

СЕЛЕКЦИЯ НА ЗЪРНЕНО-ЖИТНИ КУЛТУРИ
Твърда пшеница, ечемик



ПРОУЧВАНЕ НА КОМБИНАТИВНАТА СПОСОБНОСТ
ПО ПРИЗНАКА СТУДОУСТОЙЧИВОСТ
В КРЪСТОСКИ ОТ ТВЪРДА ПШЕНИЦА (*T. durum* Desf.)

Тодор Александров, Татяна Петрова, Емил Пенчев
Добруджански земеделски институт - гр. Генерал Тошево

Резюме

*Александров, Т., Т. Петрова, Е. Пенчев, 2004. Проучване на комбинативната способност по признака студоустойчивост в кръстоски от твърда пшеница (*T. durum* Desf.).*

Проучен е начинът на наследяване на признака “студоустойчивост” на 7 родители и техните F_1 -хбриди, получени по пълна диалелна схема. Изследването е проведено през 1998-2001 год. Нивото на студоустойчивост е установено посредством замразяване в камери при 4 различни температури. Установен е начинът на наследяване на признака и ОКС и СКС на родителите. С високи студоустойчивост и ОКС са сортовете Айсберг одеский, Алий парус и Гергана.

Ключови думи: Твърда пшеница, Студоустойчивост, Диалелен анализ, ОКС, СКС.

Abstract

*Alexandrov, T., T. Petrova, E. Penchev, 2004. Study on the combining ability for the character frost resistance in durum wheat crosses (*T. durum* Desf.).*

The way of inheritance of the character frost resistance of 7 parents and their F_1 hybrids developed by a full diallel scheme was investigated. The study was carried out during 1998-2001. Frost resistance rate was determined through freezing in chambers at 4 different temperatures. The way of inheritance of this character as well as the General Combining Ability (GCA) and Specific Combining Ability (SCA) of the parents were established. The varieties Aisberg Odeskiy, Alay Parus and Gergana possessed high frost resistance and GCA.

Key words: Durum wheat, Frost resistance, Diallel analysis, GCA, SCA.

УВОД

През последните години навсякъде по света нараснаха потребностите от продукти, получавани от зърно от твърда пшеница, които далеч надхвърлят обема на произведената от нея продукция. Твърдата пшеница (*T. durum* Desf.) в света се отглежда на общо около 300 млн. дка, от които се получават 29 млн. t зърно, приблизително 8% от общото световно пшенично производство (Дечев, 1996). Отглеждането ѝ е концентрирано в ограничени райони (Srivastava & Boriey, 1984). Като цяло производството ѝ е недостатъчно. Все повече внимание се отделя на проучванията на вида *T. durum* Desf. с цел разширяване и интензифициране на култивирането му.

Реакцията на зимен стрес е основен лимитиращ фактор, влияещ върху разширяване на ареала на разпространение на твърдата пшеница и върху продуктивността ѝ (Цветков и др., 1972; Станкова и Цветанов, 1995). От всички фактори, обуславящи устойчивостта на зимен стрес, най-голямо значение има студоустойчивостта. Проучването на наследяването на признака студоустойчивост и неговите генетични основи представлява възможност за разрешаване на проблема за повишаване зимоустойчивостта на твърдата пшеница.

В България твърдата пшеница е била представена от форми с много ниска студоустойчивост, които в отделни безснежни зими изобщо не успяват да оцелеят (Деков, 1962; Цветков, 1964). Селекционната работа е включвала и проучване и селекция на зимоустойчивостта, където важна насока е откриването на генотипове твърда пшеница с висока студоустойчивост (Желев и др., 1990).

Освен степента на студоустойчивост на генотиповете от твърда пшеница, необходимо е да се установи начинът на наследяване на признака. Това налага предварително проучване на комбинативната способност на родителските компоненти. Диалелният анализ дава онази необходима информация за ценността на линиите и сортовете като източници на висока студоустойчивост в хибридните потомства (Sutka, 1984; Veisz, et al., 1997).

Целта на настоящото проучване е да се установят начинът на наследяване на признака и значимостта на конкретния родител като източник на студоустойчивост.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Изследването е проведено в три последователни години (1998-2001) в Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево.

Изходният материал е подбран и разпределен в специфични групи в зависимост от степента на неговата студоустойчивост и различията в произхода:

а/ сортове с висока студоустойчивост: Айсберг одесский (P_1) - *var. leucurum* Al. и Альй парус (P_2) - *var. hordeiforme* Host. - със средно високо стъбло, много висока братимост и продуктивност, селектирани в СГИ - Одеса, Украйна.

б/ сортове със средновисока студоустойчивост: Загорка (P_3) - *var. valenciae* Кцгп. и Гергана (P_4) - *var. hordeiforme* Host., със средновисоко до високо стъбло, продуктивни, селектирани в ИПТП - Чирпан.

в/ сортове с ниска студоустойчивост: Аgridur (P_5) - *var. leucurum* Al. и Exodur (P_6) - *var. leucurum* Al., с ниско стъбло, добра продуктивност. Създадени са във

Франция, средиземноморски тип твърда пшеница.

г/ много слабо студоустойчиви сортове: Yavagos 79 (P_7) - var. *leucurum* Al., от Мексико, пролетен тип, от който в условията на Североизточна България при есенна сеитба презимуват само отделни растения, с ниско до средно високо стъбло, средно братящ сорт.

През първите две години - 1998-99 (I-ва год.) и 1999-2000 (II-ра год.) изследването е осъществено по пълна диалелна схема на хибридизация и анализ (Experimental Method 1, Model I, Griffing B., 1956), изследвани са всички p^2 комбинации, състоящи се от родителите, правите и реципрочни F_1 -кръстоски.

През третата година - 2000-2001 год. (III-та год.) изследването е проведено по пълна диалелна схема на хибридизация и анализ (Experimental Method 2, Model II, Griffing B. 1956) и са изследвани $1/2p(p+1)$ комбинации, състоящи се от родителите и правите F_1 -кръстоски.

Нивото на студоустойчивостта е установено чрез прилагане на полско-лабораторен метод (Ценов и Петрова, 1984). Растенията са изпитвани в три повторения, а във всяко повторение са залагани по 25 бр. растения. Сеитбата е извършвана в оптимални срокове (15-20 октомври) в терини. Растежът и закаляването преминават на открито, при естествени условия. Замразяването се извършва в нискотемпературни камери КТК 3000 в периода на максималната студоустойчивост на растенията (м. януари). Определянето на температурите, при които се замразяват растенията, става в зависимост от най-вероятната им максимална степен на закаленост и студоустойчивост. През първата година растенията са замразявани при $t_1 = - 8^{\circ} \text{C}$, $t_2 = - 10^{\circ} \text{C}$, $t_3 = - 12^{\circ} \text{C}$ и $t_4 = - 14^{\circ} \text{C}$, а през следващите две години замразяването е извършвано при $t_1 = - 12^{\circ} \text{C}$, $t_2 = - 14^{\circ} \text{C}$, $t_3 = - 16^{\circ} \text{C}$ и $t_4 = - 18^{\circ} \text{C}$. Последната температура може да бъде определена като много ниска за възможностите на културата. След отравяване се отчита процентът на оцелелите растения.

Таблица 1. Еднофакторен дисперсионен анализ за периода на изпитването

Година на провеждане на опита	Температурен режим на изпитване	MS генотип	MSE
I-ва год.	- 8 ⁰ C	227,5 ^c	4,1
	- 10 ⁰ C	362,2 ^c	110,5
	- 12 ⁰ C	1412,4 ^c	315,9
	- 14 ⁰ C	14701,4 ^c	398,8
II-ра год.	- 12 ⁰ C	1821,8 ^c	75,8
	- 14 ⁰ C	3269,1 ^c	80,9
	- 16 ⁰ C	3094,0 ^c	53,4
	- 18 ⁰ C	1749,8 ^c	47,0
III-та год.	- 12 ⁰ C	2439,2 ^c	77,9
	- 14 ⁰ C	2651,0 ^c	90,2
	- 16 ⁰ C	2235,9 ^c	129,3
	- 18 ⁰ C	122,6 ^c	13,8

a, b, c ниво на доказаност: съответно при $P = 0,05, 0,01$ и $0,001$,

MS генотип - дисперсия на генотипа,

MSE - дисперсия на случайния фактор.

Получените данни за преживяемостта на растенията са използвани за определяне на ОКС и СКС. Комбинативната способност е определена по метода на Griffing (1956).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Проведен е еднофакторен дисперсионен анализ по модела: $y_{ij} = \mu + x_i + e_{ij}$, където: μ - генерална средна на съвкупността, x_i - е средната на i -тият генотип, а e_{ij} е средната стойност на случайния фактор.

Разликите са с най-високо статистическо ниво на доверие $P = 0,001$ във всичките случаи при всяка една температура на изпитване и през трите години (Таблица 1) и доказват, че наборът от родителите е с разнообразен генетични потенциал по изследвания признак, т.е. така подбран, изходният материал е удачен за провеждане на диалелен анализ.

Таблица 2. Дисперсионен анализ на разликите $W_r - V_r$

Температура на изпитване	$MS_{W_r-V_r}$	MSE	df ₁ /df ₂	F експ.	F табл.
I-ва година					
-8° C	3350.57	1056.32	6/12	3.17 ^a	8.8; 4.8; 3.0
-10° C	7315.31	3441.44	6/12	2.12	8.8; 4.8; 3.0
-12° C	19958.86	37765.86	6/12	0.52	8.8; 4.8; 3.0
-14° C	15428.10	68378.79	6/12	2.33	8.8; 4.8; 3.0
II-ра година					
-12° C	23489.66	23364.14	6/12	1.00	8.8; 4.8; 3.0
-14° C	5464.79	60.92	6/12	0.89	8.8; 4.8; 3.0
-16° C	16174.95	8553.44	6/12	1.89	8.8; 4.8; 3.0
-18° C	60177.40	20992.51	6/12	2.86	8.8; 4.8; 3.0
III-та година					
-12° C	39402.45	87626.12	6/6	0.44	20.0; 8.5; 4.3
-14° C	19703.14	44089.14	6/6	0.44	20.0; 8.5; 4.3
-16° C	52718.81	41209.31	6/6	1.27	20.0; 8.5; 4.3
-18° C	107.93	86.72	6/6	1.24	20.0; 8.5; 4.3

$MS_{W_r-V_r}$ - дисперсия на разликите

MSE - дисперсия на случайния фактор

При анализиране на адекватността на данните към модела, чрез оценяване на разликите между коварианса и варианса на родителите ($W_r - V_r$), се проверява за наличие на реципрочен ефект или неалелно взаимодействие. Резултатите от дисперсионния анализ на разликите са представени в таблица 2.

Критерият F е достоверен само за $t_1 = -8^\circ \text{C}$ през I-та година, при $P=0,05$. Във всички останали случаи разликите на $W_r - V_r$ между редовете са недостоверни, което показва, че са спазени условията на диалелната кръстоска.

Видът на модела на наследяване се определя според регресионното уравнение $W_r = a + bV_r$ между коварианса и варианса на родителските сортове, като се определя относителният дял на доминантните и рецесивни гени, присъстващи в генотипа и контролиращи признака.

Моделът на наследяване през I-та година се определя както следва:

$$\text{при } t_1 = -8^\circ \text{C} \quad W_r = 5,4 + 0,9 V_r$$

$$\text{при } t_2 = -10^\circ \text{C} \quad W_r = 12,7 + 0,99 V_r$$

$$\text{при } t_3 = -12^\circ \text{C} \quad W_r = 53,1 + 0,99 V_r$$

$$\text{при } t_4 = -14^\circ \text{C} \quad W_r = 13,9 + 0,95 V_r$$

През тази година на изследване стойностите на свободния коефициент a които

са положителни и високи, показват, че наследяването е частично доминантно.

През II^{-та} година от изследването модела на коварианса и варианса на разликите е:

$$\begin{aligned} \text{при } t_1 = -12^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 33,7 + 0,95 \mathbf{V}_r \\ \text{при } t_2 = -14^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 44,1 + 0,89 \mathbf{V}_r \\ \text{при } t_3 = -16^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 53,2 + 0,88 \mathbf{V}_r \\ \text{при } t_4 = -18^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 37,4 + 0,67 \mathbf{V}_r \end{aligned}$$

През тази година, съдейки по стойностите на свободният коефициент **a**, отново се потвърждава като модел на наследяване частично доминантно.

През III^{-та} година видът на модела е:

$$\begin{aligned} \text{при } t_1 = -12^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 31,5 + 0,62 \mathbf{V}_r \\ \text{при } t_2 = -14^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 45,6 + 0,80 \mathbf{V}_r \\ \text{при } t_3 = -16^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 50,3 + 0,70 \mathbf{V}_r \\ \text{при } t_4 = -18^0 \text{ C } & \mathbf{W}_r = 7,8 + 0,99 \mathbf{V}_r \end{aligned}$$

И през III^{-та} година моделът на наследяване е частично доминантен.

Таблица 3. Ефекти на ОКС и константи на СКС по признака студоустойчивост през I год.

Темпер. на изпитване	Родители	СКС						ОКС
		P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
t ₁ = - 8 ⁰ C	P ₁	-1,84	-1,12	-1,55	-0,60	0,02	6,92	1,84
	P ₂		-1,12	-1,55	-0,60	0,02	6,92	1,84
	P ₃			-0,84	0,12	0,73	7,64	1,12
	P ₄				-0,31	0,31	5,21	1,55
	P ₅					1,26	8,16	0,60
	P ₆						8,78	-0,02
	P ₇							-6,92
t ₂ = - 10 ⁰ C	P ₁	-3,64	0,12	-3,52	2,03	1,57	7,07	3,64
	P ₂		0,12	-3,52	2,03	1,57	7,07	3,64
	P ₃			0,24	5,79	3,67	9,84	-0,12
	P ₄				2,14	1,69	6,36	3,52
	P ₅					7,24	-13,92	-2,03
	P ₆						10,46	-1,57
	P ₇							-7,07
t ₃ = - 12 ⁰ C	P ₁	-11,76	10,09	-2,19	2,57	2,54	10,92	13,07
	P ₂		5,50	-5,46	0,31	8,62	11,50	18,34
	P ₃			2,07	5,50	3,47	0,35	-6,19
	P ₄				1,04	-3,64	1,73	5,10
	P ₅					11,78	0,83	-5,16
	P ₆						0,97	-3,31
	P ₇							-21,85
t ₄ = - 14 ⁰ C	P ₁	-5,20	10,99	11,34	-10,11	7,87	6,28	22,01
	P ₂		14,30	6,49	11,37	2,68	-14,75	27,20
	P ₃			1,51	-3,61	1,54	2,44	-7,49
	P ₄				5,75	-14,11	-4,87	5,82
	P ₅					2,88	4,18	-12,89
	P ₆						9,99	-14,20
	P ₇							-20,44

Като цяло според резултатите от изпитването през 3 последователни години на F₁-поколение и самоопрашените родителски линии се налага изводът че моделът на наследяване на признака “студоустойчивост” е частично доминантен, т.е.

**Проучване на комбинативната способност по признака студоустойчивост
в кръстоски от твърда пшеница (*T. durum* Desf.)**

доминантно се наследява чувствителността към студ, а рецесивно - студоустойчивостта.

Комбинативната способност на родителите - обща (ОКС) и специфична (СКС) - през отделните години на изследването се определя както следва (Табл. 3, 4 и 5):

Таблица 4. Ефекти на ОКС и константи на СКС
по признака студоустойчивост през II год.

Темпер. режим на изпитване	Родители	СКС						ОКС
		P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
t ₁ = - 12 ⁰ C	P ₁	-14,16	-3,78	-10,73	8,22	12,01	21,39	15,11
	P ₂		-5,99	-6,44	9,67	9,79	22,17	16,99
	P ₃			-10,06	-10,11	20,84	1,39	3,61
	P ₄				-1,90	21,39	16,27	6,06
	P ₅					-5,99	-16,28	-7,55
	P ₆						-17,32	-9,84
	P ₇							-24,39
t ₂ = - 14 ⁰ C	P ₁	-20,73	8,27	-12,32	25,91	21,94	-3,49	25,02
	P ₂		5,27	-10,32	8,41	11,60	27,34	29,18
	P ₃			6,67	-16,59	-11,06	0,67	-2,65
	P ₄				6,98	19,84	-2,42	11,61
	P ₅					-18,59	-10,18	-16,79
	P ₆						-10,16	-18,15
	P ₇							-28,22
t ₃ = - 16 ⁰ C	P ₁	-14,39	20,77	-14,84	23,58	8,27	-30,28	21,39
	P ₂		8,82	8,87	13,13	12,82	-12,89	33,51
	P ₃			-12,13	-16,37	-5,68	6,61	-6,82
	P ₄				-0,82	2,70	6,15	7,13
	P ₅					-9,20	3,41	-12,30
	P ₆						6,11	-12,48
	P ₇							-30,44
t ₄ = - 18 ⁰ C	P ₁	20,37	5,23	-11,39	-16,53	12,71	-23,10	21,84
	P ₂		10,40	20,11	-12,53	-25,29	-13,44	20,34
	P ₃			-6,36	-3,67	-1,60	-1,08	-0,18
	P ₄				8,71	-1,05	0,80	-1,40
	P ₅					4,64	11,83	-13,09
	P ₆						8,88	-10,16
	P ₇							-17,35

Общо за трите години на изследването достоверно доказаната ОКС на родителските сортове, макар и да се променя като абсолютни стойности, не се променя по смисъл и подреждането им е винаги постоянно. С висока ОКС са сортовете Айсберг одесский (P₁), Альй парус (P₂), и те могат да бъдат считани като добри източници на студоустойчивост. Сорт Гергана (P₄) също може да се приеме като добър комбинатор, но в по-малка степен. Родителят сорт Загорка (P₃) има достоверно изразена ОКС, но само при най-ниската степен на стреса. Останалите родители - Agridur (P₅), Exodur (P₆) и Yavaros 79 (P₇) - нямат изразена положителна ОКС, следователно те не могат да се използват като комбинатори по този признак.

Преценката по СКС за перспективност е проследена в конкретните хибридни комбинации. Така през I^{-та} година с достоверно доказани високи стойности е СКС на кръстоските на сорт Айсберг одесский (P₁) в комбинация с родителите сорт

Загорка (P₃), Exodur (P₆) и Yavagos 79 (P₇), а също и между Алыи парус (P₂) и сортовете Загорка (P₃), Exodur (P₆) и Yavagos 79 (P₇). Като перспективна се определя и комбинацията на Загорка (P₃) с Agridur (P₅) и Yavagos 79 (P₇).

Таблица 5. Ефекти на ОКС и константи на СКС по признака студоустойчивост през III год.

Темпер. режим на изпитване	Родители	СКС						ОКС
		P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
t ₁ = -12 ⁰ C	P ₁	-13,69	11,86	0,14	5,64	6,69	26,42	22,67
	P ₂		-6,81	-2,53	5,47	16,53	38,75	25,34
	P ₃			23,03	6,53	3,08	-33,19	-0,21
	P ₄				0,81	26,36	-8,42	11,51
	P ₅					-33,14	-18,92	-11,99
	P ₆						-18,36	-15,05
	P ₇							-32,26
t ₂ = -14 ⁰ C	P ₁	-1,68	8,15	11,60	8,04	10,26	-15,46	24,60
	P ₂		-8,07	-27,62	-2,68	22,04	25,82	24,32
	P ₃			14,71	-6,85	-7,62	-27,85	10,48
	P ₄				15,10	24,82	-18,90	11,04
	P ₅					-12,24	0,51	-17,90
	P ₆						-0,24	-17,13
	P ₇							-35,40
t ₃ = -16 ⁰ C	P ₁	8,36	19,58	-25,58	4,19	-29,47	-15,69	21,29
	P ₂		1,64	-16,53	-14,25	-0,92	6,86	25,74
	P ₃			10,19	-6,03	-14,19	-19,92	9,02
	P ₄				14,31	36,14	-18,58	7,68
	P ₅					-1,58	6,19	-17,10
	P ₆						8,53	-19,43
	P ₇							-27,21
t ₄ = -18 ⁰ C	P ₁	2,83	-7,56	-8,56	-7,22	-7,83	-7,78	6,86
	P ₂		-2,28	0,22	-4,94	-5,56	-0,50	4,59
	P ₃			0,83	2,17	1,56	1,61	-2,52
	P ₄				1,17	6,06	0,61	-1,52
	P ₅					1,89	1,94	-2,86
	P ₆						1,33	-2,24
	P ₇							-2,30

През II-та година висока СКС се установява в кръстоските на опрашителите Айсберг одесский (P₁) и Алыи парус (P₂) с майчините сортове Загорка (P₃), Agridur (P₅), Exodur (P₆) и Yavagos 79 (P₇). Други перспективни комбинации са тези, получени от кръстосването на Гергана (P₄) с Exodur (P₆) и Yavagos 79 (P₇).

В III-та год. с най-голяма стойност е СКС в кръстоската на сорт Exodur (P₆) с опрашителя сорт Гергана (P₄), от която има преживели растения и при четирите температури. И през тази година хибридни комбинации на сортовете Айсберг одесский (P₁) и Алыи парус (P₂) с различни майчини сортове имат висока СКС.

ИЗВОДИ

1. Начинът на наследяване на сложното биологично свойство “студоустойчивост” при изследвания материал от твърда пшеница е частично доминантен, т. е. наследяването на високата чувствителност на студ е доминантно, а устойчивостта - рецесивна.

**Проучване на комбинативната способност по признака студоустойчивост
в кръстоски от твърда пшеница (*T. durum* Desf.)**

2. От изследваните генотипи с висока Обща Комбинативна Способност са - Айсберг одесский (P₁), Алыи парус (P₂) и Гергана (P₄), сортът Загорка (P₃) не се проявява системно като добър комбинатор, но представлява интерес в известна степен.

3. Перспективни хибридни комбинации от анализирани в F₁-поколение за всичките години на изследването и при всяка отделна температура, са:

Загорка (P₃) x Айсберг одесский (P₁),
Agridur (P₅) x Айсберг одесский (P₁),
Exodur (P₆) x Айсберг одесский (P₁),
Yavaros 69 (P₇) x Айсберг одесский (P₁),
Agridur (P₅) x Алыи парус (P₂),
Гергана (P₄) x Загорка (P₃),
Yavaros 69 (P₇) x Загорка (P₃),
Agridur (P₅) x Гергана (P₄),
Yavaros 69 (P₇) x Гергана (P₄),

В останалите случаи, когато някои кръстоски са показали високи стойности на СКС при отделни температури, би следвало резултатите да не се считат за системни. Те могат да бъдат селекционно-разгърнати широко и след целенасочен отбор от тях да се излъчат потомства с повишена студоустойчивост.

4. След замразяване при температура - 18⁰ С и наличието на преживели това ниво на стреса растения, може да се направи заключение, че видът твърда пшеница има потенциал за продуциране на селекционни материали със студоустойчивост в достатъчно висока степен, които да могат да бъдат отглеждани на територията на цяла България, при типични климатични условия.

ЛИТЕРАТУРА

- Деков Дико. 1962. Кандидатска дисертация. София.
- Дечев Дечко. 1996. Употреба на твърдите пшеници в света и изисквания към качеството на зърното. Селскостопанска наука, 3, 14-15.
- Желев Ж., Ив. Янев, Ц. Лалев, Д. Дечев. 1990. Использование современных методов для выведения новых сортов твердой пшеницы. Сб. Вопросы селекции и генетики зерновых культур. Берлин, 229-235.
- Станкова, П., С. Цветанов, 1995. Използване метода на прякото замразяване за оценка на студоустойчивостта на растенията при *T. durum*. Растениевъдни науки, год. XXXII, Nr 1-2, 81-83.
- Цветков Ст. 1964. Проучване на някои сортове твърда пшеница в Крайдунавския район на Врачански окръг. Сп. Растениевъдни науки, 4:3-8.
- Цветков Ст., А. Ценов, Вл. Конов. 1972. Изучаване на студоустойчивостта, продуктивността и технологичните качества на някои сортове твърда пшеница в условията на Североизточна България. 1972. Сп. Растениевъдни науки, 4:39-49.
- Ценов, А., Д. Петрова, 1984. Методи за оценка на селекционните материали от зимните житни и зърнено-бобови култури към стресови въздействия. Растениевъдни науки, XXI, Nr6, 77-87.
- Griffing, B., 1956, Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems Australian J of Biological Science, 9: 463-493.
- Srivastava Y., P. Boriey, 1984, Wheat and triticales Newsletter, 3:1
- Sutka, J., 1984. A Ten-Parental Diallel Analysis of Frost Resistance in Winter Wheat. Z. Pflanzenerzeugung: 93, 147-157.
- Veisz, O., Z. Bedu, L. L6ng and T. Tishner. 1997. Genetic analyses of the frost resistance of wheat through diallel analyses. Acta Agron. Hung. 45:117-125.