



Field Crops Studies

Volume X

No. 1

2016

***Изследвания
върху полските култури***

***Том X
Книжка 1***

2016

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ:

Гл. РЕДАКТОР: Доц. д-р Юлия Енчева
РЕДАКТОРИ: Проф. д-р Маргарита Нанкова
Проф. д-р Валентина Енчева
Проф. д-р Емил Пенчев
Доц. д-р Татяна Петрова
Доц. д-р Генчо Милев

**ЕЗИКОВИ
РЕДАКТОРИ:** Катя Делчева
Соня Димитрова
гл. ас. д-р Даниела Вълкова

Издател: Добруджански земеделски институт
Редакция: Добруджански земеделски институт
гр. Генерал Тошево, 9520
тел.: +359 58 / 603 125; факс: +359 58 / 603 183
e-mail: fcs@dai-gt.org; <http://fcs.dai-gt.org/>
Корица: Катя Делчева, Стефан Димитров
Дизайн и предпечат: Катя Делчева, Стефан Димитров
Печат: "Нилекта Принт" ООД - гр. Добрич (+359 58 600 299)
ISSN 1312-3882

EDITORIAL BOARD:

EDITOR IN CHIEF: *Assoc. Prof. Julia Encheva*
EDITORS: *Prof. Margarita Nankova*
Prof. Valentina Encheva
Prof. Emli Penchev
Assoc. Prof. Tatyana Petrova
Assoc. Prof. Gencho Milev

**LANGUAGE
EDITORS:** Katia Delcheva
Sonia Dimitrova
Daniela Valkova

Publisher: Dobrudzha Agricultural Institute
Address: Dobrudzha Agricultural Institute
General Toshevo 9520
phone: +359 58 / 603 125; fax: +359 58 / 603 183
e-mail: fcs@dai-gt.org; <http://fcs.dai-gt.org/>
Cover design by Katia Delcheva & Stefan Dimitrov
Text design and typeset by Katia Delcheva & Stefan Dimitrov
Printed by Nilekta Print Ltd. - Dobrich (+359 58 600 299)
ISSN 1312-3882

СЕЛЕКЦИЯ НА ЗЪРНЕНО-ЖИТНИ КУЛТУРИ
CEREALS BREEDING



ХЕТЕРОЗИС И СТЕПЕН НА ДОМИНИРАНЕ ПРИ ПЪРВО ПОКОЛЕНИЕ
НА КРЪСТОСКИ ТРИТИКАЛЕ (*×TRITICOSECALE WITTM.*)

Христо Павлинов Стоянов, Валентин Байчев
Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

Резюме

Стоянов, Х., В. Байчев, 2016. Хетерозис и степен на доминиране при първо поколение на кръстоски тритикале (*×Triticosecale Wittm.*) FCS 10(1):7-19

Основна задача при селекцията на тритикале е получаването на по-високи добиви. Това се свързва с правилния подбор на изходен материал, а също така и с преценката на хибридните потомства. Хетерозисния ефект, който възниква в първо хибридно поколение дава възможност да се проследят измененията в някои показатели при съчетаването на определени родителски генотипове. За да се определят първоначалните тенденции в унаследяването на някои структурни елементи на добива при тритикале, са изследвани 10 кръстоски между сортовете Атила, Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Добруджанец и Дони 52. Определени са стойностите на показателите дата на изкласяване, височина на растенията, брой класчета в клас, брой зърна в клас, маса на зърната в клас, маса на 1000 зърна, плътност на класа и фертилност. На база на тези резултати са изчислени хетерозисът спрямо средното родителско ниво и спрямо по-добрия родител и степента на доминиране. Всички изследвани кръстоски реализират положителен хетерозис по признака височина на растенията. Същевременно широката полигенна природа на показателите дата на изкласяване, дължина на класа, брой зърна в клас, маса на зърната в клас и маса на 1000 зърна е причина за твърде разнообразните реакции по отношение на хетерозисния ефект и степента на доминиране, съответно от силно отрицателен, до силно положителен хетерозис и от прояви на адитивност, до много силно свръхдоминиране. При показателя брой класчета в клас не се реализира хетерозис, което предполага по-малкия брой гени, свързани с експресията му. Въпреки това, някои кръстоски реализират много висок хетерозисен ефект при тегловните показатели и следва да бъдат подробно проследени техните реакции с цел повишаване на продуктивния потенциал на тритикале.

Ключови думи: Степен на доминиране – Тритикале – Хетерозисен ефект.

Abstract

Stoyanov, H., V. Baychev, 2016. Heterosis and degree of dominance in the first generation of triticale (*×Triticosecale Wittm.*) crosses, FCS 10(1):7-19

A main task in the breeding of triticale is obtaining higher yields. This is related to the proper choice of initial material and also to the evaluation of the hybrid progenies. The

heterosis effect, which occurs in the first hybrid generation, allows determining changes in some parameters in the combination of certain parental forms. In order to find out the initial tendencies in the heritability in some structural elements of yield from triticale, ten crosses between cultivars Atila, Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Dobrudzhanets and Doni 52 were investigated. The values of the indices date to heading, plant height, number of spikelets per spike, number of grains in a spike, weight of grains in a spike, weight of 1000 grains, spike density and fertility were determined. Based on these results, the best parent and mid-parent heterosis was calculated, as well as the degree of dominance. All investigated crosses realized positive heterosis for the trait plant height. Simultaneously, the wide polygenic nature of the indices date to heading, length of spike, number of grains per spike, weight of kernels per spike and 1000 kernel weight was the reason for the rather variable reactions with regard to the heterosis effect and the degree of dominance: from high negative to high positive heterosis, respectively, and from instances of additivity to very strong overdominance. In the parameter number of spikelets per spike, heterosis was not realized which implies that smaller number of genes is related to its expression. Nevertheless, some crosses realized very high heterosis effect of the weight indices and their reactions should be followed in greater details with the aim of enhancing the production potential of triticale.

Keywords: Degree of dominance – Heterosis – Triticale.

УВОД

Непрекъснато нарастващото търсене на качествени зърнени суровини в съвременното земеделско производство е причина за увеличаването на динамиката на селекционния процес. От една страна това е продиктувано от необходимостта от по-високи добиви от културите, а от друга е свързано с рационалното използване на растителните ресурси чрез подобряване на сортовата структура на дадена култура (von Braun, 2007; Crosson and Anderson, 1992; Hazell and Wood, 2008). Поради тази причина, за да се отговори на съвременните търсения, е необходимо селекционната дейност да бъде високо ефективна (Стоянов, 2015). Един от основните методи за постигане на това е бързата, точна и надеждна преценка на селекционните материали (Стоянов, 2013).

Тритикале е първата изкуствено създадена зърнено-житна култура, която обединява в себе си ценните признаци на своите родителски компоненти – пшеницата и ръжта (Сечняк и Сулима, 1984; Колев, 1975; Цветков, 1989). Независимо от своя амфидиплоиден характер, в резултат на целенасочена селекция и широка подобрителна работа по културата, съвременните сортове се отличават с висока стабилност на добива и неговите компоненти, а също така и с високи нива на толерантност към абиотичен и биотичен стрес (Randhawa et al., 2015; Arseniuk, 2015; Arseniuk and Goral, 2015). Поради тази причина тритикале се очертава като изключително перспективна култура, както за отглеждане при висок агрофон, така и при високи нива на стрес по отношение на почвено-климатичните условия (Arseniuk, 2015; Arseniuk and Goral, 2015).

Селекцията при тритикале като продукт на отдалечената хибридизация се отличава с множество трудности, свързани със сложните генетични процеси, характерни за полиплоидите (Сечняк и Сулима, 1984; Randhawa et al., 2015). Това води до висока хетерогенност в ранните генерации и до много трудно изравняване на хибридните популации (Байчев, 1990; Байчев, 1996; Байчев, 2005). Правилното съчетаване на желаните признаци в подобни генотипове изисква проследяване на тяхното унаследяване, което е свързано с дългосрочни генетични анализи (Генчев и др., 1975). Подобно анализиране е неефективно по отношение на съвременната динамична селекция. Това налага използването на информация от ранните хибридни генерации за комбинативната способност на желаните признаци (Naidu and Gill, 1985).

Комбинативната способност на участващите родителски генотипове е трудно предвидима, особено по отношение на количествените параметри, какъвто е добивът. Тези факти предполагат множество неадитивни генни ефекти при тритикале, особено при количествените параметри свързани с компонентите на добива. Goral et al. (2015) обобщават, че не е възможно да се предвиди продуктивността на хибридите, техния хетерозисен ефект и комбинативната способност на база на родителските компоненти. Това се подчертава от заключенията на Oettler et al. (2003), че ефективен е подборът на родителите, само ако е основан на параметри, различни от добива.

Fischer et al. (2009, 2010), предлагат използването на данните от количествените параметри на хибриди тритикале да се вземат под внимание при класифицирането и групирането на изходния материал. Поради тази причина стойностите на компонентите на добива при тритикале в първо хибридно поколение са добър източник на информация по отношение на тенденциите при тяхното комбиниране. Генчев и др. (1975), подчертават, че използването на подобни данни, свързани със стойностите на хетерозиса и степента на унаследяване, не бива да се използват като еднозначен критерий, а само като допълнителна информация, въз основа на която да се прави отборът. За точното разкриване на специфичните генни взаимодействия същите автори посочват като подходящ източник поколенията F_2 - F_4 , в съчетание с $F_{(2-4)}BC_1P_1$ $F_{(2-4)}BC_1P_2$. Особено внимателно следва да се подхожда по отношение на данните за хетерозиса в първо хибридно поколение, когато даден признак се кодира от локуси, намиращи се в нехомоложни двойки хромозоми (Goral et al., 2015).

Целта на настоящето изследване е да се анализират кръстоски тритикале в първо хибридно поколение по структурните компоненти на добива, да се определят хетерозисните ефекти и степента на доминиране спрямо родителите и да се очертаят първоначалните тенденции за някои от изследваните признаци.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За изпълнение на поставената цел са използвани 10 кръстоски между български сортове тритикале представени в Таблица 1.

Таблица 1. Използвани кръстоски по произход.
Table 1. Used crosses by their origin

| № | Селекц. № Breeding No | Произход / Origin | Означение / Abbreviation |
|----|--------------------------|--|-----------------------------|
| 1 | 12/014 | Атила х Акорд (Atila x Akord) | Ат х Ак (At x Ak) |
| 2 | 13/014 | Атила х Респект (Atila x Respekt) | Ат х Р (At x R) |
| 3 | 24/014 | Акорд х Бумеранг (Akord x Bumerang) | Ак х Б (Ak x B) |
| 4 | 25/014 | Акорд х Ирник (Akord x Irnik) | Ак х И (Ak x I) |
| 5 | 26/014 | Акорд х Добруджанец (Akord x Dobrudzhanets) | Ак х Др (Ak x Dr) |
| 6 | 28/014 | Акорд х Дони52 (Akord x Doni 52) | Ак х Дн (Ak x Dn) |
| 7 | 34/014 | Респект х Бумеранг (Respekt x Bumerang) | Р х Б (R x B) |
| 8 | 35/014 | Респект х Ирник (Respekt x Irnik) | Р х И (R x I) |
| 9 | 36/014 | Респект х Добруджанец (Respekt x Dobrudzhanets) | Р х Др (R x Dr) |
| 10 | 38/014 | Респект х Дони52 (Respekt x Doni 52) | Р х Дн (R x Dn) |

Първо хибридно поколение от използваните кръстоски е засято на лехи в редове с дължина 2 m, с междуредово разстояние 30 cm и вътрередово – 10 cm. Броят на редовете от всяка хибридна комбинация е според получените семена от кръстоска.

Сеитбата се извършва ръчно в стандартни срокове за тритикале (14-15.10.2014) с по 20 зърна в ред. През периода на вегетацията са оценени показателите дата на изкласяване (ДИ) и височина на растението (ВР) (измерена от основата на растението до върха на класа без осилите), върху цялата хибридна съвкупност по растения и кръстоски. Всяка кръстоска е прибрана по растения. Реколтирането се извършва в пълна зрелост.

Главният клас от всяко растение е анализиран по признаците дължина на класа (ДК, см), брой класчета в клас (БКК), брой зърна в клас (БЗК), маса на зърната в клас (МЗК, g), маса на 1000 зърна, (М1000, g), плътност на класа (брой класчета на 1cm от дължината на класа) (ПлК) – отношение на БКК към ДК, фертилност на класчето (брой зърна на едно класче) (Ф) – отношение на БЗК към БКК.

По идентичен начин са засявани, отглеждани и анализирани и сортовете използвани като родителски форми, като се анализират по същите показатели както хибридните потомства.

За всеки от анализирани показатели по кръстоски са определени хетерозисният ефект спрямо по-добрия родител (ВР), хетерозисният ефект спрямо средното родителско ниво (МР) и степента на доминиране (d/a) по Генчев и др. (1975).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите, получени от анализирани растения по отношение на хетерозиса и степента на доминиране (Таблицы 2-5), показват много голямо разнообразие от реакции в първо хибридно поколение в зависимост от изследвания признак. Поради тази причина е нужно всеки показател да се разгледа самостоятелно.

Дата на изкласяване

Байчев (2013), съобщава, че в зависимост от условията на годината, тритикале изкласява в различни периоди, като конкретните отношения между стойностите за изследваните генотипи се запазват в идентични граници. При изследваните кръстоски (Таблица 2) се наблюдава отрицателен хетерозисен ефект, което се свързва с по-ранното изкласяване на хибридните популации спрямо родителите. Най-висок хетерозис спрямо средното родителско ниво има при кръстоски 12/14 („Атила” х „Акорд”), 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”), 28/14 („Акорд” х „Дони 52”) и 36/14 („Респект” х „Добруджанец”). Такъв хетерозис липсва при кръстоска 13/14 („Атила” х „Респект”). Хетерозис спрямо по-ранния родител има при кръстоски 12/14 („Атила” х „Акорд”) и 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”). Данните за степента на доминиране по този показател при кръстоски 12/14 („Атила” х „Акорд”), 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”), 28/14 („Акорд” х „Дони 52”) и 36/14 („Респект” х „Добруджанец”), предполагат свръхдоминиране на по-ранния родител в кръстоската. Подобни данни при обикновена зимна пшеница съобщават Schwang et al. (1963), като посочват, че датата на изкласяване е с 10% по-ранна спрямо родителските форми.

Височина на растенията

Наличието на хетерозис при този показател е видно от данните, получени за изследваните растения (Таблица 2). Границите на хетерозиса спрямо по-добрия родител (в селекционно отношение) са между 2,56 и 14,68%, което подчертава сравнително по-голямата височина на хибридните растения. Подобни прояви са характерни за хибридни комбинации при различни зърнено-житни култури и се изразяват с много по-мощно развиващи се растения в F₁, спрямо родителите. С най-високи стойности се отличат кръстоски 12/14 („Атила” х „Акорд”), 25/14 („Акорд” х „Ирник”), 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”) и 35/14 („Респект” х „Ирник”), а с най-ниски 24/14 („Акорд” х „Бумеранг”) и 34/14 („Респект” х „Бумеранг”). Наличието на

хетерозис както между средното родителско ниво, така и спрямо по-добрия родител при всички изследвани кръстоски, дава основание да се търси генерална тенденция за по-голямо височина на първо хибридно поколение. Данните се подчертават и от стойностите на степента на доминиране, които предполагат свръхдоминиране на по-високия родител. Силно полигенната природа на този признак и съобщените от Alheit et al. (2014) неадитивни взаимодействия изключват възможността за свръхдоминиране на конкретен генотип. Негтманн (2007), съобщава за среден хетерозис спрямо средното родителско ниво от 4,7% при изследваните хибриди тритикале. Подобни данни посочват и Chwang et al. (1963), Oettler et al. (2001), Oettler et al. (2004). Tsvetkov (2008), отчита степен на доминиране при възвратни кръстоски тритикале, между 0,41 и 0,54.

Таблица 2. Данни от количествения анализ по показателите дата на изкласяване и височина на растенията.

Table 2. Results of quantity analysis by parameters date to heading and plant height.

| № / No | Кръстоска / Cross AxB | Дата на изкласяване, месец май Date of heading, May | | | | | |
|--------|--------------------------|--|-----|-----|--------|--------|--------|
| | | AxB | A | B | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат x Ак (At x Ak) | 14 | 18 | 16 | -17,65 | -12,50 | -3,00 |
| 13/14 | Ат x Р (At x R) | 17 | 18 | 16 | 0,00 | 6,25 | 0,00 |
| 24/14 | Ак x Б (Ak x B) | 15 | 16 | 15 | -3,23 | 0,00 | -1,00 |
| 25/14 | Ак x И (Ak x I) | 15 | 16 | 15 | -3,23 | 0,00 | -1,00 |
| 26/014 | Ак x Др (Ak x Dr) | 13 | 16 | 15 | -16,13 | -13,33 | -5,00 |
| 28/014 | Ак x Дн (Ak x Dn) | 14 | 16 | 15 | -9,68 | -6,67 | -3,00 |
| 34/014 | Р x Б (R x B) | 15 | 16 | 15 | -3,23 | 0,00 | -1,00 |
| 35/014 | Р x И (R x I) | 15 | 16 | 15 | -3,23 | 0,00 | -1,00 |
| 36/014 | Р x Др (R x Dr) | 14 | 16 | 15 | -9,68 | -6,67 | -3,00 |
| 38/014 | Р x Дн (R x Dn) | 15 | 16 | 15 | -3,23 | 0,00 | -1,00 |
| № / No | Кръстоска / Cross AxB | Височина на стъблото, cm / Height of stem, cm | | | | | |
| | | AxB | A | B | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат x Ак (At x Ak) | 124 | 115 | 117 | 6,90 | 7,83 | -8,00 |
| 13/14 | Ат x Р (At x R) | 123 | 115 | 116 | 6,49 | 6,96 | -15,00 |
| 24/14 | Ак x Б (Ak x B) | 120 | 117 | 118 | 2,13 | 2,56 | -5,00 |
| 25/14 | Ак x И (Ak x I) | 122 | 117 | 110 | 7,49 | 10,91 | 2,43 |
| 26/014 | Ак x Др (Ak x Dr) | 125 | 117 | 109 | 10,62 | 14,68 | 3,00 |
| 28/014 | Ак x Дн (Ak x Dn) | 121 | 117 | 113 | 5,22 | 7,08 | 3,00 |
| 34/014 | Р x Б (R x B) | 120 | 116 | 118 | 2,56 | 3,45 | -3,00 |
| 35/014 | Р x И (R x I) | 123 | 116 | 110 | 8,85 | 11,82 | 3,33 |
| 36/014 | Р x Др (R x Dr) | 116 | 116 | 109 | 3,11 | 6,42 | 1,00 |
| 38/014 | Р x Дн (R x Dn) | 122 | 116 | 113 | 6,55 | 7,96 | 5,00 |

Дължина на класа

Данните от изследваните кръстоски (Таблица 3) показват твърде разнообразни взаимодействия и наличие както на много висок отрицателен хетерозис (т.е. уплътняване на класа), така и на известен положителен хетерозис при някои кръстоски (25/14 („Акорд” x „Ирник”), 35/14 („Респект” x „Ирник”), 36/14 („Респект” x „Добруджанец”) и 38/14 („Респект” x „Дони 52”). Много висок отрицателен хетерозис спрямо по-добрия родител се наблюдава при кръстоска 12/14 („Атила” x „Акорд”), 24/14 („Акорд” x „Бумеранг”) и 28/14 („Акорд” x „Дони 52”). Не се формира конкретна тенденция за този показател по отношение степента на доминиране, тъй като спрямо стойностите се предполагат както свръхдоминиране

на единия или другия родител, така и интермедиерно унаследяване. Хетерозис по отношение дължината на класа се съобщава и от Schwang et al. (1963), Wang et al. (1991), Walton (1969) и Mehla et al. (2000) при обикновената зимна пшеница. Данните получени за изследваните кръстоски тритикале се доближават значително до данните получени от Akbar et al. (2010) за 12 F1-комбинации при обикновената зимна пшеница. При възвратни кръстоски тритикале Tsvetkov (2008), съобщава за степен на доминиране при дължината на класа в рамките на 0,34-0,75.

Брой класчета в клас

Хибридният растения реализират много слаб (1-5%) хетерозис спрямо средното родителско ниво и практически не формират хетерозис спрямо по-добрия родител (Таблица 3). Данните за степента на унаследяване много ясно потвърждават хипотезата за силното генотипно влияние, тъй като стойностите на признака определят доминантност на единия или другия родител или интермедиерно унаследяване. Подобни зависимости са характерни за количествени признаци, които са кодирани от по-малък брой гени (Генчев и др., 1975). Gill et al. (1979), съобщава за адитивни ефекти при този показател при тритикале. Chengjun et al. (1991), при обикновената зимна и пролетна пшеница, подчертават високата степен на наследяемост при този показател. Подобни данни при обикновената зимна пшеница съобщават и Schwang et al. (1963) и Mehla et al. (2000). Akbar et al. (2010), съобщават за 2 от 12 кръстоски пшеница, които са дали положителен хетерозис по отношение на този показател.

Таблица 3. Данни от количествения анализ по показателите дължина на класа и брой класчета в клас.

Table 3. Results of quantity analysis by parameters length of spike and number of spikelets per spike.

| № / No | Кръстоска / Cross AxB | Дължина на класа, cm / Length of spike, cm | | | | | |
|--------|--------------------------|--|------|------|-------|--------|-------|
| | | AxB | A | B | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат x Ак (At x Ak) | 12,9 | 13,3 | 14,8 | -8,19 | -12,84 | 1,53 |
| 13/14 | Ат x Р (At x R) | 12,9 | 13,3 | 13,5 | -3,73 | -4,44 | 5,00 |
| 24/14 | Ак x Б (Ak x B) | 13,5 | 14,8 | 13,6 | -4,93 | -8,78 | -1,17 |
| 25/14 | Ак x И (Ak x I) | 15,0 | 14,8 | 11,7 | 13,21 | 1,35 | 1,13 |
| 26/014 | Ак x Др (Ak x Dr) | 14,6 | 14,8 | 13,2 | 4,29 | -1,35 | 0,75 |
| 28/014 | Ак x Дн (Ak x Dn) | 13,9 | 14,8 | 14,2 | -4,14 | -6,08 | -2,00 |
| 34/014 | Р x Б (R x B) | 13,4 | 13,5 | 13,6 | -1,11 | -1,47 | 3,00 |
| 35/014 | Р x И (R x I) | 13,7 | 13,5 | 11,7 | 8,73 | 1,48 | 1,22 |
| 36/014 | Р x Др (R x Dr) | 13,6 | 13,5 | 13,2 | 1,87 | 0,74 | 1,67 |
| 38/014 | Респект x Дони52 | 14,5 | 13,5 | 14,2 | 4,69 | 2,11 | -1,86 |
| № / No | Кръстоска / Cross AxB | Брой класчета в клас / Number of spikelets per spike | | | | | |
| | | AxB | A | B | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат x Ак (At x Ak) | 32 | 31 | 34 | -1,54 | -0,06 | 0,33 |
| 13/14 | Ат x Р (At x R) | 31 | 31 | 34 | -4,62 | -0,09 | 1,00 |
| 24/14 | Ак x Б (Ak x B) | 34 | 34 | 33 | 1,49 | 0,00 | 1,00 |
| 25/14 | Ак x И (Ak x I) | 34 | 34 | 31 | 4,62 | 0,00 | 1,00 |
| 26/014 | Ак x Др (Ak x Dr) | 33 | 34 | 31 | 1,54 | -0,03 | 0,33 |
| 28/014 | Ак x Дн (Ak x Dn) | 33 | 34 | 33 | -1,49 | -0,03 | -1,00 |
| 34/014 | Р x Б (R x B) | 33 | 34 | 33 | -1,49 | -0,03 | -1,00 |
| 35/014 | Р x И (R x I) | 33 | 34 | 31 | 1,54 | -0,03 | 0,33 |
| 36/014 | Р x Др (R x Dr) | 33 | 34 | 31 | 1,54 | -0,03 | 0,33 |
| 38/014 | Р x Дн (R x Dn) | 34 | 34 | 33 | 1,49 | 0,00 | 1,00 |

Брой зърна в клас

Таблица 4. Данни от количествения анализ по показателите брой зърна в клас, маса на зърната в клас и маса на 1000 зърна.

Table 4. Results of quantity analysis by parameters number of grains in a spike, weight of grains in a spike, weight of 1000 grains.

| № / No | Кръстоска / Cross АхВ | Брой зърна в клас / Number of grains in a spike | | | | | |
|--------|--------------------------|---|------|------|--------|--------|-------|
| | | АхВ | А | В | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат х Ак (Ат х Ак) | 87 | 88 | 95 | -4,92 | -8,42 | 1,29 |
| 13/14 | Ат х Р (Ат х Р) | 77 | 88 | 93 | -14,92 | -17,20 | 5,40 |
| 24/14 | Ак х Б (Ак х В) | 80 | 95 | 104 | -19,60 | -23,08 | 4,33 |
| 25/14 | Ак х И (Ак х И) | 100 | 95 | 100 | 2,56 | 0,00 | -1,00 |
| 26/014 | Ак х Др (Ак х Др) | 89 | 95 | 92 | -4,81 | -6,32 | -3,00 |
| 28/014 | Ак х Дн (Ак х Дн) | 85 | 95 | 97 | -11,46 | -12,37 | 11,00 |
| 34/014 | Р х Б (Р х В) | 89 | 93 | 104 | -9,64 | -14,42 | 1,73 |
| 35/014 | Р х И (Р х И) | 94 | 93 | 100 | -2,59 | -6,00 | 0,71 |
| 36/014 | Р х Др (Р х Др) | 103 | 93 | 92 | 11,35 | 10,75 | 21,00 |
| 38/014 | Р х Дн (Р х Дн) | 88 | 93 | 97 | -7,37 | -9,28 | 3,50 |
| № / No | Кръстоска / Cross АхВ | Маса на зърната в клас, g Weight of grains in a spike, g | | | | | |
| | | АхВ | А | В | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат х Ак (Ат х Ак) | 5,24 | 5,41 | 5,46 | -3,59 | -4,03 | 7,80 |
| 13/14 | Ат х Р (Ат х Р) | 4,53 | 5,41 | 5,11 | -13,88 | -16,27 | -4,87 |
| 24/14 | Ак х Б (Ак х В) | 4,86 | 5,46 | 6,08 | -15,77 | -20,07 | 2,94 |
| 25/14 | Ак х И (Ак х И) | 5,32 | 5,46 | 5,26 | -0,75 | -2,56 | -0,40 |
| 26/014 | Ак х Др (Ак х Др) | 5,47 | 5,46 | 4,99 | 4,69 | 0,18 | 1,04 |
| 28/014 | Ак х Дн (Ак х Дн) | 4,79 | 5,46 | 5,06 | -8,94 | -12,27 | -2,35 |
| 34/014 | Р х Б (Р х В) | 5,08 | 5,11 | 6,08 | -9,20 | -16,45 | 1,06 |
| 35/014 | Р х И (Р х И) | 5,16 | 5,11 | 5,26 | -0,48 | -1,90 | 0,33 |
| 36/014 | Р х Др (Р х Др) | 6,31 | 5,11 | 4,99 | 24,95 | 23,48 | 21,00 |
| 38/014 | Р х Дн (Р х Дн) | 5,13 | 5,11 | 5,06 | 0,88 | 0,39 | 1,80 |
| № / No | Кръстоска / Cross АхВ | Маса на 1000 зърна, g / Weight of thousand grains, g | | | | | |
| | | АхВ | А | В | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | Ат х Ак (Ат х Ак) | 60 | 61 | 57 | 1,69 | -1,64 | 0,50 |
| 13/14 | Ат х Р (Ат х Р) | 59 | 61 | 55 | 1,72 | -3,28 | 0,33 |
| 24/14 | Ак х Б (Ак х В) | 60 | 57 | 58 | 4,35 | 3,45 | -5,00 |
| 25/14 | Ак х И (Ак х И) | 53 | 57 | 52 | -2,75 | -7,02 | -0,60 |
| 26/014 | Ак х Др (Ак х Др) | 61 | 57 | 54 | 9,91 | 7,02 | 3,67 |
| 28/014 | Ак х Дн (Ак х Дн) | 56 | 57 | 52 | 2,75 | -1,75 | 0,60 |
| 34/014 | Р х Б (Р х В) | 57 | 55 | 58 | 0,88 | -1,72 | -0,33 |
| 35/014 | Р х И (Р х И) | 54 | 55 | 52 | 0,93 | -1,82 | 0,33 |
| 36/014 | Р х Др (Р х Др) | 61 | 55 | 54 | 11,93 | 10,91 | 13,00 |
| 38/014 | Р х Дн (Р х Дн) | 58 | 55 | 52 | 8,41 | 5,45 | 3,00 |

Данните, получени от изследваните хибридни комбинации тритикале, показват много разнообразни хетерозисни прояви при този показател (Таблица 4). Хетерозисът спрямо средното родителско ниво варира от -19,6% до 11,35%, а този спрямо добрия родител – от -23,08% до 10,75%. Подобни данни изключват наличието на генерална тенденция по отношение на изследвания показател и дават основание да се търси специфична комбинативна способност между участващите като родителски форми генотипи. С най-висок хетерозис спрямо по-добрия родител е кръстоска

36/14 („Респект” х „Добруджанец”), а с най-нисък и отрицателен – кръстоски 13/14 („Атила” х „Респект”), 24/14 („Акорд” х „Бумеранг”), 28/14 („Акорд” х „Дони 52”) и 34/14 („Респект” х „Бумеранг”). По отношение на степента на доминиране в голям брой от случаите, се предполага свръхдоминиране на единия или другия родител. За висок хетерозис при този показател при тритикале съобщават Oettler et al. (2003) и Oettler et al. (2004). Goral (2002), не отчитат значим хетерозис при броя на зърната в клас. Значителен хетерозис съобщават също Singh and Tewari (1993), Dhindsa et al. (1998), а малко по-малък – Grzesik (1995), Behl (1985) и Grzesik and Wegryzn (1998). Hussain et al. (2006) и Khan and Khan (1996), съобщават за силен хетерозис (над 11%), при някои кръстоски от обикновена зимна пшеница. Разнообразна реакция при 4 кръстоски тритикале съобщава Tsvetkov (2008), като посочва стойности на степента на доминиране от 0,33 до 1,53. Milovanovic et al. (2014) посочват преобладаващи стойности на доминиране и свръхдоминиране в първо хибридно поколение, като се наблюдават съществени разлики между правите и обратните кръстоски в изведената от авторите диалелна схема.

Маса на зърната в клас

Изследваните кръстоски показват хетерозис спрямо средното родителско ниво от -15,77% до 24,95% и хетерозис спрямо по-добрия родител от -20,07% до 23,48% (Таблица 4). При две от кръстоските 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”) и 38/14 („Респект” х „Дони 52”) се наблюдават съвсем слаби хетерозисни прояви. Много висок хетерозис спрямо по-добрия родител (над 20%), се наблюдава при кръстоска 36/14 („Респект” х „Добруджанец”). Въпреки сходните стойности за родителските форми (5,11 и 4,99g), превишението е над 1g, което предполага натрупване на голямо количество благоприятни алели. Това показва високата комбинативна способност на кръстоската и възможното фиксиране на по-високите стойности в последващи генерации. Съществуват много противоречиви данни за хетерозисния ефект при този показател. Oettler et al. (2003) и Oettler et al. (2004) съобщават за наличие на хетерозис при тритикале като стойностите, които регистрират са от -11,4% до 22,4%. При обикновената зимна пшеница също са регистрирани прояви на хетерозис (Khan and Khan, 1996; Chowdhry et al., 2001; Akhter et al., 2003; Hussain et al., 2006; Akbar et al., 2010), но също така и неналичието му (Chwang et al., 1963), или незначимите му прояви, (Rajki and Rajki, 1968; Mihaljev, 1976; Popovic, 1976) което определя генотипната специфика на изследвания показател.

Маса на 1000 зърна

Данните за степента на доминиране при изследваните кръстоски (Таблица 4) показват, че при 6 от 10те изследвани хибриди тритикале се предполагат ефекти близки до адитивните и само при 4 (24/14 („Акорд” х „Бумеранг”), 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”), 36/14 („Респект” х „Добруджанец”) и 38/14 („Респект” х „Дони 52”)) има прояви на хетерозис т.е. свръхдоминиране. Най-високе хетерозисът спрямо по-добрия родител при кръстоска 36/14 („Респект” х „Добруджанец”) – 10,91%. За подобни взаимодействия и хетерозисен ефект при тритикале съобщава Herrmann (2007) – 4,7-6,3%. Подобни данни отчитат и Oettler et al. (1998), Oettler et al. (2001), Oettler et al. (2003), Oettler et al. (2004), Pfeiffer et al. (1998), Fossati et al. (1998), Burger et al. (2002) за тритикале и Akbar et al. (2010), Chowdhry et al. (2001) и Hussain et al. (2006) при обикновената зимна пшеница.

Плътност на класа

Само при три от изследваните кръстоски (12/14 („Атила” х „Акорд”), 24/14 („Акорд” х „Бумеранг”) и 28/14 („Акорд” х „Дони 52”)) е отчетен хетерозис спрямо средното родителско ниво, като единствено при 12/14 („Атила” х „Акорд”) – хетерозис спрямо по-добрия родител – 4,2% (Таблица 5). По отношение на

степената на доминиране кръстоските показват стойности предполагащи доминиране на единия или другия родител или адитивност, като само при кръстоска 12/14 („Атила” х „Акорд”) се предполага свръхдоминиране. Въпреки ниската стойност на хетерозисния ефект спрямо по-добрия родител при кръстоска 12/14 („Атила” х „Акорд”), при обикновената зимна пшеница Khan et al. (1995), отчита хетерозисен ефект при този показател, което се свързва с наличие на ранен формообразователен процес, водещ до уплътняване на класа.

Фертилност

Преобладаващата липса на положителен хетерозис, както спрямо средното родителско ниво, така и спрямо по-добрия родител при изследваните кръстоски (Таблица 5), се свързва с понижена фертилност в F1. **Единствено при кръстоска 36/14 („Респект” х „Добруджанец”)** се наблюдава слаб истински хетерозис – 3,3%. Подобни стойности показват увеличаване на зърната в класа с 1 на всяко 30то класче, което няма практическа селекционна стойност. Въпреки това наличието на положителен хетерозис се свързва с по-висока комбинативна способност между двете родителски форми. По отношение на степента на доминиране не се формира ясна тенденция, което се дължи на влиянието на показателя брой зърна в клас при определяне на фертилността. **В различни изследвания при тритикале (Goral et al., 2015), често повишената фертилност се свързва с влиянието на ръжения субгенном и повишаване на честотата на кръстосано опрашване.**

Таблица 5. Данни от количествения анализ по показателите плътност на класа и фертилност.

Table 5. Results of quantity analysis by parameters spike density and fertility.

| № / No | Кръстоска / Cross AxB | Плътност на класа / Spike density | | | | | |
|--------|--------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|
| | | AxB | A | B | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | At x Ak (At x Ak) | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 6,4 | 4,2 | 3,00 |
| 13/14 | At x R (At x R) | 2,4 | 2,4 | 2,5 | -2,0 | -4,0 | 1,00 |
| 24/14 | Ak x B (Ak x B) | 2,5 | 2,3 | 2,5 | 4,2 | 0,0 | -1,00 |
| 25/14 | Ak x I (Ak x I) | 2,3 | 2,3 | 2,7 | -8,0 | -14,8 | 1,00 |
| 26/014 | Ak x Dr (Ak x Dr) | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | - |
| 28/014 | Ak x Dn (Ak x Dn) | 2,4 | 2,3 | 2,4 | 2,1 | 0,0 | -1,00 |
| 34/014 | R x B (R x B) | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | - |
| 35/014 | R x I (R x I) | 2,5 | 2,5 | 2,7 | -3,8 | -7,4 | 1,00 |
| 36/014 | R x Dr (R x Dr) | 2,4 | 2,5 | 2,3 | 0,0 | -4,0 | 0,00 |
| 38/014 | R x Dn (R x Dn) | 2,4 | 2,5 | 2,4 | -2,0 | -4,0 | -1,00 |
| № / No | Кръстоска / Cross AxB | Фертилност / Fertility | | | | | |
| | | AxB | A | B | MP, % | BP, % | d/a |
| 12/14 | At x Ak (At x Ak) | 2,7 | 2,8 | 2,8 | -3,6 | -3,6 | - |
| 13/14 | At x R (At x R) | 2,5 | 2,8 | 2,7 | -9,1 | -10,7 | -5,00 |
| 24/14 | Ak x B (Ak x B) | 2,3 | 2,8 | 3,1 | -22,0 | -25,8 | 4,33 |
| 25/14 | Ak x I (Ak x I) | 2,9 | 2,8 | 3,2 | -3,3 | -9,4 | 0,50 |
| 26/014 | Ak x Dr (Ak x Dr) | 2,7 | 2,8 | 3 | -6,9 | -10,0 | 2,00 |
| 28/014 | Ak x Dn (Ak x Dn) | 2,5 | 2,8 | 2,9 | -12,3 | -13,8 | 7,00 |
| 34/014 | R x B (R x B) | 2,7 | 2,7 | 3,1 | -6,9 | -12,9 | 1,00 |
| 35/014 | R x I (R x I) | 2,7 | 2,7 | 3,2 | -8,5 | -15,6 | 1,00 |
| 36/014 | R x Dr (R x Dr) | 3,1 | 2,7 | 3 | 8,8 | 3,3 | -1,67 |
| 38/014 | R x Dn (R x Dn) | 2,6 | 2,7 | 2,9 | -7,1 | -10,3 | 2,00 |

Изведеният количествен анализ по признаци дава задълбочена представа върху реакциите на хибридните растения в първо поколение при конкретните условия на средата. Тъй като техните прояви съвпадат в голяма степен с резултати, получени от други изследователи, следва да се посочи, че хетерозисните прояви имат достоверен, а не случаен характер. Широкото разнообразие от реакции при отделните кръстоски не дават възможност да се построят генерални тенденции. При някои от кръстоските хетерозисната проява е насочена в по-голяма степен в увеличаване на вегетативните части (височина на растението) (25/14 („Акорд” х „Ирник”), 26/14 („Акорд” х „Добруджанец”), 35/14 („Респект” х „Ирник”), а при други в генеративен аспект – по-голям брой и по-тежки зърна (36/14 („Респект” х „Добруджанец”). Подобни различаващи се прояви на хетерозисен ефект, свързани с предполагаемо доминиране или свръхдоминиране на единия или другия родител дават възможност в последващи генерации да се определи специфичното унаследяване на изследваните признаци. Поради тази причина е необходимо да бъдат определени общата и специфичната комбинативна способност на компонентите, участващи като родителски форми. Независимо от това, данните от количествения анализ дават възможност за разграничаване на определени кръстоски като 36/14 („Респект” х „Добруджанец”) и 38/14 („Респект” х „Дони 52”), които проявяват висок и положителен хетерозис по компонентите на добива и биха могли ефективно да се използват в подборителната работа при тритикале.

ИЗВОДИ

На база на така представените резултати, могат да бъдат направени следните изводи:

1. Всички изследвани кръстоски се отличават с положителен хетерозис спрямо по-добрия родител по признака височина на растенията, независимо от участващите родителски компоненти, което се свързва с хетерозиготността на първо хибридно поколение.

2. По показателите брой класчета в клас и плътност на класа, при нито една от кръстоските не е установен положителен хетерозис спрямо по-добрия родител, което предполага по-малкия брой гени, които са свързани с експресията на тези признаци.

3. При показателите дата на изкласяване, дължина на класа, брой зърна в клас, маса на зърната в клас и маса на 1000 зърна се наблюдават много големи различия в стойностите на хетерозисния ефект – от силно отрицателни, до силно положителни като тази реакция се свързва с широката полигенна природа на тези признаци.

4. При нито един от изследваните показатели, с изключение на брой класчета в клас, не може да се построи тенденция към определена реакция, както по отношение на хетерозисния ефект спрямо средното родителско ниво и спрямо добрия родител, така и спрямо степента на доминиране, което дава основание да се търси специфичната комбинативна способност на участващите родителски форми и специфичните реакция в следващите хибридни генерации.

5. С много висок хетерозисен ефект по показателите брой зърна в клас, маса на зърната в клас и маса на 1000 зърна се откроява кръстоска 36/14 („Респект” х „Добруджанец”) и следва да бъде подробно изследвана в следващите поколения с цел закрепване на високите стойности на компонентите на добива при тритикале.

ЛИТЕРАТУРА

- Байчев, В., 1990. Създаване и проучване на първични и вторични тритикале. Дисертация. Генерал Тошево, 181с.
- Байчев, В., 1996. Проучване върху хибридни форми тритикале в F1 и F2.

- Растениевъдни науки, год. XXXIII, №2: 51-55.
- Байчев, В., 2005.** Проучване на хибридни форми пшеница и тритикале, получени по схемата F1 (6х-тритикале / 6х-пшеница). Сборник с доклади от Балканска научна конференция Селекция и агротехника на полските култури 2 юни 2005, Карнобат, част първа: 269-273
- Байчев, В., 2013.** Линии и сортове тритикале, отглеждани при контрастни метеорологични условия. Научни трудове на Институт по земеделие – Карнобат, 2(1): 79-86
- Генчев, Г., Е. Маринков, В. Йовчева, А. Огнянова, 1975.** Биометрични методи в растениевъдството, генетиката и селекцията. Земиздат, София.
- Колев, Д., 1978.** Хибридизация между пшеницата и ръжта. Земиздат, София.
- Сечнях, Л.К., Ю.Г. Сулима, 1984.** Тритикале. Москва, Колос.
- Стоянов, Х., 2013.** Корелация между характеристики на класа при сортове обикновена зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.). Научни трудове на Институт по земеделие – Карнобат, 2(1): 95-104.
- Стоянов, Х., 2015.** Разработване и приложение на селекционно-икономически показатели за оценка на форми и образци обикновена зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.). Икономиката в променящия се свят: национални, регионални и глобални измерения. Сборник с доклади от международна научна конференция. Икономически университет – Варна, 1: 445-453.
- Цветков, С., 1989.** Тритикале. Земиздат, София.
- Alheit, K.V., L. Busemeyer, W. Liu, H.P. Maurer, M. Gowda, V. Hahn, S. Weissmann, A. Ruckelshausen, J.C. Reif, T. Wuerschum, 2014.** Multiple-line cross QTL mapping for biomass yield and plant height in triticale (×Triticosecale Wittmack). Theor Appl Genet, 127: 251-260.
- Akbar, M., J. Anwar, M. Hussain, M.M. Iqbal, W. Sabir, 2010.** Heterosis and heterobeltiosis for grain yield improvement in bread wheat. J. Agric. Res., 48(1): 15-23.
- Akhter, Z., A.K.M. Shamsuddin, M.M. Rehman, M. Salim Uddin, M. Mohi-ud-Din, A.K.M.M. Alam, 2003.** Studies on heterosis for yield and yield components in wheat. J. Biol. Sci. 3(10): 892-897
- Arseniuk, E., 2015.** Triticale abiotic stresses – an overview. In: Eudes, F. (ed.), Triticale, pp. 68-81
- Arseniuk, E., T. Goral, 2015.** Triticale biotic stresses – known and novel foes. In: Eudes, F. (ed.), Triticale, pp. 82-109
- Behl, R.K., 1985.** Heterosis for important characters in hexaploid triticale. Wheat Inf Serv, 60:10–14
- Burger, H., G. Oettler, A.E. Melchinger, 2002.** Heterosis and combining ability for grain yield and yield components in winter triticale. In: Proceedings of 5th international triticale symposium, IHAR Radzików, vol I, Poland, 30 June–5 July 2002, pp 199–204
- Chwang, C.S., H.L. Wang, C.M. Tseng, Y.C. Li, T.C. Li, 1963.** Studies on the choice of parents in wheat crosses – I. Heterosis and combining ability in F1 hybrids. Acta Agronomica Sinica, 1963-02.
- Chengjun, W., G. Lin, Z. Zhaoqing, H. Fei, 1991.** The studies on principal characters combining ability and heterosis of the hybrid generations between winter and spring wheat. Journal of Sichuan University (Natural Science Edition), 1991-02.
- Chowdhry, M.A., M. Iqbal, G.M. Subhani and I. Khaliq. 2001.** Heterosis, inbreeding depression and line performance in crosses of *Triticum aestivum*. Pak. J. Biol. Sci. 4(1): 56-58.
- Crosson, P., J.R. Anderson, 1992.** Resources and global food prospects: supply and demand for cereals to 2030. World Bank Technical Paper, 184: 1-138.
- Dhindsa, G.S., G. Maini, G.S. Nanda, G. Singh, 1998.** Combining ability and heterosis for yield and its components in triticale. Proceedings 4th international triticale symposium,

- red deer, Alberta, Canada, 26–31 July 1998, pp 116–118
- Fischer, S., J. Möhring, H.P. Maurer, H.P. Piepho, E.M. Thiemt, C.C. Schön, A.E. Melchinger, J.C. Reif, 2009.** Impact of genetic divergence on the ratio of variance due to specific vs. general combining ability in winter triticale. *Crop Sci* 49(6): 2119–2122
- Fischer, S., H.P. Maurer, T. Würschum, J. Möhring, H.P. Piepho, C.C. Schön, E.-M. Thiemt, B.S. Dhillon, E.A. Weissmann, A.E. Melshinger, J.C. Reif, 2010.** Development of heterotic groups in triticale. *Crop Sci* 50(2): 584–590
- Fossati, D., R. Jaquiere, A. Fossati, 1998.** Agronomical performance of triticale F1 hybrids. In: Proceedings of 4th international triticale symposium, red deer, Alberta, Canada, 26–31 July 1998, pp 124–126
- Gill, K.S., H.L. Bhardwaj, G.S. Dhindsa, 1979.** Heterosis and combining ability in triticale. *Cereal Res Com*, 7(4): 303–309
- Góral, H., 2002.** Biological and breeding aspects of using heterosis on triticale (*×Triticosecale* Wittmack). *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy* (Scientific Monography of the University of Agriculture in Kraków, ser. Dissertations), nr 283.
- Goral, H., S. Stojalowski, T. Warzecha, 2015.** The development of hybrid triticale. In: Eudes, F. (ed.), *Triticale*, pp. 33-66
- Grzesik, H., 1995.** Badania nad karłowymi mutantami pszenżyta ozimego (*×Triticosecale* Witt.). Część II. Efekt heterozji mieszańców F1 pszenżyta ozimego. (Studies on dwarf mutants of winter triticale (*×Triticosecale* Witt.). Part II. Heterosis effect of winter triticale F1 hybrids). *Hod Rośl Aklim*, 39:21–39
- Grzesik, H., S. Węgrzyn, 1998.** Heterosis and combining ability in some varieties of triticale. In: Proceedings of 4th international triticale symposium, red deer, Alberta, Canada, 26–31 July 1998, pp 129–133
- Hazell, P., S. Wood, 2008.** Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society. B. Biological Sciences*, 363(1491): 495-515.
- Herrmann, M., 2007.** A diallel analysis of various traits in winter triticale. *Plant Breeding*, 126(1): 19-23.
- Hussain, F., M. A. Khan, M. A. Akhtar, M. Zulkiffal, R. Din, 2006.** Estimation of heterotic and heterobeltiotic effects in bread wheat. Abstracts published by Wheat Research Institute, Faisalabad, Pakistan. *Int. Wheat Sem. February 20-21, 2006.* p.20-21.
- Khan, M.A., A.S. Khan, 1996.** Heterosis studies for yield and yield components in some crosses of bread wheat. *Pak. J. Agri. Sci.* 33(1): 66-68.
- Khan, N.U., G. Hassan, M.S. Swati, M.A. Khan, 1995.** Estimation of heterotic response for yield and yield components in a 5 x 5 diallel cross of spring wheat. *Sarhad J. Agric.* 11(4): 447-487 [Pl. Br. Absts. 66(12): 12432; 1996].
- Mehla, B.S., S.C. Sharma, J. S. Hooda, 2000.** Gene action for certain quantitative traits in wheat. *Annals of Biology (Ludhiana)*. 16(1): 95-100 [Pl. Br. Absts. 70(8): 8430; 2000].
- Mihaljev, I., 1976.** Heterosis in grain yield its components in common wheat. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra* 38(48): 141–146
- Milovanovic, M., V. Perishic, M. Staletic, V. Djekic, O. Nicolic, S. Prodanovic, K. Lukovic, 2014.** Diallel analysis of grain number per spike in triticale. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(5): 1109-1115.
- Naidu, M.R., K.S. Gill, 1985.** Genetic analysis of grain yield and agronomic characters in hexaploid triticale. *Wheat Information Service*, 61-62: 51-54.
- Oettler, G., H.C. Becker, G. Hoppe, G. Wahle, 1998.** Heterosis for yield and yield components in multi-location trials of winter triticale. In: Proceedings of 4th international triticale symposium, red deer, Alberta, Canada, 26–31 July 1998, pp 151–155
- Oettler, G., H.C. Becker, G. Hoppe, 2001.** Heterosis for yield and other agronomic traits of winter triticale F1 and F2 hybrids. *Plant Breed*, 120: 351–353
- Oettler, G., H. Burger, A.E. Melchinger, 2003.** Heterosis and combining ability for grain yield and other agronomic traits in winter triticale. *Plant Breed* 122: 318–321
- Oettler, G., S.H. Tams, H.F. Utz, E. Bauer, A.E. Melchinger, 2004.** Prospects for hybrid

- breeding in winter triticales: I. Heterosis and combining ability for agronomic traits in European elite germplasm. *Crop Sci*, 45(4): 1476–1482
- Pfeiffer, W.H., K.D. Sayre, M. Mergoum, 1998.** Heterosis in spring triticales hybrids. In: Proceedings of 4th international triticales symposium, red deer, Alberta, Canada, 26–31 July 1998, pp 86–91
- Popović, A., 1976.** Manifestation of heterosis in wheat hybrids. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra* 38(48): 147–153
- Rajki, E., S. Rajki, 1968.** Research work on hybrid wheat at Martonvásár, III. *Euphytica Suppl*, 1:43–48
- Randhawa, H.S., L. Bona, R.J. Graf, 2015.** Triticales breeding – Progress and Prospect. In: Eudes, F. (ed.), *Triticales*, pp. 14-32.
- Singh, V., S.N. Tewari, 1993.** Heterosis for yield and yield-contributing characters in triticales (\times *Triticosecale*). *Indian J. Agric. Sci.*, 63(12): 839–841.
- Tsvetkov, S., 2008.** Winter triticales AD-17-B ($2n=6x=42$) – a main donor of genes for short stemq long spikesq high protein content in grain and progressing meiosis status of PMC. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14(4): 390-396.
- von Braun, J., 2007.** The world food situation: New Driving Forces and Required Actions. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., USA.
- Walton, P.D., 1969.** Inheritance of morphological characters associated with yield in spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 49(5): 587-596.