

ЗИМОУСТОЙЧИВОСТ НА СИНТЕТИЧНИ ФОРМИ ПШЕНИЦА

ХРИСТО СТОЯНОВ
Технически университет, Варна

Winter Tolerance of Synthetic Wheat Forms

H. Stoyanov
Technical University, Varna, Bulgaria
E-mail: hpstoyanov@abv.bg

Abstract

Synthetic wheat forms ($2n = 6x = 42$, AABBDD) as a product of wide hybridization, show too much differentiation to environmental factors. To ascertain the influence of low temperatures and the natural processes of hardening, 25 synthetic wheat forms samples were tested in conditions of economic 2011 – 2012 year. The studied plants are C3 generation derived from crosses of *Triticum turgidum* ssp *dicoccon* ($2n = 4x = 28$, AABB) with wild species *Aegilops tauschii* ($2n = 2x = 14$, DD). In conditions of extreme low temperatures and poor hardening in the period 1. X. 2011 – 31. III. 2012, wide variation (69%) was established in refer to winter tolerance of the samples. In a comparative analysis of winter tolerance of the synthetic forms with bread wheat frost tolerance standards (Mironovska 808, Bezostaya 1, Rusalka, № 301, San Pastore) only two accessions (530-1-5-3, 530-1-5-4) are approached winter tolerance of San Pastore. Synthetic forms also differ significantly from parental components in refer to winter tolerance. Despite of these differences, some accessions exhibit satisfactory frost tolerance and could be successfully used to transfer valuable qualities into bread wheat.

Key words: bread wheat, synthetic forms, winter tolerance

Обикновената зимна пшеница *Triticum aestivum* ($2n = 6x = 42$, AABBDD) е основна продоволствена култура за голяма част от световното население. Получаването на висок добив от нея е приоритетна цел за земеделското производство. Свързаните с това фактори на средата имат решаващо значение за производството и за количествените и качествените показатели на реколтата. Съвременната селекция чрез своите методи се стреми да бъдат създавани сортове, които да притежават гени за устойчивост и толерантност към биотични и абиотични фактори. Ефективен в това отношение метод е разработването на отдалечени хибриди. Уподобявайки естествения еволюционен процес на филогенетично обособяване на хексаплоидната хлебна пшеница чрез отдалечената хибридизация се създават синтетични хексаплоидни форми (Стоянов и др., 2010), които са ценен източник на гени, имащи значение за подобряване на съвременните сортове хлебна пшеница.

Синтетичната хексаплоидна пшеница (СХП) ($2n = 6x = 42$, AABBDD) е изкуствено създадена форма, в която участват геномите на различни тетраплоидни пшеници ($2n = 4x = 28$, AABB) и D-геномът от дивия вид *Aegilops tauschii* ($2n = 2x = 14$, DD). Получаването е свързано с кръстосването на двата вида и последващо удвояване на хромозомния брой чрез колхициниране. Получените амфидиплоиди се отличават с широко вариране по отношение на морфологията и физиологията си, определени по фенотипната изява на дадени признаци (Спецов и др., 2009). Създаването на СХП е направление, което е свързано със селектирането на ценни линии хлебна пшеница след бекросиране с прашец от същия вид (Спецов

и др., 2008). Получените линии хлебна пшеница, отглеждани в определена среда, ефективно се адаптират към местните условия като притежават високи нива на толерантност към абиотичен стрес.

Един от основните абиотични фактори, който оказва пряко въздействие върху добивите от хлебна пшеница е влиянието на ниските температури, снежната покривка, ветровете. В това отношение зимната пшеница следва да притежава определено ниво на студоустойчивост, за да може правилно да развие продуктивния си потенциал (Ценов и др., 2011). При интродуциране на гени за устойчивост на биотични фактори посредством СХП, не се отчита признакът зимоустойчивост на изходния селекционен материал. Същевременно подобен отбор се извършва в края на селекционния процес и по този начин се губят ценни генетични линии, които не притежават толерантност на студ. Зимоустойчивостта следва да се разгледа не като самостоятелен фактор, а като комплексен набор от влиянието на отрицателните температури, наличието/отсъствието на снежна покривка, влиянието на ветровете, както и процесите на закаляване. Въпреки че корелацията между зимоустойчивостта и студоустойчивостта е висока (над 0.9) (Ценов и др., 2009), то невинаги резултатите, свързани с изявата на двата признака са идентични. Изследвания в областта на студоустойчивостта има върху междувидови хибриди (Limin et al., 1995), както и върху получени линии с участието на СХП (Narasimhamoorthy et al., 2006). Резултатите не са еднозначни, което дава основание да се търси фактическа зимоустойчивост не само в последния етап от селекционния процес.

Необходимостта от данни за зимоустойчивост-

та на СХП, като пряко участващи в селекционната работа на хлебната пшеница, е в пряка връзка с получаване на голям брой растения от съответните синтетични линии. Размножаването на синтетичите е свързано с различия по отношение на признаците в отделните растения и генерации (Стоянов, 2010). Това изисква да се използват методът на половинките, методът *single seed descent*, както и да се отчете кълняемостта, за да се осигури нужния изходен материал, който да участва в селекционните програми на хлебната пшеница.

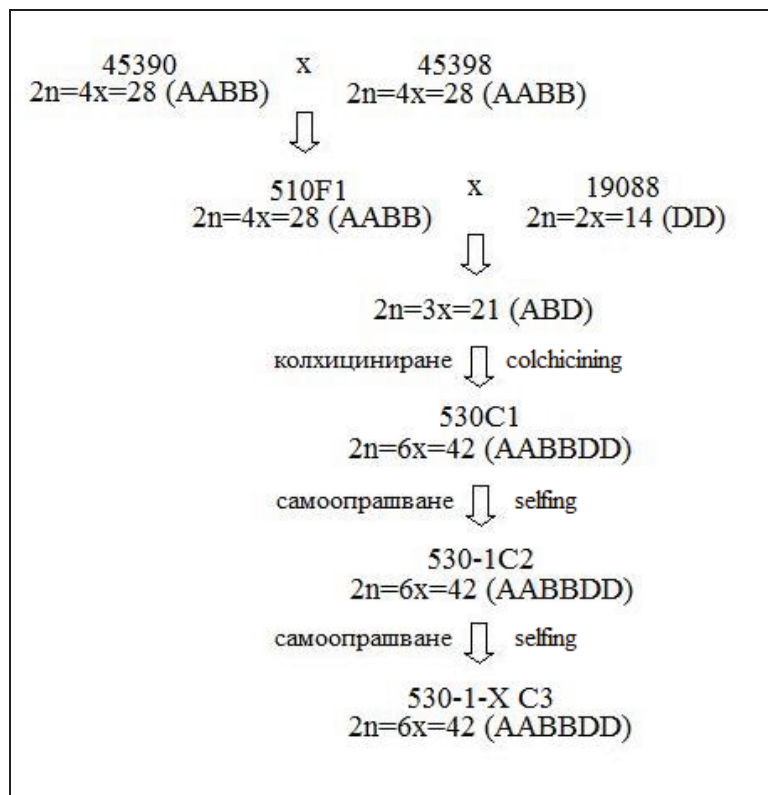
Целта на настоящото изследване беше да се установи зимоустойчивостта и свързаната с особеностите на амфидиплоидите кълняемост на синтетични хексаплоидни линии пшеница в условията на стопанската 2011 – 2012 г. и да се направи оценка за тяхната фактическа пригодност да бъдат използвани като изходен селекционен материал спрямо признака зимоустойчивост.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

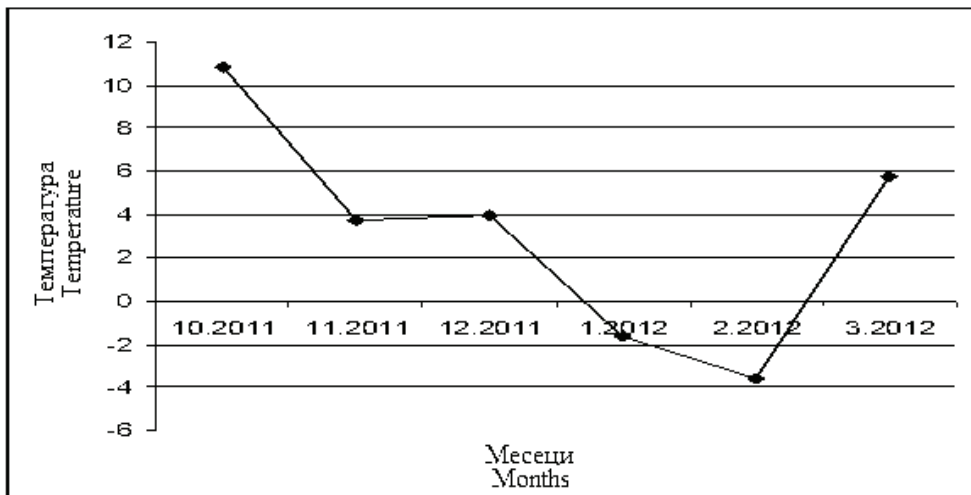
Използвани са 25 линии СХП, които са получени по схемата, показана на фиг. 1. Изследваните растения са C_3 -генерация, получени след двукратно самоопрашване на изходните амфидиплоиди. Родителските форми тетраплоидна пшеница 45390 и 45398, участващи в създаването на майчиния компонент (510), принадлежат към вида *Triticum turgidum* ssp. *dicoccon* и са получени от колекцията на ICARDA – Сирия. Използваният бащин родител принадлежи към вида *Aegilops tauschii*, образец №19088 с произход от ИРГР – Садово.

По 15 броя семената от всеки образец СХП са засявани по схема с междуредие 30 см и вътре в реда 5 см. Сеитбата е извършена на 6. XI. 2011 г. при полски условия в землището на с. Стожер, Добричко. Отчетени са броят на поникналите растения (БП) и полската кълняемост (ПК) (отношение на БП към броя засети семена (БЗ) по образци. За отчитане на комплексна зимоустойчивост са отчетени измръзналите (БИ) и изтеглени (БИз) растения вследствие действието на неблагоприятните зимни условия в периода 1. I. 2012 – 30. III. 2012 г. Действието на зимните условия (ДЗУ) е представено като отношение на сумата от броя на измръзналите и изтеглени растения към броя поникнали (БП) растения. Отчетен е и броят на презимувалите растения (БПз). Направен е статистически анализ на общото вариране. Отчетени са стандартното отклонение (СО), вариационният коефициент (ВК) и статистическата грешка (СГ) за показателя ДЗУ. Направен е корелационен анализ за установяване на връзката между ПК и ДЗУ. За обобщаване на данните и за вариационния анализ е използван програмен продукт Microsoft Excel 2007, а за корелационния анализ – IBM SPSS Statistics 19.

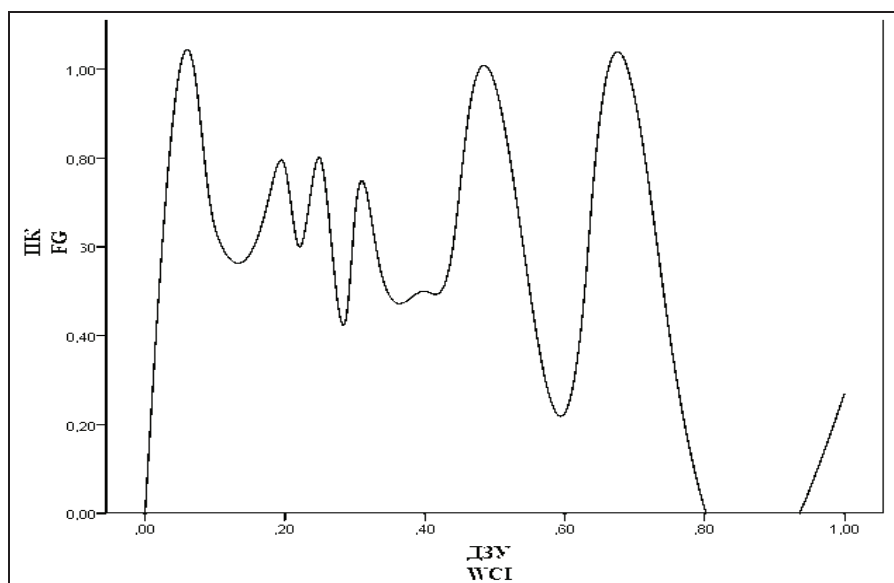
По същата схема са засявани и отчитани данни за родителските форми, участващи в кръстоските, както и за стандартите хлебна пшеница за студоустойчивост – Мироновска 808, Безостая 1, Русалка, № 301, Сан Пасторе. Направен е сравнителен анализ на зимоустойчивостта на СХП спрямо родителските форми и посочените сортове образци пшеници.



Фиг. 1. Схема на получаване на синтетични хексаплоидни линии пшеница 530-1, генерация C3
Fig. 1. Scheme of synthetic hexaploid wheat lines 530-1 obtaining, generation C3



Фиг. 2. Динамика на средномесечната температура в периода 1. X. 2011 – 31. III. 2012 г.
 Fig. 2. Dynamics of average monthly temperature in 1. X. 2011 – 31. III. 2012 period



ПК (FG) – полска кълняемост (field germination),
 ДЗУ (WCI) – действие на зимните условия (winter conditions influence).

Фиг. 3. Корелация между полската кълняемост и повредите от действието на зимните условия
 Fig. 3. Correlation between field germination and damage of winter condition influence

Обобщени са данни за среднодневните температури в периода 1. X. 2011 – 31. III. 2011 г. и за наличието на снежна покривка през същия период. Данните за температурата са получени чрез измервания с автоматична метеорологична станция LaCrosse. Измерванията са правени два пъти дневно в 07:00 и 19:00 h. Данните за снежната покривка са определени чрез използване на снегомер с точност 0,5 cm.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите, получени за студоустойчивостта и полската кълняемост на образците СХП са представени в табл. 1. От нея се вижда широкото вариране на двата показателя (ПК, ДЗУ).

От данните за отчетената полска кълняемост може да се съди за сравнително голямата диференцираност, която се проявява в рамките на генерациите, получени от една кръстоска. Широкото вариране от 38% показва генетичното разнообразие в кръстоска 530-1, което се доказва и от наше изследване, проведено върху морфологични характеристики на генерация С₂ на същата кръстоска (Стоянов и др., 2010). Спецов и др. (2008) също съобщават за вариране на морфологичните и физиологични показатели на СХП от сходни кръстоски. Warburton et al. (2005) доказват, чрез използването на генетични маркери, че разнообразието във фенотипната проява се дължи на D-генома, привнесен от дивия вид.

Данни за средномесечните температури и су-

марната снежна покривка са представени в табл. 2. и фиг. 2, където се проследява динамиката на климата в периода 11. X. 2011 – 31. III. 2012 година. Скокообразните изменения в среднодневната температура предполага недобра закаленост на изследваните образци и очаквани повреди, предимно от измръзване. Сумарната снежна покривка и нейната динамика създават условия за поява на изтегляне в края на февруари и началото на март 2012 година.

Слабата кълняемост е предположение за пониска зимоустойчивост, тъй като редките посеви са

по-податливи на радиационно изстиване, а снеготръжването е по-слабо. При зимоустойчивостта на СХП обаче, особен фактор се явява нееднаквата степен на закаляване, породена от генетични различия, обуславящи и различната интензивност на протичане на физиологичните процеси. Това се доказва от липсата на корелация между ПК и ДЗУ (табл. 3, фиг. 3).

От табл. 1, се вижда, че броят на измръзналите растения превишава значително броя на изтеглените. Това е показателно, тъй като по-голямата

Таблица 1. Студоустойчивост и полска кълняемост при синтетични хексаплоидни линии пшеница за стопанската 2011 – 2012 г.

Table 1. Frost tolerance and field germination data in synthetic hexaploid wheat lines in economic 2011 – 2012

№	Образец №	БЗ	БП	ПК	БПз	БИз	БИ	ДЗУ
1.	67-530-1-1-1	15	9	60,00%	8	0	1	11,11%
2.	67-530-1-1-2	15	12	80,00%	10	1	1	16,67%
3.	67-530-1-1-3	14	0	0,00%	0	0	0	-
4.	67-530-1-1-4	15	4	26,67%	0	0	4	100,00%
5.	67-530-1-1-5	15	8	53,33%	3	0	5	62,50%
6.	68-530-1-2-1	15	8	53,33%	3	1	4	62,50%
7.	68-530-1-2-2	15	13	86,67%	7	1	5	46,15%
8.	68-530-1-2-3	15	9	60,00%	6	1	3	44,44%
9.	68-530-1-2-4	15	12	80,00%	8	1	3	33,33%
10.	68-530-1-2-5	15	15	100,00%	12	0	3	20,00%
11.	68-530-1-2-6	15	10	66,67%	8	1	1	20,00%
12.	69-530-1-3-1	15	5	33,33%	3	0	2	40,00%
13.	69-530-1-3-2	15	12	80,00%	10	1	1	16,67%
14.	69-530-1-3-3	15	6	40,00%	4	0	2	33,33%
15.	69-530-1-3-4	15	10	66,67%	8	0	2	20,00%
16.	69-530-1-3-5	15	9	60,00%	7	1	1	22,22%
17.	69-530-1-3-6	15	11	73,33%	4	1	6	63,64%
18.	70-530-1-4-1	15	12	80,00%	9	0	3	25,00%
19.	70-530-1-4-2	15	10	66,67%	6	0	4	40,00%
20.	70-530-1-4-3	15	7	46,67%	5	0	2	28,57%
21.	70-530-1-4-4	15	10	66,67%	7	0	3	30,00%
22.	71-530-1-5-1	10	4	40,00%	1	0	3	75,00%
23.	71-530-1-5-2	15	6	40,00%	5	0	1	16,67%
24.	71-530-1-5-3	15	15	100,00%	14	0	1	6,67%
25.	71-530-1-5-4	15	11	73,33%	10	0	1	9,09%
Средно		-	9.19	61.79%	-	-	-	33,14%
27.	<i>Ae. tauschii</i> 19088	15	12	80,00%	12	0	0	0,00%
28.	<i>Tr. dicoccon</i> 45398	15	12	80,00%	12	0	0	0,00%
29.	Сан Пасторе	15	12	80,00%	11	0	1	8,33%
30.	Русалка	15	11	73,33%	11	0	0	0,00%
31.	№ 301	15	13	86,67%	13	0	0	0,00%
32.	Безостая 1	15	14	93,33%	14	0	0	0,00%
33.	Мироновска 808	15	11	73,33%	11	0	0	0,00%

БЗ - брой засети семена, БП - брой поникнали семена, ПК - полска кълняемост, БПз - брой презимували растения, БИз - брой изтеглени растения, БИ - брой измръзнали растения, ДЗУ - действие на зимните условия.

Таблица 2. Данни за средномесечната температура и сумарната снежна покривка за периода 1. X. 2011 – 31. III. 2012 г.

Table 2. Average monthly temperature and total snow cover data in 1. X. 2011 – 31. III. 2012 period

Месеци	CMT, °C	ССП, cm
Октомври	10.80	0.0
Ноември	3.75	10.0
Декември	4.00	30.0
Януари	-1.60	160.0
Февруари	-3.57	110.0
Март	5.77	10.0
Средно за периода	3.19	-
Общо за периода	-	320.0

CMT - средномесечна температура,
ССП - сумарна снежна покривка.

Таблица 3. Корелация между полската кълняемост и повредите от действието на зимните условия
Table 3. Correlation between field germination and damage of winter condition influence

	FG	WCI
FG	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	0.189
	N	26
WCI	Pearson Correlation	-0.266
	Sig. (2-tailed)	0.189
	N	26

FG - field germination, WCI - winter conditions influence.

част от повредите се дължат на физиологията на растенията. По-големият брой измръзнали растения корелира с проява на ниво генотип. Това бива доказано от твърде голямото вариране по отношение на ДЗУ (69%). Единичните изтеглени растения свидетелстват също така за нееднаквата жизнестойност на отделните растения, което подчертава варирането не само на ниво образци, но и на ниво конкретни растения. Нееднородността на СХП по отношение на зимоустойчивостта на различни нива подчертава наличието на различни алелни състояния и вероятни междуалелни взаимодействия, предизвикани от привнесения от дивия вид геном. Limin et al. (2006) съобщават, че при СХП, които са получени от родителски форми, притежаващи добра студоустойчивост, унаследяването има доминантен характер. Същите автори посочват, че в нулевата и първата генерация амфидиплоидите се доближават до 70% по този признак до родителските форми, а последващият селекционен натиск оказва неблагоприятно въздействие. При кръстоска 530-1 двукратното самоопрашване носи със себе и постепенно изравняване на признаците в генерацията въпреки голямото вариране по отношение на зимоустойчивостта. Това дава основание да се твърди, че малкият брой зимоустойчиви образци се характеризират с вероятно доминантно

хомозиготно състояние в C_3 генерация, а незимоустойчивите – на хетерозиготно или хомозиготно рецесивно. Тъй като гените за студоустойчивост не са едностранно определени, то също така е вероятно междуалелно взаимодействие, което потиска по-силната проява на признака на зимоустойчивост в хетерозиготното му състояние.

Родителските компоненти, участващи в кръстоска 530-1 показват високо ниво на зимоустойчивост. При наблюдаваните образци (45398 и 19088) не са отчетени измръзнали и изтеглени растения. Тъй като генерациите F_1 , C_1 и C_2 на образците СХП са отгледани при условията на нерегулирана стъклена оранжерия, то всички растения оцеляват в зимния период (освен засегнатите от хибридна некроза (Стоянов и др., 2010). Липсата на данни за зимоустойчивост на междинните генерации и големите различия при генерация C_3 определят превъзходство на родителските форми по отношение на процесите на ефективно закаляване на образците СХП. Това дава основание да се търси влияние на отрицателен хетерозисен ефект (Айала, 1987). При кръстосване на подобни образци СХП с хлебна пшеница се наблюдава обратното въздействие, като получените нови линии в голям процент от случаите възстановяват своята студоустойчивост (Limin et al., 2006).

Изследваните стандартни сортове за студоустойчивост хлебна пшеница показват висока студоустойчивост при същите условия на средата и идентичност на експеримента. Единствено при Сан Пасторе е отчетено едно измръзнало растение. Тъй като този сорт е приетият стандарт с най-ниска зимоустойчивост при хлебната пшеница, то данните за него са в рамките на стандартното отклонение (Дочев и др., 2009). Единствено образец 530-1-5-3 превишава по студоустойчивост Сан Пасторе. Близки резултати показват и образци 530-1-5-4 и 530-1-1-1. Над 20% повредени растения имат 18 образци, а над 50% - 5 образци, като 530-1-1-4 загива напълно. Над стойностите на стандартното отклонение за ДЗУ (23,05%) при отчетена статистическа грешка от 4,52% са 14 образци, които могат да се определят като такива с доказана слаба зимоустойчивост. Frederics et al. (2004) при проведено изследване върху студоустойчивостта на СХП съобщават, че всички синтетични линии, показали високо ниво на студоустойчивост имат дълъг вегетационен период и студоустойчивостта се дължи в голяма степен на избягване периода на екстремни температури чрез бавно развитие в ранните етапи, отколкото реална устойчивост от измръзване. Кръстоска 530-1 се подчинява на тази зависимост, тъй като в периода след поникването C_3 -растенията бързо достигат фаза 3-ти лист, докато родителските форми и стандартите за студоустойчивост са във фаза поява на 2-ри лист. Съответно бързото развитие в ранните периоди от жизнения цикъл на растенията, съчетано с генетична нетолерантност на студ са вероятна причина за измръзването. Това дава основание да се твърди, че образец 530-1-5-3 притежава реална студоустойчивост, определена на генно равнище, въпреки силния ранен растеж.

Високата кълняемост и добрата зимоустойчи-

вост на образец 530-1-5-3 определят образца като ефективен за включването му в селекционната програма на хлебната пшеница. Въпреки че Limin et al. (2006) определят СХП като недобър източник за прехвърляне на гени за студоустойчивост, то сравнително стабилното състояние в генетичен аспект и добрите показатели определят някои представители на кръстоска 530-1 като потенциално добър изходен селекционен материал.

ИЗВОДИ

При условията на екстремно ниски температури през стопанската 2011 – 2012 г. голяма част от образците синтетични хексаплоидни пшеници показват незадоволителна зимоустойчивост спрямо родителските компоненти и стандартите хлебна пшеница за студоустойчивост.

Слабата зимоустойчивост на изследваните образци СХП вероятно се дължи на генетичната диференциация, породена от привнесения от дивия вид *Aegilops tauschii* D-геном.

Силните поражения от измръзване и ниският процент на изтеглени растения определят, че слабата зимоустойчивост е в резултат на физиологията на растенията: бързото им развитие в ранния етап на вегетацията, както и отрицателен хетерозисен ефект по отношение студоустойчивостта и вероятните алелни различия и междуалелни взаимодействия в хибридните генерации.

С най-добра зимоустойчивост и висока полска кълняемост се отличава образец СХП 530-1-5-3, който се очертава като перспективен изходен селекционен материал за създаване на линии обикновена зимна пшеница.

ЛИТЕРАТУРА

Айала, Ф., Д. Кигер. 1987. Съвременна генетика. Зем-издат, София.

Дочев, В., Т. Петрова, А. Атанасов. 2009. Студоустойчивост на районирани сортове зимна обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.). Изследвания върху полските култури, т. V-1, 45-49

Спецов, П., И. Белчев, Д. Пламенов. 2008. Селекция на синтетични пшеници: Кръстосваемост и получаване на хибриди с участието на *Aegilops tauschii*. Годишник на ТУ – Варна, т. I, 71-76

Спецов, П., Д. Пламенов, И. Белчев. 2009. Селекция на синтетични пшеници: Анализ на амфидиплоидни растения получени с участието на *Aegilops tauschii*. Изследвания върху полските култури, т. V-2, 207-216

Стоянов, Х., П. Спецов, Д. Пламенов. 2010. Произход на обикновената зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.) и анализ на синтетични форми като източник на генетично разнообразие в селекцията. Научни трудове на Русенския университет, т. 49, серия 1.1, 55-60

Ценов, Н., П. Чамурлийски, Т. Петрова, Е. Пенчев. 2011. Селекция на студоустойчивост при обикновената зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.) в ДЗИ. Изследвания върху полските култури, т. VII-2 (под печат).

Ценов, Н., Т. Петрова, Е. Ценова. 2009. Селекция за повишаването на толерантността към абиотичен стрес при зимната обикновена пшеница. Изследвания върху полските култури, т. V-1, 59-69

Frederics, T. M., J. T. Christopher, A. K. Borrel. 2004. Investigation of post head-emergence frost resistance in several CIMMYT synthetic and Queensland wheats. ICSC2004. www.cropscience.org.au.

Limin, A. E., D. B. Fowler, M. Houde, L. P. Chauvin, F. Sarhan. 1995. Expression of the cold-induced wheat gene *Wcs120* and its homologs in related species and interspecific combinations. *Genome*, 38(5): 1023-1031

Limin, A. E., D. B. Fowler. 2006. Inheritance of Cold Hardiness in *Triticum aestivum* × Synthetic Hexaploid Wheat Crosses. *Plant Breeding*, 110(2): 103-108

Narasimhamoorthy B., B. S. Gill, A. K. Fritz, J. C. Nelson, G. L. Brown-Guedira. 2006. Advanced backcross QTL analysis of a hard winter wheat synthetic wheat population. *Theor. Appl. Genet.*, 112: 787-796

Warburton, M., P. Zhang, S. Dreisegacker, J. Lage, M. Van Ginkel, R. Trethowan. 2005. Identifying the source of new variation seen in synthetic backcross derived bread wheat. CYMMYT (accepted for publication)