

ГЕНЕТИЧНА ИЗМЕНЧИВОСТ И НАСЛЕДЯЕМОСТ НА ДОБИВА И НЕГОВИТЕ КОМПОНЕНТИ ПРИ ПШЕНИЦАТА (*Triticum aestivum* L.)

ГИНКА РАЧОВСКА*, ЗЛАТИНА УР
Институт по растителни генетични ресурси, Садово

Genetic Variability and Heritability of Yield and Its Components by Wheat (*Triticum aestivum* L.)

G. Rachovska, Z. Uhr
Institute of Plant Genetic Resources, Sadovo, Bulgaria

Abstract

Six F_2 hybrid populations, including 7 varieties of common wheat (*Triticum aestivum* L.) were studied for genetic variability, heritability and genetic advance of yield and its components during the period 2009/2010. Heritability in the broad sense (H^2) was computed following Mahmud and Kramer (1951) and genetic advance (GA) was calculated using the formula of Falconer and Mackay (1996). Based on estimated genetic parameters, we can conclude that the selection in F_2 populations by grain yield per plant is most effective, and by length of the main spike and grain yield from the main spike is not effective and may be delayed for later (next/following) generations. The Crosses (Nikki \times Prelom) F_2 , (Farmer \times Guinness) F_2 and (Vselena \times Junak) F_2 at this stage show the highest potential having in the mind the high averages values of studied parameters, coefficients of heritability and expected genetic advance.

Key words: wheat, yield, genetic variability and heritability

Основна цел на селекционните програми при пшеницата е създаване на сортове с висок продуктивен потенциал (Alexander et al., 1985; Бояджијева, 1988; Панайотов, Рачински, 2002).

Известно е, че добивът на зърно при пшеницата е признак със сложен полигенен контрол, който силно се влияе от условията на средата (Рачовска и др., 2003; Димова и др., 2006; Tsenov et al., 2006).

Установяването на генетично обусловената изменчивост за добива и неговите компоненти в хибридните популации, особено когато е придружен от очаквания генетичен напредък, дава ясна представа за реакцията на отбор и ефективността на селекцията (Bhargava et al., 2003; Firousian et al., 2003; Shukla et al., 2004; Kusaksiz, Eid, 2009; Dere, 2010; Bilgin et al., 2011).

Счита се, че високият коефициент на наследяване е предпоставка за по-добра реакция на отбор и ефективна селекция още в ранните разпадащи хибридни генерации (F_2 , F_3).

Редица автори докладват за разнопосочно наследяване на добива и неговите компоненти при пшеницата в F_2 . Бояджијева (1988), Ahmed et al. (2007), Mangi et al. (2010) например установяват висок коефициент на наследяване (H^2) за височина на стъблото, докато Eid (2009) отчита ниска наследяемост и генетичен напредък. За признаците дължина на класа, брой братя на растение, тегло на 1000 зърна, добив на зърно от растение и др. също са установени противоречиви данни (Firousian, 2003; Mangi et al., 2010; Bilgin et al., 2011).

Целта на настоящото изследване беше да се проучи вариабилността и наследяемостта на добива и някои негови компоненти в F_2 хибридни популации и да се отберат ценни генотипове за бъдеща селекционна работа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Шест F_2 хибридни популации, включващи 7 сорта обикновена зимна пшеница (Вселена,

Таблица 1. Средна стойност, вариационен коефициент, наследяемост и генетичен напредък за височина на растението, продуктивна братимост и дължина на централния клас при пшеницата
 Table 1. Mean value (x), variation coefficient (VC), Heritability (H²) and genetic advance (GA) for the plant height, number of tillers per plant and length of main spike by common winter wheat

Parents; Crosses	Plant height, cm			Number of tillers per plant			Length of main spike, cm			
	$\bar{x} \pm Sx$	VC	H ²	GA	VC	H ²	GA	$\bar{x} \pm Sx$	VC	H ²
Guinness	105.3 ± 0.67	2.3			11.9			10.3 ± 0.18	6.3	
Fermer	97.3 ± 0.85	2.6			17.5			11.7 ± 0.10	2.6	
Panazeja	89.6 ± 1.04	4.2			12.4			10.4 ± 0.14	4.8	
Niki	83.5 ± 1.08	4.1			16.3			12.5 ± 0.33	8.4	
Pielom	105.6 ± 0.33	0.9			15.1			14.5 ± 0.16	3.2	
Junak	106.5 ± 0.64	3.1			14.5			11.6 ± 0.19	8.5	
Vselena	94.6 ± 1.13	3.4			9.1			10.4 ± 0.27	7.4	
(Niki × Prelom) F ₂	87.7 ± 0.86	9.9	79.7	12.1	23.8	71.9	2.8	12.5 ± 0.14	11.4	54.4
(Vselena × Junak) F ₂	94.9 ± 0.75	7.9	56.8	7.4	21.8	64.0	2.3	10.1 ± 0.11	11.1	22.3
(Vselena × Guinness) F ₂	103.8 ± 0.64	6.2	57.0	6.5	21.8	68.5	2.4	9.3 ± 0.10	11.5	33.9
Panazeja × Guinness) F ₂	94.8 ± 2.08	21.9	85.5	30.2	18.5	61.6	1.8	10.9 ± 0.10	9.9	48.1
(Panazeja × Junak) F ₂	100.5 ± 0.74	7.4	52.6	6.8	17.1	48.3	1.3	11.1 ± 0.08	7.5	15.7
(Fermer × Guinness) F ₂	101.0 ± 0.78	7.7	68.4	9.3	23.6	68.9	2.8	10.0 ± 0.11	11.2	60.7

Гинес, Фермер, Юнак, Прелом, Ники, Панацея) са проучени за вариабилност, наследяемост и генетичен напредък по добива и някои негови компоненти през вегетативната 2009/2010 г. Хибридите семена от кръстоските едновременно с родителските сортове са засявани ръчно в експерименталното поле на ИРГР – Садово при разстояние 30/15 cm. Родителските сортове са засявани по 5 реда всеки, а хибридите популации – по 15 реда. За биометричен анализ са вземани на случаен принцип по 200 растения от хибридна популация и по 50 от родителските форми. Проследени са признаците: височина на растението (cm), брой продуктивни братя на растение (бр.), дължина на централния клас (cm), тегло на зърната от централен клас (g), тегло на 1000 зърна (g), тегло на зърното от растението (g).

За всеки признак са изчислени средната аритметична стойност и нейната грешка, вариационен коефициент, вариант, наследяемост в широк смисъл и генетичен напредък при 10% интензивност на отбора (1,40; 1,755 и 2,064 за 20, 10 и 5 процента съответно интензивност на отбора) (Falconer and Mackay, 1996).

Наследяването в широк смисъл е установено по формулата на Mahmud and Kramer (1951) както следва:

$$H^2 (\text{широк смисъл}) = [\sigma^2 F_2 - \sqrt{(\sigma^2 P_1 \times \sigma^2 P_2)}] / \sigma^2 F_2 \times 100,$$

където: H² = коефициент на наследяване в широк смисъл; $\sigma^2 F_2$ = вариант на F₂; $\sigma^2 P_1$ = варианта на първия родител (P₁); $\sigma^2 P_2$ = варианта на втория родител (P₂).

Генетичният напредък (GA) е изчислен по формулата на Falconer and Mackay (1996), както следва:

$$GA = \sigma^2 \times H^2 \times i,$$

където σ^2 = средно квадратно отклонение; H² = коефициент наследяване в широк смисъл; i = интензивност на отбора (1.755 при 10% интензивност).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В табл. 1 и 2 са представени средните стойности на проучваните признаци за добива и неговите компоненти, вариационните коефициенти, наследяемостта в широк

Таблица 2. Средна стойност, вариационен коефициент, наследяемост и генетичен напредък за тегло на зърната в централен клас, тегло на 1000 зърна и тегло на зърната от растение при пшеницата

Table 2. Mean value (\bar{x}), variation coefficient (VC), heritability (H^2) and genetic advance (GA) for the plant height, number of tillers per plant and length of main spike by common winter wheat

Parents; Crosses	Grain weight in main spike, g			Grain weight per plant, g			1000 kernel weight				
	$\bar{x} \pm Sx$	VC	H^2	GA	VC	H^2	GA	VC	$\bar{x} \pm Sx$	H^2	GA
Guinness	1.5 ± 0.06	15.6			6.4 ± 0.44	2.50			34.4 ± 0.18	1.9	
Fermer	2.5 ± 0.07	9.4			6.4 ± 0.42	19.9			41.7 ± 0.67	4.9	
Panazeja	2.1 ± 0.10	18.0			6.2 ± 0.16	9.3			39.6 ± 1.10	10.1	
Niki	2.3 ± 0.11	16.2			7.6 ± 0.69	29.1			37.9 ± 0.64	5.5	
Plelom	3.5 ± 0.14	11.3			9.6 ± 1.36	40.3			43.3 ± 0.69	4.5	
Junak	2.0 ± 0.05	13.4			9.9 ± 0.36	19.0			40.1 ± 0.86	11.2	
Vselena	2.4 ± 0.06	8.1			9.5 ± 0.15	4.4			42.3 ± 0.78	5.2	
(Niki × Prelom) F ₂	3.0 ± 0.06	19.8	36.7	0.38	19.4 ± 0.60	31.1	51.7	5.4	41.0 ± 0.63	15.5	68.8
(Vselena × Junak) F ₂	2.5 ± 0.05	21.2	58.5	0.54	15.7 ± 0.41	26.2	78.4	5.5	37.2 ± 0.58	15.7	46.2
(Vselena × Guinness) F ₂	1.9 ± 0.03	19.7	48.7	0.32	13.6 ± 0.34	25.1	75.9	4.5	37.8 ± 0.57	15.2	78.4
Panazeja × Guinness) F ₂	2.1 ± 0.04	21.4	34.1	0.26	12.7 ± 0.30	24.1	68.6	3.7	33.2 ± 0.50	15.2	67.6
(Panazeja × Junak) F ₂	2.3 ± 0.04	18.1	21.9	3.33	14.0 ± 0.32	23.1	67.8	3.8	39.4 ± 0.71	18.2	41.2
(Fermer × Guinness) F ₂	2.4 ± 0.05	22.5	56.6	0.60	17.0 ± 0.52	31.1	72.9	6.7	42.94 ± 0.81	19.0	85.8

смисъл и очакваният генетичен напредък при 10% интензивност на отбора.

Височина на стъблото

Понижаването на дължината на стъблото при пшеницата играе важна роля за подобряването на продуктивността и повишаване на ефективността при хранене. Установено е, че много от нискостъблените сортове са с високи продуктивни възможности (Панайотов, Рачински, 2002).

Средната височина на растенията в хибридите популации варира от 87,68 до 103,79 cm. Стойността на признака е най-ниска в популацията (Ники × Прелом) F₂, като се доближава до тази на ниския родител – сорт Ники (83,50 cm), (табл. 1). В предишни наши изследвания докладвахме за същата хибридна комбинация, че в F₁ частично доминира родителят с по-ниска височина на растението (Ники), а унаследяването на признака е адитивно (Ур, Рачовска, 2010).

Варирането е най-силно при (Панацея × Гинес) F₂ (VC = 21,96%). То показва, че съществуват възможности за установяване на трансгресивни форми и ефективна селекция по височина на растението.

Високите коефициенти на наследяване и в двете коментирани по-горе популации H² (85,5 – 79,7), придружени от очакван значителен генетичен напредък GA (30,18 – 12,08), потвърждават възможността за закрепване на признака в бъдещата селекционна работа.

В останалите изследвани F₂ хибриди наследяването на признака е средно (табл. 1).

Продуктивна братимост

Признакът, брой на продуктивните братя от растение е свързан с добива, но влиянието му е косвено и се изразява чрез други компоненти на продуктивността, като брой на зърната от растение, брой на класовете от растение и др. (Димова и др., 2002).

Средните стойности във всички хибридни F₂ популации са по-високи от тези на родителите, а вариационният коефициент се движи в рамките на 23,82% (Ники × Прелом) F₂ до 17,08% (Панацея × Юнак) F₂ (табл. 1). Наследяемостта на признака

е от висока до средна, като максималната стойност е отчетена отново при (Ники × Прелом) F_2 – $H^2 = 71,78$, а минимална е при (Панацея × Юнак) F_2 ($H^2 = 48,34$). Генетичният напредък следва тенденцията, установена за наследяемостта на признака.

От получените данни може да се заключи, че отборът по брой на братята от растение може да бъде ефективен във всички изследвани F_2 популации с изключение на (Панацея × Юнак) F_2 .

Дължина на централния клас

Дължината на класа е важна характеристика, влияеща върху величината на добива от зърно. Reeves et al. (1999) считат, че селекционирането на сортове с по-дълъг клас и с по-голям брой зърна в него ще допринесе за бъдещето повишаване на добива при пшеницата.

Средните стойности показват, че дължината на класа е в диапазона от 9,25 cm при кръстоската (Вселена × Гинес) F_2 до 14,50 cm при родителския сорт Прелом (табл. 1). Нито една от F_2 кръстоските не превишава средната стойност на съответните родители с изключение на (Панацея × Гинес) F_2 и то в много ниска степен. Варирането на признака обаче в хибридните популации е много по-високо. Най-висок вариационен коефициент е отчетен при кръстоската (Ники × Прелом) F_2 – 20,71%. Степента на наследяемост (H^2) при хибридните комбинации е от ниска – 15,66 (Панацея × Гинес) F_2 до средна – 54,40 (Ники × Прелом) F_2 и средно висока – 60,71 (Фермер × Гинес) F_2 . Съвсем закономерно и очакваният генетичен напредък за дължината на класа в проучваните хибридни популации е нисък.

Анализът на данните ни дава основание да заключим, че отборът по дължината на класа в F_2 трябва да се извършва внимателно или да се отложи за по-късните генерации. За получаването на подобни резултати докладват Dechev (1995), Firouzian et al. (2003), Salim et al. (2003) и други.

Тегло на зърната в централния клас

Изследванията на редица автори посочват теглото на зърното от централен клас като ефективен критерий при отбора по продуктивност в ранните хибридни популации (Бояджиева, 1988; Mangi et al., 2010; Ercul et al., 2010).

Данните за средните стойности на теглото на зърното от централния клас при кръстоски-

те показват, че нито една от тях не превишава постигнатото ниво при родителския сорт Прелом, но за сметка на това вариабилността е по-висока (табл. 2).

Коефициентът на наследяване за признака е от нисък – 21,95 при (Панацея × Юнак) F_2 до среден – 58,49 за (Вселена × Юнак) F_2 . В съответствие с установеното генетичният напредък при отбора по тегло на зърната от централен клас ще бъде нисък с изключение на кръстоската (Панацея × Юнак) F_2 , но тук трябва да се вземе под внимание ниският коефициент на наследяване.

Получените от нас резултати не потвърждават изводите на Бояджиева (1988), Mangi et al. (2010) и Ercul et al. (2010).

Тегло на 1000 зърна

Теглото на 1000 зърна за родителските сортове е най-ниско при сорт Гинес (34,4 g), като достига максимална средна стойност при Прелом (43,29 g). В нито една от хибридните комбинации не е отчетена по-висока стойност на показателя от тази на най-добрия родител. Въпреки това варирането на признака в F_2 популациите е високо, а при (Фермер × Гинес) F_2 теглото на 1000 зърна почти се изравнява с това на сорт Прелом. Голям дял от изменчивостта в същата комбинация е наследствено обусловена ($H^2 = 85,81$), придружена от значителен генетичен напредък (12,33). Коефициентите на наследяване при другите изпитвани F_2 комбинации са високи. Изключение правят популациите с участието на родителския сорт Юнак, където стойността на H^2 е около средната, съответно 41,20 за (Панацея × Юнак) F_2 и 46,15 за (Вселена × Юнак) F_2 .

Данните дават основание да допуснем, че теглото на 1000 зърна може да допринесе за отбора на високодобивни генотипове, но при двете популации с ниска наследяемост на признака началото на отбора трябва да се отложи за по-късна генерация.

Добив на зърно от растение

Добивът на зърно от растение е от първостепенна важност и интерес за селекционерите при пшеницата. Редица автори считат добива на зърно от растение в ранните разпадащи хибридни популации за по-ефективен критерий на отбор, от този по отделните му компоненти (Alexander, 1984; Firouzian, Ali, 2003).

Добивът на зърно от растение при родителите е в рамките на 6,22 g при сорт Фермер до 9,98 g за сорт Прелом. В хибридите популации той се повишава и е в диапазона 12,71 g за (Панацея × Гинес) F₂ и 19,41g за (Ники × Прелом) F₂. Вариационните коефициенти следват същата последователност (табл. 2). Наследяемостта на признака е висока за всички F₂ комбинации с изключение на (Ники × Прелом) F₂, при която е отчетена средна стойност (51,74). Изчисленият генетичен напредък варира от 3,66 до 6,70. Получените данни обаче не потвърждават изводите на Firouzian, Ali (2003) за положителна взаимовръзка между високия коефициент на наследяемост на признака и очаквания генетичен напредък.

Високият дял на наследствена изменчивост и изчислените стойности на генетичния напредък показват, че е възможен ефективен отбор на високодобивни генотипове в изследваните F₂ популации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Базирайки се на изчислените генетични параметри можем да заключим, че за всички изследвани популации отборът в F₂ по добив на зърно от растение е най-ефективен, следван от височината на растението. Отборът по признаците дължина на централния клас и тегло на зърното от централния клас не е ефективен и може да бъде отложен за по-късни генерации.

Комбинациите (Фермер × Гинес) F₂, (Ники × Прелом) F₂, и (Вселена × Юнак) F₂ на този етап показват най-висок потенциал, предвид установените високи средни стойности на проучваните признаци, коефициенти на наследяемост и очакван генетичен напредък.

ЛИТЕРАТУРА

Бояджиева, Д. 1988. Възможности за повишаване на ефективността от селекцията на зимната мека пшеница. *Земиздат*, София, с. 142

Димова, Д. и др. 2006. Оценка по добив и стабилност на перспективни линии пшеница. Изследвания върху полските култури, т. III, кн. 1, 19-25

Димова, Д. и др. 2002. Проучване компонентите на продуктивността при хемомутантни популации зимна обикновена пшеница чрез корелационен и PATH – коефициентен анализ. Научни доклади. Юбилейна научна сесия „120 години земеделска наука в Садово“, т. 3, 73-77

Панайотов, Ив., Т. Рачински. 2002. Селекцията на пшеницата като основа на зърненото производство в България. Селекция и агротехника на полските култури, т. 1. ДЗИ – Г. Тошево, 21-37

Рачовска, Г. и др. 2003. Оценка по добив и стабилност на мутантни линии зимна обикновена пшеница. –В: Сб. „120 години земеделска наука в Садово“, том III, 64-67

Ур, З., Г. Рачовска. 2010. Наследяване на количествени признаци свързани с продуктивността в F₁ хибриди обикновена зимна пшеница. Доклади от научна сесия. 11 – 12 ноември, Съюз на учените в България, Пловдив (под печат).

Alexander, W. L. et al. 1984. A comparison of yield and yield component selection in winter wheat. *Euphytica*, 33, 953-961

Ahmed, N. et al. 2007. The inheritance of yield and yield components of five wheat hybrid populations under drought conditions. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 8 (2), 53-59

Bilgin, O. et al. 2011. Genetic variation and inter-relationship of some morpho-physiological traits in durum wheat (*Triticum durum* (L) DESF). *Pak. J. Bot.*, 43 (1): 253-260

Bhargava, A. et al. 2003. Selection parameters for genetic improvement in Chenopodium grain on sodic soil. *J. Applied Hort.*, 5, 45-48

Dechev, D. 1995. System of breeding for yield in durum wheat. *Plant Science*, 32, 1/2, 24-26 (BG)

Eid, H. M. 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought conditions. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, v. 1 (7), 115-120

Falconer, D., T. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Limited, Longman House, Burnt Mill. Harlow Essex CM20 2JE. England, 188-192

Firousian, A. 2003 Genetic variability and inheritance of grain yield and its components in wheat. *Pak. J. Agri. Sci.*, v. 40, 3-4

Kusaksiz, T., S. Dere. 2010. A study on the determination of genotypic variation for seed yield and its utilization through selection in durum wheat (*Triticum durum* desf.) mutant populations. *Turkish Journal of Field Crops*, 15 (2), 188-192

Mangi, A. Sh. et al. 2010. *Pak. J. Bot.*, 42 (3), 1807-1813

Mahmud, J., H. Kramer. 1951. Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agron. J.*, 42, 12, 605-609

Reeves, T. et al. 1999. New Wheat for a Secure, Sustainable Future. Mexico, D. F.: CIMMYT, p. 28

Salim, I. et al. 2003. Estimates of heritability and genetic advance for grain yield traits in *Triticum aestivum* L. *J. Anim. Pl. Sci.*, 13, 1, 52-54

Shukla, S. et al. 2004. Estimates of genetic parameters to determine variability for foliage yield and its different quantitative and qualitative traits in vegetable amaranth (*A. tri-color*). *J. Genet. Breed.*, 58, 169-176

Tsenov, N. et al. 2006. Study on the genotype x environment interaction in winter wheat varieties II. Grain yield. *Field Crops Studies*, vol. III, 2, 167-177