

Хетерозис в F₁ хибриди, получени от кръстосване на синтетични амфидиплоиди със сортове обикновена зимна пшеница

Надя Даскалова, Пенко Спецов

Heterosis in F₁ hybrids, obtained by crossing synthetic wheats to bread wheat varieties: Five synthetic lines (BBA^uA^uDD) were crossed to 14 bread wheat varieties (*T. aestivum* L.) to establish 22 F₁ hybrids. Positive heterosis was marked for plant height, length and spikelet number in main ear of plants, obtained through lines of amphidiploid № 107 as mother parent. F₁ (2-O x Rada) and (2-O x Boliarka) expressed positive hybrid vigour on plant height toward the better parent. Hybrid necrosis was observed in nine F₁ hybrids, originated from crosses involving lines 8-H and 17-H of amphidiploid № 32. In necrosis-exhibiting hybrids, necrotic symptoms were generally induced at a normal growth temperature, but suppressed at a higher temperature (>30°) in stem extension stages. The injured hybrid plants formed normally seeds in the greenhouse, but revealed less grain weight per plant than in F₁ hybrids without necrosis.

Key words: Synthetic wheat, F₁ hybrids, heterosis, necrosis.

ВЪВЕДЕНИЕ

Отдалечената хибридизация е селекционен метод за прехвърляне на ценни признаци от диви видове в културните растения с цел тяхното подобряване. Според геномния състав дивите родственици на обикновената пшеница (*Aegilops* и *Triticum*) се разделят на първични, вторични и третични. Единствен *Aegilops tauschii* се причислява към първичните източници, тъй като е донор на D-генома в хексаплоидната пшеница (*T. aestivum* L.). Останалите видове от род *Aegilops* се отнасят към вторичните и третичните полиплоидни форми [1]. Установено е, че в отдалечените кръстоски отборът по един признак може да доведе не само до подобряване устойчивостта към болести, но и до създаване на линии с по-висока продуктивност от изходния сорт пшеница [2].

Основният показател, който определя ефективността на хибридите и тяхното предимство пред обикновените сортове, е величината на хетерозисния ефект. Първите опити по изучаване на това явление, както у нас, така и в чужбина, са сведени на фертилна основа, тъй като стерилни линии и възстановители на фертилността все още не са били създадени. Резултатите от тях са насърчителни и показват, че при правилно подбиране на компонентите за кръстосване, обикновената пшеница също проявява значителен хетерозис. Обекти на проучвания са варирането и наследяването на признаци, обуславящи продуктивността в F₁ хибриди на хексаплоидната пшеница. Проведените до сега изследвания потвърждават полигенния характер на наследяване на количествените признаци [3].

При кръстосване на различни форми пшеница, с възможности за разнообразно комбиниране, хетерозис и трансгресии, са селектирани продуктивни генотипове [4,5]. За изясняване на наследяването при количествени признаци, свързани с продуктивността на растението, се прилагат различни подходи и начини за оценка, като генетичен, вариационен, корелационен и други анализи [5].

Целта на настоящата работа е изследване на варирането и наследяването на количествени признаци в F₁ хибриди, получени с участието на синтетични хексаплоидни линии пшеница, отгледани при оранжерийни условия. У нас липсват изследвания за хетерозиса в кръстоски, където едната от двете родителски форми е синтетичен амфидиплоид. В подобни експерименти е възможно да се получи и нова информация, свързана с некротични и хлорозни прояви, поради съчетанието на различни геноми (BA^u от тетраплоидните пшеници и D¹ от *Aegilops tauschii*) в хибридите растения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обект на проучване са 22 F₁ хибридни комбинации и техните родителски компоненти (Таблица 1). Всички растения са разсадени (след покълване при лабораторни условия) по 5 броя в саксии с вместимост от 2.5 kg почва и са отгледани в нерегулируема оранжерия.

Таблица 1

Родителски форми и получените от тях 22 F ₁ хибридни комбинации			
Майки	Произход	Бащи	Произход
2-О ¹	№ 107 (45398 ² x AT 22744 ³)	Анна, Антица, Божана	Добруджански земеделски институт - гр. Генерал Тошево
3-Н	- // -- // -- // --	Болярка, Горица, Дона	
15-Н	- //-- // -- // --	Енола, Карина, Кристи	
8-Н	№ 32 (F ₁ (44961 ⁴ x Загорка ⁵ x 45432 ⁶)) x AT 19089 ⁷	Корона, Лазарка, Лидер 24, Неда, Рада	
17-Н	- // -- // -- // --		
F ₁ хибридни комбинации			
1	15-Н x Горица	12	2-О x Болярка
2	15-Н x Анна	13	2-О x Рада
3	15-Н x Енола	14	17-Н x Корона
4	15-Н x Кристи	15	17-Н x Лидер 24
5	3-Н x Рада	16	17-Н x Антица
6	3-Н x Горица	17	17-Н x Рада
7	3-Н x Карина	18	17-Н x Енола
8	3-Н x Дона	19	8-Н x Рада
9	3-Н x Анна	20	8-Н x Божана
10	2-О x Лазарка	21	8-Н x Неда
11	2-О x Енола	22	8-Н x Дона

1- линия, получена чрез облъчване на семената с 150 Gy гама лъчи; 2,4,6 - образци двузърнест лемец; 3,7 - образци на вида *Aegilops tauschii*, с произход от ИРГР - Садово; 5 - сорт твърда пшеница, селекция на ИПК – Чирпан.

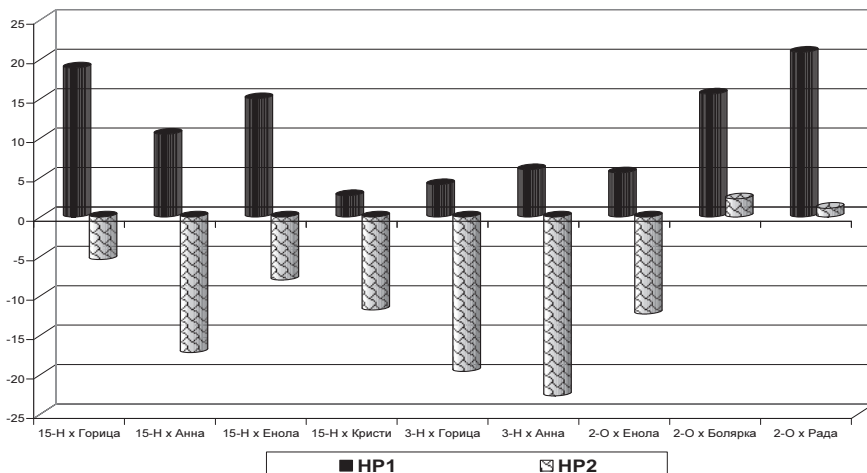
Направено е отчитане по фенофази. Извършен е биометричен анализ по 5 стопански признака на растение след ожънване (височина на главен брат, дължина на главен клас, брой класчета в главен клас, брой зърна и тегло на зърното в главен клас). Чрез програмен продукт "Assistat beta 7.7" е извършен вариационен и дисперсионен анализ за съответните признаци. Хетерозисът е изчислен спрямо средната стойност на родителските форми ($HP1(\%) = (F1-MP)/MP \times 100$) и относно превъзходящия родител за конкретен признак ($HP2(\%) = (F1-VP)/VP \times 100$) [6]. MP е средната родителска стойност, а VP – стойността на по-добрия родител. Определена е наследяемостта в широк смисъл на думата (H^2) по формула: $H^2 = V_G/V_G + V_E = V_G/V_P$ [7], общо за всички хибридни комбинации. Изчислена е средната грешка ($\pm S_H^2$) на H^2 .

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През вегетацията, при част от изпитваните хибриди и майчини форми се регистрира некроза. Симптомите са следните: пожълтяване на част от листата, подтиснат растеж и забавено развитие на растенията. Това бе наблюдавано при всички хибридни комбинации и майки, с произход от амфидиплоид № 32. Пламенов и др. [8] публикуват данни при F₁ кръстоски, включващи хлебна и твърда пшеница, като 63% от хибридите показват некроза. При кръстосване на амфидиплоиди (AABBA^mA^m) с твърда пшеница, получените семена не покълват при комбинацията *T. durum* x амфиплоид, а при реципрочната - всички растения загиват. При нашите изследвания некротата забавя развитието на растенията, но под действието на високата температура в оранжерията (между 10.00-15.00 часа температурата надвишава 60⁰ C) хибридите, макар и със закъснение, образуват зърна.

По признака височина на главен брат, в 9 хибридни комбинации хетерозисът е положителен спрямо средните стойности на двата родителя, а само при (2-О x Бо-

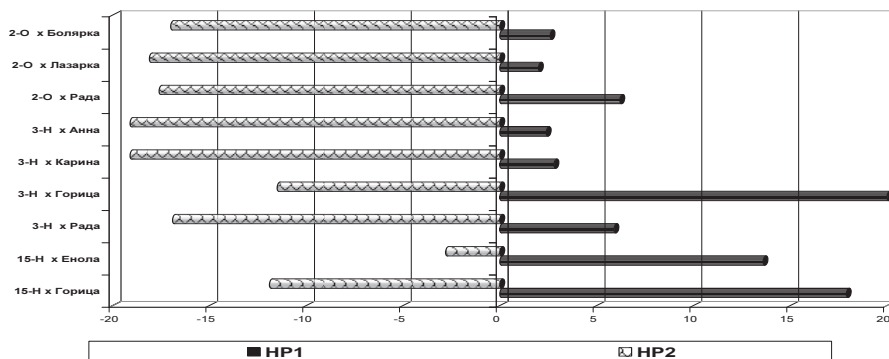
лярка) и (2-О x Рада) се наблюдава положителен хетерозис над по-добрия родител (Фиг.1).



Легенда: HP1-хетерозис спрямо МР (средна стойност на родителите); HP2-хетерозис към ВР (спрямо по-добрия родител).

Фигура 1. Хетерозис по височина на главен брат в девет хибридни комбинации.

При дължината на класа, отново в 9 комбинации (Фиг. 2) има отчетен положителен хетерозис (HP1). Отрицателен е хетерозисът спрямо ВР (HP2) при всички кръстоски.



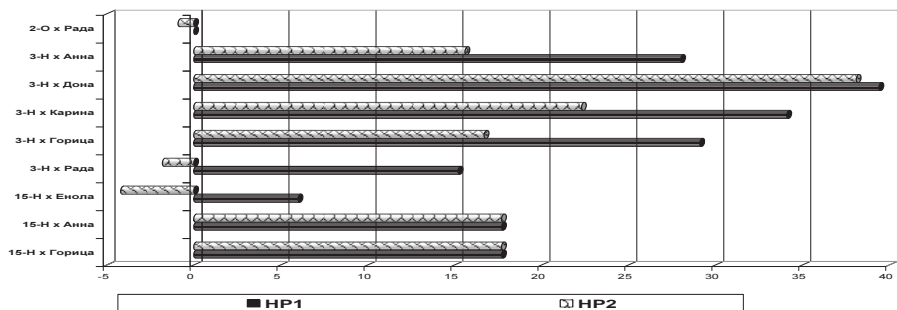
Легенда: HP1-хетерозис спрямо МР (средна стойност на родителите); HP2-хетерозис към ВР (спрямо по-добрия родител).

Фигура 2. Хетерозис по дължина на главен клас в 9 хибридни комбинации

В осем хибрида се отчита превъзходство по брой класчета (фиг.3) в главен клас спрямо средната стойност на родителите и в 6 комбинации - положителен хетерозис над по-добрия родител, в границите на 15.6 до 38.1% (най-висок е при F₁ (3-Н x Дона).

По стопанските признаци брой и тегло на зърната в изследваните хибридни комбинации няма положителен хетерозис. Най-много зърна и най-голямо тегло се регистрират при опрашителяте. Много по-озърнени са хибридите с произход от ам-

фидиплоид № 32 (линии 17-Н и 8-Н), като 17-Н превъзхожда по двата признака сорт Антица (табл.2).



Легенда: HP1-хетерозис спрямо МР (средна стойност на родителите); HP2-хетерозис към ВР (спрямо по-добрия родител).

Фигура 3: Хетерозис по признака брой класчета в главен клас в девет хибрида

Таблица 2
Хетерозис в 13 хибридни F₁ комбинации по брой и тегло на зърната в гл. клас

Кръстоски	Брой зърна						Тегло зърно							
	P ₁	P ₂	F ₁	HP1	HP2	за F ₁		P ₁	P ₂	F ₁	HP1	HP2	за F ₁	
						a	b						a	b
15-Н x Горница	1.8	37.8	7.6	-61.6	-79.9	2	15	0.08	1.6	0.3	-64.7	-81.3	0	0.6
3-Н x Горница	1.0	37.8	9.2	-52.6	-75.7	0	30	0.0	1.6	0.4	-50	-75	0	1.5
3-Н x Карина	1.0	28.6	7.8	-47.3	-72.7	8	18	0.0	1.4	0.5	-28.6	-64.3	0	0.8
2-О x Лазарка	1.4	29.6	7.8	-49.7	-73.6	0	25	0.04	1.6	0.4	-52.9	-75	0	1.4
2-О x Болярка	1.4	28.6	5.4	-64.0	-81.1	1	17	0.04	1.6	0.1	-76.5	-87.5	0	0.6
17-Н x Корона	23.6	61.4	16.2	-61.9	-73.6	1	25	1.01	2.4	0.4	-76.5	-83.3	0	0.6
17-Н x Лидер	23.6	43.0	9.6	-71.2	-77.7	8	10	1.01	1.9	0.4	-72.4	-78.9	0.4	0.5
17-Н x Антица	23.6	16.0	12.8	-42.9	-55.9	8	14	1.01	0.8	0.45	-44.4	-50	0.4	0.6
17-Н x Рада	23.6	43.2	18.4	-44.9	-57.4	14	23	1.01	2.4	0.5	-70.6	-79.2	0.4	0.8
17-Н x Енола	23.6	49.6	16.2	-55.7	-67.3	13	19	1.01	2.5	0.4	-71.4	-80	0.3	0.7
8-Н x Рада	17.6	43.2	9.6	-68.4	-77.8	2	26	0.7	2.4	0.3	-75.0	-83.3	0.1	0.6
8-Н x Божана	17.6	52.0	16.0	-54.0	-69.2	12	21	0.7	2.0	0.6	-58.6	-71.4	0.5	0.8
8-Н x Неда	17.6	45.6	9.6	-69.6	-78.9	4	14	0.7	2.2	0.4	-67.7	-78.3	0.1	0.7

а – минимален брой зърна в главен клас; б-максимален брой зърна в главен клас; Средна аритметична стойност по съответен признак за: P₁ и P₂ – първи и втори родител; HP1 и HP2 – хетерозис (1-по средни стойности на двата родителя-МР и 2-спрямо по-добрия родител-ВР).

При хибридите на амфидиплоид № 32 (майки 8-Н и 17-Н) за брой и тегло на зърната, всички стойности са по-високи от нула. Хибридите и линиите от амфидиплоид № 107 (2-О, 3-Н и 15-Н) дават най-малък брой зърна, като същите бележат нулеви минимални стойности по признаците (таблица 2). При F₁ (3-Н x Анна) се наблюдава 100% стерилност (данните не са представени таблично). Причина за тези резултати е високата температура в оранжерията, която води до едновременно изкласяване и цъфтеж. В същото време, в хибриди и майки с проява на некроза, високата температура подтиска гените за некроза. Пострадалите растения образуват завръз, но по-късно от нормалните [9]. На фона на всички останали хибриди, некротиралите дават неохранено зърно, с по-ниско тегло спрямо хибридните растения на линиите от амфидиплоид № 107 (табл.2).

Таблица 3

Наследяемост (H ²) в широк смисъл на изследваните хибриди		
Признаци	H ²	±S _H ²
Височина	91.4	0.031
Дължина клас	92.8	0.03
Брой класчета	93.9	0.023
Брой зърна	66.9	0.104
Тегло зърно	55.0	0.132

Наследяемостта в широк смисъл за хибридните комбинации е най-висока по признака брой класчета в главен клас, и най-ниска - при тегло на зърната от главен клас (табл.3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Положителен хетерозис спрямо средните стойности на двете родителски форми е отчетен за височина на главен брат, дължина и брой класчета в главен клас при хибриди, в които участват линиите на амфидиплоид № 107 (2-О, 3-Н и 15-Н) .

2. Положителен е хетерозисът спрямо по-добрия родител при височината на главния брат за F₁ (2-О x Рада) и (2-О x Болярка). По брой класчета в клас, 6 хибрида с майки от амфидиплоид № 107 имат превъзходство над по-добрия родител.

3. Генетично обусловената некроза, наблюдавана в девет хибрида (с участието на 8-Н и 17-Н от амфидиплоид № 32), се подтиска от висока температура в оранжерията (>30°) във фаза вретенене на растенията. Те образуват нормално зърна, със закъснение от 2-3 седмици, но семената са по-леки от тези в останалите кръстоски. В некротиралите хибриди липсва положителен хетерозис.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Спецов,П., 2004. Приложни резултати на отдалечената хибридизация при обикновената пшеница (*T.aestivum* L.) в ДЗИ-Генерал Тошево. Изследвания върху полските култури, том I-1: 43-50.

[2] Спецов,П., 1998. Автореферат. Използване на видове от *Aegilops* (2n=28, UUSS) за подобряване на устойчивостта към брашнеста мана и други стопански признаци при обикновената зимна пшеница. Добрич: 1-46.

[3] Николова,Е., И. Панайотов, 2008. Наследяване на количествени признаци в F₁ хибриди зимна обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.). Научни съобщения на СУБ, Добрич, том 10: 11-17.

[4] Ценов,Н., К.Костов, И.Тодоров, И.Панайотов, И.Стоева, Д.Атанасова, И. Манковски, П.Чамурлийски, 2009. Проблеми, постижения и перспективи в селекцията на продуктивност при зимната пшеница. Изследвания върху полските култури, Том V-2: 11-19.

[5] Костов,К., 2001. Автореферат. Характеристика и комбинативна способност на различните екоципове обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.) с цел използването им в селекцията. Добрич: 1-43.

[6] Rasul,I., A.Khan, Z.Ali, 2002. Estimation of heterosis for yield and some yield components in bread wheat. International Journal of Agriculture and Biology: 1560-8530.

[7] Генчев,Г., Е.Маринков, В.Йовчева, А.Огнянова, 1975. Биометрични методи в растениевъдството, генетиката и селекцията. Земиздат, София.

[8] Пламенов,Д., И.Белчев, П.Спецов, 2009. Хибридна некроза при междувидовата хибридизация и възможности за преодоляването ѝ чрез ембриокултура. Изследвания върху полските култури, Том V-2: 285-293.

[9] Bomblies,K., J.Lempe, P.Epple, N.Warthmann, C.Lanz, et al. 2007. Autoimmune response as a mechanism for a Dobzhansky-Muller-type incompatibility syndrome in plants. PLoS Biol 5(9): e236. doi:10.1371/journal.pbio.0050236.

За контакти:

ас. Надя Даскалова, катедра „Растениевъдство“, ТУ-Варна, тел.: 0895317358, e-mail: nadia.daskalova@abv.bg.

Докладът е рецензиран.