Field Crop Studies (2018) XI(2): 217-228
http://fcs.dai-gt.org/bg/

ISSN: 2535-1133 (Online)
ISSN: 1312-3882 (Print)

ORIGINAL PAPER

Наследяване на някои елементи на продуктивността при кръстоски зимен ечемик

Тошка Попова[1] • Дарина Вълчева[1]

[1] Институт по земеделие - Карнобат, Карнобат, България

Автор за кореспонденция: Тошка Попова; E-mail: toshka67@mail.bg

Inheritance of some components of productivity in winter barley crosses

Toshka Popova[1] • Darina Valcheva[1]

[1] Institute of Agriculture - Karnobat, Karnobat, Bulgaria

Corresponding Autor: Toshka Popova; E-mail: toshka67@mail.bg

Received: October 2018 / Accepted: November 2018 /
Published: December 2018 © Author(s)

Abstract

Popova, T. & Valcheva, D. (2018). Inheritance of some components of productivity in winter barley crosses. Field Crops Studies, XI(2), 217-228.

The experimental work was conducted on the Institute of Agricultute-Karnobat. There were studied the inheritance, coefficients of heritability and selection, the number of genes, manifestations of transgression and heterosis in relation to some traits, determining productivity in winter barley crosses. For this purpose there were studied P_1, P_2, F_1 and F_2 populations of the hybrid combinations Lardeya x PG 4365 and KT 305 x PG 4365. As a result of the hybridisation analysis, it was found that the type of inheritance of the studied traits, which determined the productive potential of the barley, was from incomplete dominant to over dominantly. A heterosis effect is only found in the supernatural inheritance of the signs. Transgressions of high degree and frequency were found to be productive and the grain weights of the plant at crosses Kt 305 x PG 4365 and a mass per 1000 grains in Lardeya x PG 4365. Determination of the test parameters is determined by one to four genes or groups of genes. Only the number of grains in the class corresponds to more genes or a group of genes - from 18 to 22. Relatively low inheritance coefficients have been established for Grain weight per a spike indices in both combinations, spike

length and 1000 grains weight at KT 305 x PG 4365. They show a strong influence of external factors on the phenotypic expression of parameters. The genetic share is highest in plant height, number of fertile tillers per plant, grain number per a spike and grain weight per a plant at both combinations, and spike length and 1000 grains weight at Lardeya x PG 4365. Positive and relatively high team performance values were established for the plant height, grain number per a spike in the two combinations, number of fertile tillers per spike and for crosses KT 305 x PG 4365 and spike length and 1000 grains weight at Lardey x PG 4365. They suggest teaming for these signs in earlier hybrid generations (F_2-F_3).

Key words: Genetic analysis, Inheritance, Yield components

Въведение

Основна задача в селекционната програма на ечемика е създаването на високопродуктивни сортове, устойчиви на праховита главня (Valcheva et al., 2011). В тази връзка познаването на генетичните системи за контрол на признаците, обуславящи продуктивността при ечемика, дава възможност за избор и прилагане на ефективни селекционни процедури при работа с разпадащи се генерации (Georgiev et al., 2013; Vasileva, 2014). От първостепенно значение е правилният подбор на родителските двойки и последващо проучване на хибридните потомства по признаците свързани с продуктивността (Nikolova, 2012; Rachovska and Uhr, 2015).

Целта на настоящото изследване е да се направи генетичен анализ на някои елементи на продуктивността при кръстоски зимен ечемик.

Материали и методи

В периода 2008-2010 години са извършени прости кръстоски с родителските форми ечемик - Лардея, Кт 305 и ПГ 4365. Сорт Лардея е нов високодобивен двуреден сорт ечемик. Кт 305 е перспективна двуредна линии ечемик с много добри продуктивни възможности. Линията ПГ 4365 е перспективна линия многореден ечемик, устойчива на праховита главня *(Ustilago nuda).* Хибридните комбинации са: Лардея х ПГ 4365 и Кт 305 х ПГ 4365.

Биометрични измервания са извършени на основните характеристики на добива - височина на растенията, продуктивна братимост, дължина на класа, брой зърна в клас, тегло на зърната от клас и растение и маса на 1000 зърна. Определени са средната аритметична стойност (x) на показателите, индекс на точност (Sx %), коефициент на вариране (S%), степен на доминиране (d/a), броя на гените, контролиращи признака (N), доминантност (D), степен и честота на трансгресиите (Тс и Тч), епистаз (E), коефициент на наследяване (H^2) и коефициент на ефективност на селекцията (Pp) за всички изследвани

ISSN: 2535-1133 (Online)
ISSN: 1312-3882 (Print)

показатели. Генетичният анализ на родителите и хибридни генотипове по елементи на продуктивността е извършен съгласно Соболев (1976).

Резултати и обсъждане

В Таблици 1 и 2 са представени биометрични данни за родителите (P_1 и P_2) и хибридните поколения F_1 и F_2, както и информация за генните параметри на изследваните количествени признаци.

По показателя височина на растенията родителите от първата и втората кръстоски са високи и стъблото им е над 100 cm. При ечемика стремежът на селекционера е да създава форми с оптимална височина 80-100 cm. В литературата съществуват данни за връзката между височината на растенията и добива и за значението на показателя върху продуктивността (Mihova et al., 2006; Dimova, 2015). В настоящото изследване наследяването на показателя при първата кръстоска е непълно доминиране като d/a=0.72. Растенията на хибридите във F_1 и F_2 са с височина съответно 109.6 cm и 107.2 cm. При втората кръстоска наследяването е свръхдоминантно в посока на ниските стойности на показателя (d/a= -4.00). Хибридите са с височина на растенията във F_1=99.8 cm и във F_2=100.0 cm. Високите положителни стойности на D и при двете кръстоски показват, че наследяването на показателя се определя от доминантни алели (Таблица 2). При двете кръстоски не е установен хетерозисен ефект (HP=99.10 за I кръстоска; HP=96.52 за II кръстоска). Степента на трансгресия е с отрицателни стойности, като при втората кръстоска честотата на трансгресия е 40.00% и е по-висока спрямо първата. Установените отрицателни трансгресии по височина на растенията показват, че е възможно в разпадащите се потомства да се отберат хомозиготни генотипове с по-ниско стъбло спрямо това на родителите. Установени са положителни стойности на епистатните взаимодействия (E=1.10 за I кръстоска и E=1.40 за II кръстоска) и може да се очаква засилено проявление на признака в следващите генерации на разпадащите се популации. Броят на ефективните фактори и за двете кръстоски е малък – един ген или една група гени обуславят проявлението на признака. При Лардея х ПГ 4365 височината на растенията е сравнително добре генетично обусловена, като H^2=46.67%, докато при Кт 305 х ПГ 4365 H^2=15.32% и върху неговата изява въздействат и външни фактори. Сравнително високите стойности на коефициентите за ефективност за отбора (P_p) сочат, че отборът по височина на растението може да бъде ефективен още в ранните хибридни генерации (F_2- F_3).

Редица автори съобщават за доминиране на алелите от родителските форми с по-високата стойност на признака продуктивна братимост (Pukhalsky et al., 1989; Vasileva, 2014; Zahour et al., 1987). В изследването е установено свръхдоминиране в посока на родителя с по-високи стойности на признака

Таблица 1. Биометрични данни за изследваните показатели
Table 1. Biometrical data of investigated characteristics

Показатели, родители и кръстоски/ Characteristics, parents and crosses	P_1		P_2		F_1		F_2		d/a	HP
	x	Sx%	x	Sx%	x	Sx%	x	Sx%		
Височина на растенията, (cm)/ Plants height (cm)										
Лардея х ПГ 4365/Lardeya x PG4365	110.6	1.31	103.4	1.61	109.6	0.99	107.2	0.96	0.72	99.10
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	102.6	1.55	103.4	1.61	99.8	1.58	100.0	1.72	-4.00	96.52
Продуктивна братимост/ Productive tilling										
Лардея х ПГ 4365/Lardeya x PG4365	6.0	0.28	5.4	0.27	6.4	0.29	5.6	0.23	2.33	106.70
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	5.9	0.26	5.4	0.27	6.0	0.20	6.8	0.32	1.40	101.70
Дължина на класа,(cm)/ Spike length, (cm)										
Лардея х ПГ 4365/Lardeya x PG4365	10.5	1.25	7.0	0.18	10.6	0.19	10.4	0.19	1.06	100.95
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	9.4	0.17	7.0	0.18	10.3	0.25	9.6	0.39	1.75	109.57
Брой зърна в клас/ Grains number per a spike										
Лардея х ПГ 4365/Lardeya x PG4365	32.0	0.37	59.0	0.96	31.8	0.47	30.0	0.38	-1.02	53.90
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	29.6	0.36	59.0	0.96	29.0	0.50	28.0	0.50	-1.04	49.15
Тегло на зърното от клас/ Grains weight per spike (g)										
Лардея х ПГ 4365/Lardeya x PG4365	1.30	0.04	2.00	0.06	1.30	0.04	1.30	0.04	-1.00	65.00
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	1.50	0.04	2.00	0.06	1.60	0.05	1.40	0.05	-0.60	80.00
Тегло на зърното от растение/ Grains weight per a plant (g)										
Лардея х ПГ 4365/Lardeya x PG4365	4.30	0.06	4.90	0.14	4.20	0.13	3.50	0.12	-1.33	85.71
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	4.80	0.11	4.90	0.14	5.60	0.26	5.30	0.29	15.00	114.29
Маса на 1000 зърна/ 1000 grains weight										
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya xPG4365	40.63	1.15	33.76	0.85	40.88	1.01	43.33	0.91	1.07	100.62
КТ 305 х ПГ 4365/КТ 305 x PG 4365	50.68	1.05	33.76	0.85	55.17	1.05	50.00	1.34	1.53	108.86

ISSN: 2535-1133 (Online)
ISSN: 1312-3882 (Print)

Таблица 2. Стойности на генните параметри на количествени признаци при проучваните кръстоски
Table 2. Values of the gene parameters of quantitative traits in the crosses studied

Кръстоски/ Показатели Crosses/ Characteristics	Тс	Тч	N	D	E	H	Pp
Височина на растението, (cm)/ Plants height (cm)							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	-3.07	25.00	1	3.78	1.10	46.67	2.67
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	-2.53	40.00	1	3.21	1.40	15.32	1.18
Продуктивна братимост/ Productive tilling							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	-6.67	28.00	1	0.05	-1.15	22.40	0.78
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	15.25	76.00	1	0.25	-0.97	40.00	1.41
Дължина на класа, (cm)/ Spike length, (cm)							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	-0.95	44.00	2	0.13	-0.72	65.22	1.67
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	2.13	56.00	3	0.04	-0.35	2.78	0.07
Брой зърна в клас/ Grains number per a spike							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	-6.25	8.00	18	0.92	8.65	40.02	1.46
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	-5.41	28.00	22	0.20	8.65	45.38	1.90
Тегло на зърното от клас/ Grains weight per spike (g)							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	-35.00	40.00	1	0.01	0.18	3.39	0.04
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	-30.00	44.00	4	0.003	0.28	1.59	1.35
Тегло на зърното от растение/ Grains weight per a plant (g)							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	-28.57	8.00	1	3.78	0.90	28.87	0.60
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	8.16	56.00	1	0.02	-0.08	63.10	2.03
Маса на 1000 зърна/ 1000 grains weight							
Лардея х ПГ 4365/ Lardeya x PG4365	6.65	44.00	1	0.40	-4.29	35.70	2.54
КТ 305 х ПГ 4365/ KT 305 x PG 4365	-1.34	48.00	1	0.36	-1.31	4.44	0.31

(d/a=2.33 за I кръстоска; d/a=1.40 за II кръстоска). Родителските форми Лардея и Кт 305, които са майчини компоненти в кръстоските са носители на доминантните алели за продуктивна братимост. Установен е значителен хетерозисен ефект в кръстоската Лардея х ПГ 4365 (НР=6.70%) и по-слаб при Кт 305 х ПГ 4365 (НР=1.70%). Наличието на епистатни взаимодействия по признака показва, че хетерозисният ефект се дължи на междуалелни взаимодействия. Отрицателните стойности на епистаза индикират подтискане на проявлението на доминантните алели, водещо до по-ниска експресия на признака. Установена е висока степен на положителна трасгресия (Тс=15.25%) при Кт 305 х ПГ 4365 с високи стойности на честота (Тч=76.00%). Това показва, че в разпадащите се хибридни генерации на тази комбинация би било възможно да се отберат генотипове с високи стойности по продуктивна братимост. При Лардея х ПГ 4365 степента на трансгресия е със значителна стойност, но отрицателна. В тази комбинация хетерозисният ефект е силен във F_1 и отслабва в следващата генерация, където отборът на генотипове с високи стойности на признака няма да е ефективен. Ниските стойности на коефициента на наследяване (H^2=22.40%) при Лардея х ПГ 4365 показва, че в общото фенотипно проявление на този признак генотипът има сравнително по-нисък дял. При Кт 305 х ПГ 4365 коефициентът на наследяване е H^2=40.00% и предполага по-значително влияние на генотипа. Броят на ефективните фактори детерминиращи признака продуктивна братимост е един при двете кръстоски. Сравнително високите стойности на коефициентите за ефективност за отбора при анализираните кръстоски показват, че отборът може да бъде ефективен още в ранни генерации.

При ечемика висок пряк ефект върху формирането на добива има дължината на класа (Valcheva et al., 2014). Средните аритметични стойности на показателя дължина на класа, определени за F_1 в изследваните хибридни комбинации, са около и малко над равнището на родителските сортове (Таблица 1). Съотношението d/a показва, че при първата кръстоска наследяването е пълно доминантно (d/a=1.06), докато при втората кръстоска наследяването е свръхдоминантно (d/a=1.75). Установен е хетерозисен ефект при кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 (НР=9.5 %). Положителна трансгресия (Тс=2.13 %) с висока честота (Тч=56.00 %) съществува при хибридната комбинация Кт 305 х ПГ 4365 (Таблица 2). Броят на гените или група гени, контролиращи признака дължина на класа, са 2 за I кръстоска и 3 за II кръстоска. В настоящото проучване положителните стойности за доминантност показват, че доминантните алели определят по-дългия клас. Установени са отрицателни епистатни генни взаимодействия (Е=-0.72 за I кръстоска и Е=-0.35 за II кръстоска). Те показват потенциал за по-ниска фенотипна експресия на признака в следващите

поколения. Високият коефициент на наследяване (H^2=65.22%) при кръстоската Лардея х ПГ 4365 доказва генетичната обусловеност на признака дължина на класа. Аналогични резултати съобщават и други изследователи (Dimova, 2015; Bonchev, 2017). При кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 коефициентът на наследяване на признака (H^2=2.78%) е нисък и проявлението му зависи в голяма степен от условията на средата. По-добра ефективност на отбор по дължина на класа ще има в по-ранните хибридни генерации при кръстоската Лардея х ПГ 4365. Стойностите на Pp=0.07 при кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 са много ниски и отборът трябва да се проведе в по-късни хибридни потомства.

Броят на зърната в клас е признак, който по-малко се влияе от условията на средата и е относително стабилен през различните години (Mersinkov, 2000; Atanasov et al., 2005). Броят на зърната при родителите е различен, тъй като и в двете кръстоски участват двуредни и многоредни форми (Таблица 1). Сорт Лардея и Кт 305 са със средно по 32 и 29.6 броя зърна в клас, докато ПГ 4365 е с 59 зърна. Получените хибриди от двете кръстоски са двурени форми с 31.8 за I кръстоска и 29.0 за II кръстоска зърна в клас. Наследяването и при двете кръстоски е пълно доминатно в посока по-ниската стойност на показателя (d/a= -1.02 за I кръстоска; d/a=-1.04 за II кръстоска). При проучваните кръстоски не е установен хетерозисен ефект. Стойностите на степента на трансгресия и при двете кръстоски са отрицателни (Tc=-6.25 % за I кръстоска; Tc=-5.41 % за II кръстоска), като при Кт 305 х ПГ 4365 честотата е по-висока (Таблица 2). Установеният брой на гените, детерминиращи признака е значителен и е от 18 до 22. Носител на доминатните алели е двуредния родител в двете кръстоски. Установените положителни стойности на епистатните взаимодействия показват възможност за по-висока фенотипна изява на признака в следващите поколения. В настоящото проучване коефициентите на наследяване (H^2) са високи и се предполага, че генетичният дял в експресията на признака е по-голям. Стойностите на показателя за ефективност на отбора (Pp= 1.46 за I кръстоска; Pp= 1.90 за II кръстоска) показват, че отборът по брой зърна в клас ще бъде ефективен в по-ранни генерации.

Показателят тегло на зърното от клас определя в голяма степен добива и отбор по него може да бъде направен в ранните хибридни популации (Mangi et al., 2010; Rachovska and Uhr, 2015). Средните стойности на показателя за F_1 при кръстоските са на нивото на майчиния родител (1.30 g за I кръстоска и 1.60 g за II кръстоска). Наследяването при двете комбинации е пълно доминантно в посока двуредния родител (d/a= - 1 за I кръстоска и d/a= - 0.60 за II кръстоска). Хетерозисен ефект не е установен. От резултатите, представени в Таблица 2 се вижда, че получените трансгресии са отрицателни, с по-висока честота на

трансгресия при втората кръстоска (Тч=44.00 %). Признакът тегло на зърното от клас се определя от 1 до 4 гена или групи гени. Незначителните стойности на Е при двете кръстоски доказват липсата на епистатни взаимодействия. Установените ниски стойности на коефициентите на наследяване (H^2) показват, че теглото на зърното от клас зависи в голяма степен от условията на средата. При първата кръстоска ниските стойности за Рр предполагат, че отборът ще бъде ефективен в късни генерации. При втората кръстоска би могло да се извърши отбор по признака по-рано.

Тегло на зърното от растение е важен селекционен признак, който има най-съществен дял за формирането на добива при ечемика (Dimova, 2015). Стойностите на признака във F_1 за първата кръстоска не превишават родителските компоненти, докато при кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 във F_1 теглото на зърното от растение е значително по-високо в сравнение с родителите. При двете кръстоски наследяването е свръхдоминантно (d/a=-1.33; d/a=15.00), като при първата комбинация е в посока по-ниската стойност. В кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 е установен висок хетерозисен ефект по този признак (НР=14.29 %). При кръстоската Лардея х ПГ 4365 е установена отрицателна степен на трансгресия, с ниска честота. При Кт 305 х ПГ 4365 степента на трансгресия е с положителна стойност (Тс=8.16 %), с висока честота (Тч=56.00%). В резултат на данните може да се допусне, че във F_2 на тази хибридна комбинация вероятността за отбор на генотипове с по-голямо тегло на зърното от растение от родителските форми ще бъде по-голяма. Теглото на зърното от растение е показател, който се определя от един ген или една група гени. При първата хибридна комбинация са установени епистатни взаимодействия, а при втората липсват такива. Генетичен дял във фенотипното проявление на признака при проучваните кръстоски е значителен, като стойността е по-висока при втората кръстоска (H^2=63.10%) (Таблица 2). Стойностите на показателя за ефективност на отбора (Рр=2.03) във втората кръстоска предполагат отборът на форми с по-голямо тегло на зърното от растение да бъде ефективен в по-ранни генерации (F_2-F_3). Високият коефициент на наследяване в съчетание с високи стойности на ефективността на отбора в тази кръстоска показват адитивен генен ефект. Получените резултати потвърждават установеното от Panse (1957) и Dyulgerova and Dyulgerov (2014).

Масата на 1000 зърна е един от основните елементи, определящи продуктивността при ечемика и показващи едрината на зърното (Dyulgerova and Dyulgerov, 2014). Стойностите на показателя маса на 1000 зърна при хибридите на проучваните кръстоски във F_1 са на и над нивото на родителските компоненти. Наследяването на признака е от пълно доминиране

ISSN: 2535-1133 (Online)
ISSN: 1312-3882 (Print)

до свръхдоминантно (d/a=1.07; d/a=1.53). Установен е висок хетерозисен ефект при втората кръстоска (HP=8.86 %). При кръстоската Лардея х ПГ 4365 44.00 % от растенията превъзхождат с 6.65 % родителската форма с по-добра проява на признака. При кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 е установена слаба отрицателна трасгресия (Тс=-1.34 %), с висока честота (Тч=48.00 %). Масата на 1000 зърна се определя от един до една група гени. При двете хибридни комбинации са налице отрицателни епистатни взаимодействия. Това показва възможност за по-ниска фенотипна проява на признака в следващите поколения. Генетичният дял в общото фенотипно проявление на изследвания признак, изразен чрез коефициента за наследяемост (H^2), е по-висок при кръстоската Лардея х ПГ 4365 (H^2=35.70 %) и с по-ниска стойност – при Кт 305 х ПГ 4365 (H^2=4.44 %). Установеното показва, че при втората кръстоска признакът е генетично по-слабо обусловен. Стойностите на показателя за ефективност на отбора предполагат отборът с форми с по-висока маса на 1000 зърна за първата кръстоска да бъде ефективен в по-ранните генерации (F_2-F_3), а при втората в по-късните хибридни поколения (Таблица 2).

Изводи

Типът на наследяване на изследваните признаци, обуславящи продуктивния потенциал на ечемика, е от непълно доминиране до свръхдоминиране.

При всички показатели високите положителни стойности се определят от доминатни алели.

Хетерозисният ефект е установен само при свръхдоминантно наследяване на признаците.

Установени са трансгресии с висока степен и честота, които са ценни за селекцията, при кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 по показателите продуктивна братимост и тегло на зърното от растение и при Лардея х ПГ 4365 по маса на 1000 зърна.

Детерминацията на изследваните показатели се определя от един до четири гена или групи гени. Само за показателя брой зърна в клас отговарят повече гени или група гени - от 18 до 22.

Относително ниски коефициенти на наследяване са установени при показателите тегло на зърното от клас в двете комбинации, дължина на класа и маса на 1000 зърна при Кт 305 х ПГ 4365. Те показват силно влияние на външните фактории върху фенотипната експресия на признаците. Генетичният дял е най-висок при показателите височина на растението, продуктивна братимост, брой зърна в клас и тегло на зърното от растение при двете комбинации и дължина на класа и маса на 1000 зърна при Лардея х ПГ 4365.

Положителни и относително високи стойности на ефективността на

отбора са установени за признаците височина на растението, брой зърна в клас при двете комбинации, продуктивна братимост, тегло на зърното от клас и растение за кръстоската Кт 305 х ПГ 4365 и дължина на класа и маса на 1000 зърна при Лардея х ПГ 4365. Те предполагат извършването на отбор по тези признаци в по-ранни хибридни генерации (F_2-F_3).

Литература
References

Atanasov, P., Valcheva, D. & Mersinkov, N. (2005). Inheritance of the number of grains per spike in naked barley, Balkan Scientific Conference, Karnobat, 1, 163-169 (Bg)

Bonchev, B., (2017). Investigations of phenotyps and genotypic purity barley cultivars for obtaining authentic seeds, Ph Thesis, Sadovo, Bulgaria. (Bg)

Dimova, D., (2015). Selection-genetic studies on the productivity of forage barley. PhD Thesis. Karnobat, Bulgaria. (Bg)

Duylgerova, B. & Duylgerov, N. (2014). Spike productivity of spring six-row barley, Scientific works, 3 (2), 61-67. (Bg)

Georgiev, St., Ganusheva, N., Stamatov, St. & Deshev, M. (2013). Approaches and methods as in the selection pattern of self-pollinating crops, Academic publishing, Plovdiv. (Bg)

Mangi, S., Sial, M., Ansari B. & Mirbahar A. (2010). Heritability studies for grain yield and yield components in F3 segregating generation of spring wheat, Pakistan Journal of Botany, 42, 3, 1807-1813.

Mersinkov, N. (2000). Contribution to the selection of winter brewing barley in Bulgaria, PhD Thesis, Karnobat. (Bg)

Mihova, G., Mihailov, R., Tonev, T. & Demirev, V. (2006). Correlations between traits related to logding resistance in barley. Field Crops Studies, III, 3, 359-365. (Bg)

Nikolova, E. (2012). Heterosis, depression, dominant and transgression of the symptom length of spike in winter common wheat hybrids. Science &Technologies, II, 6, 67-72. (Bg)

Panse ,V. (1957). Genetics of quantitative characters in relation to plant breeding, Indian Journal Plant Breeding, 28, 225-229.

Pukhalsky, V., Malchenko, V., Latipov, A., Kyizlasov, V., Rudenko, M., Jordanskaya, V. & Marchenko, N. (1989). Heterosis manifestation in wheat and barley in the system of diallel crosses, Genetics and breeding, 3, 488-497. (Ru)

Rachovska, G. & Uhr, Z. (2015). Genetic Variability and Heritability of Yeld and its Components by Wheat. Plant science, LII, 1, 58-62. (Bg)

ISSN: 2535-1133 (Online)
ISSN: 1312-3882 (Print)

Valcheva, D., Vulchev, D., Dimova, D., Duylgerova, B., Popova, T. (2011). Problems, guidelines, achievements and prospects in selection of winter barley, Agriculltural science, 44 (6), 22-35. (Bg)

Valcheva, D., Vulchev, D., Gocheva, M., Duylgerova, B., Dimitrova-Doneva, M. (2014). Productive potential of two-row barley and possibilities for its increase, 3 (1), 55-69. (Bg)

Vassileva, S. (2014). Genetic and breeding analysis of quantitative and qualitative traits of malting barley, Ph Thesis. Plovdiv, Bulgaria. (Bg)

Zahour, A , Rasmusson, D. & Galagher, L. (1987). Effect of semidwarf stature, head number, and kernel number on grain yield in barley in Morocco, Crop Science, 27, 161-165.