

ВЛИЯНИЕ НА ПШЕНИЧНИЯ ГЕНОМ ВЪРХУ ХИБРИДИ С
УЧАСТИЕТО НА *AEGILOPS CYLINDRICA* HOST

Христо Стоянов¹, Магдалена Колева², Драгомир Пламенов¹, Пенко Спецов²

1 - Технически университет - Варна

2 - Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

Резюме

Стоянов Х., М. Колева, Д. Пламенов, П. Спецов, 2012. Влияние на пшеничния геном върху хибриди с участието на *Aegilops cylindrica* Host. FCS 8(1):41-52

За изследване влиянието на пшеничния геном са получени хибриди с един образец (АС) на *Aegilops cylindrica* ($2n=4x=28$, CCDD) при използване на три сорта хлебна пшеница (*Triticum aestivum*, $2n=6x=42$, AABBDD), един сорт твърда пшеница (*Triticum turgidum* ssp. *durum*, $2n=4x=28$, AABB) и две линии *Triticum turgidum* ssp. *dicoccon* ($2n=4x=28$, AABB). Получени са общо 87 хибридни семена (24% кръстосваемост) от които само 21 броя покълнват (24% кълняемост). С високи стойности на кръстосваемост се отличават 6х пшениците и сорт “Загорка”, но кълнят само семената с участието на “Горица” и “Яница”. От общо 19 получени хибридни растения, 13 са третирани с колхицинов разтвор. Завръзът на класовете след самоопрашване и беккросиране с прашец от хексаплоидни пшеници показва различия по отношение на мъжката и женската стерилност на хибридите в зависимост от използвания сорт и вид пшеница. Нормалните хибриди (не третирани с колхицин) са 100% мъжко- и женско стерилни, за разлика от колхицинираните растения. С най-висока стерилност са хибридите колхицинирани растения на “Яница” (100% мъжка и 99.3% женска стерилност), след това тези на “Горица” (99.8% и 98.3%, съответно), и на тетраплоидната линия № 91683 (99.5% и 95.0%). Хибридите на хлебната пшеница сорт “Горица” изкласяват средно с два дни по рано от тези с участието на сорт “Яница” и образец № 91683. Разлики се наблюдават и в изражението на връхните осили, главно между класовете на двете групи растения (6х пшеница х АС и 4х пшеница х АС), както и в оцветяването на получените семена (6х пшеница х АС – нормално оцветени, 4х пшеница х АС – с виолетов цвят). Въпреки тези различия хибридите растения притежават висока устойчивост към брашнеста мана и може да се изследват като източници на гени за селекцията на хлебната пшеница.

Ключови думи: Хексаплоидни пшеници – Тетраплоидни пшеници – *Aegilops cylindrica* – Кръстосваемост – Хибридни растения – Стерилност

Abstract

Stoyanov H., M. Koleva, D. Plamenov, P. Spetsov, 2012. Influence of wheat genome in hybrids with participation of *Aegilops cylindrica* Host. FCS 8(1):41-52

To observe wheat genome influence, hybrids with *Aegilops cylindrica* ($2n=4x=28$, CCDD) accession AC are obtained with three winter wheat cultivars (*Triticum aestivum*,

2n=6x=42, AABBDD), one durum wheat cultivar (*Triticum turgidum* ssp. *durum*, 2n=4x=28, AABB) and two lines of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccon* (2n=4x=28, AABB). Over all 87 hybrid seeds are obtained (24% crossability) from which only 21 germinated (24% germination). The 6x wheats and “Zagorka” variety are distinguished with high values of crossability, but only hybrid seeds of “Goritsa” and “Yanitsa” cultivars germinated. From the 19 hybrid plants obtained, 13 of them are treated with colchicine solution. Seedset after selfing and backcrossing with hexaploid wheat demonstrate differences among the hybrids male and female sterility which depends on the wheat species and cultivars employed. Normal hybrid plants (not colchicine treated) are 100% male and female sterile, unlike colchicine treated ones. The hybrid plants of “Yanitsa” are almost fully sterile (100% male and 99.3% female sterility) followed by those of “Goritsa” (99.8% and 98.3%) and tetraploid line No. 91683 (99.5% and 95.0%, respectively). The hybrids of winter wheat cultivar “Goritsa” heads two days earlier than those of “Yanitsa” and line № 91683. There are also differences in head awns, generally between the spikes of the two plant groups (6x wheat x AC and 4x wheat x AC) and the colour of hybrid seeds (6x wheat x AC—normally coloured, 4x wheat x AC—purple coloured). In spite of these differences, all hybrid plants express high powdery mildew resistance and can be investigated as valuable sources of genes for wheat breeding.

Key words: Hexaploid wheats – Tetraploid wheats – *Aegilops cylindrica* – Crossability - Hybrid plants – Sterility

УВОД

Съчетаването на геномите на пшениците и дивите видове е процес, при който се получават хибридни растения, носители на признаци и на двата родителски вида. Особено силно се унаследяват морфологичните белези на дивите видове, като те доминират в F1. Такива белези обикновено са чупливост на вретеното, твърдост на глумите, форма на класа и др. Унаследяването на белези от майчиното растение при междуродовите кръстоски не е проява на наследствена дискретност. Определен брой белези при хибридни растения като височина на растенията, форма на листата, цвят на колеоптила, се определят от майчиния родител (Стоянов, 2011). От значение за този факт е както филогенетичната отдалеченост, така и вътревидовите различия на родителите.

Обикновената хлебна пшеница (*Triticum aestivum* L. 2n=6x=42, AABBDD) е представител на хексаплоидната група в род *Triticum*. Тя води началото си от преди 500000 години, като във формирането ѝ вземат участие три филогенетично близки вида. От съчетаването на *Triticum urartu* (2n=2x=14, AA) и *Aegilops speltoides* (2n=2x=14, BB (SS)) се получава тетраплоидния вид *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* (2n=4x=28, AABB), който в последващо кръстосване с *Aegilops tauschii* (2n=2x=14, DD) дава началото на хексаплоидната пшеница. Този многостъпален процес не е протичал самостоятелно и едностранно, а в дълъг период от време. Едновременно с тази полиплоидизация успоредно се обособяват и други сходни видове. Това е причина да се срещат идентични субгеноми в полиплоидни представители на *Triticeae*. Вътревидовата диференциация в обикновената пшеница от друга страна и близостта ѝ с други видове в геномно отношение, създава предпоставки да се търсят различия при използването на междуродовата хибридизация като инструмент в класическата селекция.

Близък до хлебната пшеница е видът *Aegilops cylindrica* (2n=4x=28, CCDD). По данни на Пламенов (2003), видът е вторият по разпространение след *Aegilops triuncialis*. *Ae. cylindrica*, известен у нас като цилиндрично диво жито, се е формирал чрез амфидиплоидизация от *Aegilops tauschii* (2n=2x=14, DD) и *Aegilops caudata* (2n=2x=14, CC). В еволюционно отношение тази полиплоидизация се е извършила почти едновременно с тази на пшеницата (Matsuoka, 2011). Така обикновената

пшеница (*Triticum aestivum*) и *Aegilops cylindrica* са филогенетично близки, за което свидетелстват и намерените естествени хибриди между двата вида в посеви от хлебна пшеница (Стоянов 2009; Ghandii 2006). При други изследвания (Nakai 1981; Rehman et al. 2006) също се съобщава за висока степен на кръстосваемост между двата вида.

Същевременно някои тетраплоидни форми пшеница също проявяват склонност за кръстосване с *Aegilops cylindrica* (Cifuentes & Benavente, 2009), което заедно с хлебната пшеница ги прави ценни родителски форми. Наличието на кръстосваемост с отдалечени видове поражда необходимост от обследване и сравняване на получените хибриди както по-тяжната морфология, така и във физиологично отношение. Това е важно тъй като се увеличава възможността да се прехвърлят ценни качества от тях в различноплоидни видове пшеници.

Основна цел на настоящия материал е да се получат хибриди между различни видове и сортове пшеници и образец АС на вида *Aegilops cylindrica*. При извършване на кръстоските се изследват основни въпроси на отдалечената хибридизация: кръстосваемост, жизнеспособност на хибридите, фертилност/стерилност, амфидиплоидизация, устойчивост на гъбни патогени, и др. Анализът на хибридните растения с оглед на влиянието на пшениците като майчин родител в кръстоските може да даде ценна информация за по-нататъчното им използване в селекцията на хлебната пшеница.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Като майчини компоненти в кръстоските са използвани сортовете зимна хлебна пшеница “Горица” и “Яница”, обикновената пшеница № 404/КО-3-2, твърдата пшеница сорт “Загорка”, и два образца тетраплоидна пшеница № 88729 и 91683, получени от ICARDA - Сирия. За бащин компонент е използван образец АС на вида *Aegilops cylindrica*, получен от семена, добити от землището на с. Стожер, област Добрич през 2009 г. Родителските форми и хибридите са отгледани при условията на неопляема стъклена оранжерия в ДЗИ – Генерал Тошево.

Кръстоските са извършени чрез предварително кастриране на 2-5 растения от определената пшеница като майчин родител. Опрашването става след 3-5 дни с тичинки от дивия вид. Отчетен е процентът на получените зърна спрямо броят на опрашените цветове. Отчетен е и процентът на покълналите семена от общо заложените за покълване (Табл. 1 и 2) Получените зрели хибридни семена са поставени за покълване в петриевы блюда в термостат. След покълване, те се разсаждат в саксии и отглеждат в оранжерия. Част от хибридните растения са подложени на колхициниране през фаза братене за удвояване на хромозомния брой (Спецов, 1998). Всички хибридни растения са оценени за нападение от брашнеста мана в млада фаза по методиката на Stoilova and Spetsov (2006).

Извършеният морфологичен анализ на хибридните растения е свързан с отчитане на няколко признака след фаза вретенене, с изключение на цвят на колеоптила. Отчетена е датата на изкласяване на растенията по кръстоски. Направена е морфологична съпоставка на класовете от хибридите от различни кръстоски по между им и с родителските форми.

Във фаза зрялост всички класове са събрани по кръстоски и растения и са групирани в две основни групи – колхицинирани и неколхицинирани. И на двете групи класове е извършен анализ са отчитане на мъжката и женска стерилност.

По време на цъфтеж на някои от хибридните класове е нанесен фертилен пращец от сортове и линии хлебна пшеница. На тях е извършен отделен анализ за стерилност по сходен със самоопрашените класове начин. Получените семена в резултат на самоопрашване и допълнително опрашване без кастриране (бекросиране) са оценени за степен на охраненост по тристепенна скала. Оценено

е и оцветяването на семената, като е направено паралелно сравнение със семената на родителските форми.

Таблица 1. Получени хибридни семена от кръстоски на хексаплоидни пшеници и *Aegilops cylindrica*

Table 1. Obtained hybrid seeds from crosses between hexaploid wheats and *Aegilops cylindrica*

Кръстоска Cross	БОЦ PFN	БПЗ OKN	Завръз (%) Seedset (%)
Горица (Goritsa) x AC	82	35	42.7
Яница (Yanitsa) x AC	20	7	35.0
404/КО-3-2 x AC	58	0	0.0
Общо / Total	160	42	26.3

БОЦ, брой опрашени цветове (PFN, pollinated flowers number)

БПЗ, брой получени зърна (OKN, obtained kernels number)

Таблица 2. Получени хибридни семена от кръстоски на тетраплоидни пшеници и *Aegilops cylindrica*

Table 2. Obtained hybrid seeds from crosses between tetraploid wheats and *Aegilops cylindrica*

Кръстоска Cross	БОЦ PFN	БПЗ OKN	Завръз (%) Seedset (%)
Загорка (Zagorka) x AC	66	37	56.0
88729 x AC	86	1	1.2
91683 x AC	52	7	13.5
Общо	204	45	22.1

БОЦ, брой опрашени цветове (PFN, pollinated flowers number)

БПЗ, брой получени зърна (OKN, obtained kernels number)

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Получените хибридни семена с участието на дивият вид са показани в Табл. 1. От данните в таблицата може да се види степента на кръстосваемост на различните видове пшеници с дивият вид. При обикновената зимна пшеница сорт Горица се наблюдава висок процент на получените завръзи спрямо броя на опрашените цветове, докато при сорт “Яница” е сравнително нисък, а при линия № 440/КО-3-2 е нулев. Данните показват, че различните сортове проявяват различна степен на кръстосваемост. Това може да се дължи на различни фактори, но най-често причина може да бъде геномната несъвместимост и несъвместимостта на прашеца на дивият вид към майчиното растение. В групата на тетраплоидните пшеници също се наблюдават значителни разлики по отношение на кръстосваемостта. Тетраплоидната пшеница № 88729 показва почти нулева кръстосваемост, докато № 91683 изглежда слаба, но задоволителна до 21%. Кръстосваемостта на сорт “Загорка” с *Aegilops cylindrica* е най-висока от изследваните образци – до 63%. Това показва висока степен на съвместимост на прашеца на дивият вид с майчиното растение. Shoenenberger et al. (2005) и Rehman et al. (2006) съобщават за високи стойности на кръстосваемост на хлебната пшеница с *Aegilops cylindrica*.

По показателя охраненост на получените зърна също се наблюдават доста различия. При хибридните семена с участието на “Загорка” се наблюдава голям процент на силноспаружени и спаружени семена. Фактът, че има само 2 нормални зърна от общо 37 говори за несъвместимост на гените отговарящи за състава на ендосперма. При линиите № 88729 и 91683 всички получени хибридни зърна са спаружени. Като цяло може да се направи извод, че при тетраплоидните форми

пшеници се наблюдава голямо различие по отношение на съдържанието на ендосперма, което води до нарушение при изхранването на зародиша. Обратно, при хибридните семена с участието на хлебната пшеница, всички са нормално охранени и добре изпълнени. Това показва високата степен на съвместимост на хлебната пшеница и дивия вид.

Заедно с показателя процент на завръза може да се направи извод, че хлебната пшеница и *Aegilops cylindrica* са в много по-голяма степен близки в геномно отношение, отколкото на вида с тетраплоидните форми. Наличието на естествени хибриди между първите два вида и формирането на голям брой семена при естествени условия, подкрепя гореизложената теза. Тази геномна близост вероятно се дължи на наличието на **D-генома в геномната конституция на двата вида.**

Резултатите от заложените за покълнване семена са показани в Табл. 3. От посочените данни се вижда, че от всички заложен за покълнване семена от кръстоската на твърдата пшеница сорт **“Загорка”**, нито едно семе не е покълнало. Това може да се дължи на два факта. Единият е нежизнеността на зародиша на семената обусловен от геномната несъвместимост, а другият- несъвместимостта на гените контролиращи качественият състав на ендосперма. Тъй като семената са силно спаружени и не добре охранени, то вторият фактор е по-вероятен. Същевременно се наблюдава, че от хибридните семена с участието на тетраплоидната пшеница № 91683 от заложените 7 семена покълнва 1. Въпреки слабият процент кръстосваемост, едно растение достига зрялост, което е носител на гените на двете родителски форми, при положение, че няма дублиран компонент в собствения си геном (ABCD), за разлика от генома на хибридите с участието на хексаплоидни пшеници (ABCDD). При кръстоски № 227 и 226 се наблюдава висок процент на покълнване – 100%. Shoenenberger et al. (2006) **определят кълняемостта на хибриди с участието на хлебна пшеница в рамките от 79.8% до 85.6%.** При това положение може да се направи извод, че охранеността на зърната и съдържанието на ендосперма, заедно със способността за покълнване, се контролират от гени, локализирани в **D-генома.** Ето защо, когато **D-генома се намира в диплоидно състояние, както е в кръстоска № 227, процентът на зърна с нормална охраненост и на покълнали семена е 100%.**

Таблица 3. Опис на хибридни семена, заложен за покълнване през 2010г.
Table 3. List of hybrid seeds placed for germination during 2010.

Кръстоска Cross	Родители Parents	БЗСП на 22.10.2010 NSPG at 22.10.2010	БПС до 03.11.2010 GSN in 03.11.2010	Дата на разсаждане Date of planting	Цвят на колеоптила Coleoptile colour
223	Загорка (Zagorka) x ACC46	36	0	-	
224	91683 x ACC46	7	1	27.10.2010	Виолетов Purple
225	88729 x ACC46	1	0	-	
226	Яница (Yanitsa) x ACC46	7	7	26.10.2010	Виолетов Purple
227	Горица (Goritsa) x ACC46	7	7	26.10.2010	Виолетов Purple

БЗСП, брой заложен за покълнване семена (NSPG, number of seeds placed for germination)

БПС, брой покълнали семена (GSN, germinated seeds number)

Това е общовалидно и за двата сорта, при които има висок процент на получени зърна. От такива семена се получават добре развити растения, които носят ценни признаци за селекцията на хлебната пшеница.

По отношение на признака цвят на колеоптила, при всички покълнали и разсадени растения се наблюдава виолетов цвят на колеоптила. Това говори за хибридният характер на семената тъй като пшеничните родители дават колеоптил с нормален цвят.

Хибридният характер на семената се потвърждава и от външният вид на получените растения. На Фиг.1 са показани хибридни растения от кръстоска № 227, сравнени с растения от родителските компоненти – зимната пшеница сорт “Горица” и *Aegilops cylindrica*.



Фигура 1. Сравнителна характеристика на хибридни растения и родителски компоненти: А-бащини растения от *Aegilops cylindrica* образец АС; В-хибридни растения от кръстоска 227 F1 (“Горица” x АС); С-майчини растения от хлебната пшеница сорт “Горица”

Figure 1. Comparative characteristics of hybrid plants and parents: А – male parent *Aegilops cylindrica* accession АС; В- hybrid plants from the cross 227 F1 (“Goritsa” x АС); С- female parent of bread wheat cultivar “Goritsa”

От фигурата се вижда, че при еднаква възраст на растенията хибридните се отличават с най-силно развитие като изпреварват в растежа родителите си. Майчините растения притежават изправен и добре прибран хабитус, докато бащините имат разперен стелещ се хабитус. При хибридните растения степента на разпереност е по-малка и братята не се стелят както дивия вид, но въпреки това си личи хибридният характер. Вижда се и по-слабата овласеност на стъблата на хибридните растения в сравнение с бащиния родител. На фиг. 2 отново може да се наблюдава разликата в хабитуса, който се дължи на хибридният характер. При хлебната пшеница той е изправен, а при хибридните растения е разперен. Не се наблюдават други съществени различия по отношение на външния вид на растенията, освен морфологията на класовете. Такъв тип развитие на хабитуса е сходен и за други хибриди между *Triticum* и *Aegilops* (Spetsov et al. 2008; Spetsov et al. 2009). Това може да се види на Фиг. 3, където са представени хибридни растения от кръстоски № 227, 226 и 224 с участието на различни майчини форми.

Различия при хибридните с участието на хлебните пшеници (№ 226 и 227) се наблюдават единствено по височината на растенията и датата на изкласяване.

По отношение на растението от кръстоска № 224 F1 (91683 x АС), представено на Фиг. 3. се наблюдава, че по характера на своето развитие се отличава освен по ширината на листата, така и по отношение на формата на класовете. При кръстоските на хлебните пшеници листата са по-дебели, с по-ясно изразено жилкуване, докато при това хибридно растение листата са по-характерно ланцетни.



Фигура 2. Хибридни растения от кръстоска 227 F1 (“Горица” x AC) съпоставени с родителите (отляво на дясно): майчин вид, хибрид, бащин вид
Figure 2. Hybrid plants from a cross 227 F1 (“Goritsa” x AC) compared with parents (from left to right): female parent, hybrid, male parent)



Фигура 3. Хибридни растения (от ляво на дясно): кръстоска 227 F1 (“Горица” x AC); кръстоска 226 F1 (“Яница” x AC); кръстоска 224 F1 (91683 x AC)
Figure 3. Hybrid plants (from left to right): cross 227 F1 (“Goritsa” x AC); cross 226 F1 (“Yanitsa” x AC); cross 224 F1 (91683 x AC)



Фигура 4. Сравнение на класове от кръстоски и родителски компоненти (от ляво на дясно): хлебна пшеница сорт “Горица”, № 224F1, № 226 F1, № 227 F1, образец АС.
Figure 4. Comparison of spikes from crosses and parents (from left to right): winter wheat cultivar “Goritsa”, No. 224 F1, No. 226 F1, No. 227 F1, AC.



Фигура 5. Хибридно растение от кръстоска 224 F1 (91683 x AC) сравнено с дивия вид (отляво на дясно): сорт “Загорка”, хибрид, бащин родител.
Figure 5. Hybrid plants from cross 224 F1 (91683 x AC) compared with the male parent (from left to right): “Zagorka” variety, hybrid, male parent)

Класовете на № 224 са вретеновидни, с ясно очертани ръбове и класчета с 4 ясно обособени осила, докато при класовете на № 226 и 227 осилите липсват или са развити съвсем слабо само два от тях.

По отношение на периода на изкласяване се наблюдават съществени различия при растенията с участие на различни сортове хлебна пшеница. Изкласяването на № 226 и 224 не се различава съществено (19-20.05.2011), докато кръстоска № 227, изкласява значително по-рано и в по-продължителен период (14-17.05.2011). Това показва известна диференция по отношение на развитието на цветчетата във времето. Въпреки това изцъфтяването на трите кръстоски протича почти едновременно. При всички растения цъфтежа е отворен тип, т.е. наблюдава се висока мъжка стерилност.

Таблица 4. Резултати от анализ на самоопрашени класове по кръстоски и растения
Table 4. Results from analysis of self-pollinated spikes into crosses and plants

№	№ на кръстоска Cross number	Колхициниране Colchicine treatment	Растение Plant	БК SN	БКл SpN	БЦ FN	БЗ KN	Озърненост (%) Seedset (%)	Охраненост на зърната Kernel shriveling
1	224	Да/Yes	1	25	229	458	1	0.22%	С
2	226	Да/Yes	1	4	42	84	0	0.00%	-
3	226	Да/Yes	2	6	60	120	0	0.00%	-
4	226	Да/Yes	3	5	56	112	0	0.00%	-
5	226	Да/Yes	4	6	64	128	0	0.00%	-
6	226	Да/Yes	5	8	73	146	0	0.00%	-
7	226	Да/Yes	6	8	67	134	0	0.00%	-
8	227	Да/Yes	1	9	94	188	0	0.00%	-
9	227	Да/Yes	2	7	68	136	0	0.00%	-
10	227	Да/Yes	3	5	51	102	1	0.98%	С
11	227	Да/Yes	4	12	127	254	1	0.39%	С
12	227	Да/Yes	5	6	70	140	0	0.00%	-
13	227	Да/Yes	6	6	64	128	0	0.00%	-
14	227	Не/No	1	3	38	76	0	0.00%	-
15	227	Не/No	2	2	26	52	0	0.00%	-
16	227	Не/No	3	-	-	-	-	-	-
17	227	Не/No	4	3	38	76	0	0.00%	-
18	227	Не/No	5	3	40	80	0	0.00%	-
19	227	Не/No	6	2	30	60	0	0.00%	-
Общо Total				120	1237	2474	3	0.12%	-

БК, брой класове (SN, spikes number); БКл, брой класчета (SpN, spikelets number)

БЦ, брой цветчета (FN, flowers number); БЗ, брой зърна (KN, kernels number)

С, спаружени зърна (shriveled kernels)

Резултатите от анализа на класовете на хибридните растения са представени в Табл.4.-5. От първата таблица може да се направи оценка за мъжката стерилност на отгледаните хибридни растения. Оценката върху кръстоска № 227 се разделя в две групи – колхицинирани и неколхицинирани растения.

При кръстоска № 224 се получава едно единствено семе в резултат на самоопрашване. Това показва висока степен на мъжка стерилност в хибридното растение – 99.5 %. Характерно за полученото зърно е, че придобива цветяването

на пшеничния родител – виолетов. При опрашени класове от № 224 са открити 4 семена (Табл. 5). Намерените зърна са от класове беккросирани с прашец от хлебна пшеница сорт “Яница”. Отчетената женска стерилност на хибрида е 95.0%. В кръстоска № 226 от самоопрашване не са открити зърна в класовете. Това показва, че получените и отгледани растения са 100.0% мъжкостерилни, дължащо се на силната гаметоцидна роля на *Aegilops cylindrica* (Hohmann et al. 1995). В опрашени класове на № 226 с прашец от хлебна пшеница са открити две силно спаружени семена. Отчетената женска стерилност е 99.3%.

Таблица 5. Резултати от анализ на допълнително опрашени (беккросирани) класове по растения

Table 5. Results from analysis of extra pollinated (backcrossed) spikes into plants

№ No	№ на кръстоска Cross number	Колхициниране Colchicine treatment	Опрашител Pollen donor	БК SN	БКл SpN	БЦ FN	БЗ KN	Озърненост (%) Seedset (%)	Охраненост на зърната Kernel shriveling
1	224	Да/Yes	Енола/Enola	1	10	20	0	0.00%	-
2	224	Да/Yes	Яница/Yanitsa	1	10	20	4	20.00%	С
3	224	Да/Yes	Енола/Enola	1	8	16	0	0.00%	-
4	224	Да/Yes	Енола/Enola	1	8	16	0	0.00%	-
5	226	Да/Yes	КО/4-2	1	11	22	2	9.09%	СС
6	226	Да/Yes	Енола/Enola	1	10	20	0	0.00%	-
7	226	Да/Yes	КО/4-2	1	13	26	0	0.00%	-
8	226	Да/Yes	Енола/Enola	1	7	14	0	0.00%	-
9	226	Да/Yes	Аглика/Aglica	1	11	22	0	0.00%	-
10	226	Да/Yes	Аглика/Aglica	1	12	24	0	0.00%	-
11	227	Да/Yes	Аглика/Aglica	1	10	20	0	0.00%	-
12	227	Да/Yes	Енола/Enola	1	8	16	1	6.25%	СС
13	227	Да/Yes	Енола/Enola	1	11	22	0	0.00%	-
14	227	Не/No	КО/4-2	1	9	18	0	0.00%	-
15	227	Не/No	Енола/Enola	1	7	14	0	0.00%	-
16	227	Не/No	33820	1	10	20	0	0.00%	-
17	227	Не/No	Енола/Enola	1	14	28	0	0.00%	-
Общо Total				17	169	338	7	2.07%	-

БК, брой класове (SN, spikes number); БКл, брой класчета (SpN, spikelets number)

БЦ, брой цветчета (FN, flowers number); БЗ, брой зърна (KN, kernels number)

С, спаружени зърна (shriveled kernels); СС, силно спаружени зърна (highly shriveled kernels)

В хибридите на кръстоска №227 с участието на сорт “Горица”, неколхицинираните растения показват 100% мъжка и женска стерилност. При анализа на самоопрашените класове са открити две спаружени семена, а при опрашените с хлебна пшеница – едно силно спаружено зърно. Общо за кръстоската мъжката стерилност е 99.8%, а женската - 98.3%.

Shoenenberger et al. (2006) съобщават за женска стерилност при неколхицинирани хибридни растения, която варира в рамките на 0.03% и 0.6%, в зависимост от използвания сорт хлебна пшеница. За опрашители са били използвани пролетни форми пшеница и изогенни линии, а хибридните растения са получени при обратно кръстосване (*Aegilops cylindrica* x *Triticum aestivum*). Авторите посочват, че хибридите

са 100% мъжкостерилни. В същото време, **Rehman et al. (2006)**, съобщават за пълна мъжка и женска стерилност при колхициниране на хибридни растения. Тези данни показват високата степен на вътревидова генна диференцираност в различните форми на хлебната пшеница.

От изложените данни в Табл.5 се вижда, че различните хибридни растения проявяват и различен афинитет към прашец от хлебна пшеница. При опрашването на хибриди от № 227 и 226 с прашец от линия КО/4-2 има **резултат от завръз при № 226**, но не и при № 227. От друга страна, при опрашването с прашец от сорт **“Енола”**, резултат се получава при № 227, но при № 226 не се получава завръз. При опрашване с **“Енола”** резултат не се получава и при растенията от кръстоска № 224. От тези данни може да се съди за влиянието на пшеничния геном, относно съвместимостта с различни опрашители, а оттам и за разлика в строежа и ензимната активност на близалцата. От друга страна заедно с данните за мъжката стерилност ясно се виждат и различията при развитието на тичинките в цветчетата. Това показва, че различните сортове и видове пшеница определят различно развитие на репродуктивните органи, при еднакви условия и етап на развитие на хибридни растения.

Резултатите от анализа на класовете има значение за последващите етапи на бекросиране с хлебна пшеница, тъй като по-добрата съвместимост на прашеца на опрашителя с близалцето на хибридно растение, гарантира по-добри резултати относно прехвърлянето на ценни признаци в хлебната пшеница.

Резултатите от оценките за нападението от брашнеста мана са представени в Табл. 6. Всички растения са оценени във фаза 2 – 3ти брат. От таблицата се вижда, че при естественото наличие на патогена в оранжерия, хибридни растения показват висока устойчивост. Това се дължи на присъствието на геномен компонент от *Aegilops cylindrica*, тъй като образеца АС показва също много добра устойчивост към патогена през 2010 г. В развитието до зрялост хибридни растения не показват симптоми на заразяване с патогена на брашнестата мана.

Таблица 6. Оценка за нападение от брашнеста мана във фаза начално братене в оранжерия

Table 6. Assessment for powdery mildew attack in the start of plant tillering in greenhouse

Сорт/Кръстоска Cultivar/Cross	БР NPS	Оценка Assessment
Горица/Goritsa	5	S
Zagorka	5	S
F ₁ 227	5	R
F ₁ 227	2	R
F ₁ 226	4	R
F ₁ 224	1	R

БР, брой разсадени (NPS, number of planted seedlings)

ИЗВОДИ

1. Пшеничният геном (ABD) оказва положително влияние в кръстоските с образец АС на *Aegilops cylindrica* в сравнение с тетраплоидните пшеници (AB): - по-лесно се получават хибридни зърна; - кълняемостта на хибридни семена е 100%; - по-висок завръз в хибридите след самоопрашване.

2. Неколхицинираните хибридни растения са 100% стерилни.

3. Отчетена е силна диференциация по отношение на физиологическото развитие на цветовете при различните кръстоски, което определя различията във

времето на изкласяване, а вероятно и различната мъжка и женска стерилност.

4. В някои хибридни класове е регистриран завръз след самоопрашване и бекросиране. След самоопрашване завръзът е по-висок при кръстоските с хлебна пшеница, отколкото при тази с тетраплоидната линия № 91683, а при бекросиране се наблюдава обратния ефект.

5. Всички хибридни растения проявяват висока устойчивост към брашнеста мана в оранжерия и заслужават внимание за допълнително проучване като изходен материал в селекцията на обикновената пшеница.

ЛИТЕРАТУРА

- Пламенов, Д., 2003.** Разпространение и характеристика на диви житни (*Aegilops* и *Triticum*) по Черноморието – автореферат. ТУ-Варна.
- Спецов, П., 1998.** Използване на видове от *Aegilops* (2n=28, UUSS) за подобряване на устойчивостта към брашнеста мана и други стопански признаци при обикновената зимна пшеница – автореферат. ИПС-Генерал Тошево.
- Спецов, П., И. Белчев, Д. Пламенов, 2008.** Селекция на синтетични пшеници: Кръстосваемост и получаване на хибриди с участието на *Aegilops tauschii*. Годишник на Технически университет – Варна. Том 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 том V-2: 207-216.
- Стоянов, Х., 2009.** Принос към разпространението на диви видове и естествени хибриди от групата на *Triticum-Aegilops* в България. Студентска научна сесия 2009 - ТУ Варна (под печат).
- Стоянов, Х., 2011.** Получаване и характеристика на хибриди между видове пшеници и *Aegilops cylindrica*. Студентска научна сесия 2011 - ТУ Варна (под печат).
- Cifuentes, M., and E. Benavente, 2009.** Complete characterization of wheat-alien metaphase I pairing in interspecific hybrids between durum wheat (*Triticum durum* L.) and jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica* Host). *Theor Appl Genet* 118:1609-1616.
- Gandhi, H., 2006.** Hybridisation between wheat and jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) under field condition. *Weed Science* 54:1073-1079.
- Hohman, U., T. R. Endo, R. G. Herrman, B. S. Gill, 1995.** Characterization of deletions in common wheat induced by an *Aegilops cylindrica* chromosome: detection of multiple chromosome rearrangements. *Theor Appl Genet* 91: 611-617.
- Matsuoka, Y., 2011.** Evolution of Polyploid *Triticum* Wheats under Cultivation: The Role of Domestication, Natural Hybridisation and Allopolyploid Speciation in their Diversification. *Plant and Cell Physiology* 52(5): 750-764.
- Nakai, Y., 1981.** D Genome Donors for *Aegilops cylindrica* (CCDD) and *Triticum aestivum* (AABBDD) Deduced from Esterase Isozyme Analysis. *Theor Appl Genet* 60: 11-16.
- Rehman, M., J. L. Hansen, R. S. Zemetra, 2006.** Hybrids and Amphiploids of *Aegilops cylindrica* with *Triticum aestivum* L.; Production Morphology and Fertility. *Pakistan Journal of Biological sciences* 9(8): 1563-1566.
- Schoenenberger, N., R. Guadagnuolo, D. Savova-Bianchi, P. Kuepfer, F. Felber, 2006.** Molecular Analysis, Cytogenetics and Fertility of Introgression Lines From Transgenic Wheat to *Aegilops cylindrica* Host. *Genetics* 174:2061-2070.
- Schoenenberger, N., F. Felber, D. Savova-Bianchi, R. Guadagnuolo, 2005.** Introgression of wheat DNA markers from A, B and D genomes in early generation progeny of *Aegilops cylindrica* Host x *Triticum aestivum* L. *Theor Appl Genet* 111:1338-1346.
- Stoilova, T., P. Spetsov, 2006.** Chromosome 6U from *Aegilops geniculata* Roth carrying powdery mildew resistance in bread wheat. *Breeding science* 56:351-357.