

ORIGINAL PAPER

Перспективни селекционни линии твърда пшеница (*Triticum durum* Desf.) създадени в ДЗИ – генерал Тошево. I. Студоустойчивост и зимоустойчивост

Тодор Александров¹ • Татяна Петрова¹ • Емил Пенчев¹

¹Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево, 9521, Генерал Тошево, България

Автор за кореспонденция: Тодор Александров; E-mail: alexandrov_dai@abv.bg

Promising breeding lines of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) developed at DAI – General Toshevo. I. Cold and winter resistance

Todor Aleksandrov¹ • Tatyana Petrova¹ • Emil Penchev¹

¹Dobrudzha Agricultural Institute - General Toshevo, 9521, General Toshevo, Bulgaria

Corresponding Author: Todor Aleksandrov; E-mail: alexandrov_dai@abv.bg

Received: October 2018 / Accepted: November 2018 /

Published: June 2019 © Author(s)

Abstract

*Aleksandrov, T., Petrova, T. & Penchev, E. (2019). Promising breeding lines of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) developed at DAI – General Toshevo. I. Cold and winter resistance. Field Crops Studies, XII(2), 95-112.*

The biological properties of cold and winter resistance are becoming increasingly important under the conditions of the observed changes in the climate and in the nature of the winter season. Developing breeding materials, which are adequate to these conditions, is a goal of any breeding program. Consolidated durum wheat lines were obtained from crosses between different types of wheat from different origin, different type of development and potential with regard to the biological property cold resistance, through successive screening under low temperatures and systematic selection of the most cold-resistant recombinants. Having been tested for several years under different conditions, they demonstrated significantly

higher cold resistance combined with other valuable economic traits (plant height, productivity, resistance to lodging, 1000 kernel weight) in comparison to the national standard durum wheat cultivars Progress and Saturn 1. These results are comparable to the results obtained from some contemporary common winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) used in mass production.

Key words: Cold resistance, Durum wheat, Plant height, Yield.

*“Life is a combination of magic and pasta.”
Federico Fellini*

Въведение

Основни лимитиращи фактори за разпространението и отглеждането на твърдата пшеница у нас са зимоустойчивостта и студоустойчивостта. В условията на наблюдаваните климатични промени и изменение характера на зимния сезон, тези биологични свойства стават все по-значими. Повредите от студ могат да намалят добивите, или дори напълно да компрометират производството от тази култура. Получаването на селекционни материали, адекватни на новите условия, е цел на всяка селекционна програма. Устойчивостта на пшеничните растения към въздействието на ниските температури (студоустойчивост) и изобщо реакцията им спрямо различните и многообразни прояви на условията на зимния сезон (зимоустойчивост) са един от водещите фактори, определящи степента на реализация на продуктивния потенциал на зимната пшеница в повечето агроклиматични зони на нейното отглеждане, и особено в умереният климатичен пояс. По тази причина селекцията на високо студо- и зимоустойчиви сортове от културата, отговарящи на непрекъснато повишаващите се изисквания на съвременното селско стопанство и хранителната промишленост, е първостепенна задача. Успешното ѝ решаване зависи от правилната ѝ теоретична обосновка и ефективното ѝ практическо изпълнение, изразяващо се в получаването на конкретни генотипове (селекционни материали, и регистрирани сортове), притежаващи способността да преживяват успешно зимния сезон и да реализират висок добив.

В световен мащаб отглеждането на твърда пшеница може да се обобщи грубо до три основни системи на отглеждане, които се свеждат основно до: използването на сортове твърда пшеница с пролетен тип на развитие, засявани през есента, пролетни сортове засявани напролет и твърди пшеници със зимен тип на развитие, засявани изключително през есента. Под зимен тип на развитие следва да се разбира култура, растенията от която са адаптирани към условията на студ и мраз. Те се нуждаят от някои „сигнали“ на околната

среда за да преминат към репродуктивен стадий на развитие *m.e.* цъфтеж и опрашване и съответно формиране на продуктова част. Това е яровизацията - преминаване на период на „третиране със студ“ (Levitt, 1980). Пролетните типове пък от своя страна са по-слабо адаптирани към зимните условия и не се нуждаят от яровизация, за да преминат към фаза цъфтеж.

Третият тип е алтернативният – междинна форма, която може да бъде засявана както на есен така и през пролетта. Алтернативните типове преживяват ниските температури, но изискванията им за яровизация не са така стриктни и продължителни и преминават към репродуктивна фаза сравнително леко. За страните в умерения климатичен пояс (към които принадлежи и България) решението е използване на твърди пшеници със зимен тип на развитие и съответната им система на отглеждане. Ползата е повишаване на добивите от единица площ и стабилността им (Lafferty, 2010). Общо различията в размера на добива зимни/пролетни е над 20% (DESTATIS, 2014), а според Matuz and Beke (2002) пролетните форми могат достигнат едва 45-50% от продуктивността на зимните. Допълнително в резултат на удължената вегетативна фаза растенията със зимен тип на развитие са по-жизнени и по-конкурентни спрямо плевелите. Повишаването на студоустойчивостта, зимоустойчивостта и мразоустойчивостта едновременно в комбинация с високата продуктивност на зимните твърди пшеници е тенденция без алтернатива. Промяната в среднодневните температури през пролетта ще има драматичен ефект. Спонтанните екстремални промени в температурата по време на цъфтежа биха довели до повреди по класа (цветчетата) което ще резултира в загуби в добива и влошаване на качеството на зърното (Stone and Nicolas, 1994; Spiertz et al., 2006). На генотипно ниво студоустойчивостта е важна не само за преживяване на периода с тежки мразове, но и средство, предпазващо растителният организъм от опасността да премине към цъфтежната си фаза преди последните (късни или повратни студове) да се случат (Galiba et al., 2009). Адаптацията на твърдата пшеница към условията на зимен стрес в комбинация с продуктивност би била ценна придобивка. В Централна Европа началото на това направление в селекцията на твърдата пшеница започва през 60-те години (Walther, 1978), като селекционерите и изследователите започват проучвателна работа за откриването на налични генотипове с достатъчна зимоустойчивост в различните селекционни програми и генетични банки за потенциални такива. Това включва също и вноса на няколко селекционни линии от Украйна и Русия (ibid) Усилията в селекцията на зимната твърда пшеница през последните десетилетия и продължителният системен отбор в търсене на генотипове с желани свойства и признаци резултира в първите сортове зимна твърда пшеница, приети от

зърнопроизводителите и от преработвателната индустрия.

Основен метод на създаване на студо- и зимоустойчиви ценни селекционни материали от зимна твърда пшеница е прилагането на прекъсващо бекросиране на фона на вътревидова и междувидова хибридизация (Kirichenko, 1962; Kirichenko et al., 1980; Palamarchuk, 1989; Palamarchuk, 2004), съчетана с различни начини на оценяване на студо- и зимоустойчивостта. В Харков програмата по селекция на твърдата пшеница е насочена към получаването на високозимоустойчиви продуктивни селекционни материали за по-сурови условия на зимния сезон (Shulyindin, 1966; Shulyindin and Shevchenko, 1970). Начините на отбор са подобни на тези, прилагани и при селекцията на обикновената зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.) съгласно методиката, разработена и прилагана в един от селекционните центрове с традиционно „силна селекция“ на зимна твърда пшеница - СГИ- Одеса и описана от Palamarchuk (2016).

Цел на това изследване е да се проучат възможностите при твърдата пшеница, чрез методите на междусортовата и междувидова хибридизация и отбор на студоустойчиви растения в разпадащи поколения, да бъдат създадени линии с висока студоустойчивост, комбинирана с подходяща височина на растението и добра продуктивност.

Материали и методи

Почвено-климатични условия на локацията на провеждане на изследването.

Изследването е проведено в продължение на четири години – 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 в Добруджански земеделски институт – гр. Генерал Тошево.

Генотипове, използвани в настоящето проучване.

Изпитани са общо 30 броя линии от твърда пшеница. Двадесет и три от тях – (Таблица 1) *т.е. генотипове от I^{ва} група*, са получени в резултат на работата по изследователска задача Александров (2005) която има основната цел да проучи особеностите на наследяване на признака студоустойчивост в ранните хибридни поколения, а на второ място ефективен отбор на потомства от твърда пшеница (*Triticum durum* Desf.), с положително съчетание на признака (сложното биологично свойство) студоустойчивост с продуктивност на високо ниво. *Генотиповете от II^{ра} група* са константни материали (7 броя) от твърда пшеница, получени по възприетата в ДЗИ традиционна технология (Таблица 2).

Таблица 1. Генотипове твърда пшеница от **1^{ва} група**, получени в резултат на работа по изследователска задача.Table 1. Durum wheat genotypes from **1st group** obtained as a result from the research task

Генотип Genotype	Вид на кръстоската Type of cross	Кръстоска Cross
7/18-4*-9	A/B	Алый парус/Айсберг одесский
7/18-6A	A/B	Алый парус/Айсберг одесский
7/18-6*-6	A/B	Алый парус/Айсберг одесский
19/18-7*-1	A/B	Гергана/Айсберг одесский
19/18-7*-2	A/B	Гергана/Айсберг одесский
25/16-4*-15 A**-1	A/B	Aggridur/Айсберг одесский
25/16-4*-15 B	A/B	Aggridur/Айсберг одесский
37/18-2*-24	A/B	Yavaros 79/Айсберг одесский
37/18-4*-8	A/B	Yavaros 79/Айсберг одесский
44/18-4*-4	BC ₁ P ₂	Загорка/2* Айсберг одесский
44/18-4*-14	BC ₁ P ₂	Загорка/2* Айсберг одесский
48/18-4*-4a	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-8*-8	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-8*-8-S ₂₁	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-8*-10	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-8*-10-S ₂₁	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-9*-19	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-10C-b	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
48/18-10C-c	BC ₁ P ₂	Гергана/2*Айсберг одесский
58/18-7	BC ₁ P ₂	Exodur/2*Алый парус
62/18-1 B	BC ₁ P ₂	Yavaros 79/2*Алый парус
62/18-1*-4 a	BC ₁ P ₂	Yavaros 79/2*Алый парус
62/18-2*-6	BC ₁ P ₂	Yavaros 79/2*Алый парус

Родителски сортове, от които са получени хибридни материали:

- **Айсберг одесский** – сорт със зимен тип на развитие, **var. leucurum (Alef.) Koern.**,
- **Алый парус** – сорт със зимен тип на развитие, **var. hordeiforme Host.** Студоустойчив сорт твърда пшеница,
- **Загорка** – сорт от твърдата пшеница със зимен тип на развитие, **var. valenciae Koern.** Селекциониран в ИПК – Чирпан (тогава ИПТП),
- **Гергана** – сорт твърда пшеница със зимен тип на развитие, **var. hordeiforme Host.** Оригиниран в ИПТП- Чирпан,
- **Aggridur** – сорт твърда пшеница с пролетен тип на развитие,

средиземноморски тип твърда пшеница **var. leucurum (Alef.) Koern.**,

- **Exodur** – сорт с пролетен тип на развитие, **var. leucurum (Alef.) Koern.** принадлежи към същия екотип като сорт **Agridur**,

- **Yavaros 79** – сорт с типично пролетен тип на развитие. От този сорт в условията на Североизточна България при есенна сеитба през някои години презимуват само отделни растения. Принадлежи към **var. leucurum (Alef.) Koern.**

Всички посочени по-горе родителски сортове принадлежат към вида **Triticum durum Desf. subsp. durum m. e.** те са типични твърди пшеници.

Произход на родителските сортове:

Сорт Айсберг одесский: отбран е в селекционната линия **Гордеиформе 418/77** и райониран през 1990 г., получена от кръстоската:

Харьковская 1/Одеская юбилейная//Oviachik 65/Новомичуринка (Palamarchuk et al., 1990).

Сорт Алый парус: получен е от кръстосването на две селекционни линии твърда пшеница със зимен тип на развитие:

Гордеиформе 580/79/Гордеиформе 418/77 (Chayka et al., 1994).

И двата сорта - **Айсберг одесский** и **Алый парус**, райониран през 1993 г., са оригинирани в **СГИ** – Одеса, Украйна, а чрез линия **Гордеиформе 418/77** имат „кръв“ от сорт **Oviachik 65**.

Сорт Загорка е получен от кръстосването на прочутият сорт обикновена зимна пшеница **Безостая 1** и сорта твърда пшеница № **1131**, който е отбор от популация на местна твърда пшеница **var. valenciae Koern.** След разгръщане на кръстоската и отбор е получена перспективната селекционна линия № **2726** от **var. valenciae Koern.** (Zhelev – лично съобщение, 1993). Независимо от обстоятелството, че в родословието на сорт **Загорка** присъства сорт **Безостая 1**, студоустойчивостта и зимоустойчивостта ѝ не са високи, но удовлетворителни за тогавашното ниво на селекцията на твърдата пшеница у нас.

Сорт Гергана е получен по сложна схема – включваща едновременно прилагане на хибридизация и индуциран експериментален мутагенез от кръстоската – сорт №**788/линия М 5574/109** първият родител е регистрираният сорт № **788** е индивидуален отбор в местна популация твърда пшеница, традиционно отглеждана в района на с. Питово Hristov (1961), като изходната линия от **var. hordeiforme (Host.) Koern.** е отбрана и излъчена като перспективна и изпитана още през 1945 г. (Mitov, 1963). Другият родителски компонент мутантната линия **М 5574/109**, е получена от облъчването с γ-лъчи в доза **15 krad (150 Gy)** на италианският пролетен сорт твърда пшеница **Tito** (също със сложен хибридно-мутантен произход, получен от сорта

Castelporziano, Scarascia-Mugnozza (1968). След получаването на кръстоската №788/ М 5574/109, семена поколение F_1 са облъчени с γ -лъчи в доза **10 krad (100 Gy)** през 1974 г. Отборът е проведен в поколение M_3 / F_4 и е излъчена перспективната селекционна линия № 67 (Sh. Yanev – лично съобщение, 1993). През 1978/1981 г. преминава изпитване в КСО, а през 1982 г. е внесена за изпитване в ДСК (днес ИАСАС). Сорът е райониран през 1984 г. (Dekov et al. (1992).

Сравнена със сорт Загорка сорт Гергана има малко по-високи възможности по отношение на изявата си по биологичното свойство студоустойчивост, но въз основа на няколко годишни системни проучвания и двата сорта попадат в една и съща паратипична група според тази си способност според определението на Plohinskyi (1990).

Сорт Agridur е селектиран в изследователският отдел на фирма **GAE Semences**, Франция и райониран през 1992 г. Получен е от кръстоската: **Edmore//Cynet/Chandur**.

Сорт Exodur - подобно на сорт **Agridur** и той е създаден от **GAE Semences**, Франция през 1988 г. от кръстоската:

Edmore//Rugby/Capdur

Сортовете **Agridur** и **Exodur** имат в родословието си основно пролетни твърди пшеници, като чуждовидов генетичен материал има включен и друг вид – културен двузърнест лимец (*Triticum dicoccum Schuebl.*) а именно сорт „Ярославская яровая полба“ описан още през 1875 г. Linnik (1957). И двата сорта са описани от оригинатора като сортове твърда пшеница с алтернативен тип на развитие, но в условията на Североизточна България (Добруджа) имат поведение на типични пролетни пшеници, установено след няколкократно пролетни сеитби към края на м. март (25-26^{ти}) при които и двата генотипа изкласяват и се озърняват нормално.

Сорт Yavaros 79 е райониран през 1979 г., оригиниран от международния институт CIMMYT Мексико и получен от кръстоската (Brajcich et al., 1986):

Yori “S”/Aninga “S”//Flamingo “S”

Сорт **Yavaros 79** е с типично пролетен тип на развитие и много ниски студоустойчивост и зимоустойчивост. Растението средно е ниско с добра устойчивост на полягане (Brajcich et al., 1986). В условията на Североизточна България при есенна сеитба през някои години от него презимуват само отделни растения. Типичен представител на мексиканският екотип пшеници.

Разпределение на родителските сортове в зависимост от тяхната студоустойчивост.

Родителските сортове (7 на брой, за генотиповете от I^{ва} група) се разпределят в зависимост от своята студоустойчивост и зимоустойчивост проучвани в рамките на няколко години в условията на ДЗИ – Генерал Тошево в 4 паратипични групи Plohynskiy (1990) както следва:

а/ група сортове твърда пшеница с високи студо- и зимоустойчивост: **Айсберг одесский** и **Алый парус**,

б/ група сортове твърда пшеница със средни студо- и зимоустойчивост: **Загорка** и **Гергана**,

в/ сортове със слаби студо- и зимоустойчивост: **Agridur** и **Exodur**,

г/ родител с много слаби студо- и зимоустойчивост: **Yavaros 79**.

Включването на пшеници с пролетен тип на развитие в селекционните програми за получаване на зимни пшеници е прилагано с успех при обикновената пшеница чрез прилагането на специални схеми на кръстосване: (**W x S**) където **W**- е пшеница със зимен тип на развитие, а **S** – родител с пролетен тип на развитие. Litvinenko (1995) препоръчва като майчин компонент да се използва зимна пшеница, което повишава честотата на рекомбинантите със зимен тип на развитие и висока студоустойчивост, а също и бекросиране със студоустойчивия зимен родител по схемата: (**W x S**) x **W**. Така се повишава броят на студо- и зимоустойчивите сегреганти, но се понижава броят на сегрегантите, морфологично подобни на пролетния родител. Още по-добри резултати за получаване на материали със зимен тип на развитие и висока студоустойчивост при прекъснато бекросиране има, когато се отберат подходящи (перспективни) линии от поколения **F₅ - F₇**, които се кръстосват със зимен студоустойчив родител Litvinenko (ibidem). Подобно „отлагане“ на бекросирането във времето може да бъде обяснено с това, че влиянието на майчиният родител върху студо- и зимоустойчивостта се наблюдава рядко и трае до поколения **F₂ – F₃** а в следващите положителният ефект се „нивелира“ (Surkova, 1982, при обикновената пшеница). За подобна особеност при наследяване на студоустойчивостта при твърдата пшеница посочват и Shegebaev et al. (1994). В изследване наследяването на студоустойчивостта в диалелни кръстоски с твърда пшеница положителен ефект от майчиния родител не е установен (Aleksandrov, 2005).

Получаване на генотиповете от I^{ва} група.

За получаването на тези генотипове (табл. 1) са използвани хибридни растения от поколения: **F₂ ; F₂/BC₁ P₁ и F₂/BC₁ P₂** във фаза спорофит от развитието на растението по следният начин – оцелели растения от хибридните комбинации, показали най-висока преживяемост след замразяване в камери,

след прилагане на най-голямата степен на стреса, са взимани и доотглеждани в оранжерия *т. е.* прилаган е скрининг метод. Семената на такива растения са прибирани и засявани през есента в опитното поле на ДЗИ – Генерал Тошево в *т. нар.* Ръчна сеитба, през периода 1999-2005 г. с ръчна машинка за точна сеитба в обем 2 реда на разстояние между редовете 20,0 **cm** и вътре в реда 5,0 **cm**, при дължина на реда 1,0 **m**. и 20,0 **cm** интервал между вариантите (потомствата). Успоредно с установяването на студоустойчивостта е определяна и полската зимоустойчивост в реални условия чрез **FSI** (англ. **Field Survival Index** - индекс на полската преживяемост, изчислявана като процент на нормално презимувалите от всички поникнали растения, след трайното възстановяване на вегетацията. Всяко потомство на съответната хибридна комбинация се изпитва едновременно на студоустойчивост в камери, посредством пряко замразяване (селекцията на студоустойчивост при естествени полски условия е истинско предизвикателство за селекционерите, тъй като зимите с критично ниски за културата температури не са регулярно явление) и на зимоустойчивост на полето, при условията на конкретната година. Критерий за отбирането на конкретно потомство са високите и положителни резултати и по двете биологични свойства (студоустойчивост и зимоустойчивост). Едновременно с това е контролирана и озърнеността на растенията - визуално през време на вегетацията – следено е дали се проявява стерилност, дори и частична по класовете на растенията, което би било последица от въздействието на ниските температури (нелетална, но иначе съществен недостатък). Декласирани са и потомства, показали склонност към полягане. Процесът продължава до поколение F_7 , $F_6/BC_1 P_1$ и съответно $F_6/BC_1 P_2$.

От Таблици 1 и 2 се вижда, че консолидираните линии са основно продукт на двукомпонентни кръстоски тип **A/B** или от първи бекрос и в само един случай резултат от по-сложна кръстоска и комбиниране средствата на рекомбинантната и мутационната селекция. По време на отбора акцентът е бил поставен основно върху получаването на селекционни материали с високи студо- и зимоустойчивост, съчетани с ниско и устойчиво на полягане стъбло, а също и нормално озърняване. През последната година (2004-2005) селекционните материали са вече хомогенизирани на високо ниво. Изравняването е постигнато сравнително лесно, защото показателите, по които е провеждан отборът, са малко на брой и се контролират лесно, *т. е.* провеждан е типичен индивидуален апостериорен отбор (в случаите, когато сигурно е установена положителната от селекционна гледна точка изява по съответния признак). След окончателен отбор потомствата са мултиплицирани за получаване на достатъчно количество посевен материал.

Получаване на генотиповете от II^{ра} група.

Материалите, изпитвани в настоящето изследване и условно наречени генотипове от II^{ра} група, са представени в Таблица 2.

Таблица 2. Изпитвани материали от твърда пшеница получени по възприетата в ДЗИ селекционна технология или генотипове от II^{ра} група.

Table 2. Tested materials of durum wheat developed through the breeding technology used at DAI or genotypes from 2nd group

Сорт Cultivar	селекционен номер Breeding number	Кръстоска Cross
Пандора	205-25-2	Aix/Новинка 3
Естида	1033-5/2000	OT 1819/83-75/Omrabi 5
Твърдица	427-8	1429-7-6/Айсберг одесский
Северина	551-15	Vitron/Айсберг одесский
//	F ₁ M 3896/400 Gy-10	Auradur/Hordeiforme 922/93// Martondur
//	1139-2/01	Айсберг одесский/1680-8-1//Цеверна
//	1668-1/01	1162-5/Парус/3/ DF 1974 /Одесская 51// Ardente

Кратки сведения за генотиповете от II^{ра} група.

Сорт **Пандора** твърда пшеница с повишена студоустойчивост и добра продуктивност вариетет – *hordeiforme* (Host.) Koern., получена по метода на междувидовата хибридизация от кръстосването на твърда и тургидна пшеница - **Aix/Новинка 3**. Изпитвана в ИАСАС и показала изключително високи резултати за качество на зърното. Растението е ниско: 75,0-85,0 cm, сравнително устойчиво на полягане, средно ранозрял сорт.

Сорт **Естида** – твърда пшеница вариетет – *leucurum* (Alef.) Koern., получена по пътя на междувидовата хибридизация между твърда и обикновена пшеници. Сорът е с повишена студоустойчивост и добра продуктивност. Растението е високо 90,0-100,0 cm) и с устойчиво на полягане стъбло. Признат за оригинална зародишна плазма със заповед на МЗП № РД 12-42/14,04,2008 г.

Сорт **Твърдица** - твърда пшеница с повишени студоустойчивост и продуктивност, вариетет – *leucurum* (Alef.) Koern., получен по пътя на междусортовата хибридизация от кръстоската: **1429-7-6/Айсберг одесский**.

Сорт **Северина** – твърда пшеница, с повишени студоустойчивост и продуктивност, вариетет – *leucurum* (Alef.) Koern. Растенията са ниски, варират между 75,0-85,0 cm, притежават добра устойчивост на полягане. Райониран през 2009 год. със сертификат на патентно ведомство № 10821 от 31.03.2009 г.

F₁ M 3896/400 Gy-10 – селекционна линия от твърдата пшеница с алтернативен тип на развитие, **var. erythromelan Koern.**, получена по комбиниран метод на съчетаване на рекомбинантната и мутационната изменчивост *m.e.* семена от трикомпонентната кръстоска поколение F₁ са облъчени с γ-лъчи в доза 400 Gy от източник Cs₁₃₇ и съответен последващ отбор.

Генотиповете - **1139-2/01** и **1668-1/01** са селекционни линии от твърдата пшеница със зимен тип на развитие, получени от междусортова хибридизация.

Хибридизацията е извършена по метода “twirl”.

Родителски компоненти на селекционните материали от II^{ра} група и кратки сведения за тях.

Aix – сорт от *Triticum durum* Desf. с пролетен тип на развитие, оригиниран в международният институт CIMMYT – Мексико през 1984 год. (Brajcich et al., 1986),

сорт **Новинка 3** от вида *Triticum turgidum* Schuebl. от Русия със зимен тип на развитие.

Линия **OT 1819/83-75** селекционна линия от обикновената пшеница *Triticum aestivum* L. със зимен тип на развитие, получен и в последствие любезно предоставен от професор д-р Иван Панайотов, известен наш селекционер по обикновената пшеница.

Сорт **Omrabi 5** от вида твърда пшеница *Triticum durum* Desf. с пролетен тип на развитие и ниска студоустойчивост.

Линия **1429-7-6** получена чрез професор д-р Коста Гоцов – селекционна линия от твърда пшеница *Triticum durum* Desf. с произход от Франция, с много слаба студоустойчивост и пролетен тип на развитие.

Сорт **Vitron** от вида *Triticum durum* Desf. от Испания, с пролетен тип на развитие,

Сорт **Auradur** е твърда пшеница със зимен тип на развитие, но ниска студоустойчивост, оригиниран от **Saatzucht Donau** (Австрия).

селекционната линия **Hordeiforme 922/93** е със зимен тип на развитие оригинирана в Украйна (СГИ - Одеса),

сорт **Ardente** (от INRA Франция) принадлежащ към вида *Triticum durum* Desf.,

сорт **Martondur** от вида *Triticum durum* Desf., оригиниран в Унгария.,

сорт **Цеверна** – сорт твърда пшеница от Република Македония с много ниска студоустойчивост.

От двете таблици (1. и 2.) и поясненията към тях се вижда, че някои от образците твърда пшеница, използвани за получаването на константните селекционни материали, са с пролетен тип на развитие.

В изпитването са включени и сортовете твърда пшеница **Нептун 2** и

широко известните и използвани в земеделската практика **Белослава** и **Възход**; и зимни обикновени пшеници - **Пряспа**, **Енола**, **Аглика**, **Болярка**, **Деметра**, **Албена** и **Садово 1**.

Студоустойчивостта е оценена по полско-лабораторен метод, описан от Tsenov and Petrova (1984). Подбирани са температури, съответстващи на нивото на студоустойчивост на растенията към момента на замразяване. За сравнение са използвани еталоните по студоустойчивост за твърда пшеница: **Алый парус**, **Парус**, **Сатурн 1**, **Прогрес** и **Exodur** (Petrova and Aleksandrov, 2002); и тези за обикновена пшеница: **Безостая 1**, **№ 301**, **Русалка** и **San Pastore** (Tsenov and Petrova, 1984). Опитите са изведени в две повторения. Студоустойчивостта е изразена като процент оцелели след замразяването растения.

Моделът на приложения дисперсионен анализ има вида :

$$Y_{ijk} = Y_{..} + G_i + Y_j + (GY)_{ij} + E_{ijk}$$

където G_i е фактора генотип, Y_j - метеорологични условия, $(GY)_{ij}$ - взаимодействието генотип x метеорологични условия и E_{ijk} - грешката на опита.

За обработка на данните са използвани програмите Microsoft Excel^{XP} и SPSS 19.0. Преди осъществяването на дисперсионния анализ за студоустойчивостта, на данните, изразени като процент на оцелелите растения, е извършено ъглово преобразуване (преобразуване чрез arcsin). След това резултатите са трансформирани отново в проценти, за да бъдат представени в таблицата.

Резултати и обсъждане

Резултатите от двуфакторния дисперсионен анализ показват високо достоверни различия по студоустойчивостта между оценяваните генотипове. Установява се и взаимодействие “генотип x вариант на изпитване”, което вероятно е резултат от специфичната реакция на изследваните генотипове към комбинацията от метеорологични условия по време на закаляването, и към температурата на замразяване.

Сортовете **Белослава**, **Възход** и **Прогрес**, които са утвърдени в практиката благодарение на своите продуктивност и качество на зърното, имат обичайната за отглежданите досега у нас сортове твърда пшеница студоустойчивост (Таблица 4). Всички новосъздадени линии в това изследване, с изключение само на две (**Пандора** и **F₁ М3896/400 Gy-10**), ги превишават достоверно. При оценяването на селекционни материали от твърда пшеница сме възприели да използваме стандартна скала по студоустойчивост. Най-устойчивият стандарт **Алый парус** е създаден в СГИ – Одеса и изявата му по този признак отговаря на високия праг, който поставят суровите климатични условия в този регион на Украйна. Шестнадесет от изпитаните линии имат устойчивост, равна или

по-висока от тази на **Алый парус**.

Таблица 3. Двухфакторен дисперсионен анализ на студоустойчивостта.

Table 3. Two-factor dispersion analysis of cold resistance

Източник Source	df	MS	F	F crit
Генотип Genotype	48	4218,5	41,42***	1,40
Изпитване Testing	5	22872,1	224,58***	2,24
Взаимодействие Interaction	240	300,6	2,95***	1,22
Error	358	102,5		

Таблица 4. Студоустойчивост на изследваните линии, сортове и стандарти (% оцелели растения).

Table 4. Cold resistance of the studied lines, cultivars and standards (% of surviving plants)

Линия, сорт Line, cultivar	2004/05	2005/06		2006/07	2007/08		Средно Mean
	-16 °C	-13 °C	-16 °C	-17 °C	-19 °C	-22 °C	
7/18-4*-9	78	92	40	86	100	83	84
7/18-6A	31	76	24	51	93	84	62
7/18-6*-6	26	72	30	76	95	43	59
19/18-7*-1	14	76	11	83	89	67	57
19/18-7*-2	13	37	3	52	65	9	26
25/16-4*-15A**-1	36	73	46	87	88	54	65
25/16-4*-15B	41	77	47	88	90	60	69
37/18-2*-24	17	52	41	68	91	42	52
37/18-4*-8	76	67	7	69	91	91	68
44/18-4*-4	31	70	4	77	90	69	56
44/18-4*-14	8	39	2	49	83	35	33
48/18-4*-4a	24	87	28	78	91	17	56
48/18-8*-8	43	67	19	94	91	69	66
48/18-8*-8-S21	52	68	2	54	96	68	56
48/18-8*-10	33	78	8	73	82	62	56
48/18-8*-10-S21	38	72	25	55	87	75	60
48/18-9*-19	7	60	40	68	81	50	50
48/18-10C-b	19	57	0	64	69	17	33
48/18-10C-c	15	46	0	40	74	56	34
58/18-7	0	19	3	59	72	24	23
62/18-1B	0	39	0	95	34	3	20
62/18-1*-4a	2	90	11	84	38	5	35

Таблица 4. Продължение
Table 4. Continued

62/18-2*-6	5	53	24	67	79	26	40
205-25-2 (Пандора)	0	7	0	0	0	0	0
427-8 (Твърдица)	10	6	0	7	26	3	7
551-15 (Северина)	5	34	0	5	96	64	28
F ₁ М3896/400 Gu-10	2	0	0	0	30	1	2
1033-5/2000 (Естида)	0	18	0	0	41	14	6
1139-2/01	0	31	0	2	59	17	11
1668-1/01	0	46	0	0	36	6	7
Нептун 2	0	0	0	0	9	0	0
Белослава	0	0	0	0	5	3	0
Възход	0	0	0	0	5	0	0
Пряспа (T. aest)	0	17	2	5	70	3	10
Енола (T. aest)	32	76	2	69	87	53	51
Аглика (T. aest)	50	84	61	80	93	36	69
Болярка (T. aest)	34	66	2	78	100	58	58
Деметра (T. aest)	50	70	0	13	85	5	31
Албена (T. aest)	65	91	18	75	96	19	63
Садово 1 (T. aest)	50	99	13	11	83	13	46
Сортове-еталони Model cultivars							
Ал. Парус	64	56	0	29	77	41	40
Парус	5	33	0	10	70	20	18
Сатурн 1	0	2	0	0	8	0	1
Прогрес	0	0	0	0	16	0	0
Еходур	0	0	0	0	0	0	0
Безостая 1 (T. aest)	65	94	36	91	99	73	80
№ 301 (T. aest)	9	79	0	28	86	33	35
Русалка (T. aest)	0	41	0	11	82	12	17
Сан Пасторе (T. aest)	0	28	0	0	68	1	7
Средно Mean	14	47	5	37	69	27	
LSD 5%	4	11	9	9	16	22	2
LSD 1%	8	19	16	15	27	36	3
LSD 0.1%	13	31	27	25	42	56	6

За да могат новите линии и сортове да отговарят на по-високите изисквания към тяхната студоустойчивост, са повишени критериите при оценяването и отбора по този признак. При замразяването в камерите се достига до ниски температури и еталони на сравнение, характерни за обикновената пшеница. Прието е да се смята, че старият сорт обикновена пшеница **№ 301** има студоустойчивост, адаптирана и достатъчна за условията на нашата страна, подsigуряваща презимуването на растенията в типичните за този регион условия. Данните показват, че 23 от линиите твърда пшеница могат да бъдат причислени към категорията на този стандарт.

За сравнение и съпоставяне са изпитани и някои разпространени и масово използвани в практиката сортове зимна обикновена пшеница. Студоустойчивите линии твърда пшеница превишават сорт **Пряспа** и се доближават до **Садово 1** и **Енола**.

Изводи

1. В резултат на отбор по студоустойчивост в разпадащи хибридни популации са създадени перспективни линии с висока студоустойчивост, подsigуряваща нормалното им презимуване, те могат да бъдат използвани в хибридизация като източници на този признак.

2. При селекция на студо- и зимоустойчивост при правилен подбор на родителските компоненти и схема на кръстосване, с прилагането на скрининг метод в хибридизация могат да бъдат включени и генотипове с пролетен тип на развитие и ниски студоустойчивост и зимоустойчивост, ако те представляват селекционен интерес с други свои качества и свойства.

Литература

References

- Alexandrov T. (2005), Investigation and analysis of the inheritance of cold resistance in some durum wheat hybrids (*Triticum durum* Desf.). Ph D Thesis, Sofia, Bulgaria. (Bg)
- Brajcich, P., Pfeiffer, N. & Autrique, E. (1986). Durum Wheat. Names, Parentage; Pedigrees and Origines. Mexico, DF, CIMMYT, pp. 102.
- Chaika, V.G., Nazarenko, T.Ya. & Bilous, G.O. (1994). Catalog of varieties of cereals and leguminous crops of breeding SG (Methodological recommendations for agronomists), Ukrainska Akademiya Agrarnih navuk, Seleksiino-genetichnii institu, pp 68. (Uk).
- Dekov, D, Zhelev Zh., Yanev Sh., Lalev, Ts. and Dechev, D.(1992). Growing strong and durum wheat. Zemizdat. S. 95. (Bg)
- DESTATIS. (2014). Land- und Forstwirtschaft. In: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. Statistisches Bundesamt Wiesbaden.

- Galiba, G., Vaguujfalvi, A., Li, C. & Dubkovsky J. (2009). Regulatory genes involved in the determination of frost tolerance in temperate cereals. *Plant Science* 176 (1):12-19.
- Hristov, Y. (1961). Technological and chemical qualities of Bulgarian varieties of soft and durum wheat. *Selektsiya i semenovodstvo*, (4), 69-71. (Ru)
- Khan, A.A., Alam, M.A., Alam, M.K., Alam, M.J. & Sarker, Z.I. (2013). Genotypic and phenotypic correlation and path analysis in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 38(2), 219-225.
- Kirichenko, F. G. (1962). Methods of creating winter-hardy high-yielding and high-quality varieties of winter soft and winter durum wheat. M. Selygogiz, p. 5-23.
- Kirichenko, F.G., Pilynev, V.M. & Palamarchuk, A.I. (1980). Brief results of winter durum wheat breeding for the steppe of the Ukrainian SSR. In: *Selektsiya pshenitsi na Yuge Ukraini: Sb. nauchnih tr.* Odessa: VSGI, p. 40-52. (Ru)
- Lafferty, J. (2010). Durum wheat-between yield and quality? In: *Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e. V. (ed) Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute.*
- Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses: Chilling, freezing, and high temperature stresses. Academic Press, Orlando.
- Lifenko, S.P., Erinyak, M.I & Nakonechniy, M.Y. (2016). Methods and results of selection of high-intensity winter wheat varieties in southern Ukraine. In: *Zbirnik naukovih prats. SGI, Odessa, ed. Sokolov, V. M. (67): pp 23-34.* (Uk)
- Linnik, E.F. (1957). Wheat Breeding Practices in Canada. *Selektsiya i semenovodstvo*, (3), 65-67. (Ru)
- Litvinenko, N.A. (1995). Utilization of CIMMYT Spring Wheat Germplasm in Winter Wheat Breeding Programs of Southern Ukraine. In *Wheat Program Special Report WPSR № 37, Heat Breeding: Objectives, Methodology and Progress. Proceedings of the Ukraine.* In: *CIMMYT Workshop.* Eds: A. I. Morgounov, V. A. Vlasenko, A. Macnab and H. -J. Braun, June 12-14, pp. 17-24.
- Litvinenko, M. A. (2016). The main milestones of the 100-year soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding period in the breeding and seeding departments of the SGI-NCSS (review). In: *Zbornik naukovih prats. SGI, Odessa, ed. Sokolov, V. M. (67): 9-23.* (Uk)
- Litvinenko, M. A. (2016). Creation of soft wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) adapted to climate change in the South of Ukraine. In: *Zbirnik naukovih prats. SGI, Odessa, ed. Sokolov, V. M. (67): pp 24-54.* (Uk)
- Matuz, J. & Beke, B. (2002). Breeding of Durum Wheat (*T. durum* Desf.) in Szeged, Hungary. *Hungarian Agricultural Research*, (2), 4-6.
- Mitov, L. (1963). Breeding of durum wheat in Bulgaria. *Izvestiya na Instituta po pamuka i tvardata pshenitsa v Chirpan*, t. III, Izd. Na BAN, S., pp 153.
- Naseri, R., Soleymanifard, A., Khoshkhabar, H., Mirzaei, A & Nazaralizadeh,

- K., (2012). Effect of plant density on grain yield components and associated traits of three durum wheat cultivars in Western Iran, *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(2), 79-85.
- Palamarchuk, A.I. (1989). Selection of winter durum wheat varieties with high adaptive potential. In: Puti i metodi povisheniya stabilnosti urozhaya v stepi USSR. In: Sb. nauch. trud. Odessa: VSGI p.43-53.(Ru).
- Palamarchuk, A.I. (2004). Condition and prospects of selection of varieties of durum winter wheat to increase adaptive potential for agroclimatic conditions of the steppe of Ukraine. In: Zb. Naukovih prats SGI vip. 5 (45). Odesa, p. 35-56. (Uk).
- Palamarchuk, A.I., Litvinenko, N.A., Biletskiy, A.I. & Nebelchug, S.F. (1990). High-yielding, short-stemmed variety of winter durum wheat Iceberg odesskiy and features of its agricultural technology (Guidelines), Odessa, pp 24 (Ru).
- Palamarchuk, A.I. (2016). Methods and results of winter wheat selection in STI – NCS. In: Zbirnik naukovih prats. SGI, Odesa SGI – NCNS, ed. Sokolov, V.M. (67):54-67.
- Petrova, T. and Alexandrov, T. (2002). Proposal for the Cold Resistance Scale for Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). Jubilee Scientific Session “120 Years of Agricultural Science in Sadovo” 21-22 may, 2002- Plovdiv, Nauchni dokladi t. II: 123-126.
- Plohinskiy, N. A. (1990). Biometry. Izdatelstvo LGU, L. pp 367.
- Rachinski, T. (1981). Breeding and Increasing Productivity of Bulgarian Wheat Varieties, In: The Role of Variety and Production Technology for Increasing Yields and Reducing Costs in Wheat Production. S., p 8-20.
- Scarascia-Mugnozza, G.-T. (1968). “Notiziario del Comitato Nazionale Energia Nucleare, aprile 1968, estratto dal № 4, pt. 3-8.
- Shegebav, O.Sh., Abdulaev, K.K. & Atakulov, B.Zh. (1994). Selection for winter hardiness of winter durum wheat in Kazakhstan. In: Tezele konferentiei jubiliare cosacrate celor 50 ani de activate a ICCC. Institutul de Cersetari pentru Culturile de Cimp asp. “Selectia”, Balti, p 13-14. (Ru)
- Shulindin, A. F. (1966). Selection and seed production of winter durum wheat. Seleksiya I semenovodstvo, № 1, pp 23-30. (Ru)
- Shulindin, A. F. and Shevchenko, N. S. (1970). Durum winter wheat under irrigation in the south of Ukraine. In: Vestn. S. h. nauki. № 12. P 22-30 (Ru)
- Stankova, P. & Stankov, I. (2000). Impact of soil drought on productivity in some durum wheat varieties. Plant science, 37: 195-201.
- Stone, P. J. & Nicolas, M. E. (1994). Wheat cultivars vary widely in their responses of grain yield and quality to short periods of post-anthesis heat stress. *Functional Plant Biology*, 21(6), 887-900.
- Spiertz, J.H., Hamer, R.J., Xu H., Primo-Martin, C., Don, C. & van der Putten, P.E.

-
- (2006). Heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.): Effects on grain growth and quality traits. *European Journal of Agronomy*, 25(2), 89-95.
- Surkova, L.I. (1982). The use of diallelic crosses to evaluate the donor properties of winter wheat frost resistance. In: Trudi po pikladnoi botanike, genetike i selektsii, 73(3), 25-30. (Ru)
- Tsenov, A. and Petrova D. (1984). Methods for evaluation of selection materials from winter cereals and legumes for stress effects. *Plant science*, 21, № 6, 77-86.
- Tsenov, A., Chamurliiski, P., Petrova, T. & Penchev, E. (2012). Cold resistance breeding for winter common wheat (*Triticum aestivum* L.) at the Dobrudzha Agricultural Institute. *Field Crops Studies*, III – 1, 53-64
- Walther, F. (1978). Breeding problems in winter durum wheat, *Triticum durum* Desf. *Zeitschrift für Pflanzzüchtung*, 80, 11-23.
- Zarei, L., Cheghamirza, K. & Farshadfar, E. (2013). Evaluation of grain yield and some agronomic characters in durum wheat (*Triticum turgidum* L.) under rainfed conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 7(5), 609-617.