

СЕЛЕКЦИЯ НА БОБОВИ КУЛТУРИ
LEGUMES BREEDING



ПОДБОР НА РОДИТЕЛИ С ПОМОЩТА НА СИМПЛЕКС МЕТОДА

Димитър Генчев

Добруджански земеделски институт - гр. Генерал Тошево 9520

Резюме

Генчев, Д., 2014. Подбор на родители с помощта на симплекс метода. FCS 9(1): 89-98

Правилният избор на родители в един селекционен проект е от решаващо значение за селекционен успех. Когато колекцията е многобройна и образците в нея са оценени по отношение на много селекционни признаци изборът става много труден, поради което е необходим метод с помощта на който да се направи най-правилният избор на родители за постигане на поставената селекционна цел.

С помощта на симплекс метода от проучените 219 образци обикновен фасул по 17 селекционни признака при ограничения базиращи се на селекционния модел на **Генчев и Киряков (2014)** е получено оптимално решение, според което като родители са избрани образците **Добруджански ран (23%)**, **Isabella (23%)**, **NAB 69 (9%)**, **SEQ 1005 (42%)** и **VAX 6 (3%)**. В скобите е процентното участие, с което всеки родител трябва да участва. Близко до това процентно участие може да се постигне чрез една сложна четири стъпкова кръстоска: **[SEQ 1005 (50%) /4/ Добруджански ран (18%) // Добруджански ран / VAX 6 (6%) /3/ Isabella (18%) // Isabella / NAB 69 (6%)**], в която делът на родителите с I и II тип **хабитус е 77%**. Този хибридизационен план при полски условия може да бъде изпълнен за четири вегетации, а при използване на оранжерия за една година и четири месеца.

В резултат на реализацията на горепосочения план може да бъде селекционирано растение с **хабитус от IIa тип**, **вегетационен под период поникване–цъфтеж (ВПП-ПЦ (37 d))**, **вегетационен под период цъфтеж-физиологична зрелост (ВПП-ЦФЗ (32 d))**, **вегетационен период (ВП (96 d))**, **време за сваряване на семената във водна баня (150 min)**, **устойчивост на листата към бактериен пригор (5.0)**, **устойчивост на бобовете към бактериен пригор (4.5)**, **устойчивост на листата към ореолов пригор раса 1 (3.1)**, **устойчивост на бобовете към ореолов пригор раса 1 (3.4)**, **устойчивост на листата към ореолов пригор раса 6 (2.5)**, **устойчивост на бобовете към ореолов пригор раса 6 (3.7)**, **устойчивост на склеротиния (3.8)**, **устойчивост на антракноза (5.0)**, **устойчивост на ръжда (4.1)**, **брой бобове от растение (8.3)**, **брой семена в боб (3.5)**, **абсолютно тегло (400 g)** и **продуктивност на растението 12.3 g при гъстота на посева 25 растения/m²**.

При направения анализ на процента на използваните родители от I-ви и II-ри тип в хибридизационните схеми при досегашната наша селекционно-подобрителна работа е **68%**. При избора чрез симплекс метода процентът на използваните родители от I-ви и II-ри тип е **77%**, което почти съвпада със съотношението при селекцията на сортовете 'Прелом', 'Абритус', 'Лудогорие', 'Беслет' и редица RILs.

От направения сравнителен анализ на използваните родители в хибридизационните схеми в досегашната ни селекционно-подобрителна работа и родителите подбрани с помощта на симплекс-метода показва, че подборът на родители с помощта на симплекс-метода ще позволи целенасочено планиране и реализиране на селекционния процес за създаване на сортове с определени качества, при това за възможно най-кратък срок.

Ключови думи: *Phaseolus vulgaris* L., Зрял фасул, Селекционен модел, Подбор на родители, Селекция.

Abstract

Genchev, D., 2014. Selection of parental forms with the help of the simplex method. FCS 9(1): 89-98

The proper selection of parents in a breeding project is decisive for its success. When the collection includes many accessions and they are evaluated according to multiple breeding traits, selection becomes very difficult; for this purpose a method is needed that would help to make the best choice of parents to achieve the set breeding goal. Therefore the following procedure is suggested:

With the help of the simplex method, from the investigated 219 common bean accessions, according to 17 traits, under restrictions based on the breeding model of **Genchev (2007 and 2014)**, an optimal solution was achieved by choosing for parents the following accessions: **Dobrudzhansky ran (23%), Isabella (23%), NAB 69 (9%), SEQ 1005 (42%) and VAX 6 (3%).**

The percent of each parent is given in brackets. This percent can be approximated by applying a complex four-stage cross: **[SEQ 1005 (50%) /4/ Dobrudzhansky ran (18%)// Dobrudzhansky ran / VAX 6 (6%) /3/ Isabella (18%) // Isabella / NAB 69 (6%)]**, in which the participation of the parents with I and II habit type is 77 %. This hybridization plant can be realized for four vegetation seasons under field conditions; it can be shortened to one year and four months under greenhouse conditions.

As a result from the above plan, a plant can be developed which has habit type II^a, vegetation sub period from emergence to flowering (VSP-EF) 37 days), vegetation sub period from flowering to physiological maturity (VSP-FPM) 32 d), vegetation period (VP) 96 d), cooking time in water-bath (150 min), leaf resistance to bacterial blight (5.0), pod resistance to bacterial blight (4.5), leaf resistance to halo blight race 1 (3.1), pod resistance to halo blight race 1 (3.4), leaf resistance to halo blight race 6 (2.5), pod resistance to halo blight race 6 (3.7), resistance to sclerotinia (3.8), resistance to antrachnose (5.0), resistance to rust (4.1), number of pods per plant (8.3), number of seeds per pod (3.5), absolute weight (400 g) and productivity of the plant 12.3 g at crop density of 25 plants/m².

The analysis carried out showed that the percent of the parents with I and II habit type involved in the hybridization schemes of our breeding and improvement work up to now was 68 %. Using the simplex method for choice of parents, the percent of the involved forms with I and II habit type was 77 %, which closely approximated the ratio in the breeding of cultivars 'Prelom', 'Abritus', 'Ludogorie', 'Beslet' and a number of RILs.

The comparative analysis of the used parents in the hybridization schemes from our breeding and improvement work carried out up to now and the parental forms selected with the help of the simplex method would allow purposeful planning and realization of the breeding process for development of cultivars which possess certain properties within the shortest possible term.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., Dry Bean, Breeding Model, Selection of Parental Forms, Breeding.

ВЪВЕДЕНИЕ

Правилният избор на родители в един селекционен проект е от решаващо значение за селекционен успех. Когато колекцията е голяма и образците в нея са охарактеризирани по отношение на много селекционни признаци изборът се затруднява значително.

Генетичната отдалеченост на потенциалните родители може да се определи по: (1) характеристиката само на потенциалните родители (Grafius, 1964; Bhatt, 1970; Pederson, 1981; Murphy и др., 1986; Baenziger и Pederson, 1992) (2) характеристиката на потомствата в F_1 (Allard, 1956), F_2 и по-късните поколения (Lupton, 1965; Smith и Lambert, 1968; Bush и др., 1974; Cregan и Bush, 1977; Cox и Frey, 1984; Baenziger и Peterson, 1992) и (3) характеристиката на родителите и потомствата (Мартинов, 1986).

Обикновено се слага равенство между **географското разнообразие** и генетично разнообразие, което не винаги е коректно. Образците с различен географски произход вероятно имат различни генни компоненти за едно и също ниво на даден признак. (Chahal и Gosal, 2002). Ето защо е необходима допълнителна информация относно **родословието** на родителите и степента на различие в агроклиматичните условия на района (Chahal и Gosal, 2002). Когато високата експресия на даден признак е съчетана с по-голяма отдалеченост на родителите са налице повече **трансгресивни RILs** (Мартинов, 1989).

За установяване степента на **съвпадение**, **доближаване до модела на желаня сорт**, или генетическата отдалеченост на потенциалните родители и/или потомства се използват следните методи: (1) векторен метод (Grafius, 1964), (2) метода на най малките квадрати (Pederson, 1981) и (3) методите на многомерен анализ – кластерен анализ, принципен компонентен анализ (PCA-Principle Components Analysis), факторен анализ (FA-Factor Analysis) и AMMI (Aditive Main Effects и Multiplicative Interaction) (Chahal и Gosal, 2002).

При векторния метод потенциалните родители и модела на желаня сорт се представят като вектори, компонентите на които са нормирани средни, косинусът на ъгъла между двата вектора е равен на коефициента на корелация. Идеята на метода се състои в оценяване степента на приближаване на потомствата или потенциалните родители до желаня модел. Колкото ъгълът е по малък, толкова доближаването е по-голямо. С помощта на **метода на най-малките квадрати** се постига същата цел, както при векторния метод. При **методите на многомерната статистика** генетичната отдалеченост се изразява чрез някой количествен параметър. Според **Bhatt (1970), Мартинов и др. (1984) и Martynov (1991)** най-добра корелация с генетичната дисперсия многомерните анализи дават при използване на Махалановисовото разстояние в пространството.

Експресията на даден признак е резултат от вътрелокусни и междuloкусни взаимодействия, и взаимодействие между геном и условия на околната среда. Според **Snape и Riggs (1975)** в $F_5 - F_6$ и **Quinones (1969)** в F_8 с напредване на поколенията хетерозисните ефекти и неалелните взаимодействия затихват. В резултат на хомозиготизацията и средните стойности на поколенията в F_5 и F_6 са равни на средните стойности на признаците при родителските сортове. Така например, **Busch и др. (1974)** са установили тясна корелация ($r = 0.72$) между средната стойност на продуктивността на двата родителя и продуктивността на 25% от най-добрите линии. При самоопрашващите се култури, какъвто е и обикновения фасул, селекционирани сортове са стабилизирани хомозиготни линии. Освен това, повечето селекционни признаци от стопанско значение са с непрекъсната експресия (количествени) и се контролират в значителна степен от адитивни гени.

Подборът на родители с по-тясна или по-широка генетична основа зависи от

етапа на селекция и поставената селекционна цел. Според селекционната пирамида на **Kelly и др. (1998)** и **Singh (1999a,b)** селекционният процес се състои от три етапа. **В първия етап** се прехвърлят полезни гени от отдалечени генотипове, **във втория етап** се извършва хибридизация на популации с широка генетична база, или иначе казано в този етап се селектират родителски компоненти за комерсиални сортове, и **в третия етап** се кръстосват популации с тясна генетична база и селекция на комерсиални сортове. Ако селекционната цел е за **бърз селекционен успех**, тогава се подбират родители с висока продуктивност и най-широко разпространения сорт се подобрява само по определено качество, или най-много до 2-3 селекционни признака. Когато целта е по-висока изискваща подобряването на даден сорт по отношение на повече признаци и осъществяването на по-съществени промени на растението, например коренно променяне на архитектуриката му, е необходим продължителен период от време.

Предимствата на генетичното разнообразие се изразяват преди всичко в следните **три момента**: 1) нараства наследяемостта, 2) нараства броя на полезните алели в селекционния материал и 3) намалява площта за постигане на селекционната цел. Нека да вземем следния пример: ако чрез **SSD метода**, се цели да се получат най-малко **n** хомозиготни локуси с полезни алели, и в F_1 са налице **n** хетерозиготни локуси, вероятността да се получи селекционна линия с **n** хомозиготни локуси е: $P = (1/2)^n$. Ако **n = 16**, тогава $P = (1/2)^{16} = 1/65536$ при условие, че вида е диплоиден и липсва скаченост на гените. Или, при 16 локуси, за да е налице една линия с 16 хомозиготни локуси е необходима популация от 65536 линии. Ако необходимата площ за една линия е 1 m^2 , то за засяване на всичките 65536 линии е необходима площ от 6.6 ха. Ако **искаме само част от хетерозиготните локуси в F_1** да са хомозиготни, вероятността за постигане на тази цел се определя с помощта на формулата:

$$P_{(x>r)} = \sum_{x>r}^n C_n^r / 2^n,$$

където в F_1 **r** са хомозиготните, а **n** хетерозиготните полезни локуси. Ако в F_1 хетерозиготните локуси са 20, вероятността да се получи поне едно растение с 16 хомозиготни локуси е $P = 0.006$, на площ от 169 m^2 ($1/0.006=169 \text{ m}^2$). Ако увеличим генетичното разнообразие **n = от 20 на 22**, то $P = 0.018$, т.е. за **селекционирането** на едно растение с 16 хомозиготни локуси необходимата площ за засяване на хибридна популация е едва 56 m^2 . В случая, генетичната вариабилност е увеличена с 10% (**n = от 20 на 22**), а **необходимата площ е намалена с 77%** (**r = от 169 m² на 56 m²**).

Използването на горе посочените методи за оценка и подбор на родителски компоненти става при условие, че (1) потомството на дадена кръстоска получава по 1/2 от гените на двата родителя, (2) двата родителя са хомозиготни и хомогенни и (3) липсват неадитивни ефекти (**Panter и Alen, 1995**). **Все пак с напредване на поколенията хетерозисните ефекти и неалелните взаимодействия затихват** в резултат на хомозиготизацията и средните стойности на поколенията в **F5 и F6 са равни на средните стойности на признаците при родителските сортове** (**Quinones, 1969; Snape и Riggs, 1975**).

В ранните етапи на селекция се използват генетически отдалечени родителски компоненти (**Вавилов, 1935: Kelly и др., 1998**). В поколенията на такива родители се получават много по-често желани трансгресивни форми (**Вавилов, 1935**). В напреднал етап от селекция се кръстосват генетически близки родители, различаващи се само по единични признаци, които трябва да се подобрят (**Kelly и др., 1998**). Когато е необходимо бърз селекционен успех се кръстосват адаптирани, високопродуктивни сортове за дадения район и сортове носители на желаните гени **имащи добра**

продуктивност (Chahal и Gosal, 2002).

Оптимален подбор на родители (набор от родители с точно определени съотношение в хибридизационните планове) съобразен с разгледаните по-горе изисквания, на които да отговарят родителите за постигане на поставената селекционна цел може да се постигне с помощта на симплекс метода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За демонстрация на оптимален подбор на родители с помощта на симплекс метода използваме данни от характеристиката на 219 образеца ($X_1, X_2, X_3 \dots X_{n-2}, X_{n-1}, X_n$) от колекцията на ДЗИ "Добруджа" гр. Генерал Тошево по отношение на 17 селекционни признака (C_1 -вегетационен подпериод от поникване до цъфтеж; C_2 -вегетационен подпериод от цъфтеж до физиологична зрелост; C_3 -вегетационен период от поникване до стопанска зрелост; C_4 -тип на хабитуса; C_5 -варимост в mp ; C_6 -Хсп лист; C_7 -Хсп боб; C_8 -Psp лист (раса 1); C_9 -Psp лист (раса 6); C_{10} -Psp боб (раса 1); C_{11} -Psp боб (раса 6); C_{12} -*Sclerotinia sclerotiorum*; C_{13} -*C. lindemuthianum*; C_{14} -*Uromyces appendiculatus*; C_{15} -брой бобове от растение; C_{16} -брой семена в боб; C_{17} -абсолютно тегло на семената и L-добив от едно растение в g) включени в селекционната стратегия на Института (Genchev, 1994).

Като ограничения се използват параметрите от селекционния модел на Генчев и Киряков (2014).

Подборът на родителите по отношение на селекционните признаци е извършен на база средните им стойности с помощта на симплекс-метода (Genchev, 2000). Решаването на симплекс-задачата е извършено с помощта на софтуерния продукт Lp_solve на Michel Berkelaar, като полученото процентно участие на всеки родител при хибридизацията, дава възможност за съставяне на правилен хибридизационен план.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В началния етап за постигане на дадена селекционна цел се подбират родители с произход от географско отдалечени райони. Обикновено се слага равенство между географското разнообразие и генетическото разнообразие, което не винаги е коректно, макар че образците с различен географски произход вероятно имат различни генни компоненти за едно и също ниво на дадения признак.

При фасула е налице и генетична бариера между едросеменните форми с детерминантен хабитус (А - Андински пул) и дребносеменните форми и индетерминантен хабитус (МА – Мезоамерикански пул). При нас тази бариера се изразяваше в много бавен темп на наливане на семената, бавно зреене и нисък добив, който се опитахме да преодолеем чрез бекросиране с различни родители с нормално зреене и средноедри и едри семена.

С цел да се постигне оптимален подбор на родителските компоненти в рамките на проучваните 219 образци, оценени по 17 селекционни признака. Подборът е направен с помощта на симплекс метода (метод на линейното програмиране) на база средните стойности. Той може да се осъществи не само на база средни стойности на селекционните признаци, а и на други характеристики на селекционните признаци като вариабилност, корелационни коефициенти между признаците, коефициенти на унаследяемост и т.н. Данните от различните признаци ($C_1 \dots C_n$) се нанасят в таблицата хоризонтално (j), а образците ($X_1 \dots X_n$) вертикално (i) (табл. 1).

След решаване на симплекс-задачата посочена в табл.1 при ограничения базиращи се на селекционния модел, в случая на Генчев и Киряков (2014), е получено решение отразено в табл.2. В оптималното решение попадат като родители образците Добруджански ран, Isabella, NAB 69, SEQ 1005 и VAX 6.

Добруджански ран е сорт на ДЗИ-Г. Тошево (*сертификат № 10529 от 30.05.2003*), произхожда от кръстоската **G 2883/Десислава**. Характеризира се с ВПП-ПЦ от 36 дни; ВПП-ЦФЗ от 31 дни; ВП от 87.5 дни; хабитус IIIb; **варимост 185 min**; *Хср*-лист 9.0; *Хср*-боб 7.5; *Psp*-лист (раса 1) 3.0; *Psp*-лист (раса 6) 3.0; *Psp*-боб (раса 1) 2.7; *Psp*-боб (раса 6) 4.0; склеротиния 7.0; антракноза 9.0; ръжда 9.0; брой бобове 13.9; брой семена в боб 3.3; абсолютна маса на семената 437 g и маса на семената от растение (добив) 20.1 g.

Isabella е сорт на САЩ, произхожда от кръстоската **Redcloud/Mecosta**, Той се характеризира с ВПП-ПЦ от 30.5 дни; ВПП-ЦФЗ от 32.5 дни; ВП от 92.5 дни; хабитус Ia; **варимост 145 min**; *Хср*-лист 7.4; *Хср*-боб 8.5; *Psp*-лист (раса 1) 2.8; *Psp*-лист (раса 6) 3.0; *Psp*-боб (раса 1) 1.3; *Psp*-боб (раса 6) 2.3; склеротиния 2.5; антракноза 9.0; ръжда 3.0; брой бобове 9.1; брой семена в боб 3.3; абсолютна маса на семената 453.3 g и маса на семената от растение (добив) 13.6 g.

Таблица 1. Начална симплекс таблица за осъществяване на оптимален подбор на родители за селектиране на сорт с максимална продуктивност, максимална устойчивост на икономически важните болести и с хабитус IIIa тип.

Признаци и целева функция (L)	Образци							Ограничения на селекционния модел
	51051	85103	DG 80-7-11-12	...	Търново 13	Хитово 1	Хитово2	
	i							
j	X ₁	X ₂	X ₃	...	X _{n-2}	X _{n-1}	X _n	= 100
Целия набор родителски компоненти	1	1	1	...	1	1	1	
C ₁ ВПП-ПЦ	50.0	32.0	42.5	...	36.0	36.5	35.0	≤40
C ₂ ВПП-ЦФЗ	33.0	30.5	31.0	...	33.0	33.0	36.5	≤35
C ₃ Вегетационен период	106.5	93.0	104.0	...	87.5	94.0	92.5	≤96
C ₄ Тип на хабитуса	3	1	3	...	1	2	1	≥3, ≤4
C ₅ Варимост, min	155.0	145.0	230.0	...	170.0	205.0	205.0	≤150
C ₆ <i>Хср</i> - лист	9.0	7.3	7.5	...	8.5	8.8	9.0	≤5
C ₇ <i>Хср</i> - боб	7.0	8.3	7.0	...	9.0	6.3	8.0	≤5
C ₈ <i>Psp</i> – лист (раса 1)	1.0	6.4	3.0	...	5.7	4.4	2.8	≤5
C ₉ <i>Psp</i> – лист (раса 6)	3.3	6.6	3.0	...	3.0	4.5	3.0	≤5
C ₁₀ <i>Psp</i> – боб (раса 1)	4.0	6.5	3.0	...	5.7	4.3	2.3	≤5
C ₁₁ <i>Psp</i> – боб (раса 6)	5.0	6.8	3.0	...	6.0	4.0	5.3	≤5
C ₁₂ <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	5.3	6.6	7.4	...	7.0	7.0	5.0	≤5
C ₁₃ <i>C. lindemuthianum</i>	4.5	9.0	9.0	...	8.0	9.0	9.0	≤5
C ₁₄ <i>Uromyces appendiculatus</i>	1.0	3.0	3.0	...	3.0	5.0	3.0	≤5
C ₁₅ Брой бобове от растение	3.6	3.2	16.1	...	8.3	6.7	5.7	≥5
C ₁₆ Брой семена в боб	7.1	3.4	3.2	...	4.1	2.7	4.3	≥3
C ₁₇ Абсолютна тегло g	180.2	432.4	168.6	...	263.6	377.0	240.9	≥400
L Добив от растение, g	4.6	4.7	8.7	...	9.0	6.8	5.9	max

NAV 69 е селекционна линия на CIAT с родословие **XAN 180/4/RAB404/3/IN97// IN97/...** Характеризира се с ВПП-ПЦ от 46.5 дни; ВПП-ЦФЗ от 30 дни; ВП от 99.0 дни; хабитус IIIa; **варимост 130 min**; *Хср*-лист 3.2; *Хср*-боб 3.0; *Psp*-лист (раса 1) 1.2;

Psp-лист (раса 6) 1.2; *Psp*-боб (раса 1) 5.0; *Psp*-боб (раса 6) 4.0; склеротиния 5.0; антракноза 5.0; ръжда 3.0; брой бобове 10.1; брой семена в боб 5.7; абсолютна маса на семената 235.3 g и маса на семената от растение (добив) 13.5 g.

Таблица 2. Родители подбрани чрез решение на симплекс задачата, стойности на признаците по образци и прогнозирания възможен оптимален проект на фасулево растение.

Процентно участие на селекционните признаци при подбора на родителите	%	Селекционни признаци	Процент на участие в хибридизацията на избраните родители					Оптимален модел на фасулево растение, с хабитус II-ри тип
			23	23	9	42	3	
			Добруджански ран	Isabella	NAV 69	SEQ 1005	VAX 6	
			Средни стойности на признаците					
C ₁	0	ВПП-ПЦ	36.0	30.5	46.5	44.0	46.5	37.2
C ₂	0	ВПП-ЦФЗ	31.0	32.5	30.0	36.5	32.5	31.8
C ₃	0	Вегетационен период	87.5	92.5	99.0	106.0	100.5	94.7
C ₄	0	Тип на хабитуса	6	1	3	3	3	3.26
C ₅	9	Варимост, min	185.0	145	130	160.0	115.0	150.0
C ₆	43	Хср - лист	9.0	7.4	3.2	2.8	1.0	5.0
C ₇	29	Хср - боб	7.5	8.5	3.0	3.0	1.7	4.5
C ₈	0	<i>Psp</i> – лист (раса 1)	3.0	2.8	1.2	4.2	3.0	3.1
C ₉	0	<i>Psp</i> – лист (раса 6)	3.0	3.0	1.2	4.6	3.5	3.4
C ₁₀	0	<i>Psp</i> – боб (раса 1)	2.7	1.3	5.0	3.0	2.3	2.5
C ₁₁	0	<i>Psp</i> – боб (раса 6)	4.0	2.3	4.0	4.7	3.0	3.7
C ₁₂	0	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	7.0	2.5	5.0	3.0	5.7	3.8
C ₁₃	16	<i>Coletotrichum lindemuthianum</i>	9.0	9.0	5.0	1.0	9.0	5.0
C ₁₄	0	<i>Uromyces appendiculatus</i>	9.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.1
C ₁₅	0	Брой бобове от растение	13.9	9.1	10.1	5.4	11.0	8.3
C ₁₆	0	Брой семена в боб	3.3	3.3	5.7	3.6	5.9	3.5
C ₁₇	3	Абсолютна маса на семената, g	437.0	453.3	235,3	451.2	187.7	400.0
L	0	Добив семена от растение, g	20.1	13.6	13.5	8.8	12.2	12.3

SEQ 1005 е селекционна линия на CIAT с родословие CAL77//AFR397//DRK16. Характеризира се с ВПП-ПЦ от 44.0 дни; ВПП-ЦФЗ от 36.5 дни; ВП от 106 дни; хабитус IIa; варимост 160 min; Хср-лист 2.8; Хср-боб 3.0; *Psp*-лист (раса 1) 4.2; *Psp*-лист (раса 6) 4.6; *Psp*-боб (раса 1) 3.0; *Psp*-боб (раса 6) 4.7; склеротиния 3.0; антракноза 1.0; ръжда 3.0; брой бобове 5.4; брой семена в боб 3.6; абсолютна маса на семената 451.2 g и маса на семената от растение (добив) 8.8 g.

VAX 6 е селекционна линия на CIAT с родословие ICA Pijao/G40001//A775/3/A769/4//XAN309. Характеризира се с ВПП-ПЦ от 46.5 дни; ВПП-ЦФЗ от 32.5 дни; ВП от 100.5 дни; хабитус IIa; варимост 115 min; Хср-лист 1.0; Хср-боб 1.7; *Psp*-лист (раса 1) 3.0; *Psp*-лист (раса 6) 3.5; *Psp*-боб (раса 1) 2.3; *Psp*-боб (раса 6) 3.0; склеротиния 5.7; антракноза 9.0; ръжда 3.0; брой бобове 11; брой семена в боб 5.9; абсолютна

маса на семената 187.7 g и маса на семената от растение (добив) 12.2 g.

За да преценим дали с така подобранияте родители е възможно да се постигне набелязаната цел, бе направен анализ на нашата практика до сега, по-точно какви родители са използвани в хибридизационните схеми на: сортовете 'Прелом', 'Абритус', 'Лудогорие', 'Беслет' и перспективните рекомбинантни инбредни линии на кръстоските 'DG 98 – 73', 'DG 1 – 17', 'DG 1 – 59', 'DG 1 – 66' и 'DG 2 – 30' [84 AR 235'(IIa), 'A 475'(Ia), A 769(IIa), Гърмен(IIIb), Дагоново(IIIb), Десислава(IIIb), Добруджански ран(IIIb), Дунав 1(Ia), Зорница(Ia), Ореол(Ia), Прелом(IIa), Присад(IIIb), Русе 13(IIIb), Трудовец(Ia), G 2883(Ia), HR 45(IIa), GN Star(IIIb), Helia(IIa), Kodiak(IIa), Sataya 425(IIa), Suaves INIA(IIIb) и VAX 3(IIa)] с родителите, подобрани с помощта на симплекс-метода [Добруджански ран, Isabella, NAB 69, SEQ 1005 и VAX 6]. Съотношението на родители с I и II тип, и III тип по хабитус е 68%, като това съотношение при проекта е 77%, което е почти същото.

Процентното участие на всеки образец избран като родител според решението на симплекс задачата е дадено в табл. 2. Това процентно участие в хибридизационния план може да се постигне приблизително в една сложна четири стъпкова кръстоска: [SEQ 1005 (50%) /4/ Добруджански ран (18%) // Добруджански ран / VAX 6 (6%) /3/ Isabella (18%) // Isabella / NAB 69 (6%)] на родителите с I и II тип хабитус 77%. Чрез този план се постига приблизително процентното участие получено в резултат от решаването на симплекс-задачата. Този хибридизационен план при полски условия може да бъде изпълнен за четири вегетации, а при използване на оранжерия за една година и четири месеца.

В хибридизационните планове са приложени прости и сложни кръстоски. Така например при Прелом, Абритус, Лудогорие, Беслет и DG 1-66 генетичното разнообразие е постигнато чрез прости кръстоски. При DG 1-17, DG 1-59 и DG 2-30 генетичното разнообразие е постигнато чрез прости кръстоски и едно стъпкова сложна кръстоска. При кръстоската с най-сложното педигре генетичното разнообразие е постигнато чрез 21 прости кръстоски и една пет стъпкова сложна кръстоска.

Селекцията на устойчивост към БП (бактериен пригор) чрез изкуствена инокулация на всяко растение (лист и бобове) се започва от F₂ и продължава до ПСО (предварителен сортов опит) включително, а на ОП (ореолов пригор) в КИ (контролно изпитване) и ПСО. Като източници на устойчивост към БП са използвани Ореол, GN Star, HR 45 и VAX 3, а на ОП – Гърмен, Десислава, Добруджански ран, Ореол, Прелом, Присад, Русе 13 и VAX 3. При проекта като източници на устойчивост ще могат да бъдат използвани за БП: NAB 69, SEQ 1005 и VAX 6; за ОП: всичките пет родители; за склеротинията: Isabella и SEQ 1005; за антракнозата: SEQ 1005 и за ръждата: Isabella, NAB 69, SEQ 1005 и VAX 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направения сравнителен анализ на използваните родители в хибридизационните схеми в досегашната ни селекционно-подобрителна работа и родителите подобрани с помощта на симплекс-метода показва, че подборът на родители с помощта на симплекс-метода ще позволи целенасочено планиране и реализиране на селекционния процес за създаване на сортове с определени качества, при това за възможно най-кратък срок.

ЛИТЕРАТУРА

- Вавилов, Н.И., 1935.** Научные основы селекции пшеницы. - В кн.: Теоретические основы селекции растений. М., Л., Сельхозгиз, 1935, том 2, стр. 103.
- Генчев, Д., 2007.** Селекционно-генетични изследвания при зрелия фасул (*Phaseolus vulgaris* L.). Автореферат за присъждане на научната степен дсн, 74 стр.
- Генчев, Д. Д., и И. Д. Киряков (2014).** Селекционен модел за обикновен зрял фасул. (Field Crop Studies.
- Мартынов, С.П., 1986.** Двухкомпонентный алгоритм планирования простых и сложных скрещиваний в селекции самоопыляющихся культур. Сельскохозяйственная биология, 2:110-114.
- Мартынов, С.П., 1989.** Оптимизация скрещиваний и селекционной проработки самоопыляющихся культур. Генетика, 25(11): 2050-2058.
- Мартынов, С.П., А.И. Седловский, и Т.В. Добротворская, 1984.** Использование многомерной статистики при подборе пар для гибридизации. Сравнение различных оценок генетической дивергенции. Цитол. & Ген., 18(2):105-110.
- Allard, R.W., 1956.** Formulas and tables to facilitate the calculation of recombination values in heredity. Hilgardia, 24:235-278.
- Baenziger, P.S., and C.J. Peterson, 1992.** Genetic variation: Its origin and use for breeding self-pollinated species. In: Stalker, H.T., and J.P. Murphy (eds). Plant Breeding in the 1990s, pp.:69-91.
- Bhatt, G.M., 1970.** Multivariate analysis approach to select of parents for hybridization aiming at yield improvement in self-pollinated crops. Aust. J. Agric. Res., 21:1-7.
- Busch, R.H., J.C. Hanke, and R.C. Frohberg, 1974.** Evaluation of crosses among high and low yielding parents of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and bulk prediction of line performance. Crop Sci., 14:47-50.
- Chahal, G.S., and S.S. Gosal, 2002.** Principles and Procedures of Plant Breeding. Biotechnological and Conventional Approaches. Alpha Science International Ltd. Pangbourne England. 604 pp.
- Cox, D.J., and K.J. Frey, 1984.** Combining ability and the selection of parents for interspecific oat matings. Crop Sci., 24:963-967.
- Cregan, P.B., and R.H. Busch, 1977.** Early generation bulk hybrid yield testing of adapted hard red spring wheat crosses. Crop Sci., 17:887-891.
- Genchev, D. 1994.,** Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)—Breeding Strategy. PSSA, Sofia, 32 p.
- Genchev, D., 2000.** Parent components selection using the simplex-method. Annu. Rep. Bean Improv. Coop., 43:116-117.
- Grafius, J.E., 1964.** A geometry for plant breeding. Crop Sci., 4(3):241-246.
- Kelly, J.D., J.M. Kolkman, and K. Schneider, 1998.** Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Euphytica 102:343-356.
- Lupon, F.G.H., 1965.** Studies in the breeding of self pollinating cereals. 5. Use of the incomplete diallel in wheat breeding. Euphytica 14:331-352.
- Martynov, S.P., 1991.** Two-component method for crossing self-fertilized crops. Euphytica 52:65-72.
- Murphy, J.P., T.S. Cox, and D.M. Rodgers, 1986.** Cluster analysis of red winter cultivars based upon coefficients of parentage. Crop Sci., 26:672-676.
- Panter, D.M., and F.L. Allen, 1995.** Using best linear unbiased predictions to enhance breeding for yield in soybean: I. Choosing parents. Crop Sci., 35:397-405.
- Pederson, D.G., 1981.** A least-squares method for choosing the best relative proportions when intercrossing cultivars. Euphytica 30:153-160.
- Quinones, F.A. 1969.** Relationships between parents and selections in crosses of dry beans, *Phaseolus vulgaris* L. Crop Sci., 9:673-675.

- Singh, S.P., 1999a.** Integrated genetic improvement, p. 133-165. In: S.P. Singh (ed.) Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands.
- Singh, S.P., 1999b.** Improvement of small-seeded race Mesoamerica cultivarsa, p. 255-274. In: S.P. Singh (ed.) Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands.
- Smith, E.L., and J.W. Lambert, 1968.** Evaluation of early generation testing in spring barley. Crop Science 8:490-493.
- Snape, J.W., and T.J. Riggs, 1975.** Genetical consequences of single seed descent in the breeding of self-pollinated crops. Heredity 35(2):211-219.