генетична близост и отдалеченост за предпочитане е използването на кластер анализ ( Bhatt., 1970; Carves et al. 1987; Fang et al., 1996; Khodadadi et al., 2011; Siahbidi et al., 2013 ).



Фигура 3. PC анализ на признаците / Figure 3. PC - analysis of signs



Фигура 4. PC анализ на сортовете / Figure 4. PC - analysis of varieties

## ИЗВОДИ

Кластерният анализ е надежен метод за оценка на генетичната отдалеченост при генотиповете твърда пшеница.

Генетичната конституция на сортовете е свързана до голяма степен с географското разположение на селекционната институция, където са създадени.

За постигане на бърз успех би следвало да кръстосваме българските сортове помежду си. Когато целим постигане на по-голям селекционен напредък по стопански важните признаци би следвало да кръстосваме българските с чуждестранните сортове.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Arriel NHC, Mauro AOD, Arriel EF, Costa MM, Barbaro IM, Muniz FRS (2007) Genetic divergence in sesame based on morphological and agronomic traits. *Crop Breed Appl Biotechnol* 7:253-261.
2. Bhatt JM, (1970) Multivariate analysis approach to selection of parents for hybridization aiming at yield components in self-pollination crops. *Aust J Agric Rec* 21: 1-7.
3. Cao W et al. (1998) Genetic diversity within spelta and macha wheat based on RAPD analysis *Euphitica* 104:181-189.



4. Carves BF, Smith EL, England HO (1987) Regression and cluster analysis of environmental responses of hybrid and pure line winter wheat cultivars. *Crop Sci.* 27: 659-664.
5. Debnath NR, Rasul MG, Sarker MMH, Rahman MH (2008) Genetic divergence in buckwheat. *Int J Sustain Crop* 3(2):60-68.
6. Dixon J, Braun HJ, Kosina P, Crouch J (2009) *Wheat Facts and Futures*. Mexico, D.F. CIMMYT.
7. Eivazi AR, Naghati MR, Hajheidari M, Pirseyedi SM, Ghaffari MR, Mohhamadi SA, Majidi I, Salekdeh GH, Mardi M (2007) Assessing wheat (*Triticum aestivum* L.) genetic diversity using quality traits, Amplified fragment length polymorphisms, simple sequence repeats and proteome analysis. *Ann Appl Biol.* 152: 81-91.
8. Falconer DS (1989) *Introduction to quantitative genetics*, 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley sons. New York.
9. Fang XW, Xiong EH, Zhu W (1996) Cluster analysis of elite wheat germplasm. *Jiangsu Agric Sci* 4: 14-16.
10. Fotokian M, Shahnejat busheri A, Taleie A (2002) Cluster analysis based on PCA in rice genotypes. Paper presented at the 6<sup>rd</sup> international conference of Statistics, University of Tarbian modares, Iran, 26-28 August 2002.
11. Gashaw A, Mohammed H, Singh H (2007) Genetic divergence in selected durum wheat genotypes of Ethiopian plasm. *Afr Crop Sci J* 15(2):67-72.
12. Islam MR (2004) Genetic diversity in irrigated rice. *Pak J Biol Sci* 2: 226-229.
13. Kabir MY, Khan ASMMR, Hassain MS (2009) Genetic divergence in pointed gourd. *J Agric Rural Dev* 7 (1&2): 87-92.
14. Khodadadi M, Fotokian MH, Miransari M, (2011) Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. *Aust J Crop Sci* 5(1): 17-24.
15. Mercado I et al. (1996) Origin and diversity of North American hard spring wheat *Theor Appl Genet* 93: 593-599.
16. Mohammadi SA, Prassana BM (2003) Analysis of genetic diversity in crop plants: salient statistical tools and considerations. *Crop Sci.* 43: 1235-1248.
17. Narouee Rad M (2006) Evaluation of genetic diversity and factor analysis for morphologic traits of wheat landraces of Sistan-Baloochestan. *J. Pajouhesh-va-Sazandegi in Persian*, abstract in English. 73: 50-58.
18. Shewry PR (2009) Review paper wheat. *J Exp Bot.* 60: 1537-1553.
19. Siahbidi M, Aboughadareh A, Tahmasebi G, Teymoori M and Jasemi M, (2013) *International journal of Agriculture: Research and Review*. Vol., 3 (1), 184-194.
20. Souza E. and Sorrels M. (1991) Relationships among 70 North American oat germplasms: I. Cluster analysis using quantitative characters. *Crop Sci.* 31, 599-605.
21. Statistica 10. StatSoft Inc. (2010).
22. Ward JH (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J Amer Statistical Assoc* 58 : 234-244.