

НАСЛЕДЯЕМОСТ НА КОЛИЧЕСТВЕНИ ПРИЗНАЦИ И ГЕНОТИП-СРЕДОВИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ХИБРИДНА КОМБИНАЦИЯ МЕЖДУ СЕМЕНЕН И БЕЗСЕМЕНЕН СОРТ ЛОЗА

ВЕНЕЛИН РОЙЧЕВ

Аграрен университет, Пловдив

E-mail: roytchev@yahoo.com

Inheritance of Quantitative Traits and Genotype-Environment Interactions in a Hybrid Combination between Seeded and Seedless Vine Cultivar

V. Roychev

Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

Abstract

An investigation has been carried out into the inheritance of quantitative traits and the genotype-environment interactions in F_1 progeny of a hybrid combination between a seeded and seedless vine cultivar Hybrid 28-13 \times Russalka. It has been found that their inheritance is mainly characterized by incomplete dominance of the parent cultivars with low values. Dominant genes interacting with the environment possess greater phenotypic significance than additive genes. A destabilizing effect prevails, expressed to a different extent, of the genotype-environment interaction on the phenotypic values of the studied traits. Inheritance is average for the traits berry softening (colouring) – technological maturity, weight of 100 berries, and high for the traits flowering phenophase, cluster width and sugars. Depending on the selection value, the selection of elite hybrid forms shall be remarkably efficient when performed according to the traits period of flowering – berry softening (colouring), period of berry softening (colouring) – technological maturity, cluster weight, weight of 100 berries and acids.

Key words: hybrid combination between a seeded and seedless vine cultivar, quantitative traits, inheritance, genotype-environment interactions, selection value

Изследването на стопански ценните количествени признаци при лозата е свързано с изчисляването на редица показатели на теоретичната статистика, от които зависи интерпретацията на основните типове генетични взаимодействия – доминиране, свръхдоминиране и епистазис. Взаимодействието на адитивните и доминантни гени със средата се отразява върху вариабилността на признаците и тяхната изменчивост. Известно е, че в рамките на адекватен доминантен модел, фенотипните им стойности са най-близки до генотипните. Особено важни са процесите, свързани с взаимодействието на адитивните гени със средата. Чрез методите на линейната регресия се оценява реакцията на всеки генотип във вариращите условия на средите, в които

той се отглежда (Finlay, Wilkinson, 1963; Freeman, Perkins 1971; Freeman, 1973; Kearsey, 1993; Moreno-Gonzales, 1993). Актуализирани програми за установяване взаимодействието на адитивните и доминантни генни ефекти със средата, използвайки математическия модел на Perkins, Jinks (1971; 1973), са представени от Федин и др. (1980), и Хотылева, Тарутина (1982). В повечето съвременни хибридни комбинации между семенни и безсеменни сортове лози участват родителски сортове със сложен произход, тъй като са получени в резултат на няколко предишни кръстоски. Интерес представляват особеностите във фенотипната реакция на получените хибридни форми, отглеждани в условията на няколко среди (години).

Целта на това изследване е да бъде установен характерът на генотип-средовите взаимодействия и наследяемостта на стопански важни количествени признаци при хибридна комбинация между семенен и безсеменен сорт лоза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За извършване на сравнителен анализ на данните, свързани с наследяване на признаците, ефекта на адитивните и доминантни гени, взаимодействията със средата, и отражението им върху фенотипните стойности, изменчивостта и стабилността, в продължение на четири години в F_1 поколение на хибридна комбинация Хибрид 28-13 × Русалка са определени седемнадесет количествени признака: 1-напъпване (дни); 2-фенофаза цъфтеж (дни); 3-период на напъпване – цъфтеж (дни); 4-фенофаза цъфтеж – омекване (прошарване) на зърната (дни); 5-период на омекване (прошарване) на зърната (дни); 6-фенофаза омекване (прошарване) на зърната – технологична зрялост (дни); 7-период на напъпване – технологична зрялост (дни); 8-дължина на грозд (cm); 9-ширина на грозд (cm); 10-индекс на формата на грозд; 11-маса на грозд (g); 12-дължина на зърно (mm); 13-ширина на зърно (mm); 14-индекс на формата на зърно; 15-маса на 100 зърна (g); 16-захари (%); 17-киселини (g/dm³) (Ройчев, 2012).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В зависимост от средните стойности на първите четири фенологични признака, между двата родителски сорта има съществени различия, добре проявени и с доказаност от I ранг при адитивните параметри (**d**), които са в границите на 0,2295 – 4,3522 (табл. 1). Доминантният параметър **h** е от 0,0477 до 7,6472 с доказаност при 1 - напъпване и 4 - цъфтеж – омекване на зърната. Коефициентите (**h/d**) при 1-напъпване и 3-напъпване – цъфтеж са с непълна доминантност и свръхдоминантност при 2-фенофаза цъфтеж и 4-цъфтеж – омекване на зърната. Вариансите на адитивните гени, взаимодействията със средата, – σ^2_{gd} са в интервала от 0,0062 до 0,4012, а при доминантните – от 0,6859 до 21,6220, като особено добре са изразени при 3-напъпване – цъфтеж и 4-цъфтеж – омекване на зърната. Доминантните гени, взаимодействията със средата, са със значително по-висок генетичен ефект. Данните за фенотипната вариабилност на изследваните признаци при родителските сортове и F_1 поколение по среди, изразени чрез $\sigma^2_{x_i}$ и **VCx_i%**, представят информация за тяхната стабилност. При Хибрид 28-13 те са в диапазона 0,0666 – 1,8031 и съответно 0,7796 – 8,5408, а при Русалка – 0,0055 – 2,0110 и 0,5178 – 7,9442. Значително по-високи са анализирания параметри в F_1 поколение, където вариансите са в границите

В приложените методи са включени показателите: адитивност – $d = (P\bar{x}_i - P\bar{x}_i)$; 2, доминантност – $h = F_1\bar{x}_i - m$ и степен на доминантност – **h/d** (Mather, 1949; 1953; 1975; Mather, Jones, 1958; Mather, Jinks 1971; Рокицкий, 1978). Селекционната стойност е представена чрез адитивния параметър **d** и коефициента **d/m%**, наследяването – като степен на доминантност **h/d**, стабилизиращият и дестабилизиращият ефект на **gd** и **gh** – от коефициентите $K_1 = \sigma^2_{x_i} / \sigma^2_{e_j}$ и $K_2 = VCx_i\% / VC\bar{x}_j\%$, при които за стандарт са използвани $\sigma^2_{e_j}$ и $VC\bar{x}\%$, и наследяемост в широк смисъл **h²** – чрез коефициента на повтораемост, получен от еднофакторен, единичен дисперсионен анализ (Савченко, 1984; Лакин 1990). Ефектът на адитивните и доминантни гени, взаимодействията със средата – **gd** и **gh**, е характеризирани чрез вариансите σ^2_{gd} и σ^2_{gh} , а фенотипната вариабилност – чрез вариансите $\sigma^2_{x_i}$ и вариационните коефициенти **VCx_i%** (Кильчевский, Хотылева 1985; 1989). За изчисляване на регресионните коефициенти $b(d + gd) / e_j$ и $b(h + gh) / e_j$ е приложена актуализирана методика на Федин и др. (1980). Регресионните коефициенти bx_i / e_j на родителските сортове са определени по формулите: $P \max - bx_i / e_j = 1 + b(d + gd)e_j$, $P \min - bx_i / e_j = 1 - b(d + gd)e_j$, а в F_1 поколение – $bx_i / e_j = 1 + b(h + gh)e_j$. Те са използвани и за графично представяне на отделните признаци чрез уравненията: $d \hat{=} gd = d + bgd / e_j \cdot e_j$, $h \hat{=} gh = h + bgh / e_j \cdot e_j$, и $\hat{x}_i = \bar{x}_i + bx_i / e_j \cdot e_j$ (Eberchart, Russell 1966).

Интерпретацията на получените експериментални резултати е в съответствие с основните теоретични модели на посочените автори.

на 0,3712 – 20,3662 при относителна вариационност от 4,5001 до 16,3963. Ефектът на адитивните и доминантни гени, взаимодействащи със средата, върху стабилизиращо/дестабилизиращото действие, изразено чрез коефициентите K_1 и K_2 , показва значителни различия между отделните признаци, родителските сортове и F_1 поколение. При Хибрид 28-13 дестабилизиращ ефект е проявен при 1-напъпване, 2-фенофаза цъфтеж и 4-цъфтеж – омекване на зърната, а стабилизиращ – при 3-напъпване – цъфтеж. За Русалка стабилизиращ ефект е отчетен при 1-напъпване и 4-цъфтеж – омекване на зърната, а дестабилизиращ – при 2-фенофаза цъфтеж и 3-напъпване – цъфтеж. Във F_1 поколение той е дестабилизиращ за всички признаци.

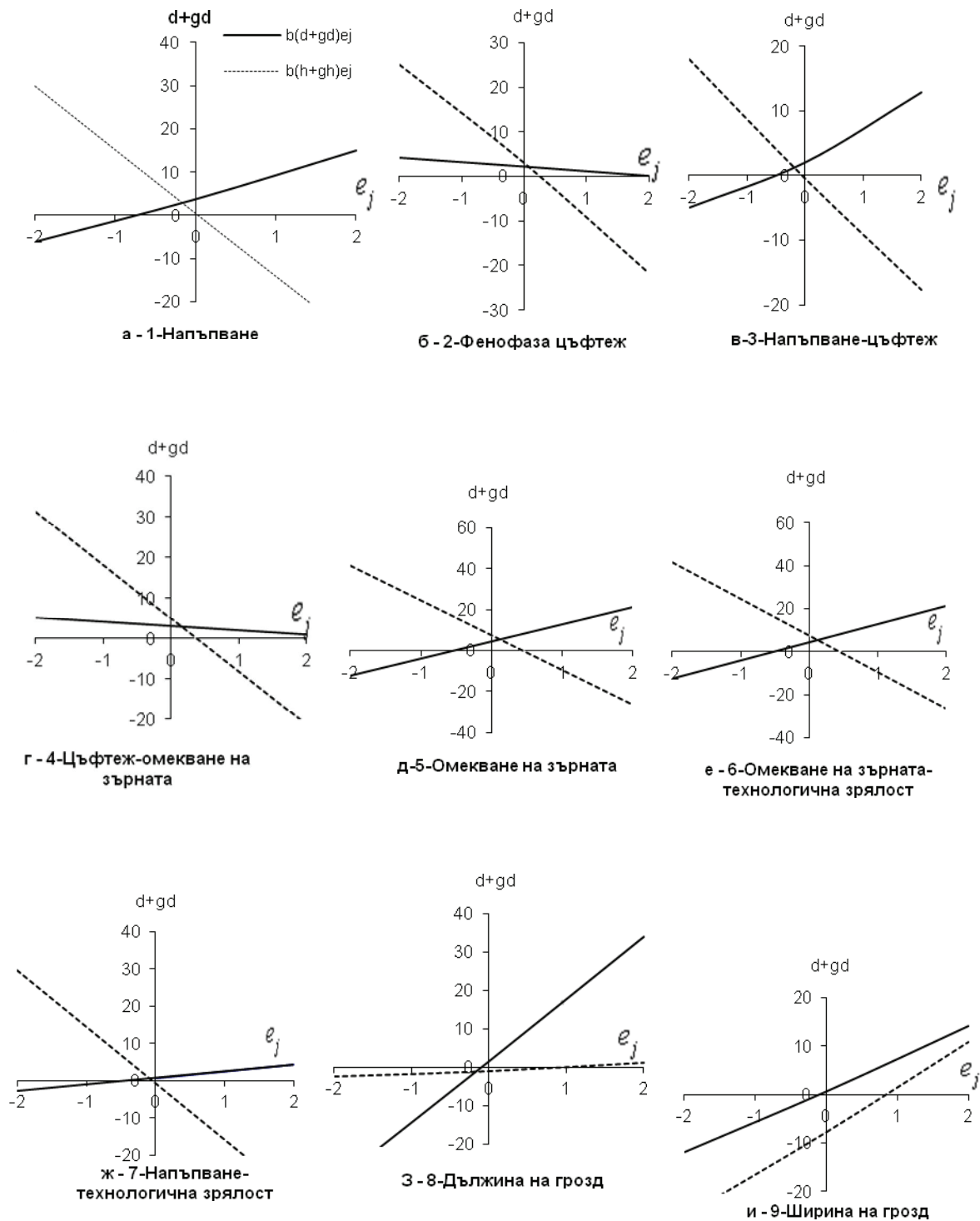
Регресионният коефициент $b(d + gd)/e_j$ за 2-фенофаза цъфтеж е 0,0043, което означава ниски ефекти на адитивните гени, взаимодействащи със средата, докато при останалите признаци те са в интервала 0,5396 – 0,8418 и с $gd < e_j$. Регресионните им прави са възходящи и определят относително по-слабо вариране на теоретичните адитивни показатели (**d**) (фиг. 1 а, б, в, г). Значително по-добре са изразени ефектите на доминантните гени, взаимодействащи със средата, когато регресионните коефициенти са в широки граници при отделните признаци, вариращи от -0,8610 до -1,7026. Регресионните прави са с обратен наклон и обезпечават висока вариационност на доминантния параметър (**h**). Те се пресичат близо до центъра на координатната система и определят малки теоретични стойности на пълната доминантност.

Регресионните коефициенти bx_i/e_j при Хибрид 28-13 се променят от 0,4603 до 1,8418. Относително по-стабилни са при 2-фенофаза цъфтеж и 3-напъпване – цъфтеж и значително по-вариационни – при 1-напъпване и 4-цъфтеж – омекване на зърната (фиг. 2 а, б, в, г). При всички признаци грешката на средния квадрат на отклонение от регресиата S^2d е с недоказаност и ги характеризира като стабилни. При Русалка регресионните коефициенти за 1-напъпване и 2-фенофаза цъфтеж са 0,4365 и 1,0043, с относително добра стабилност. Признакът 3-напъпване – цъфтеж обуславя висока вариационност на теоретичните му фенотипни стойности по среди, определени от силния възходящ наклон на регресионната

права и малката вариационност на 4-цъфтеж – омекване на зърната. Стойностите на S^2d са ниски и недоказани, а признаците са стабилни. Тези показатели в F_1 поколение варират от -0,7026 до 0,1389, като ефектите на доминантните гени, взаимодействащи със средата, са с по-голяма значимост от тези на адитивните, което се потвърждава и от по-високите вариации на σ^2gh . Относително ниските нива на bx_i/e_j при 1-напъпване, 2-фенофаза цъфтеж и 3-напъпване – цъфтеж обуславят слабо вариране на теоретичните фенотипни стойности на признаците по среди, с изключение на 4-цъфтеж – омекване на зърната. При всички признаци величините на S^2d са високи и с доказаност, което отново показва тяхната нестабилност.

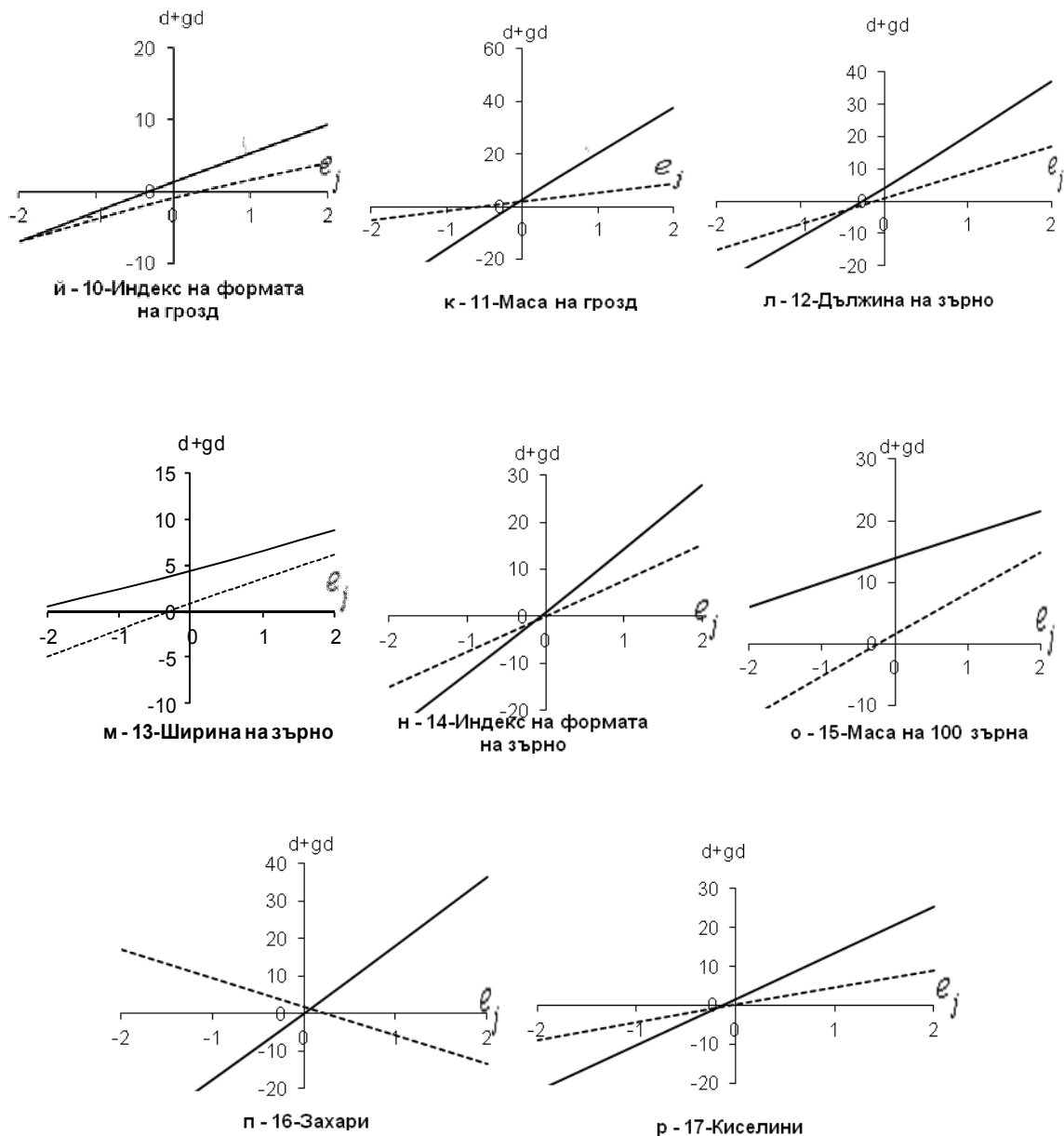
Между средните стойности на родителските сортове при признаците, отразяващи узряването на гроздето – 5-омекване на зърната и 6-омекване на зърната – технологична зрялост, – съществуват малки разлики. Величините на адитивните параметри (**d**) са 0,5568 – 0,7522 с недоказаност и само за 7-напъпване – технологична зрялост – 3,0522 – с доказаност от I ранг. Според данните за коефициента **h/d** при първите два признака се наблюдава непълна доминантност и свръхдоминантност при третия. Вариациите на показателя **gd** по среди са в рамките на 0,0370 – 0,2267, за **gh** – 0,6543 при 5-омекване на зърната, 16,6270 – 6-омекване на зърната – технологична зрялост и 36,8157 – 7-напъпване – технологична зрялост. Ефектът на доминантните гени, взаимодействащи със средата, е значително по-висок от този на адитивните. Фенотипният вариант σ^2x_i при Хибрид 28-13 за 5-омекване на зърната е 0,4966, за 6-омекване на зърната – технологична зрялост – 9,5765 и за 7-напъпване – технологична зрялост – 4,8699. При Русалка за същите признаци този параметър е 0,1790, 4,7847 и 9,1040. Във F_1 поколение те са в границите на 0,1463 – 2,5978 за 5-омекване на зърната и 6-омекване на зърната – технологична зрялост и 25,6760 за 7-напъпване – технологична зрялост. Данните за коефициентите K_1 и K_2 показват, че при Хибрид 28-13 ефектът е дестабилизиращ при първите два признака и стабилизиращ при третия, а при Русалка – обратно.

Регресионните коефициенти $b(d + gd)/e_j$ са от -0,1552 до 0,2640 и адитивният параметър е със слаби ефекти. Регресионните пра-



а - 1, б - 2, в - 3, г - 4, д - 5, е - 6, ж - 7, з - 8, и - 9, ...

Фиг. 1. Регресионни прави $b(d + gd)/e_j$, отразяващи изменчивостта на признаците в кръстоската Хибрид 28-13 × Русалка
 Fig. 1. Regression lines $b(d + gd)/e_j$ showing the variability of the traits in the hybrid combination Hybrid 28-13 × Russalka



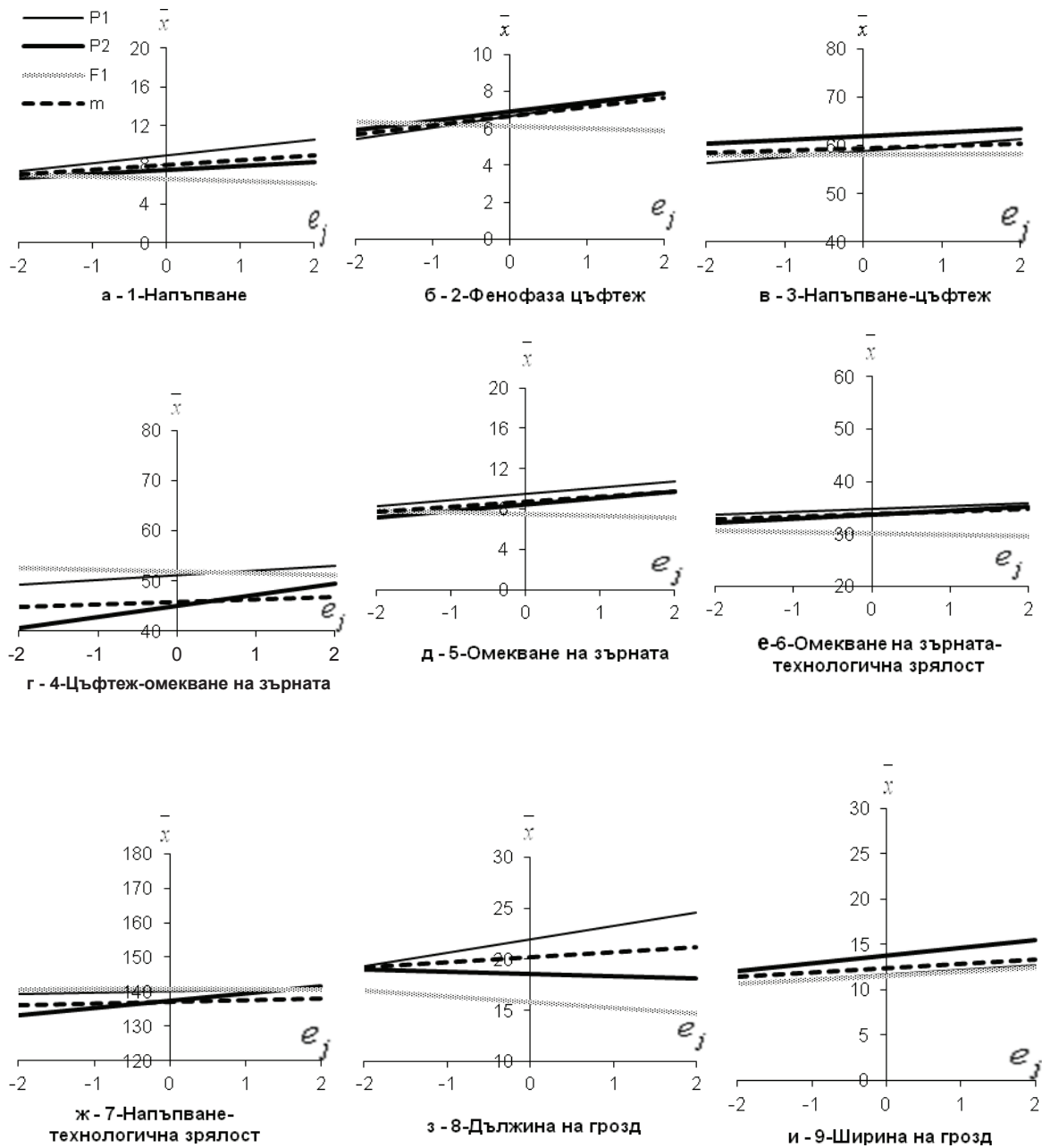
й - 10, к - 11, л - 12, м - 13, н - 14, о - 15, п - 16, р - 17

Фиг. 1. Регресионни прави $b(d + gd)/e_j$, отразяващи изменчивостта на признаците в кръстоската Хибрид 28-13 × Русалка

Fig. 1. Regression lines $b(d + gd)/e_j$ showing the variability of the traits in the hybrid combination Hybrid 28-13 × Russalka

ви са с малки отклонения от абсцисната ос и обуславят ниски теоретични стойности на доминантния параметър (фиг. 1 д, е, ж). Коефициентите $b(h + gh)/e_j$ са от -1,3168 до -1,5080 с висок генетичен ефект, с низходящ наклон на регресионните прави, обуславящ големи разлики в стойностите на доминантния параметър. Величините на S^2d са ниски и недоказани, което означава стабилност.

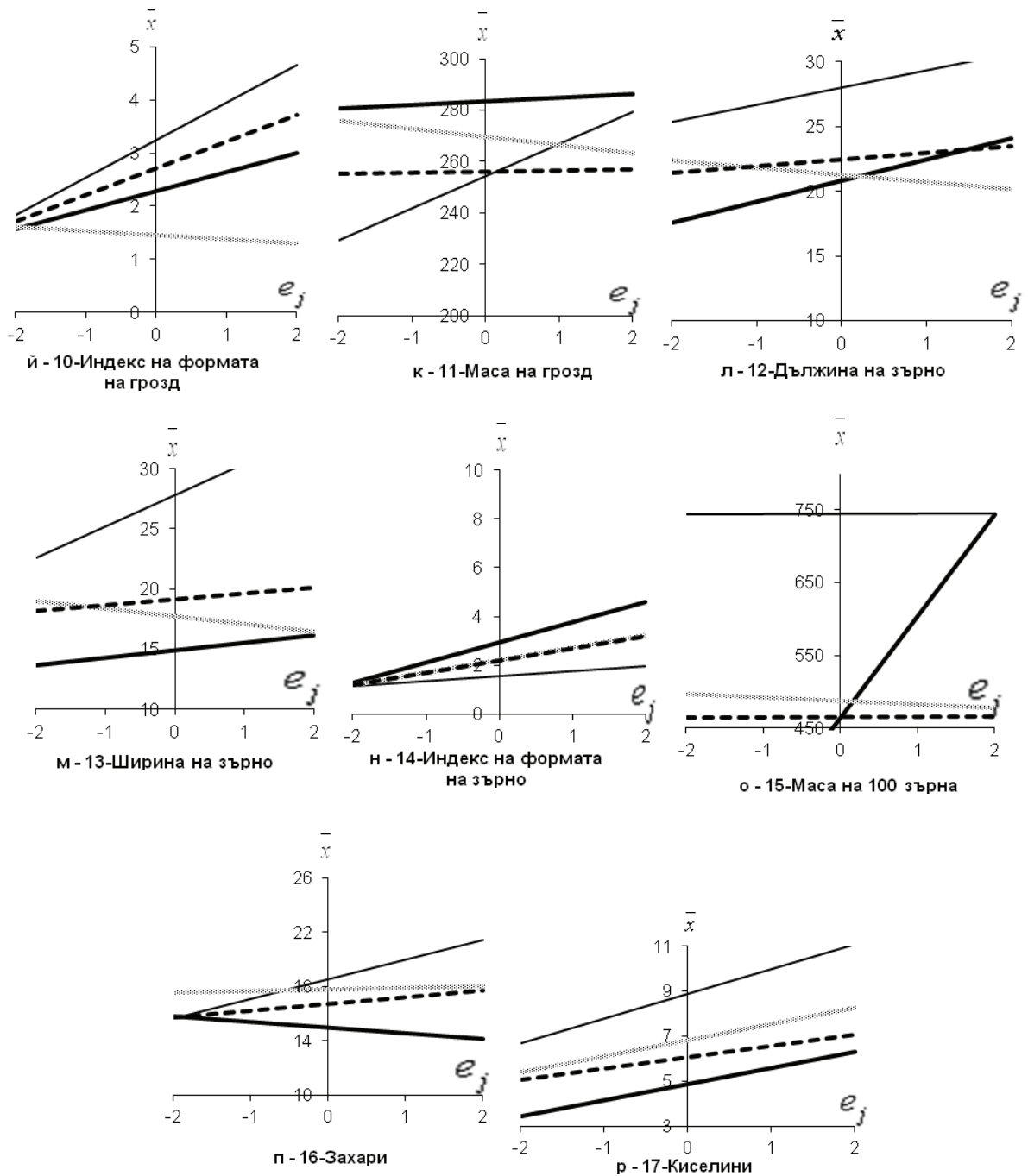
Регресионните коефициенти bx_i/e_j за Хибрид 28-13 са от 1,2640 до 0,8447 и близки до тези на **St**, което ги характеризира като стабилни (фиг. 2 д, е, ж). Изменчивостта на признаците е еднаква с ефекта на средовия параметър (e_j). При Русалка величините на този параметър са също относително близки до единица – от 0,7359 до 1,1552. Съществува добре изразена зависимост между ефекта



а- 1, б- 2, в- 3, г- 4, д- 5, е- 6, ж- 7, з- 8, и- 9, ...

Фиг. 2. Регресионни прави (b_{xi} / e_j), отразяващи изменчивостта на признаците при кръстоската Хибрид 28-13 × Русалка

Fig. 2. Regression lines (b_{xi} / e_j) showing the variability of the traits in the hybrid combination Hybrid 28-13 × Russalka



й- 10, к- 11, л- 12, м- 13, н- 14, о- 15, п- 16, р- 17

Фиг. 2. Регресионни прави (bx_i / e_j), отразяващи изменчивостта на признаците при кръстоската Хибрид 28-13 × Русалка
 Fig. 2. Regression lines (bx_i / e_j) showing the variability of the traits in the hybrid combination Hybrid 28-13 × Russalka

на генетичния параметър **gd** и изменчивостта на признаците по среди. В F_1 поколение регресионните коефициенти e_j са от -0,3168 до -0,5086 и обуславят генетична нестабилност и теоретична фенотипна стабилност на признаците. Регресионните прави и при трите от тях са низходящи и означават, че теоретичните им стойности са по-високи при ниски нива на e_j и обратно. Данните за **S²d** са с доказаност само при 7-напъване – технологична зрялост.

Различията при родителските сортове и F_1 поколение между средните стойности на 8-дължина, 9-ширина и 10-индекс на формата на грозд са малки и само за 11-маса на грозд са по-големи (табл. 1). Адитивният параметър за първите три признака е в границите на 0,1303 – 0,7087 с доказаност от I и III ранг, а за 11-маса на грозд – 25,6125 с доказаност от I ранг. При всички признаци е проявена непълна доминантност. Вариансите σ^2gd при 8-дължина, 9-ширина и 10-индекс на формата на грозд са съответно 0,2518, 0,1574 и 0,0013, а при 11-маса на грозд стойността му е значително по-висока – 51,5983. Първите три признака са също с ниски величини на σ^2gh (0,0292 – 0,7546), като само при 11-маса на грозд тя е висока – 1716,2. Фенотипните варианси (σ^2x_i) при Хибрид 28-13 са 13,2037 за 11-маса на грозд и от 0,0070 до 0,4954 за останалите, а за Русалка – 120,6746 и 0,0018 – 0,1473 за другите. В F_1 поколение за 11-маса на грозд те са 1506,65 при 0,0248 – 0,5679 за другите. Данните за относителната стабилност, изразена с $VCx_i\%$, за Хибрид 28-13 са в границите на 0,7873 – 4,6593, за Русалка 1,8470 – 3,9142 и за F_1 поколение 3,9453 – 14,0771. Съобразно коефициентите **K₁** и **K₂**, при Хибрид 28-13 дестабилизиращ ефект е проявен за признаците 8-дължина и 10-индекс на формата на грозд и стабилизиращ – при останалите, при Русалка – стабилизиращ за 10-индекс на формата на грозд и дестабилизиращ при другите, а при F_1 поколение всички са с дестабилизиращ ефект. Коефициентите $b(d + gd)/e_j$ за 9-ширина и 10-индекс на формата на грозд са по-малки от единица – 0,6685 и 0,4130, с лек наклон на регресионните прави, обуславящи сравнително по-слаба изменчивост на адитивния параметър (фиг. 1 и, й). При останалите признаци те са в границите на 1,6105 – 1,7513 със силен възходящ наклон (фиг. 1. з, к). Регресионните коефициенти $b(h + gh)/e_j$ имат по-ниски стой-

ности, като при 9-ширина на грозд този показател е близко до единица – 0,9261, при което изменчивостта му е паралелна с индекса на средата e_j . При 8-дължина, 10-индекс на формата и 11-маса на грозд те са от 0,1172 до 0,3298, с възходящи регресионни прави, близки до абсцисната ос и обуславят сравнително стабилни теоретични стойности на доминантния параметър (**d**). Коефициентите bx_i/e_j при Хибрид 28-13 са по-ниски от **St** за 9-ширина на грозд (0,3314) и 11-маса на грозд (0,7513) и значително по-високи при 8-дължина на грозд (2,6105) и 10-индекс на формата на грозд (1,4130), с възходящ наклон на регресионните прави, показващи, че те са значително по-изменчиви. При всички анализирани признаци **S²d** е с недоказаност и ги характеризира като стабилни. Този показател при Русалка за 9-ширина и 11-маса на грозд е със стойности 1,6685 и 2,7513, които значително превишават **St** и показват силна изменчивост на признаците. При 8-дължина и 10-индекс на формата на грозд стойностите му са по-ниски от тези на **St** – 0,6105 и 0,5869, с възходящи регресионни прави, които ги представят като генетично по-неустойчиви, но с по-слаба изменчивост на фенотипните стойности. В F_1 поколение регресионните коефициенти са от 1,1172 до 1,9261 и са по-високи от **St**. Като силно изменчив се характеризира 9-ширина на грозд, следван от 11-маса на грозд. Стойностите на **S²d** при двата сорта и F_1 поколение са с недоказаност.

Съществуват различия между средните величини на изследваните признаци от ботаническото описание на зърно при родителските сортове (табл. 1). Адитивните показатели са в границите на 0,0791 – 4,4462 за 12-дължина и 13-ширина и 14-индекс на формата на зърно, а за 15-маса на 100 зърна – 278,70, с доказаност от I ранг. При всички признаци е установена непълна доминантност (**h/d**) при наследяване. Адитивният генотип-средови показател **gd** е с относително ниски стойности на варианса (σ^2gd), който е 0,0001 при 14-индекс на формата на грозд и от 0,1407 за 12-дължина на зърно до 1,2728 за 15-маса на 100 зърна. С относително по-големи стойности са вариансите (σ^2gh) (0,0028 – 1,5477) за 8-дължина, 9-ширина и 10-индекс на формата на грозд, и 1493,2 при 15-маса на 100 зърна. По отношение на фенотипните варианси (σ^2x_i), различията между отделните признаци на родителските

Таблица 1. Генетични параметри на адитивните и доминантни генни ефекти и взаимодействието им със средата на признаците от хибридната комбинация Хибрид 28-13 x Русалка

Table 1. Genetic parameters of additive and dominant gene effects and their interaction with the environment for the traits from the hybrid combination Hybrid 28-13 x Russalka

Indices	Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
\bar{X}	P_1	7,4	5,5	56,4	49,2	8,3	33,6	139,1	19,3675	10,6900	1,8427	229,42	25,3950	22,6000	1,1227	743,15	15,6750	6,6900
	P_2	6,6	5,9	60,5	40,5	7,1	32,0	133,0	19,0350	12,1075	1,5822	280,65	17,5425	13,7075	1,2810	183,75	15,7875	3,4450
	F_1	7,0	6,0	57,9	52,5	7,8	32,1	141,14	19,1010	10,6363	1,6256	275,73	22,3750	18,9730	1,1948	496,60	16,5133	5,3950
Additive gene effects	d	+++ 0,3818	+++ 0,2295	+++ 2,0272	+++ 4,3522	0,5568	0,7522	3,0522	+	+++ 0,7087	+++ 0,1303	+++ 25,6125	+++ 3,9262	+++ 4,4462	+++ 0,0791	+++ 278,70	0,0562	+++ 1,6225
Dominant gene effects	h	+++ 0,0477	0,3111	-0,5011	+++ 7,6472	0,1694	-0,7121	+++ 5,0511	-0,1003	++ 0,7624	+	+	++ 0,9062	++ 0,8193	-0,0070	+	+++ 1,7821	0,3276
Dominance degree	h/d	0,12	1,31	-0,25	1,75	0,30	-0,95	1,65	-0,60	-1,07	-0,66	0,80	0,23	0,18	-0,09	0,12	0,78	0,20
Variation σ^2	σ^2_{gd}	0,0089	0,0062	0,2601	0,4012	0,0370	0,2267	0,1694	0,2518	0,1574	0,0013	51,5983	0,1407	0,0805	0,0001	1,2728	0,0155	0,0771
	σ^2_{gh}	1,3938	0,6859	7,4027	21,6220	0,6543	16,627	36,8157	0,7546	0,5918	0,0292	1716,2	0,9316	1,5477	0,0028	1493,2	0,1563	0,0498
$\sigma^2_{x_j}$	P_1	0,0666	0,2165	0,1932	1,8031	0,4966	9,5765	4,8699	0,4954	0,0070	0,0073	13,2037	0,1802	0,1043	0,0001	15,8714	0,0266	0,0135
	P_2	0,0055	0,2203	2,0110	0,0440	0,1790	4,7847	9,1040	0,1235	0,1473	0,0018	120,6746	0,1194	0,0619	0,0004	3,2663	0,0091	0,0044
	F_1	1,3421	0,3712	6,7948	20,3662	0,1463	2,5978	25,6760	0,5679	0,3950	0,0248	1506,65	0,9021	1,5138	0,0018	1325,8	0,1550	0,0533
$K_{\sigma^2 x_j / \sigma^2 e_j}$	P_1	2,4178	1,0202	0,2294	3,4515	1,6514	1,3771	0,7142	2,6006	0,1335	2,2121	0,8607	1,8021	1,7200	1,0000	1,9131	1,5652	1,7200
	P_2	0,2029	1,0381	2,3886	0,0842	0,5952	0,6880	1,3353	2,1440	2,8110	0,5454	2,8664	1,1208	2,7600	2,0000	0,3937	1,9565	2,3158
	F_1	3,5239	1,7492	3,0707	3,9858	0,4865	0,3735	2,7661	2,8593	2,5381	1,5151	3,2138	2,1318	2,1020	2,5120	1,9110	2,3913	2,8053

Легенда: Признаци: 1. Напълване 2. Фенофаза цъфтеж; 3. Период на напълване – цъфтеж; 4. Фенофаза цъфтеж – омежаване (прошарване) на зърната; 5. Период на омежаване (прошарване) на зърната; 6. Фенофаза омежаване (прошарване) на зърната – технологична зрялост; 7. Период на напълване – технологична зрялост; 8. Дължина на грозд (cm); 9. Ширина на грозд (cm); 10. Индекс на формата на грозд; 11. Маса на грозд (g); 12. Дължина на зърно (mm); 13. Ширина на зърно (mm); 14. Индекс на формата на зърно 15. Маса на 100 зърна (g); 16. Захари (%); 17. Киселини (g/dm³).

Table 1. Continuation

Indices	Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
VCx%	P ₁	3.4890	8.5408	0.7796	2.7266	8.5423	9.2239	1.5859	3.6345	0.7873	4.6593	1.5838	1.6718	1.4292	0.2684	0.5360	1.0408	1.7368	
	P ₂	1.1184	7.9442	2.3457	0.5178	5.9296	6.8262	2.2679	1.8470	3.1710	2.7132	3.9142	1.9706	1.8156	0.4864	0.9730	0.6078	1.9373	
	F ₁	16.3963	10.1544	4.5001	8.5887	4.8659	5.0210	3.5900	3.9453	5.9090	9.7014	14.0771	4.2453	6.4852	3.5566	7.3322	2.3840	4.2809	
K ₂ VCx%/ VCe _j %	P ₁	1.4866	1.5529	0.4964	1.6936	1.1983	1.1472	0.8266	2.9048	0.4989	1.3793	1.0318	1.7468	1.5420	0.9501	1.4644	1.5531	1.1623	
	P ₂	0.4765	0.9794	1.4936	0.3216	0.8318	0.8490	1.1821	1.4762	1.5780	0.7144	2.5500	1.1100	2.5210	2.1195	1.5691	1.9581	2.2516	
	F ₁	2.9858	1.6775	2.8654	2.3349	0.6826	0.6521	0.6521	1.8713	1.5604	1.1020	2.1536	1.5143	2.5056	2.6434	1.8242	2.6896	1.9755	
Hybrid 28-13 P ₁	bx _i / e _j	+++ 1.5634	0.9956 1.0043	0.4603 1.5396	+++ 1.8418	1.2640 0.7359	+++ 1.1722	+++ 0.8447	2.6105 0.6105	0.3314 1.6685	+	1.4130	0.7513	2.6551	0.3497	+++ 1.3798	+++ 2.8244	+++ 2.1896	0.0065
	S ² d	0.0005	0.0093	0.0223	0.0465	0.0242	0.0307	0.0075	0.1531	0.0019	0.0010	6.8152	0.1733	0.0538	1.1526	0.1139	0.0113	0.0113	0.0065
Russalka P ₂	bx _i / e _j	+	++ 1.0043	+++ 1.5396	0.1581	0.7359	0.8277	1.1552	0.6105	+++ 1.6685	0.5869	2.7513	0.6551	0.2215	2.3497	++ 0.6201	++ -0.8244	++ -0.1896	0.0065
	S ² d	0.0005	0.0093	0.0223	0.0465	0.0242	0.0307	0.0075	0.1531	0.0019	0.0010	6.8513	0.1733	0.0538	1.1526	0.1139	0.0113	0.0113	0.0065
Hybrid x 28-13 Russalka F ₁	bx _i / e _j	0.4534	-0.2411	0.1389	-0.7026	-0.3446	+++ -0.5086	-0.3168	1.1172	1.9261	1.1548	1.3298	1.7989	1.2668	1.7565	1.5812	0.2434	1.4395	
	S ² d	+++ 2.0050	0.5384	+++ 10.1683	+++ 30.1630	+	0.0307	+++ 37.4900	0.7439	0.5250	0.0371	1337.96	1.7989	+++ 2.1231	0.0026	+++ 46.024	+++ 0.2325	+++ 0.0741	0.0066
d + gd	b(d + gd) / e _j	++ 0.5639	0.0043	0.5396	0.8418	0.2640	+	+	1.6105	0.6685	0.4130	1.7513	1.6551	0.2216	1.3497	0.3798	1.8244	1.1895	
	S ² d	0.0005	0.0093	0.0224	0.0465	0.0242	0.0307	0.0750	0.1531	0.0019	0.0010	6.8150	0.1733	0.0538	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	0.0066
h + gh	b(h + gh) / e _j	-1.4534	-1.2411	-0.8610	-1.7026	-1.3446	++ -1.5080	-1.3168	0.1172	0.9261	0.1548	0.3298	0.7989	0.2668	0.7565	0.5812	-0.7565	0.4395	
	S ² d	+++ 2.0050	++ 0.5384	+++ 10.1683	+++ 0.5430	0.1659	1.1981	+++ 37.4900	0.7439	0.5250	0.6000	1137.9	+++ 1.3368	+	+++ 2.1231	+++ 3.1280	+++ 0.2325	+++ 0.0741	+++ 0.0066

Legend: Traits: 1. Budding; 2. Flowering phenophase; 3. Budding – flowering period; 4. Flowering – berry softening (colouring) phenophase; 5. Berry softening (colouring) period; 6. Berry softening (colouring) – technological maturity phenophase; 7. Budding – technological maturity phenophase; 8. Cluster length (cm); 9. Cluster width (cm); 10. Cluster shape index; 11. Cluster weight (g); 12. Berry length (mm); 13. Berry width (mm); 14. Berry shape index; 15. Weight of 100 berries (g); 16. Sugars (%); 17. Acids (g/gm³).

сортове са малки, като те са по-високи при 15-маса на 100 зърна. Аналогични са данните и спрямо относителната вариабилност ($VCx_i\%$). Фенотипните варианси $\sigma^2 x_i$ и $VCx_i\%$ в F_1 поколение са значително по-високи. Данните за коефициентите K_1 и K_2 показват, че стабилизиращ ефект е проявен само при Хибрид 28-13 за 14-индекс на формата на зърно и Русалка – 15-маса на 100 зърна.

Регресионните коефициенти $b(d + gd)/e_j$ за 12-дължина на зърно и 14-индекс на формата на зърно са по-големи от единица – 1,6551 и 1,3497, и ефектът на параметъра gd е по-висок от този на индекса на средата e_j . Регресионните прави са с възходящ наклон и обуславят висока вариабилност на адитивния параметър (фиг. 1 л, н). С по-ниски величини са 13-ширина на зърно и 15-маса на 100 зърна (фиг. 1 м, о). Стойностите на S^2d при всички признаци са недоказани. Регресионните коефициенти $b(h + gh)/e_j$ са по-малки от единица (0,2668 – 0,7989) и с възходящи прави, които обуславят относително по-стабилни теоретични фенотипни стойности на доминантния параметър (h). Признаците 13-ширина на зърно и 15-маса на 100 зърна се характеризират с приблизително успоредни регресионни прави, което означава, че адитивните и доминантни параметри се изменят аналогично с индекса на средата e_j . При 12-дължина и 14-индекс на формата на зърно те се пресичат близо до центъра на координатната система и обезпечават доминантност на тези признаци. Регресионният коефициент bx_i/e_j при Хибрид 28-13 за 14-индекс на формата на зърно е по-малък от единица (0,3497) и обуславя генетична изменчивост спрямо индекса на средата (e_j), но по-слаба вариабилност на теоретичните фенотипни стойности по среди (фиг. 2 н). Значително по-висок от St е този показател при 12-дължина и 13-ширина на зърно и 15-маса на 100 зърна, променящ се в границите на 1,2215 – 2,6551, със силни възходящи наклони на регресионните прави (фиг. 2 л, м, о). При Русалка регресионните коефициенти на същите три признака са по-ниски от St – в интервала 0,2215 – 0,6551 – и с добре проявен ефект на доминантните гени, взаимодействащи със средата. В F_1 поколение всички нива на този показател са по-високи от St и предполагат генетична изменчивост и теоретична вариабилност на фенотипните стойности на при-

знаците. Величините на S^2d са с доказаност само при 14-индекс на формата на зърно за Хибрид 28-13 и Русалка и 13-ширина на зърно, 15-маса на 100 зърна – за F_1 поколение.

Разликите между средните стойности на 16-захари между родителските сортове са малки и адитивният показател (d) – 0,0562 – е с недоказаност. Коефициентите h/d показват, че съществува непълна доминантност при наследяване на този признак. Адитивните и доминантни гени, взаимодействащи със средата, са с ниски варианси ($\sigma^2 gd$ и $\sigma^2 gh$) – 0,0155 и 0,1563. Аналогични са резултатите и за фенотипните варианси ($\sigma^2 x_i$), които са съответно 0,0266, 0,0091 и 0,1550. При родителските сортове и F_1 поколение ефектът на адитивните и доминантни гени, взаимодействащи със средата, е дестабилизиращ, тъй като $K_1 > 1$ и $K_2 > 1$.

Регресионният коефициент $b(d + gd)/e_j$ е 1,8244, с недоказаност на S^2d и обуславя висока вариабилност на теоретичния адитивен параметър (d), а $b(h + gh)/e_j$ – (-0,7565) – е с низходяща регресионна права и доминантният параметър също е с висока вариабилност по среди (фиг. 1 п). Регресионният коефициент bx_i/e_j за Хибрид 28-13 – (-2,8244) – е по-висок от St и характеризира този признак като силно изменчив (Фиг. 2 п). При Русалка той е -0,8244, с низходяща регресионна права. Интересно е да се отбележи, че в F_1 поколение $bx_i/e_j = 0,2434$ е с висок генетичен ефект на доминантните гени, взаимодействащи със средата, и с относително по-стабилни теоретични стойности на доминантния параметър.

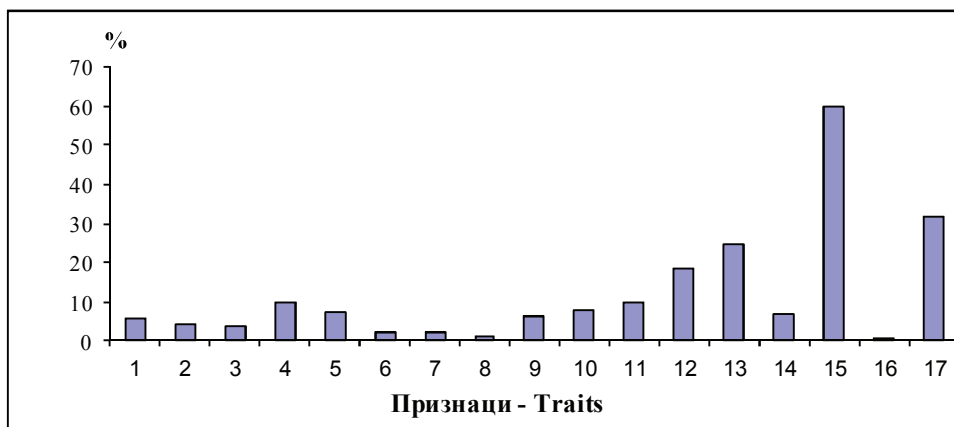
Средната стойност на 17-киселини е по-висока при Хибрид 28-13 спрямо Русалка, а адитивният параметър е 1,6225, с доказаност от I ранг. Признакът се наследява непълно доминантно с $h/d=0,20$. Показателите $\sigma^2 gd$, $\sigma^2 gh$, фенотипните варианси и вариационните коефициенти са с ниски величини, което означава слаби ефекти на адитивните и доминантни гени, взаимодействащи със средата. Независимо от това ефектът е дестабилизиращ, тъй като $K_1 > 1$ и $K_2 > 1$. Регресионният коефициент $b(d + gd)/e_j = 1,1895$ е близо до St и ефектът е приблизително еднакъв с този на индекса на средата e_j , докато $b(h + gh)/e_j = 0,4395$ определя по-малка ва-

риабилност на доминантния параметър (h) (фиг. 1 р). Регресионният коефициент bx_i/e_j при Хибрид 28-13 е 2,1896 и характеризира признака като силно изменчив, докато при Русалка стойността му е -0,1896, регресионната права е близка до абсцисната ос и обуславя слаба вариабилност на теоретичните му фенотипни стойности (фиг. 2 р). В F_1 поколение този показател е 1,4395, по-висок от **St**, и представя признака като изменчив, а **S²d** е недоказан.

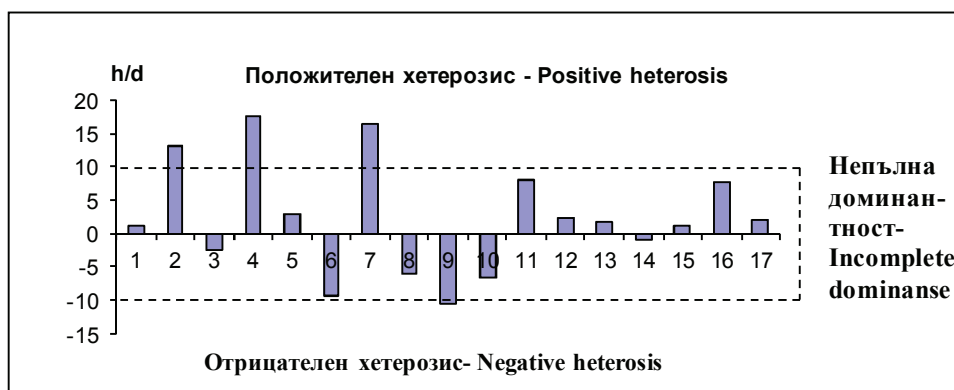
Данните за селекционната ценност на родителските сортове, изразена чрез коефициента $d/m\%$, показват, че с относително ниски стойности са признаците 6-омекване на зърната – технологична зрялост, 7-напъпване – технологична зрялост, 8-дължина на грозд и 16-захари, със средни – 1-напъпване, 2-фенофаза цъфтеж и 3-напъпване – цъфтеж, и с по-високи – всички останали (фиг. 3). Свърхдоминантно наследяване е констатирано при 2-фенофаза цъфтеж, 4-цъфтеж – омокване на зърната и 7-напъпване – технологична зрялост, отрицателен хетерозис – при 6-омекване на зърната – технологична зрялост и 9-ширина на грозд, а при другите – непълна доминантност (фиг. 4). При Хибрид 28-13 ефектът на адитивните гени, взаимодействащи със средата, е стабилизиращ при 3-напъпване – цъфтеж, 7-напъпване – технологична зрялост, 9-ширина на грозд, 11-маса на грозд и 14-индекс на формата на зърно, а при останалите – дестабилизиращ (фиг. 5). За Русалка със стабилизиращ ефект са 1-напъпване, 4-цъфтеж – омокване на зърната, 5-омекване на зърната, 6-омекване на зърната – технологична зрялост, 10-индекс на формата на грозд и 15-маса на 100 зърна, а при останалите той е дестабилизиращ (фиг. 6). В F_1 поколение ефектът на доминантните гени, взаимодействащи със средата, е стабилизиращ само при 5-омекване на зърната и 6-омекване на зърната – технологична зрялост (фиг. 7). Регресионните коефициенти bx_i/e_j за Хибрид 28-13 показват, че близки до **St** са 2-фенофаза цъфтеж, 6-омекване на зърната – технологична зрялост, 7-напъпване – технологична зрялост, 11-маса на грозд и 13-ширина на зърно, при които теоретичните фенотипни стойности се доближават до средните стойности на двата родителски сорта по години и ги характеризират като генетично стабилни (фиг. 8). Особено нестабилни, със

значително отклонение на от **St**, обезпечаващи и висока вариабилност на теоретичните фенотипни стойности, са 4-цъфтеж – омокване на зърната, 12-дължина на зърно, 16-захари и 17-киселини. Останалите признаци са с регресионни коефициенти, клонящи към нула, с висока генетична нестабилност и осигуряват относително малки разлики на теоретичните им фенотипни стойности. За Русалка стабилни, със стойности на bx_i/e_j , близки до **St**, са 2-фенофаза цъфтеж, 6-омекване на зърната – технологична зрялост и 7-напъпване – технологична зрялост. С по-високи генетична нестабилност и изменчивост на фенотипните нива са 3-напъпване – цъфтеж, 9-ширина на грозд, 11-маса на грозд и 14-индекс на формата на зърно. При останалите признаци стойностите клонят към нула и са генетично нестабилни, но фенотипно по-слабо изменчиви по години. В F_1 поколение стабилни са 8-дължина на грозд, 10-индекс на формата на грозд, 11-маса на грозд, 13-ширина на зърно и 17-киселини. С по-висока изменчивост са 9-ширина на грозд, 12-дължина на зърно и 14-индекс на формата на зърно. Останалите признаци са генетично нестабилни, но се характеризират с относително по-малка изменчивост на фенотипните стойности.

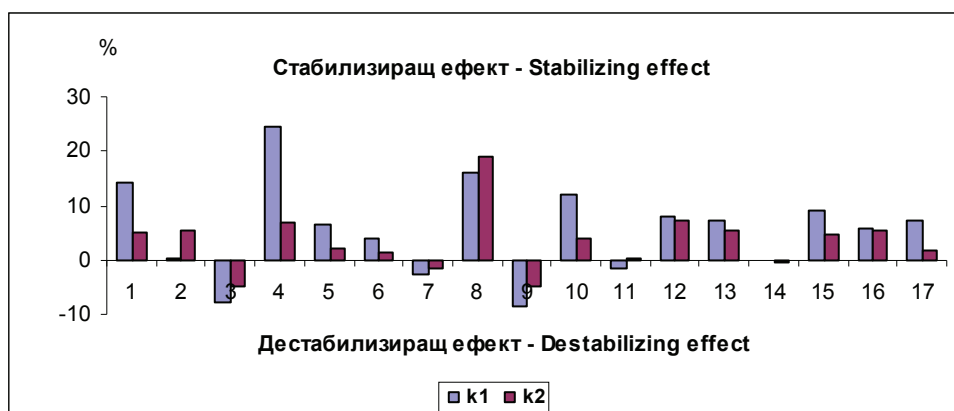
Съществува значително вариране в наследяемостта при отделните родителски сортове и F_1 поколение и между признаците (фиг. 9). При първите четири фенологични признака за Хибрид 28-13 стойностите на h^2 са в границите на 9,3% – 23,0%, като с по-висока наследяемост са 2-фенофаза цъфтеж и 4-цъфтеж – омокване на зърната. Наследяемостта при свързаните с узряването на зърното фенофази е най-висока (34,5% – 42,0%), а за всички останали признаци е относително ниска (0,2% – 5,8%). За Русалка със сравнително високи величини на този показател са 2-цъфтеж, 3-напъпване – цъфтеж, 5-омекване на зърната, 6-омекване на зърната – технологична зрялост, 7-напъпване – технологична зрялост и 9-ширина на грозд (6,9% – 38,4%). Другите признаци се характеризират с ниски стойности, вариращи в интервала 0,3% – 4,6%. За F_1 поколение с високи коефициенти на наследяемост са 2-цъфтеж, 3-напъпване – цъфтеж, 5-омекване на зърната, 6-омекване на зърната – технологична зрялост, 7-напъпване – технологична зрялост, 9-ширина на грозд, 13-ширина на зърно,



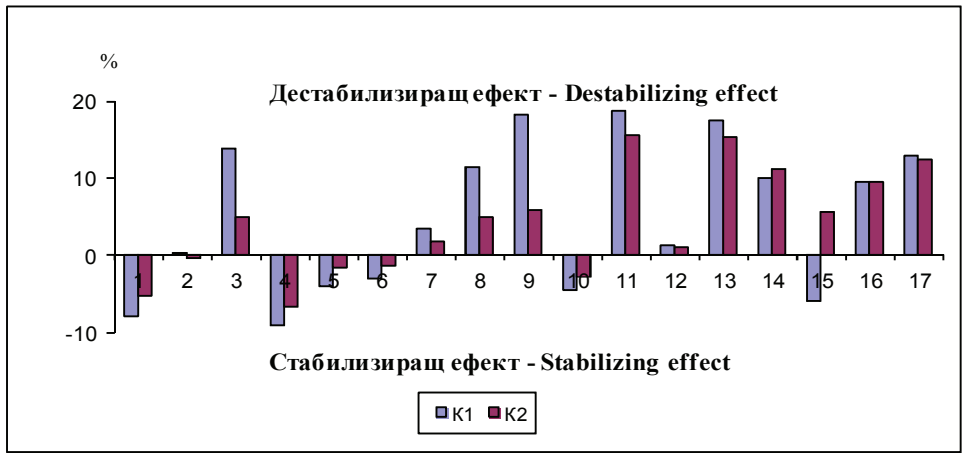
Фиг. 3. Коефициенти d/m% – Хибрид 28-13 × Русалка
 Fig. 3. Coefficients d/m% - Hybrid 28-13 × Russalka



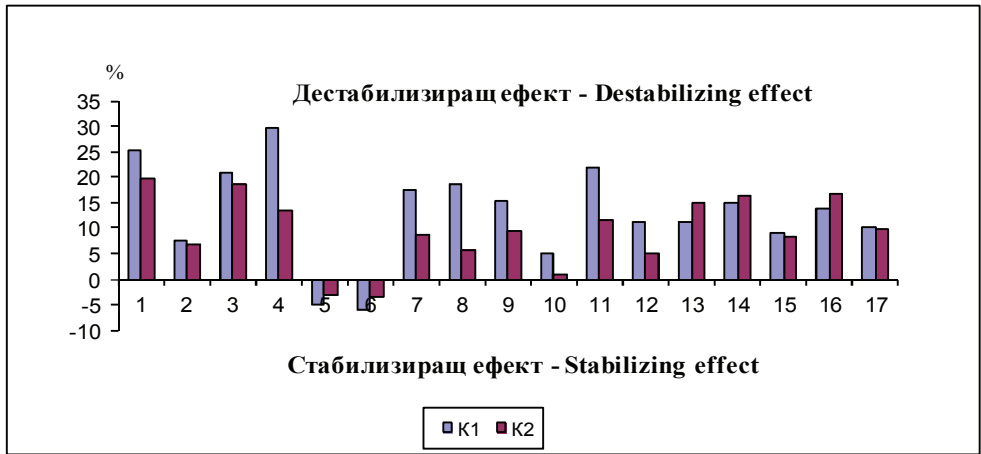
Фиг. 4. Степен на доминантност (h/d) за F₁ поколение – Хибрид 28-13 × Русалка
 Fig. 4. Dominance degree (h/d) for F₁ progeny – Hybrid 28-13 × Russalka



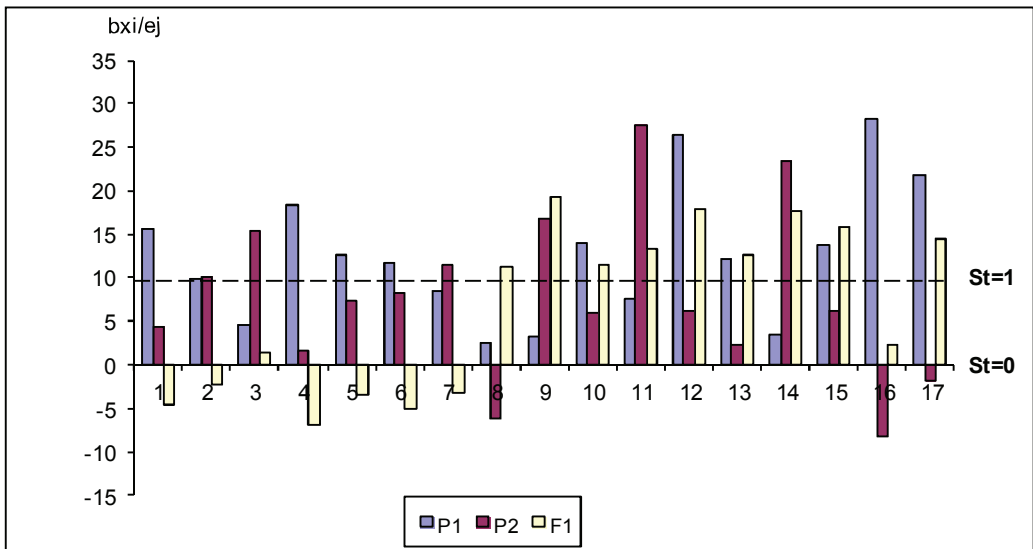
Фиг. 5. Коефициенти за стабилизация и дестабилизация – K₁, K₂ за Хибрид 28-13
 Fig. 5. Stabilization and destabilization coefficients – K₁, K₂ for Hybrid 28-13



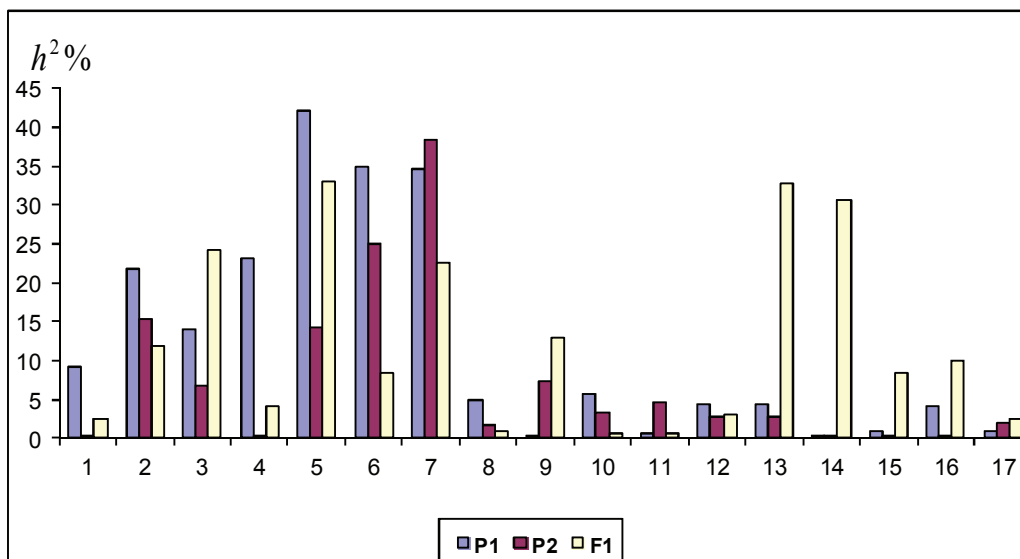
Фиг. 6. Коэффициенты за стабилизация и дестабилизация – K_1 , K_2 за сорт Русалка
 Fig. 6. Stabilization and destabilization coefficients – K_1 , K_2 for the cultivar Russalka



Фиг. 7. Коэффициенты за стабилизация и дестабилизация – K_1 , K_2 за F_1 поколение – Хибрид 28-13 x Русалка
 Fig. 7. Stabilization and destabilization coefficients – K_1 , K_2 for F_1 progeny – Hybrid 28-13 x Russalka



Фиг. 8. Регресионни коефициенти $b_{(xi/ej)}$ за P_1 , P_2 и F_1 поколение – Хибрид 28-13 x Русалка
 Fig. 8. Regression coefficients $b_{(xi/ej)}$ for P_1 , P_2 and F_1 progeny – Hybrid 28-13 x Russalka



Фиг. 9. Наследяемост (h^2) на изследваните признаци при P_1 , P_2 и F_1 поколение – Хибрид 28-13 × Русалка
 Fig. 9. Inheritance (h^2) of the studied traits in P_1 , P_2 and F_1 progeny – Hybrid 28-13 × Russalka

Легенда: Признаци: 1. Напъпване 2. Фенофаза цъфтеж; 3. Период на напъпване – цъфтеж; 4. Фенофаза цъфтеж – омекване (прошарване) на зърната; 5. Период на омекване (прошарване) на зърната; 6. Фенофаза омекване (прошарване) на зърната – технологична зрялост; 7. Период на напъпване – технологична зрялост; 8. Дължина на грозд (cm); 9. Ширина на грозд (cm); 10. Индекс на формата на грозд; 11. Маса на грозд (g); 12. Дължина на зърно (mm); 13. Ширина на зърно (mm); 14. Индекс на формата на зърно 15. Маса на 100 зърна (g); 16. Захари (%); 17. Киселини (g/dm³).

Legend: Traits: 1. Budding; 2. Flowering phenophase; 3. Budding – flowering period; 4. Flowering – berry softening (colouring) phenophase; 5. Berry softening (colouring) period; 6. Berry softening (colouring) – technological maturity phenophase; 7. Budding – technological maturity period; 8. Cluster length (cm); 9. Cluster width (cm); 10. Cluster shape index; 11. Cluster weight (g); 12. Berry length (mm); 13. Berry width (mm); 14. Berry shape index; 15. Weight of 100 berries (g); 16. Sugars (%); 17. Acids (g/gm³).

14-индекс на формата на зърно, 15-маса на 100 зърна и 16-захари.

ИЗВОДИ

• Селекционната ценност на признаците, свързани с фенофазите през втората половина на вегетационния период, ботаническото описание и химичния състав на зърното в F_1 поколение на хибридна комбинация Хибрид 28-13 × Русалка, е по-висока и може успешно да се използва за повишаване възможностите за отбор на елитни форми. Наследяването им се характеризира предимно с непълна доминантност на родителските сортове с ниски стойности. Доминантните гени, взаимодействащи със средата, са с по-голяма фенотипна значимост от адитивните. Преобладава изразен в различна степен дестабилизиращ ефект на генотип-средовото взаимодействие върху фенотипните стойности на изследваните признаци. Изменчивостта и стабилността са спе-

цифични за всеки от тях и позволяват в отбора да се съчетават различни характеристики на семеначета с високи селекционни стойности.

• Наследяемостта е средна за признаците омекване (прошарване) на зърната – технологична зрялост и маса на 100 зърна и висока – за фенофаза цъфтеж, ширина на грозд, захари. Отборът на елитни хибридни форми ще бъде особено ефективен по признаците период на цъфтеж – омекване (прошарване) на зърната, период на омекване (прошарване) на зърната – технологична зрялост, маса на грозд, маса на 100 зърна и киселини. Използваната методика за генетичен анализ и математическите модели, по които са обработени данните, позволяват да бъде направена обективна преценка за ефекта на адитивните и доминантни гени и взаимодействието им със средата, свързана с повишаване резултатността на селекционния процес при лозата.

ЛИТЕРАТУРА

Ройчев, В. 2012. Ампеелография. *Аграрен университет*, Пловдив, 574 с.

Кильчевский, А. В., Л. В. Хотылева. 1985. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика*, том 21, 9, 1481-1490

Кильчевский, А. В., Л. В. Хотылева. 1989. Генотип и среда в селекции растений. *Наука и техника*, Минск, 191 с.

Лакин, Г. Ф. 1990. Биометрия. *Высшая школа*, Москва, 352 с.

Рокицкий, П. Ф. 1978. Введение в статистическую генетику. 2-е изд. *Вышэйшая школа*, Минск, 448 с.

Савченко, В. К. 1984. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. *Наука и техника*, Минск, 223 с.

Федин, М. А., Д. Я. Силис, А. В. Смиряев. 1980. Статистические методы генетического анализа. *Колос*, Москва, 207 с.

Хотылева, Л. В., Л. А. Тарутина. 1982. Взаимодействие генотипа и среды (Методы оценки). *Наука и техника*, Минск, 112 с.

Eberhart, S. A., W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 6, 36-40

Finlay, K. W., G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Austr. J. Agric. Res.*, 14, 742-754

Freeman, G. H. 1973. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interaction. *Heredity*, 31, 339-354

Freeman, G. H., J. M. Perkins. 1971. Environmental and genotype-environmental components of

variability. Relation between genotypes grown at different environments and measures of these environments. *Heredity*, 27, 15-23

Kearsey, M. J. 1993. Biometrical genetics in breeding. *Plant Breeding*, *Plant Breeding: Principles and prospects*. Edited by M. D. Hayward, N. O. Bosermark and I. Romagosa. Published in 1993 by *Chapman & Hall*, London, 163-183.

Mather, K. 1949. Biometrical genetics. *Mathuen Co.*, London, 162 p.

Mather, K. 1953. Genetical control of stability in development. *Heredity*, 7, 297-336

Mather, K. 1975. Genotype – environment interactions. II. Some genetical consideration. *Heredity*, 35, 31-35

Mather, K., R. M. Jones. 1958. Interaction of genotype and environment in continuous variation: I. Description, *Biometrics*, 14, 343-359

Mather, K., J. Jinks. 1971. Biometrical Genetics: The study of continuous variations. *Cornell University Press*, New York, 382 p.

Moreno-Gonzales, J. 1993. Selection strategies and choice of breeding methods. *Plant Breeding: Principles and prospects*. Edited by M. D. Hayward, N. O. Bosermark and I. Romagosa. Published in 1993 by *Chapman & Hall*, London, 281-313

Perkins, J. M., J. L. Jinks. 1971. Specificity of the interaction of genotypes with contrasting environments. *Heredity*, 26, 3, 463-474

Perkins, J. M., J. L. Jinks. 1973. The assessment and specificity of environmental and genotype- environmental components of variability. *Heredity*, 30, 111-126