



СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ПО ФУРАЖНИТЕ КУЛТУРИ - ПЛЕВЕН

ВАЛЕНТИН ИВАНОВ КОСЕВ

**ОБОГАТЯВАНЕ НА ГЕНЕТИЧНОТО РАЗНООБРАЗИЕ
ПРИ ФУРАЖНИЯ ГРАХ (*Pisum sativum* L.) С ОГЛЕД НА
СЕЛЕКЦИЯТА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**на дисертация за присъждане на образователна и научна степен
“Доктор”**

**по научна специалност
селекция и семепроизводство на културните растения**

шифър 04.01.05

Научен ръководител: Проф. д-р Сълю Сачански

Научно жури:

Доц. д-р Даниела Върбанова Кертикова

Доц. д-р Анелия Илиева Кътова

Проф., д.с.н Диана Лилова Светлева

Проф., д-р Михо Илиев Михов

Проф., д-р Сълю Йорданов Сачански

Плевен, 2013 г.

1. УВОД

Грахът е важна зърнено-бобова култура за нашата страна с многостранно използване – основно за фураж на животните и за храна на хората, тъй като е ценен източник на протеин. Като високо протеинова фуражна култура грахът в много райони на страната допринася за разрешаване на белтъчния проблем при изхранването на селскостопанските животни. Високата хранителна стойност се обуславя преди всичко от високото съдържание на протеин както в зелената маса, така и в зърното, което съдържа 26-27% суров протеин.

България се характеризира с твърде голямо почвено и климатично разнообразие, което обуславя и различие в степента на благоприятност на условията за отглеждане на зимните и пролетните сортове. Много често то е предпоставка за проявата на различни стресове от абиотичен и биотичен характер, за различните направления на производството на грах и ограничаване на продуктивността му. Климатичните промени изискват новите сортове да са с добра адаптивност.

Световните тенденции за селекцията на граха са свързани предимно с увеличаване на продуктивния потенциал, повишаване на протеиновото съдържание и подобряване на аминокиселинния му състав, намаляване съдържанието на антихранителни вещества, повишаване устойчивостта и толерантността спрямо икономически важните болести и неприятели, повишаване сухоустойчивостта, зимоустойчивостта, ранозрелост и подобряване хабитуса на растението, свързан с продуктивността.

Създаването на такива генотипове, отговарящи на съвременните условия на земеделие може да се постигне с прилагането на конвенционалните методи като хибридизация и експериментален мутагенез на основата на ефективен отбор. Нарастващите изисквания на практиката за получаване на все по-високи и стабилни добиви предизвикват оправдан интерес от страна на селекционерите за обогатяване на наследствената основа при новите сортове фуражен грах.

2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на дисертационните изследвания е обогатяване на генетичното разнообразие при фуражния грах (*Pisum sativum* L.), чрез методите на отбора, половата хибридизация и индуцирания мутагенез с оглед на селекцията.

За реализиране на целта си поставихме следните задачи за решаване:

1. Установяване параметрите за създаване на високодобивен сорт фуражен грах от зимен и пролетен тип.
2. Определяне на корелационни зависимости между основни признаци при граха.
3. Изучаване начините на наследяване на ценни в стопанско отношение признаци в F_1 и F_2 - хибридни генерации.
4. Приложение на въздействието на физичен мутаген - гама лъчи Cs^{137} върху семена от различни сортове фуражен грах и проучване възможностите за индуциране на по-голямо генетично разнообразие.

3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

3.1. Селекционен материал и селекционни-генетични методи използвани в изследването

Експерименталната работа е проведена в Института по фуражните култури – гр. Плевен. В проучването на генетичните ресурси са включени десет български и

интродуцирани чуждестранни сорта от работната колекция на института. Въздействието на абиотичните фактори е проучено при естествен фон. Полските опити са заложили съгласно технологията за отглеждане на културата, при почвен подтип излужен чернозем, средно мощен беден на хумус, чийто механичен състав е тежко пясъчливо глинест (Найденов и др., 1978).

Полските опити (колекционен, хибридизационен, мутационен и контролен питомник) са изведени на II опитно поле на ИФК- с. Крушовица от 2009 до 2012 г.

Таблица 1. Характерни особености на изследваните сортове

Сорт	Тип на Листата	Вегетационен период, дни	Толерантност към студ %; (бал)	Устойчивост на полягане, %
Керпо	нормален	84	-	47
Плевен 4	нормален	86	-	71
Мир	нормален	233	95 (9)	80
Плевен 10	нормален	243	95 (9)	87
Харьк. эталонный	мустачест	78	-	19
Fenn	акациевиден	240	95 (9)	84
E.F.B.33	нормален	245	93 (9)	86
Uzbetskij 71	нормален	240	97 (9)	87
Chlumecka fialova	нормален	234	92 (9)	85
Austrian winter pea	мустачест	234	97 (9)	55

Проучването на фенологичната особеност на колекцията от сортове, техните F₁, F₂ и M₁, M₂ поколения е направено на база извършени фенологични наблюдения на продължителността на периодите – поникване – начало на цъфтеж (дни) и поникване – техническа зрелост (дни).

Направени са биометрични измервания както следва:

- на 20 растения от сорт на признаците: продуктивен потенциал – добив зърно и добив зелена маса (kg.ha⁻¹), височина на растенията (cm), височина на залагане на I-ви боб (cm), маса на 1000 семена (g), брой бобове на едно растение, брой семена на едно растение, брой семена в един боб, зимоустойчивост (%), устойчивост на полягане (%).

- на 40 растения от всяко F₁ и F₂ и родителските компоненти (Табл.2) на признаците: височина на растението, (cm); височина на залагане на I-ви боб, (cm); брой фертилни възли на 1 растение; брой бобове на 1 растение; брой семена в 1 боб; брой семена в 1 растение; маса на 1000 семена (g); маса на семената от едно растение (g);

- на 40 растения от M₁ и M₂ и контролите по показателите: полска кълняемост при всички варианти на опита спрямо контролния вариант (%); преживяемост в края на вегетацията (%); степен на стерилност (%); височина на растението (cm); степен на полягане (%); продължителността на периодите – поникване – начало на цъфтеж (дни) и поникване – техническа зрелост (дни) ;

- на 10 растения от хибриди и линии (№115 (Ср 3500 x Усаты 90), №9А (Fenn x Усаты 90), №29 (Хар. еталонный x Харк. 376); зимни - №58 (Fenn x Плевен 4), №57 (Fenn*x Плевен 4), №9 (Fenn x Усаты 90), №6 (Мир x Хар. еталонный), №12А (Мир x Резонатор), №4 (Плевен 10 x Мир), №10 (Керпо x Мир), №14 (Плевен 10 x Усаты 90)), и стандартните сортове (Керпо, Кристал и Мир) по признаците: височина на растенията (cm); брой бобове на едно растение; брой семена на едно растение; маса на 1000 семена (g);. Отчетени са добив (kg/ha) зърно и зелена маса и вегетационния период (дни) ;

Кастрирани и опрашени са по 70 цветчета от всяка хибридна комбинация за получаване на около 150-200 хибридни семена. Хибридизацията е осъществена по методиката на Gritton (1980). Всички растения от родителите и хибридите са отглеждани

по схемата P₁,F₁,F₂,P₂. Сеитбата е извършена ръчно при разстояние между редовете 0,20 m, в реда 0,10 m и при дълбочина на засяване 5 cm. Получените перспективни F₃ поколения са засети по реда на комбинациите според количеството на семената, на лехи (в три повторения) при разстояние между редовете 0,20 m и в реда 0,10 m и при дълбочина на засяване 5 cm.

Таблица 2. Родителски форми

№	Сорт	Стопанско значение
1	Мир	добра зимоустойчивост и продуктивност (зърно)
2	Плевен 10	добра зимоустойчивост и продуктивност (зелена маса)
3	Е.Ф.В.33	добра зимоустойчивост и продуктивност (зелена маса и зърно)
4	Керпо	висока продуктивност (зърно) и ранозрелост

При изследванията свързани с експерименталния мутагенез, са използвани зимните сортове - ЕФВ33, Мир, Плевен 10 и пролетния сорт Керпо. В качеството на мутагенен фактор са използвани гама лъчи - Cs¹³⁷, приложени в дози 40; 80 и 120 Gy. За всеки вариант от опита са третирани по 100 сухи семена в облъчвателната установка (ГОУ-3М) на Института по Генетика – София със сумарна ефективност 262,81 ТВq и мощност на дозата 122,32 Gy/h. След третиране с мутагена (2009 г.-2010 г.), семената са засети на опитното поле ръчно, на редове при междуредие 0,20 m и вътре в реда 0,10 m, при дълбочина на засяване 5 cm. Във второ мутантно поколение (M₂) са засявани ръчно потомствата на всички M₁ растения от вариант по схемата - междуредие 0,20 m и вътре в реда 0,20 m при дълбочина на засяване 5 cm, за индивидуално проучване на потомствата и отбор на генотипове с ценни стопански качества.

3.2. Селекционна и генетична оценка на растителния материал. Статистическа обработка на получените резултати

Изчислени са варианса (σ^2), средното квадратно отклонение (σ), вариационния (CV%) и корелационния (r) коефициенти. Извършен РАТН коефициент анализа (Singh and Chaudhary, 1979), дисперсионен анализ (Димова и Маринков, 1999), йерархичен клъстерен анализ (Георгиев, 2004). По методиката на Омаров (1975) са отчетени проявите на хетерозис и превишението на хибридна комбинация в проценти спрямо по-добре изявилата се родителска форма (НР) или т нар "истински хетерозис" и инбредна депресия. Степените на доминиране са изчислени по формулата на Romero and Frey (1973), което позволява оценка на преобладаващите генни действия при наследяването на проучваните признаци и определя връзката им с проявите на хетерозис. Трансгресивните прояви на признаците, определящи продуктивността на растението в хибриди от F₂ са изчислени по метода на Воскресенская и Шпота (1967). Коефициентите на наследяване в широк (H²) и тесен (h²) смисъл (Константинов и др., 1979). За проследяване в M₁ на биологичния ефект са проследени показателите: полска кълняемост (%), преживяемост (%), стерилност (%), поникване - начало на цъфтеж (дни), поникване - техническа зрелост (дни), степен на полягане (%), височина на растението (cm). За установяване ефективността на използваните дози гама-лъчи е използван коефициента за ефективност (Walther, 1969 - цит. по Вълкова, 1997).

Данните от проучваните показатели са обработени статистически чрез програмите Excel на Microsoft Office 2002 и Statgraphics Plus 2.1 for windows.

4. ПОЧВЕНО-КЛИМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА РЕГИОНА

Опитите са изведени на Второ опитно поле на Института по фуражните култури гр. Плевен, разположено в Централна Северна България на 84 м. надморска височина. Полето се намира на прехода между Северния и Средния климатичен регион на Дунавската равнина и попада в умерено- континенталната подобласт (Събев, Станев, 1963). Почвеният подтип според Найденов и др. (1978) е излужен чернозем, средно мощен, беден на хумус. По механичен състав той е тежко песъкливо глинест. Данните относно запасеността с усвоими форми на основните хранителни елементи показват, че почвата слабо запасена с хидролизуем азот, средно с фосфор и много добра с калий.

Годините на изследването се характеризират с разнообразни климатични условия, с различни по продължителност засушавания и количество паднали валежи. Метеорологичните условия през периода на проучване (2009 – 2012 г.) не се различават съществено спрямо средните многогодишни стойности за периода от 1965 - 2008 г. Средногодишните температури на въздуха през 2009, 2010 и 2011 г. (12,7°C; 12,1°C; 12,4°C) са близки до средната многогодишна стойност (12,9°C). По отношение количеството на валеж и влажност на въздуха през периодът на проучване се характеризира с разнообразие. През 2009 и 2010 г. годишната сума на валеж е с повишени стойности (634,1 mm; 732,6 mm), докато през 2011 г. годишната сума на валежите е с по-малки стойности (447,2 mm) в сравнение със същите за многогодишния период 1965 - 2008 г (527,2 mm).

За периодът на проучване се очертава ясно изразена тенденция с по-слаби температурни отклонения и със силна вариабилност в количеството на валежите в сравнение със средните многогодишни стойности за периода от 1965 - 2008 г. С най - голямо количество на валеж се отличава: 2010 г. следвана от 2009 г. – съответно с 732,6 mm и 634,1 mm, а с най – малко през 2011 г. 447,2 mm. В резултат на направената оценка по отношение на основните метеорологични показатели – количество на валежите (mm) и средноденоношни температури на въздуха (°C) чрез използването на критерия на de Marton може да се обобщи, че експерименталния период по години се характеризира с разнообразие по отношение на аридността. 2009 и 2010 г. се класифицират като влажни ($I > 20$), а 2011 г. както и 2012 г. за месеците март, юни и юли със известно засушаване ($I < 20$).

5. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

5.1. Проучване на изходния материал за селекция на граха

Добивите от граха се влияят в значителна степен от генотипа и почвено - климатичните условия на средата. Поради това търсенето на донори на отделни признаци има приоритетно значение. Генетичното му подобряване свързано с получаването на висок добив (зелена маса и зърно) е основна задача в съвременните селекционни програми.

Проучването на генетичните ресурси винаги предхожда изпълнението на една сериозна селекционна програма. За успехът ѝ важен момент е събирането, анализирането и ефективното използване на изходния материал в селекционния процес (Табл. 3).

В проучването са включени 10 сорта с произход от страната и чужбина, за да се установи тяхната продуктивност. Получените резултати показват значително разнообразие по отношение на основните компоненти на продуктивността. Изпитваните генотипове се характеризират със съществени различия по между си по признака височина на растението. По този показател растенията на зимните сортове E.F.B.33 (185

cm), Плевен 10 (182 cm) и Uzbetskij 71 (180 cm) са най-високи и значително превъзхождат пролетните Харьковський еталонный (58 cm) и Керпо (59 cm).

Таблица 3. Морфологична характеристика на сортове фуражен грах (2009-2011г.)

Признак Сорт	Височина, cm		Брой семена/ боб	Брой в растение		Тегло семена/ растение, g	Маса на 1000 семена, g
	растение	1 ^{-ви} боб		бобове	семена		
Керпо	59	45	4	6	25	5,37	229,27
Плевен 4	98	61	4	8	37	3,98	128,86
Мир	174	93	4	23	103	12,12	119,20
Плевен 10	182	90	5	18	83	10,07	120,73
Харьковський еталонный	58	44	4	5	18	5,04	281,34
Fenn	169	69	3	24	85	8,13	100,14
E.F.B.33	185	75	4	25	91	7,79	86,69
Uzbetskij 71	180	68	4	23	90	7,71	85,41
Chlumecka fialova	174	72	4	30	110	10,14	96,15
Austrian winter pea	64	43	4	8	30	3,99	136,48
LSD _{0,05%}	32,65	21,80	1,17	9,53	35,96	3,49	42,24
LSD _{0,01%}	44,73	29,86	1,60	13,06	49,27	4,78	57,88
LSD _{0,001%}	60,93	40,69	2,19	17,79	67,12	6,52	78,86

Достатъчно високо залагане на първи боб е важно изискване способстващо прибиране на реколтата без загуби. Сортовете с направление за добив на зелена маса (Плевен 4, Мир, Плевен 10, Fenn, E.F.B.33, Uzbetskij 71, Chlumecka fialova) формиращи по-дълги стъбла залагат първи боб на по-голяма височина. По този показател Мир (93 cm) и Плевен 10 (90 cm) показват по-високи стойности спрямо останалите сортове, които залагат първи боб до 75 cm.

Изследването на основните елементи на продуктивността е важен етап в установяването на най-добрия сорт за конкретните агроклиматични условия. Повишаването на продуктивният потенциал на генотипове е в зависимост от броя на бобовете на растение и брой семена в боб. От анализа на резултатите се вижда, че зимните сортове с изключение на Austrian winter pea (8; 30) съществено се отличават от пролетните като ги превъзхождат в пъти по брой бобове и брой семена от растение. С най-голям брой бобове и семена на растение са Chlumecka fialova (30; 110). E.F.B.33 (25; 91) и Fenn (24; 85), които превъзхождат стандарта Мир (23; 103) само по броя на бобовете но не и по броя на семената от растение. По брой на семената в един боб са установени несъществени разлики между сортовете. С най-малък брой е акациевидния сорт Fenn (3), а с най-голям е Плевен 10 (5).

Всички зимни сортове могат да бъдат охарактеризирани като дребносеменни, чиято маса на 1000 семена е около и под 150 g. От зимните сортове с обикновен тип листа Плевен 10 (120,73 g) и Мир (119,20 g) превъзхождат останалите. Най-дребносеменни с маса на 1000 семена под 86 g е Uzbetskij 71 (85,41 g). Пролетният стандарт Керпо (229,27 g) е средносеменен, а най-едри са семената на Харьковський еталонный (281,34 g). Сравнително по-големият брой семена при зимните сортове определят и високата маса на зърната от едно растение (Мир – 12,12 g; Chlumecka fialova – 10,14 g; Плевен 10 – 10,07 g). По този показател Керпо (5,37 g) и Харьковський еталонный (5,04 g) са с много близки стойности.

За сортовете грах от особено значение е ниската степен на полягане на растенията, която благоприятства значителното намаляване на загубите на зърно при прибиране. Генотипове с направление за добив на зелена маса проявяват сравнително ниска устойчивост на полягане - над 84% за зимните сортове (за Мир 80%).

Много по-висока е устойчивостта при сортовете с по-малка дължина на стъблото Харьковский эталонный (19%), Керпо (47%), Austrian winter pea (55%). Това показва, че те са най-подходящи за механизизирано прибиране.

Проучваните образци се различават значително по продължителността на вегетационния период. Пролетните сортове Харьковский эталонный (78 дни) и Керпо (84 дни) узряват най-рано. От зимните Мир (233 дни), Chlumecka fialova (234 дни) и Austrian winter pea (234 дни) са с най-къс вегетационен период и достигат най-рано до техническа зрелост, а с най-продължителен е E.F.B.33 (245 дни).

Добивите на зърно се променят през отделните години в зависимост климатичните условия (Таблица 4).

Таблица 4. Добив на зърно за периода 2009-2011г., (kg/ha)

Година \ Сорт	2009	2010	2011	Средно за периода	
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	% към стандарта
Керпо	2040	4540	3690	3423	100,00
Плевен 4	720	1810	1360	1296	37,34
Мир	2340	1770	1530	1880	65,05
Плевен 10	2270	910	1450	1543	56,87
Харьк. эталонный	2400	3760	2640	2933	90,67
Fenn	2019	3200	2310	2509	77,35
E.F.B.33	1675	1060	2330	1688	56,20
Uzbetskij 71	1548	580	1970	1366	47,35
Chlumecka fialova	1608	1460	1960	1676	54,70
Austrian winter pea	1317	2400	1660	1792	54,15

LSD_{0,05%}

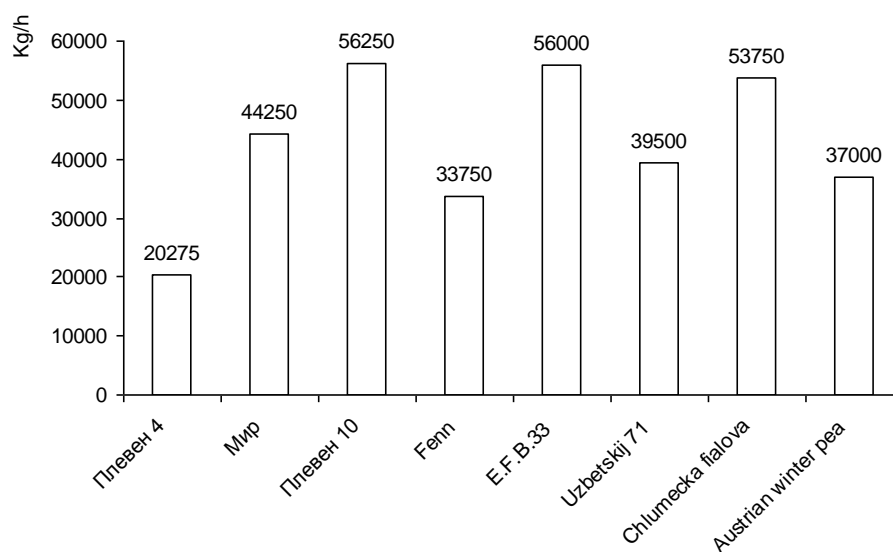
1179.30

LSD_{0,01%}

1640.40

LSD_{0,001%}

2234.91



LSD_{0,05%} 23468.40; LSD_{0,01%} 34731.70; LSD_{0,001%} 53672.10

Фиг. 1. Добив на зелена маса (2009- 2011г., kg/ha)

Генотиповете реализират среден добив на зърно от 1296 kg/ha (Плевен 4) до 3423 kg/ha (Керпо). Сортовете имат най-ниска продуктивност през 2009 година, която се характеризира със сравнително малко валежи и прохладна пролет. През 2010 и 2011 години сортовете са добре осеменени и проявяват в по-голяма степен потенциалните си възможности.

Продуктивността на зелена маса е в пряка зависимост от формирането на листната повърхност. Най-високодобивни на зелена маса (Фиг.1.) са зимните сортове с обикновен тип листа Плевен 10 (56250 kg/ha), E.F.B.33 (56000 kg/ha), Chlumska fialova (53750 kg/ha) и Мир (44250 kg/ha) превъзхождащи значително акациевидния сорт Fenn (33750 kg/ha). Установени са корелационни зависимости между седем количествени признаци, добив зърно и вегетационния период (Табл.5). От структурните елементи определящи продуктивността най-съществено значение и с много добра статистическа достоверност имат признаците брой зърна на растение, който е в висока корелация с брой бобове ($r=0,95$) и дължина на растението ($r=0,83$); теглото на семената от едно растение с брой семена ($r=0,94$) и брой бобове на растение ($r=0,87$). Добивът на зърно е в силно положително взаимодействие ($r=0,63$) с продължителността на вегетационния период. Показателите – дължина на растението ($r=0,17$), височина на първи боб ($r=0,03$) и брой семена на растение ($r=0,18$) се намират в средна или слаба корелация с брой семена в един боб. Според получените резултати, другите признаци показват средна или висока степен на корелативна връзка помежду си.

Таблица 5. Корелационни зависимости между количествени признаци и добив зърно

	Височ растение	Вис. 1-ви боб	Брой бобове	Брой семена 1 раст	Брой семена 1 боб	Тегло на семената	Маса на 1000 семена	Добив зърно
Вис. 1-ви боб	0,95**							
Брой бобове	0,75**	0,75**						
Брой семена 1 раст	0,83**	0,79**	0,95**					
Брой семена 1 боб	0,17	0,03	-0,09	0,18				
Тегло на семената	0,79**	0,79**	0,87**	0,94**	0,23			
Маса на 1000 семена	-0,74**	-0,63**	-0,69**	-0,72**	-0,17	-0,49		
Добив зърно	0,35	0,47	0,42	0,39	-0,08	0,53*	0,08	
Вегетационен период	0,45	0,42	0,46	0,47	0,02	0,52*	-0,15	0,63**

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

Направените изследвания в проучваните сортове (Табл. 6) показват положителна корелационна зависимост ($r=0,45$) между добив зелена маса от една страна и показателя маса на 1000 семена и отрицателна с височина на първи боб ($r=-0,32$), брой бобове на растение ($r=-0,24$), брой семена на растение ($r=-0,22$) и тегло на семената от едно растение ($r=-0,06$), като най-силно е влиянието на дължина на растението ($r=-0,35$).

За повечето от признаците е установена силна положителна зависимост с продължителността на вегетационния период. Изключение прави признакът маса на 1000 семена ($r=-0,76$) и добивът на зелена маса ($r=-0,37$).

РАТН коефициент анализът за добива на зърно (Таблица 7) показва, че височината на растението (16,74), маса на 1000 семена (21,14) и брой семена в едно растение (53,63) са компонентите на добива, имащи максимален положителен директен ефект върху добива на зърно.

Таблица 6. Корелационни зависимости между количествени признаци и добив зелена маса

	Височ. растение	Вис. 1-ви боб	Брой бобове	Брой семена 1 раст	Брой семена 1 боб	Тегло на семената	Маса на 1000 семена	Добив зелена маса
Вис. 1-ви боб	0,93**							
Брой бобове	0,84**	0,80**						
Брой семена 1 раст	0,87**	0,74**	0,94**					
Брой семена 1 боб	0,24	0,01	0,04	0,36				
Тегло на семената	0,71**	0,58**	0,78**	0,90**	0,49**			
Маса на 1000 семена	-0,77**	-0,76**	-0,73**	-0,71**	-0,17	-0,46*		
Добив зелена маса	-0,35	-0,32	-0,24	-0,22	-0,05	-0,06	0,45*	
Вегетационен период	0,70**	0,68**	0,68**	0,67**	0,10	0,55**	-0,76**	-0,37*

*p ≤ 0.05, **p ≤ 0.01, ***p ≤ 0.001

Те биха могли да бъдат важен селекционен критерии в генетичното подобряване на граха. Най-силен индиректен ефект оказват височината на растението, височина на първи боб, брой бобове и продължителност на вегетационния период чрез брой семена в едно растение (5641,74; 5373,59; 4180,35; 3708,42), брой семена в боб и тегло на семената от растение чрез маса на 1000 семена (3215,62; 3046,27).

Таблица 7. РАТН коефициенти за добив на зърно

Признак	Директен ефект	Индиректни ефекти								Общ ефект
		Височина на растението	Височина на 1-ви боб	Брой бобове	Брой семена	Брой семена / боб	Тегло на семената / растение	Маса на 1000 семена	Вегетационен период	
Височина на растението	16,74		3320,25	2946,03	3092,5	1132,03	1442,46	1085,82	3292,62	201,50
Височина на 1-ви боб	-15,06	-1305,2		-1339,1	-1479,2	-851,09	-993,45	-773,52	-1477,7	105,40
Брой бобове	-143,7	-3911,1	-3321,58		-5859,5	-487,45	-833,99	-1179,09	-2372,5	27,00
Брой семена	53,63	5641,74	5373,59	4180,35		571,15	1021,63	1815,33	3708,42	123,35
Брой семена / боб	-959,8	-3724,0	-4232,78	-3618,5	-3253,7		-3263,37	-3935,24	-4079,2	4,60
Тегло на семената / растение	-90,97	-816,02	-775,99	-652,27	-1080,7	-147,38		-553,11	-691,39	13,98
Маса на 1000 семена	21,14	1802,10	1799,56	1945,65	1842,0	3215,62	3046,27		2323,02	113,37
Вегетационен период	-1,89	-458,57	-469,94	-458,57	-452,89	-452,89	-155,38	-145,91		237,00

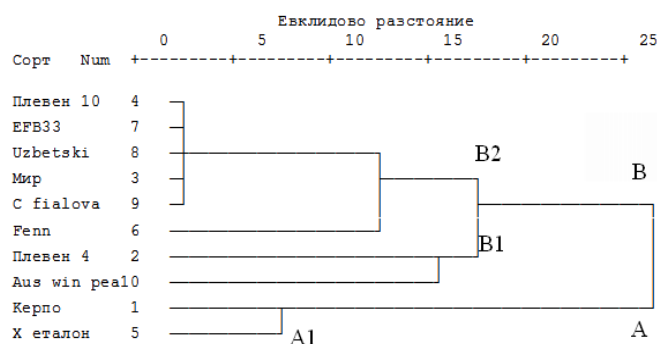
Според получените данни за проведеният РАТН анализ за добив на зелена маса (Таблица 8) брой семена на растение, маса на 1000 семена и височина на растението оказват положителен директен ефект (34,87; 10,90; 8,93). Върху стойността на добива на зелена маса индиректно в най-силна степен влияние оказват признаците - височина на растението, височина на първи боб, брой бобове на растение маса на 1000 семена и продължителността на вегетационния период чрез признака брой семена на растение (3668,61; 3494,25; 2718,33; 4301,56; 3407,07).

На базата на стойностите на девет признака (височината на растение, височина на 1^{-ви} боб, брой семена в един боб, брой бобове и семена на растение, тегло на семената на растение, маса на 1000 семена, добив зърно, продължителност на вегетационния период) е проведен йерархичен кластерен анализ на изследваните генотипове грах. Като мярка за отдалеченост е използвано евклидово разстояние. Резултатите представени на фигури 2, 3 и 4 във вид на дендрограми.

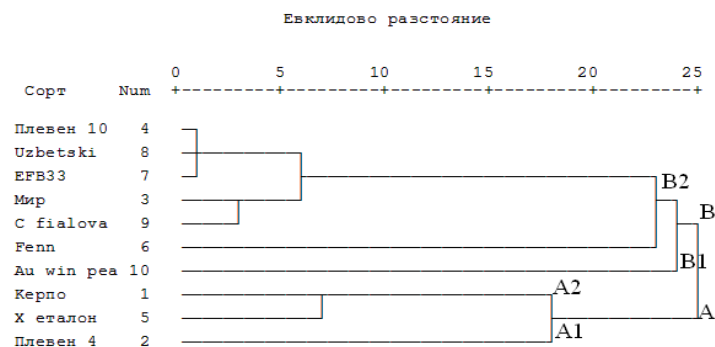
Таблица 8. РАТН коефициенти за добив на зелена маса

Признак	Директен ефект	Индиректни ефекти								Общ ефект	
		Височина на растението	Височина на 1-ви боб	Брой бобове	Брой семена	Брой семена /боб	Тегло на семената/растение	Маса на 1000 семена	Вегетационен период		
Височина на растението	8,93		1769,92	1570,43	1648,53	603,45	768,93	1798,48	1798,92	196,6	
Височина на 1-ви боб	-13,03	-1128,71		-1158,0	-1279,1	-735,97	-859,07	-	1372,95	-1223,15	98,1
Брой бобове	-66,03	-1796,05	-1525,32		-2690,7	-223,85	-382,98	-	1782,85	-1766,34	16,5
Брой семена	34,87	3668,61	3494,25	2718,33		371,39	664,33	4301,56	3407,07	69,15	
Брой семена / боб	-364,6	-1414,91	-1608,19	-1374,8	-1236,2		-1239,8	-	1677,47	-1334,68	4,25
Тегло на семената / растение	-150,2	-1347,60	-1281,50	-1077,1	-1784,7	-243,38		-	2100,28	-1307,04	7,6
Маса на 1000 семена	10,90	929,11	927,80	1003,12	949,71	1657,88	1570,5		970,96	109,8	
Вегет. период	-1,23	-298,51	-305,91	-298,51	-294,81	-294,81	-101,15	-292,34		246	

Те показват различно групиране на сортовете по сходство и различие за всяка година. От дендограмите се вижда, че образците са се кластеризирали в две основни групи (А и В). В група “А1” включва пролетните сортове Керпо и Харковският еталон характеризиращи се с висок добив на зърно и по-къс вегетационен период. Другата основна група “В” включва генотипове по-къснозреещи, с по-голяма височина на растението и високодобивни на зелена маса. Тази група се подразделя на две подгрупи “В1” с акациевидния сорт Austrian winter pea и Плевен 4 “В2” с всички останали сортове. Данните показват, че се наблюдава значителна генетична дистанция между сорт Fenn и другите генотипове от група “В2”.

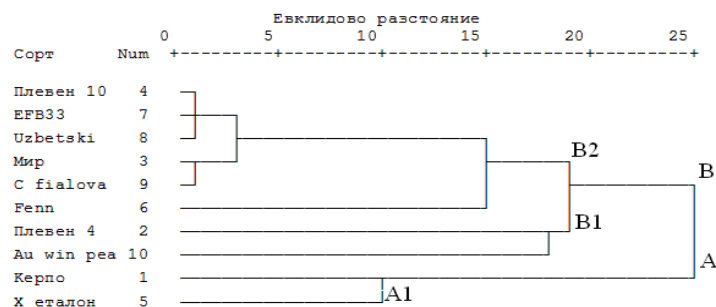


Фиг. 2. Дендрограма на 10 сорта фуражен грах - 2009 г.



Фиг. 3. Дендрограма на 10 сорта фуражен грах - 2010 г.

Разположението им по години показва, че една част от тях преминават от една група или подгрупа в друга. Керпо и Харковский еталон са групирани заедно и запазват групата си и през трите години на изследване, което показва че са много сходни. Сортите Плевен 10; Е.Ф.В.33 и Uzbetskij 71 образуват една група и също не променят положението си. Подобна аналогия се наблюдава и при сорт Fenn. Останалите сортове сменят подгрупата си само за една година (Chlumeska fialova; Плевен 4 и Austrian winter pea). Изключение от всички сортове прави Плевен 4, който за 2010 г. Сменя основния си кластер “В” и преминава в “А”.



Фиг. 4. Дендрограма на 10 сорта фуражен грах - 2011 г.

Това показва, че различните сортове имат различаващи се генетични структури, които определят проявата на всеки признак. Явлението е известно като преопределяне на генетичната формула на признака при промяна на условията на средата. По тази причина при провеждане на кластерния анализ за всяка година на изследване се получава по-точно групиране на генотиповете по признаци.

За получаване на по-изявени трансгресивни форми в хибридни комбинации трябва да се включват генотипове от различни групи, за да може да се очаква по-добро комбиниране на благоприятни гени в един генотип. Йерархичния кластерен анализ може да бъде използван в селекцията за планиране на изходните родителски комбинации.

5.2. Хибридна изменчивост при граха

Генетичното подобряване на граха е свързано с получаването на висок добив (зелена маса и зърно) и е основна задача в съвременните селекционни програми. Успехът на селекционерите до голяма степен се дължи на максималното генетично разнообразие. Растителната генетична плазма е основен източник на генетичен материал използван от селекционерите при създаването на новите сортове.

5.2.1. Признаци и елементи на продуктивността на родителските форми грах включени в хибридизацията

В хибридизацията, са включени сортове с различен произход и с ценни стопански качества (табл. 9 (а и б)).

Таблица 9. Използувани родителски сортове (а)

Генотипове		Керпо	Мир	Плевен 10	Е.Ф.В.33
Характерни особености	Дължина на стъблото	средна	дълга	дълга	дълга
	Цвят на хилума	бял	черен	черен	черен
	Антоцианова пигментация	отсъства	има	има	има
	Височина на растението, cm	71	219	224	198
	Височина на първи боб, cm	52	118	118	101
	Брой бобове на растение	6,88	25,73	22,88	27,83
	Брой семена на растение	28,60	115,80	107,70	113,13
	Брой семена в боб	4,14	4,51	4,72	4,06
	Тегло на семената от едно растение, g	6,58	12,75	12,95	9,25
	Брой фертилни възли на растение	3,56	13,33	11,85	14,42
	Маса на 1000, g	232,29	108,70	118,48	82,70

Таблица 9. Използувани родителски сортове (б)

Сортове	Признаци	Стандартна грешка	Стандартно отклонение	Варианс	Лимит		Размах
					Мин.	Макс.	
Мир	височ. растение	3,58	22,66	513,66	178	260	7,25
	вис 1-ви боб	2,65	16,76	281,02	96	160	5,36
	брой бобове	0,69	4,35	18,92	18	35	1,39
	брой семена 1 раст	2,93	18,56	344,52	83	153	5,94
	брой семена 1 боб	0,02	0,12	0,02	4,27	4,8	0,04
	тегло на семената	0,55	3,46	11,97	8,91	20,03	1,11
	брой възли	0,36	2,25	5,08	9,33	18,13	0,72
	маса на 1000 семена	2,06	13	169,03	88,93	136,69	4,16
Плевен 10	височ. растение	3,06	19,35	374,36	192	258	6,19
	вис 1-ви боб	3,52	22,29	496,81	86	170	7,13
	брой бобове	0,79	5,01	25,14	12	34	1,6
	брой семена 1 раст	3,52	22,24	494,47	51	142	7,11
	брой семена 1 боб	0,05	0,29	0,08	3,86	5,17	0,09
	тегло на семената	0,62	3,9	15,17	6,13	19,14	1,25
	брой възли	0,41	2,6	6,75	6,22	17,62	0,83
	маса на 1000 семена	2,61	16,48	271,7	90	138,8	5,27
Керпо	височ. растение	0,86	5,43	29,54	62	80	1,74
	вис 1-ви боб	0,71	4,47	20	43	64	1,43
	брой бобове	0,13	0,79	0,63	6	8	0,25
	брой семена 1 раст	0,83	5,25	27,58	20	40	1,68
	брой семена 1 боб	0,06	0,39	0,15	3,33	5	0,12
	тегло на семената	0,17	1,07	1,14	4,18	9,21	0,34
	брой възли	0,06	0,41	0,17	3,11	4,15	0,13
	маса на 1000 семена	4,39	27,75	769,92	199,05	291,82	8,87
ЕФВ33	височ. растение	2,73	17,29	299,04	174	250	5,53
	вис 1-ви боб	1,82	11,54	133,14	78	135	3,69
	брой бобове	0,69	4,39	19,28	18	38	1,4
	брой семена 1 раст	3,11	19,67	387,04	81	157	6,29
	брой семена 1 боб	0,03	0,16	0,03	3,78	4,5	0,05
	тегло на семената	0,24	1,52	2,32	5,61	12,86	0,49
	брой възли	0,36	2,27	5,17	9,33	19,69	0,73
	маса на 1000 семена	1,9	12,04	145,08	53,09	104,89	3,85

Представена е кратка характеристика на подбраните за родители генотипове. Отразени са средните стойности някои елементи на продуктивността, които са различно експресирани в зависимост от биологичните особености на сортовете.

Зимните сортове са с голяма дължина на стъблото и високо залагат първи боб. Дългото стъбло е предпоставка за формиране на по-голям брой фертилни възли а от там и на по-голям брой семена и бобове на растение. Пролетният сорт Керпо се отличава със средна дължина на стъблото. Формира по-малък брой фертилни възли на растение, но по стойността на признака маса на 1000 семена значително превишава другите родителски форми.

5.2.2. Кръстосваемост

Процентът на сполучливите кръстоски направени през 2009 година е представен на таблица 10. Установено е различие от 52,86% при Е.Ф.В.33 x Керпо и Е.Ф.В.33 x Мир, до Мир x Керпо, Керпо x Мир и Керпо x Плевен 10 75,71%. В проведените опити по-голям процент на образуване на бобове се наблюдава, когато в кръстоските бащина та форма е от подвид *arvense*. Разликата в зависимост от посоката на кръстосване между отделните генотипове (без Мир x Керпо) е ясно изразена. Процентът на образуване на хибридни семена е най-голям при кръстоската Керпо x Мир - 252, като при реципрочната комбинация е 178. При комбиниране на изследваните сортове процентът на кръстосваемост е по-голям, когато за майчина форма е използван сорт Керпо. Процентът на образуване на бобове при една комбинация се влияе от климата и техниката на опрашване. Хибридни комбинации от типа *arvense* x *sativum* имат по-малък процент (37-43%) на образуване на бобове в сравнение с комбинациите *sativum* x *arvense* (46-53%). В настоящето изследване процентът на кръстосваемост е повлиян от посоката на кръстосване на сортовете и видовата принадлежност на използваните форми.

Таблица 10 Кръстосваемост между форми от *Pisum sativum ssp. sativum* и *Pisum sativum ssp. arvense*

Кръстоски	Кръстосани подвидове	Брой кастрирани цветове	Брой бобове	Брой семена	% на успешните кръстоски
Мир x Плевен 10	<i>arvense</i> x <i>arvense</i>	70	44	207	62,86
Мир x Е.Ф.В.33	<i>arvense</i> x <i>arvense</i>	70	46	236	65,71
Мир x Керпо	<i>arvense</i> x <i>sativum</i>	70	53	178	75,71
Плевен 10 x Мир	<i>arvense</i> x <i>arvense</i>	70	36	159	51,43
Плевен 10 x Е.Ф.В.33	<i>arvense</i> x <i>arvense</i>	70	46	219	65,71
Плевен 10 x Керпо	<i>arvense</i> x <i>sativum</i>	70	43	224	61,43
Е.Ф.В.33 x Мир	<i>arvense</i> x <i>arvense</i>	70	37	159	52,86
Е.Ф.В.33 x Плевен 10	<i>arvense</i> x <i>arvense</i>	70	43	220	61,43
Е.Ф.В.33 x Керпо	<i>arvense</i> x <i>sativum</i>	70	37	173	52,86
Керпо x Мир	<i>sativum</i> x <i>arvense</i>	70	53	252	75,71
Керпо x Плевен 10	<i>sativum</i> x <i>arvense</i>	70	53	192	75,71
Керпо x Е.Ф.В.33	<i>sativum</i> x <i>arvense</i>	70	46	243	65,71

5.2.3. Зимоустойчивост

Родителските сортове и хибриди (F₂) показват различна зимоустойчивост. Най-ниска е тя при кръстоските Керпо x Мир и Керпо x Е.Ф.В.33, като средната стойност за всички потомства от дадена кръстоска е съответно: 67% и 80%.

Процентът на зимоустойчивите хибриди е различен в отделните комбинации и се определя от качествата на родителските сортове (Табл. 11).

При кръстоските, в които като майчина форма участва зимуващ сорт от *Pisum sativum ssp. arvense*, а като бащина пролетен от *Pisum sativum ssp. sativum* са с по-голям процент на зимоустойчивите потомства в сравнение с реципрочните комбинации, съответно:

Мир х Керпо 97% - Керпо х Мир 67%; Плевен 10 х Керпо 94% - Керпо х Плевен 10 88%; Е.Ф.В.33 х Керпо 85% - Керпо х Е.Ф.В.33 80%. При разпадането на признака в F₂ е наблюдавано различно вариране при отделните комбинации. То е най-голямо при кръстоски, в които участват сортове от *Pisum sativum ssp. sativum*.

Доказано (Liesenfeld и др., 1986) е, че зимоустойчивостта е количествено наследена и се определя от адитивно генно действие. Наличието на доминантните полимерни гени A₁A₁A₂A₂ в генотипа определят зимоустойчивостта на съответните сортове. Доминантният ген А определя и пигмента на семенната обвивка. В генотипа на зимуващите сортове Мир, Плевен 10 и Е.Ф.В.33 тези гени са в доминантно състояние и при комбиниране със сорт Керпо имат съответните рецесивни гени, в F₂ се наблюдава разпадане по признака зимоустойчивост – от неустойчиви на зимни условия потомства като пролетния сорт до зимоустойчиви като зимуващите сортове.

Получените резултати дават основание да се направи следното обобщение за зимоустойчивостта на кръстосваните форми: Във F₂ се наблюдава разнообразие в разпадането на признака зимоустойчивост от незимоустойчиви до зимоустойчиви форми в зависимост от генотипа на сортовете, участващи в кръстоската и посоката на комбиниране.

Таблица 11. Зимоустойчивост на родители и F₁ хибриди

Родители и кръстоски	Толерантност към студ,	
	%	бал
<i>arvense</i>		
Мир	95	1
Плевен 10	95	1
Е.Ф.В.33	93	1
<i>arvense x arvense</i>		
Мир х Плевен 10	87	3
Мир х Е.Ф.В.33	97	1
Плевен 10 х Мир	95	1
Плевен 10 х Е.Ф.В.33	90	1
Е.Ф.В.33 х Мир	92	1
Е.Ф.В.33 х Плевен 10	95	1
<i>arvense x sativum</i>		
Мир х Керпо	97	1
Плевен 10 х Керпо	94	1
Е.Ф.В.33 х Керпо	85	3
<i>sativum x arvense</i>		
Керпо х Мир	67	5
Керпо х Плевен 10	88	3
Керпо х Е.Ф.В.33	80	3

Най-голям селекционен ефект по този признак при анализирания кръстоски може да се очаква за комбинации, в които участват сортове принадлежащи към *Pisum sativum ssp. arvense*, поради по-голямата честота на положителни трансгресии при кръстоските (само зимуващи сортове) в сравнение с останалите.

5.2.4. Ранозрелост

За промяна на продължителността на вегетационния период са направени кръстоски между зимуващите сортове Мир, Плевен 10, Е.Ф.В.33 и пролетния сорт Керпо. Като критерии за ранозрелост при граха е използван броят дни от сеитбата до началото на цъфтежа (Кузмова, 2002).

Биологичната ранозрелост или продължителността на вегетационния период и неговите фенофази са проучвани от редица автори (Попова,1990; Weller *et al.*, 2009). Установена е слаба корелация между продължителността на вегетационния период и другите стопански признаци, което дава възможност да се води селекция на граха по ранозрелост без съществени изменения на другите качества на сорта. Установена е висока корелация между началото на цъфтеж и началото на узряване.

Проследено е фенологичното развитие на F₁ хибридите от 12-те кръстоски по отношение на сеитба-начало на цъфтеж и поникване-технически зрелост (Табл.12). При всички кръстоски къснозрелостта се явява като доминантен признак като нейното проявление е в различна степен. С по-голяма продължителност на периода сеитба - начало на цъфтеж спрямо най-ранозрелия зимен родител Мир (194 дни).

Таблица 12. Фенологично развитие на родителските сортове (2010 г.)

Сортове и хибриди	Сеитба- начало на цъфтеж, дни	Вегетационен период, дни
Керпо	52	77
Мир	194	237
Плевен 10	210	246
Е.Ф.В.33	199	248

При почти всички F₁ хибриди са установени положителни хетерозисни прояви за периода сеитба-цъфтеж (Табл. 13).

По-ранозрели форми са получени в потомствата на хибридите Мир х Керпо, Керпо х Плевен 10 и Керпо х Е.Ф.В.33 (195-196 дни) където родителски компонент е пролетния сорт Керпо. Същите кръстоски са и с най-малка продължителност на вегетационния период 141 дни. Късноцъфтящият сорт Е.Ф.В.33 определя и голямата продължителност на вегетационния период (247-250 дни) особено на хибридите в които е майчина форма - Е.Ф.В.33 х Плевен 10, Е.Ф.В.33 х Керпо, Е.Ф.В.33 х Мир.

Изключение прави кръстоската Плевен 10 х Мир, която се характеризира с отрицателен хетерозис и положително свръхдоминиране (10,13). При растенията получени от кръстосването Мир и Е.Ф.В.33 се наблюдава интермедиерност (0,27) по продължителността на вегетационния период.

При последващо проследяване развитието на хибридите в F₂ е наблюдавано разпадане което предполага наличие в генотипа на сорт Керпо на гените „s₂” и „e” в рецесивно състояние и на сортовете Мир, Плевен 10 и Е.Ф.В.33 на гените „S₂” и „E” в доминантно. Генът „E” е епистатичен на „s₂” за периода на цъфтежа, като самият той няма фенотипна проява по този признак. Сортът Керпо вероятно се характеризира с

наличие в генотипа на гените „s₂” и „e” и може да бъде отнесен към групата на ранните сортове.

Таблица 13. Фенологично развитие на F₁ хибридите (2010 г.)

Кръстоски	Сеитба-начало на цъфтеж, дни			
	F ₁ -хбрид	хипотетичен хетерозис	истински хетерозис	степен на доминиране в F ₁
Мир х Плевен 10	212	4,95	9,28	-1,25
Мир х Е.Ф.В.33	199	1,27	2,58	-1,00
Мир х Керпо	196	59,35	276,92	-1,03
Плевен 10 х Мир	221	-40,10	-37,63	10,13
Плевен 10 х Е.Ф.В.33	214	4,65	7,54	-1,73
Плевен 10 х Керпо	210	60,31	303,85	-1,00
Е.Ф.В.33 х Мир	212	7,89	9,28	-6,20
Е.Ф.В.33 х Плевен 10	214	4,65	7,54	-1,73
Е.Ф.В.33 х Керпо	214	70,52	311,54	-1,20
Керпо х Мир	209	69,92	301,92	-1,21
Керпо х Плевен 10	195	48,85	275,00	-0,81
Керпо х Е.Ф.В.33	196	56,18	276,92	-0,96
	Вегетационен период, дни			
Мир х Плевен 10	247	2,28	4,22	-1,22
Мир х Е.Ф.В.33	241	-0,62	1,69	0,27
Мир х Керпо	241	53,50	212,99	-1,05
Плевен 10 х Мир	247	2,28	4,22	-1,22
Плевен 10 х Е.Ф.В.33	250	1,21	1,63	-3,00
Плевен 10 х Керпо	248	53,56	222,08	-1,02
Е.Ф.В.33 х Мир	247	1,86	4,22	-0,82
Е.Ф.В.33 х Плевен 10	250	1,21	1,63	-3,00
Е.Ф.В.33 х Керпо	250	53,85	224,68	-1,02
Керпо х Мир	245	56,05	218,18	-1,10
Керпо х Плевен 10	241	49,23	212,99	-0,94
Керпо х Е.Ф.В.33	241	48,31	212,99	-0,92

При съчетаване на родителски генотипове „ES₂” и „Es₂” съответните хибриди в F₁ ще притежават генна конституция „EeS₂s₂”, където ще доминира по-дългия цъфтеж. Този признак се контролира от различни генни серии, като при сортовете от подвид *arvense* влияние оказва и доминантният ген „А”.

Сортовете Е.Ф.В.33 и Плевен 10 са късни и при кръстосването им със сорт Мир се получават хибриди с хомозиготен доминантен генотип по даденият признак.

От направеният анализ за продължителността на периода сеитба – начало на цъфтеж може да се заключи, че изследваният признак е под контрол на полигенна система с доминантност за късен цъфтеж. Възможността за селектиране на ранозрели форми се определя от правилният избор на родителски сортове с определена генна структура по даденият признак.

Като перспективни кръстоски за отбор на потомства по ранозрелост са определени Мир х Керпо, Керпо х Плевен 10 и Керпо х Е.Ф.В.33.

5.3. Хибридна изменчивост на количествени признаци при 12 междусортови кръстоски грах

От биометричните данни за височината на растенията (Табл. 14) се вижда, че хибридите Е.Ф.В.33 × Керпо и реципрочната и проявяват най-висок хипотетичен (31,47% и -46,58%) и истински (-0,47% и -10,73%) хетерозис спрямо другите хибриди макар и той да е отрицателен. Кръстоските в които Плевен 10 участва като родителска форма а другия родител е от подвид *argense* проявяват много нисък хипотетичен и истински хетерозис (Плевен 10 × Мир → -38,94%, -39,73% и Е.Ф.В.33 × Плевен 10 → -35,20%, -38,24%). Най-силни са проявите на депресия при хибридите Керпо и Плевен 10 (-7,88%). Епистатични генни ефекти ($h_{p2} > h_{p1}$) са установени само при хибридизация между зимни и пролетни форми грах без значение посоката на кръстосване (Плевен 10 × Керпо, Керпо × Мир и Е.Ф.В.33 × Керпо). При останалите хибриди по-голямо значение в наследяването на признака играе доминирането. По този признак не могат да се очакват хомозиготни генотипове при всички кръстоски поради отрицателната степен на трансгресия (от -47,21% до -17,90%).

Подобно е наследяването на височината на първия боб и се характеризира с прояви на отрицателен хетерозис въпреки, че при някои хибриди хипотетичния хетерозис е с положителен знак (Плевен 10 × Керпо 23,28% и Керпо × Е.Ф.В.33 18,47%). Отново Керпо × Е.Ф.В.33 е с най-висок истински хетерозис от (-10,30%). Най-слабо са депресирани растенията от кръстосването на Керпо × Плевен 10 (-15,02%). Наследяването на този признак е от типа доминантно-свръхдоминантно ($h_{p1} > 1$). Епистатични прояви на признака се проявяват в Е.Ф.В.33 × Керпо и Керпо × Плевен 10. Отрицателна е степента на трансгресия от -51,20% при Е.Ф.В.33 × Плевен 10 до -23,16% при Керпо × Е.Ф.В.33.

При брой на бобовете от едно растение преобладават епистатичните генни ефекти. Изключение правят хибридите Мир × Плевен 10 със свръхдоминантно положително и Е.Ф.В.33 × Плевен 10 с отрицателно доминантно наследяване на признака. При почти всички хибриди се наблюдава силен положителен хипотетичен и истински хетерозис без Е.Ф.В.33 × Плевен 10 (-2,15% и -5,84%) и Мир × Керпо (-12,02%). Керпо × Мир е с най-високи стойности на (183,36% и 84,26%) следван от Плевен 10 × Керпо (108,44% и 32,07%) и Керпо × Е.Ф.В.33 (101,01% и 25,34%), но и растенията от тези кръстоски са със сравнително силна депресия. По този показател Керпо × Плевен 10 (-43,13%) и Мир × Е.Ф.В.33 (-32,94%) са с най-добри резултати и при тях могат да се очакват хомозиготни генотипове с ценни рекомбинации водещи до увеличаване броя на бобовете на едно растение. Тези хибриди са и с най-високи степен и честота на трансгресия съответно 66,33%, 100,00% и 44,95%, 67,50%.

Броят на семената от едно растение се наследява свръхдоминантно при Е.Ф.В.33 × Плевен 10 и епистатично при всички останали кръстоски. Хибридите с майчина форма сорт Керпо проявяват силен хипотетичен и истински хетерозисен ефект съответно Керпо × Мир- 170,03% и 70,87%, Керпо × Плевен 10 – 122,58% и 38,77%, Керпо × Е.Ф.В.33 – 122,33% и 39,27%. Реципрочните кръстоски проявяват по-слабо изразен хетерозисен ефект. Керпо × Плевен 10 е с много слаба депресия (-18,01%) по този признак и с висока честота (100,00%) и степен на трансгресия (87,47%). С подобни стойности по последните показатели са хибридите Мир × Плевен 10 и Мир × Е.Ф.В.33, отрицателна депресия (-12,91%, -38,43%), високи степен (100,26%, 152,10%) и честота (67,50%, 97,50%) на трансгресия.

Анализът на данните за характерът на проява на брой семена в един боб показва, че хибридите Мир× Е.Ф.В.33, Мир× Керпо, Е.Ф.В.33 × Керпо и Керпо × Плевен 10 са с най-силно изразен хипотетичен и истински хетерозис (31,32%, 22,02%; 21,32%, 13,61%; 21,34%, 20,34%; 21,39%, 16,44%) и съществено се различават от техните реципрочни. От тези хибриди само Мир× Е.Ф.В.33 е с отрицателна депресия (-3,17%) и с високи

положителни стойности по степен (69,59%) и честота (97,50%) на трансгресия. Най-слаба е депресията при Мир × Плевен 10 (-50,67%).

Таблица 14. Биометрични данни на изследваните количествени признаци на F₁ и F₂ хибриди

Хибриди	F ₁ x	F ₂ x	Хетерозис в F ₁ (%)		Депресия в F ₂ (%)	Степени на доминиране		Трансгресия	
			хипотетичен	истински		в F ₁ (h _{p1})	в F ₂ (h _{p2})	степен Tn (%) в F ₂	честота Tf (%) в F ₂
височина на растението									
Мир x Плевен 10	169,98	145,68	-23,28	-24,27	14,30	-17,87	-52,5	-36,96	-
Мир x E.F.V.33	192,65	192,68	-8,82	-14,17	-0,01	-1,42	-2,83	-17,90	-
Мир x Керпо	121,18	116,63	-17,96	-46,01	3,75	-0,35	-0,81	-47,21	-
Плевен 10 x Мир	135,28	134,03	-38,94	-39,73	0,92	-29,88	-60,6	-37,61	-
Плевен 10 x E.F.V.33	140,63	145,18	-32,52	-35,69	-3,24	-6,60	-12,3	-41,76	-
Плевен 10 x Керпо	167,10	165,40	15,39	-23,59	1,02	0,30	0,56	-30,48	-
E.F.V.33 x Мир	180,95	167,23	-14,36	-19,38	7,58	-2,30	-6,70	-29,96	-
E.F.V.33 x Плевен 10	135,05	129,85	-35,20	-38,24	3,85	-7,14	-15,2	-45,53	-
E.F.V.33 x Керпо	176,88	174,53	31,47	-10,73	1,33	0,67	1,26	-22,10	-
Керпо x Мир	188,15	188,15	27,39	-16,17	0,00	0,53	1,05	-19,97	-
Керпо x Плевен 10	156,08	168,38	7,78	-28,63	-7,88	0,15	0,64	-30,22	-
Керпо x E.F.V.33	197,20	161,93	46,58	-0,47	17,89	0,99	0,86	-19,16	-
височина на първи боб									
Мир x Плевен 10	80,17	68,80	-31,99	-32,20	14,19	-104,0	-270,8	-50,60	-
Мир x E.F.V.33	98,07	102,32	-10,62	-17,06	-4,33	-1,37	-1,74	-23,71	-
Мир x Керпо	58,07	63,37	-31,80	-50,89	-9,13	-0,82	-1,32	-48,71	-
Плевен 10 x Мир	73,80	67,52	-37,40	-37,59	8,50	-121,6	-277,8	-48,20	-
Плевен 10 x E.F.V.33	72,82	71,77	-33,41	-38,03	1,44	-4,48	-9,21	-48,00	-
Плевен 10 x Керпо	104,52	92,70	23,28	-11,06	11,31	0,60	0,48	-30,80	-
E.F.V.33 x Мир	95,87	91,17	-12,62	-18,92	4,90	-1,62	-4,35	-26,94	-
E.F.V.33 x Плевен 10	70,20	66,10	-35,81	-40,26	5,85	-4,80	-10,60	-51,20	-
E.F.V.33 x Керпо	81,92	80,05	6,92	-19,05	2,29	0,22	0,28	-36,32	-
Керпо x Мир	90,37	82,27	6,14	-23,57	8,96	0,16	-0,17	-34,91	-
Керпо x Плевен 10	72,07	82,90	-14,99	-38,67	-15,02	-0,39	-0,12	-43,20	-
Керпо x E.F.V.33	90,77	79,50	18,47	-10,30	12,42	0,58	0,23	-23,16	-
брой бобове на растение									
Мир x Плевен 10	38,72	28,45	59,36	50,53	26,53	10,12	5,82	13,86	22,50
Мир x E.F.V.33	29,82	39,65	17,65	7,19	-32,94	1,81	11,56	44,95	67,50
Мир x Керпо	20,12	26,10	35,29	-12,02	-29,69	0,66	2,81	4,95	5,00
Плевен 10 x Мир	28,92	32,42	19,03	12,44	-12,10	3,25	11,40	33,66	35,00
Плевен 10 x E.F.V.33	29,60	32,37	10,55	6,38	-9,37	2,69	10,67	24,77	22,50
Плевен 10 x Керпо	33,97	33,22	108,44	32,07	2,21	1,88	3,59	40,82	42,50
E.F.V.33 x Мир	37,45	32,22	47,73	34,59	13,95	4,89	5,56	14,68	15,00
E.F.V.33 x Плевен 10	26,20	24,30	-2,15	-5,84	7,25	-0,55	-4,71	-10,09	-
E.F.V.33 x Керпо	30,42	31,87	75,36	9,34	-4,77	1,25	2,77	16,51	15,00
Керпо x Мир	42,15	39,92	183,36	84,26	5,28	3,41	6,26	42,57	92,50
Керпо x Плевен 10	30,55	43,72	87,42	18,76	-43,13	1,51	5,82	66,33	100,00
Керпо x E.F.V.33	34,87	29,30	101,01	25,34	15,84	1,67	2,29	-0,92	2,50
брой семена на растение									
Мир x Плевен 10	166,00	187,42	48,55	43,35	-12,91	13,40	37,37	106,26	67,50
Мир x E.F.V.33	173,67	240,42	57,30	53,52	-38,43	23,32	95,86	152,10	97,50
Мир x Керпо	107,05	120,22	57,08	-0,60	-12,31	0,98	2,63	3,80	10,00
Плевен 10 x Мир	124,52	131,27	11,43	7,53	-5,42	3,15	9,64	16,11	17,50
Плевен 10 x E.F.V.33	140,20	168,62	22,49	21,07	-20,27	19,24	80,99	46,80	62,50
Плевен 10 x Керпо	135,55	127,82	87,74	17,06	5,70	1,45	2,55	12,05	22,50
E.F.V.33 x Мир	187,95	170,67	70,23	66,14	9,19	28,59	44,43	57,84	65,00

Е.Ф.В.33 x Плевен 10	129,35	118,72	13,01	11,70	8,21	11,13	6,37	7,51	10,00
Е.Ф.В.33 x Керпо	151,30	150,60	113,51	33,75	0,46	1,90	3,77	23,18	40,00
Керпо x Мир	184,02	163,57	170,03	70,87	11,11	2,93	4,83	27,52	77,50
Керпо x Плевен 10	160,70	189,65	122,58	38,77	-18,01	2,03	5,39	87,47	100,00
Керпо x Е.Ф.В.33	157,55	126,03	122,33	39,27	20,01	2,05	2,61	2,65	5,00
брой семена в боб									
Мир x Плевен 10	4,29	6,46	-7,58	-9,88	-50,67	-2,98	30,83	93,03	100,00
Мир x Е.Ф.В.33	5,81	5,99	31,32	22,02	-3,17	4,11	9,32	69,59	97,50
Мир x Керпо	5,41	4,66	21,32	13,61	13,83	3,14	1,34	19,39	12,50
Плевен 10 x Мир	4,34	4,09	-6,57	-8,89	5,76	-2,58	-9,39	9,67	12,50
Плевен 10 x Е.Ф.В.33	4,78	5,21	11,11	5,74	-8,87	2,19	8,25	41,96	92,50
Плевен 10 x Керпо	4,02	3,89	-7,41	-11,19	3,04	-1,74	-4,81	6,32	-
Е.Ф.В.33 x Мир	5,02	5,27	13,57	5,53	-5,00	1,78	5,05	62,17	70,00
Е.Ф.В.33 x Плевен 10	4,98	4,92	15,74	10,14	1,14	3,10	5,67	40,15	90,00
Е.Ф.В.33 x Керпо	5,00	4,75	21,34	20,34	4,91	25,66	36,99	21,89	5,00
Керпо x Мир	4,42	4,11	-0,81	-7,11	6,91	-0,12	-2,26	-3,53	-
Керпо x Плевен 10	5,27	4,33	21,39	16,44	17,77	5,03	-0,08	0,26	-
Керпо x Е.Ф.В.33	4,51	4,32	9,53	8,63	4,30	11,46	11,58	-1,54	-
тегло на семената на растение									
Мир x Плевен 10	21,33	21,43	66,01	64,76	-0,46	86,78	175,58	96,45	47,50
Мир x Е.Ф.В.33	25,64	30,19	130,93	97,98	-17,75	7,87	20,66	133,19	85,00
Мир x Керпо	15,78	20,07	61,60	21,85	-27,23	1,89	6,47	30,67	40,00
Плевен 10 x Мир	16,05	17,36	24,91	23,97	-8,14	32,75	92,23	44,30	22,50
Плевен 10 x Е.Ф.В.33	22,87	26,36	107,85	79,33	-15,27	6,78	17,55	78,91	100,00
Плевен 10 x Керпо	24,56	23,45	154,15	92,62	4,54	4,83	8,93	77,58	75,00
Е.Ф.В.33 x Мир	22,07	24,12	98,84	70,47	-9,26	5,94	14,09	97,82	75,00
Е.Ф.В.33 x Плевен 10	18,58	17,10	68,86	45,69	7,96	4,33	6,97	40,35	30,00
Е.Ф.В.33 x Керпо	25,33	22,12	220,00	173,73	12,65	13,02	21,24	153,76	100,00
Керпо x Мир	27,59	24,35	182,59	113,07	11,73	5,60	9,16	30,08	100,00
Керпо x Плевен 10	18,82	29,52	94,67	47,54	-56,87	2,96	12,86	105,57	100,00
Керпо x Е.Ф.В.33	26,85	21,12	239,16	190,12	21,32	14,15	19,74	105,37	100,00
брой фертилни възли на растение									
Мир x Плевен 10	19,65	14,70	56,07	47,42	25,19	9,56	5,71	16,19	22,50
Мир x Е.Ф.В.33	14,88	18,93	13,25	3,18	-27,23	1,36	9,03	36,34	42,50
Мир x Керпо	10,35	14,88	34,29	-12,68	-43,72	0,64	3,46	88,56	32,50
Плевен 10 x Мир	14,70	16,55	16,75	10,29	-12,59	2,86	10,72	33,92	40,00
Плевен 10 x Е.Ф.В.33	15,13	16,50	9,02	4,91	-9,09	2,30	9,66	22,17	12,50
Плевен 10 x Керпо	17,20	16,85	103,66	29,04	2,03	1,79	3,44	37,86	30,00
Е.Ф.В.33 x Мир	19,00	16,33	44,65	31,79	14,08	4,57	4,98	11,55	10,00
Е.Ф.В.33 x Плевен 10	13,00	12,33	-6,29	-9,83	5,19	-1,60	-5,69	-13,24	-
Е.Ф.В.33 x Керпо	15,00	16,18	66,86	4,04	-7,83	1,11	2,65	13,32	7,50
Керпо x Мир	21,30	20,23	176,36	79,71	5,05	3,28	6,04	61,94	100,00
Керпо x Плевен 10	15,65	21,00	85,30	17,41	-34,19	1,48	5,14	45,52	77,50
Керпо x Е.Ф.В.33	17,68	14,93	96,62	22,60	15,56	1,60	2,19	-2,61	-
маса на 1000 семена									
Мир x Плевен 10	128,29	114,14	12,94	8,29	11,04	3,01	0,22	-4,72	-
Мир x Е.Ф.В.33	149,97	125,65	49,09	26,58	16,21	2,76	2,80	7,27	7,50
Мир x Керпо	147,50	166,03	-15,90	-36,50	-12,56	-0,49	-0,33	-36,82	-
Плевен 10 x Мир	125,79	129,34	10,74	6,17	-2,82	2,50	6,45	23,98	22,50
Плевен 10 x Е.Ф.В.33	164,30	158,28	71,68	51,15	3,66	5,28	9,63	45,75	100,00
Плевен 10 x Керпо	180,89	181,60	6,09	-22,13	-0,39	0,17	0,36	-22,74	-
Е.Ф.В.33 x Мир	117,21	139,02	16,52	-1,07	-18,60	0,93	4,30	36,00	55,00
Е.Ф.В.33 x Плевен 10	143,65	143,36	50,09	32,14	0,20	3,69	7,33	16,27	77,50
Е.Ф.В.33 x Керпо	168,37	143,72	6,90	-27,52	14,64	0,15	-0,37	-38,21	-
Керпо x Мир	148,77	149,79	-15,17	-35,96	-0,69	-0,47	-0,90	-43,40	-
Керпо x Плевен 10	116,51	156,29	-31,67	-49,84	-34,14	-0,87	-0,46	-42,91	-
Керпо x Е.Ф.В.33	172,27	167,56	9,38	-25,84	2,73	0,20	0,27	-35,59	-

При тази кръстоска могат да се очакват хомозиготни форми поради високата степен (93,03%) и честота (100,00%) на трансгресия. При Мир × Е.Ф.В.33, Плевен 10 × Е.Ф.В.33 и Е.Ф.В.33 × Керпо в наследяването на признака по-съществена роля играят епистатичните генни ефекти без да се влияят от посоката на кръстосване. При другите кръстоски се наблюдават и доминантни генни ефекти.

От всички изследвани признаци при теглото на семената от едно растение всички хибриди показват положителен хетерозис. С най-високи стойности се отличават Керпо × Е.Ф.В.33 (239,16% и 190,12%) и реципрочната кръстоска (220,00% и 173,73%). В повечето от хибридите правите кръстоски превишават обратните по хетерозисен ефект. В наследяването на признака влияние оказват епистатичните генни ефекти. С най-слаба депресия се характеризира Керпо × Плевен 10 (-56,87%). Трансгресивни форми могат да се очакват при използване на Керпо при кръстоски като майчина форма, където честотата на трансгресия достига до 100%.

Резултатите за типа на наследяване на признака брой фертилни възли на растение показват епистатични генни взаимодействия ($h_{p2} > h_{p1}$). Изключение правят Мир × Плевен 10 и Е.Ф.В.33 × Плевен 10 където наследяването е доминантен тип. Керпо × Мир и Плевен 10 × Керпо се отличават с най-висок хипотетичен и истински хетерозис съответно 176,36%, 79,71% и 103,66%, 29,04%.

Съществената разлика с техните реципрочни предполага, че посоката на кръстосване влияе върху изявата на признака. Високият хетерозис при някои хибриди е предпоставка и за по-високата степен на депресия на индивидите в F_2 . Кръстоските (без Е.Ф.В.33 × Плевен 10 и Керпо × Е.Ф.В.33) показват положителни прояви на трансгресия. Мир × Керпо е с най-високата степен (88,56%), а Керпо × Мир с честота на трансгресия 100%. Признакът маса на 1000 семена пряко влияе върху добива на зърно и е важен селекционен признак. По този показател също има разнообразие в типа на наследяване от доминиране (Е.Ф.В.33 × Керпо, Керпо × Мир) и свръхдоминиране (Мир × Плевен 10) до епистаз (при всички останали хибриди).

По-съществени различия в хетерозисните прояви са установени при Мир × Е.Ф.В.33 (49,09% и 26,58%) и реципрочната и кръстоска (16,52% и -1,07%). По степента на депресия най-слабо са депресирани Керпо × Плевен 10 (-34,14%) и Е.Ф.В.33 × Мир (-18,60%). Плевен 10 × Е.Ф.В.33 е с 45,75% степен и 100% честота на трансгресия. При повечето от хибридите получени от кръстосване на зимни родители по между си показателите на трансгресия са по-високи.

Количествените признаци определящи продуктивността се характеризират с непрекъснато вариране, дължащо се на факта, че родителските сортове използвани в хибридизационните схеми съдържат алели на различни гени от дадена полигенна серия. Колкото са по-контрастни изходните форми по своя фенотип, хибридите ще се съчетаят повече различни алели на гени от съответните полигенни серии.

5.4. Коефициент на вариране на елементите на продуктивността

Хибридите са проучени и по отношение на изменчивостта на изследваните признаци чрез вариационния коефициент (VC,%), който характеризира фенотипното разнообразие (Табл. 15). Установено е, че той варира в различни граници за всеки признак. Най-слабо то е изразено за признаците маса на 1000 семена (3,39%) при Керпо × Плевен 10 и височина на растението при Е.Ф.В.33 × Керпо в F_2 . Нивото на вариране на признака височина на първи боб при F_1 е от слабо (Е.Ф.В.33 × Мир – 5,72%) до средно (Плевен 10 × Мир – 15,42%), в F_2 от 6,64% (Е.Ф.В.33 × Керпо) до 19,20% (Керпо × Мир). За увеличаване на продуктивния потенциал на фуражния грах в много селекционни програми се търсят

форми, които да формират повече цветове, а от там и повече бобове на едно растение. Подобно е нивото на вариране за брой бобове на едно растение. При F_1 хибридите Мир \times Керпо и Керпо \times Е.Ф.В.33 то е високо над 20%. За същата генерация ниско и стабилно е варирането при участие на сорт Е.Ф.В.33 като майчина форма (от 8,72% до 9,91%). При F_2 варирането е силно единствено при Мир \times Плевен 10 (21,19%). Силен размах на вариационния коефициент е установен при брой семена от едно растение за F_2 (Мир \times Е.Ф.В.33 – 29,08%), докато в F_1 варирането е от слабо до средно. Силно варира признака брой семена в един боб при хибридите от втора генерация (най-силно при Е.Ф.В.33 \times Мир – 21,36%), докато в първа е до средно (18,80% при Керпо \times Е.Ф.В.33). За теглото на семената от едно растение в F_2 варирането е силно ($VC, \% > 20\%$), което говори за по-голяма генетична нестабилност на признака (до 36.42% при Мир \times Плевен 10). Признакът брой фертилни възли варира от слабо до средно за всички хибриди с изключение на Мир \times Керпо (21,83%) в F_1 и F_2 (32,80%) и Мир \times Плевен 10 в F_2 (20,62%). Това показва, че макар и генетически обусловен признакът се влияе в силна степен от външните условия. Вариационният анализ на масата на 1000 семена показва относителна стабилност както в F_1 (с изключение на Плевен 10 \times Мир), така и в F_2 . Теглото на семената от едно растение освен от биологичните особености на сорта, като брой бобове и семена на едно растение, маса на 1000 семена, зависи още от устойчивостта на суша и други стресови фактори, устойчивост на болести, гарниране на посева и др.

5.5. Коефициент на наследяемост на елементите на продуктивността

Частта от общата изменчивост обусловена от генетичните различия е определена чрез използване на коефициент на наследяемост в широк (H^2) и тесен смисъл (h^2). Този коефициент е изчислен за F_2 за признаците височина на растението, височина на първи боб, брой бобове на растение, брой семена на растение, брой семена в боб, тегло на семената на растение, брой фертилни възли, маса на 1000 семена (Табл.16).

Наследяемостта е характеристика на относителният дял на генетичните различия и различията обусловени от външната среда във фенотипната изменчивост. При промяна на генотипа или условията на околната среда следва и промяна на оценката за наследяемостта. За всички изследвани признаци коефициента в тесен смисъл е с по-ниска стойност спрямо коефициента в широк смисъл. Ниската стойност на коефициента на наследяване в тесен смисъл предполага водене на ефективен отбор по желаните признаци в по-късните хибридни генерации (F_3 - F_4), когато ефектите на доминиране и епистаз намаляват и се повишава хомозиготността. Изключение от тази тенденция са Мир \times Е.Ф.В.33 за брой бобове на растение и Керпо \times Е.Ф.В.33 за брой фертилни възли на растение където $h^2 > H^2$ (0,06; 0,01; 0,02; 0,01). Със сравнително висок коефициент на наследяване в тесен и широк смисъл са височина на растението (0,92 и 0,96 при Е.Ф.В.33 \times Плевен 10) и височина на първи боб (0,81 и 0,89 при Мир \times Керпо). Наследяването е ниско до средно по брой бобове и семена от едно растение и брой семена в боб за повечето кръстоски. Средно до силно се наследяват признаците тегло на семената от едно растение и маса на 1000 семена. Изключение прави кръстоската Плевен 10 \times Мир и по двата показателя (0,18; 0,28 и 0,09; 0,15). Аналогично е наследяването на брой фертилни възли на растение, като при Мир \times Керпо коефициентите са с много ниска стойност (0,04 и 0,05). Ниският коефициент на наследяване по признак при тези кръстоски предполага голямо влияние на климатичните условия в наследяването на признака.

Керпо \times Плевен 10 и Керпо \times Е.Ф.В.33 се отличават с висок коефициент на наследяване за брой бобове, семена и фертилни възли от растение и маса на 1000 семена.

Таблица 15. Вариационен коефициент (VC, %) в F₁ и F₂ хибридни генерации

Хибриди	Височина на растението		Височина на първи боб		Брой бобове на растение		Брой семена на растение		Брой семена в боб		Тегло на семената на растение		Брой фертилни възли		Маса на 1000 семена	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Мир х Плевен 10	5,27	7,79	7,19	10,60	9,73	21,19	13,91	35,48	9,47	19,29	17,78	36,42	9,95	20,62	7,34	8,21
Мир х Е.Ф.В.33	6,75	5,19	11,08	8,27	13,83	19,14	20,06	29,08	11,46	14,05	11,51	28,59	13,38	19,75	8,32	7,14
Мир х Керпо	8,12	9,23	10,37	13,89	22,85	18,30	16,50	15,67	9,55	12,07	19,18	20,37	21,83	32,80	10,12	8,14
Плевен 10 х Мир	9,98	11,11	15,42	15,97	16,39	19,07	14,59	16,14	9,85	8,58	34,44	32,00	15,95	19,10	22,11	15,68
Плевен 10 х Е.Ф.В.33	6,31	7,67	5,82	11,19	9,67	17,69	14,06	19,20	13,94	8,14	12,92	14,57	8,59	16,98	13,90	9,93
Плевен 10 х Керпо	14,87	5,29	9,76	13,39	5,45	15,19	10,18	11,74	5,59	14,83	8,01	22,43	12,74	14,82	10,47	12,82
Е.Ф.В.33 х Мир	5,70	4,75	5,72	14,25	8,72	12,76	13,80	25,87	14,44	21,36	7,56	34,48	16,70	12,89	13,72	16,13
Е.Ф.В.33 х Плевен 10	4,66	5,10	9,98	11,23	9,91	18,29	13,75	16,43	9,97	9,10	9,21	21,01	14,46	17,85	13,36	7,07
Е.Ф.В.33 х Керпо	5,36	3,69	8,79	6,64	8,73	14,30	10,07	14,80	8,03	12,22	8,11	31,71	4,70	14,47	10,14	18,16
Керпо х Мир	4,47	5,11	12,39	19,20	12,36	11,43	8,82	9,80	16,87	7,23	13,40	3,89	16,28	11,11	8,91	6,62
Керпо х Плевен 10	7,90	3,86	6,05	10,48	11,24	11,74	12,71	15,09	14,14	6,53	7,26	12,01	18,48	9,20	14,14	3,39
Керпо х Е.Ф.В.33	8,34	10,19	9,51	14,15	21,66	11,94	14,33	9,40	18,80	7,05	10,17	11,10	14,14	11,98	14,46	6,14

Таблица 16. Наследяемост на признаците в F₂ (тесен (h²) и широк смисъл (H²))

Хибриди	Височина на растението		Височина на първи боб		Брой бобове на растение		Брой семена на растение		Брой семена в боб		Тегло на семената на растение		Брой фертилни възли		Маса на 1000 семена	
	h ²	H ²	h ²	H ²	h ²	H ²	h ²	H ²	h ²	H ²	h ²	H ²	h ²	H ²	h ²	H ²
Мир х Плевен 10	0,86	0,92	0,70	0,82	0,06	0,20	0,36	0,51	0,49	0,65	0,33	0,48	0,06	0,10	0,30	0,30
Мир х Е.Ф.В.33	0,36	0,52	0,25	0,39	0,06	0,01	0,60	0,75	0,61	0,75	0,64	0,78	0,35	0,51	0,37	0,53
Мир х Керпо	0,89	0,94	0,81	0,89	0,48	0,64	-	0,01	0,03	0,04	0,49	0,65	0,04	0,05	0,70	0,82
Плевен 10 х Мир	0,88	0,93	0,68	0,81	0,29	0,43	0,13	0,22	0,49	0,65	0,18	0,28	0,26	0,40	0,09	0,15
Плевен 10 х Е.Ф.В.33	0,87	0,93	0,66	0,79	0,16	0,26	0,52	0,68	0,32	0,47	0,76	0,86	0,15	0,24	0,61	0,75
Плевен 10 х Керпо	0,80	0,89	0,34	0,49	0,52	0,68	0,21	0,34	0,45	0,61	0,57	0,72	0,53	0,69	0,50	0,66
Е.Ф.В.33 х Мир	0,70	0,82	0,44	0,60	0,22	0,34	0,40	0,56	0,19	0,30	0,45	0,61	0,16	0,26	0,41	0,57
Е.Ф.В.33 х Плевен 10	0,92	0,96	0,72	0,83	0,14	0,23	0,02	0,02	0,07	0,11	0,24	0,37	0,18	0,29	0,46	0,62
Е.Ф.В.33 х Керпо	0,46	0,62	0,59	0,73	0,17	0,28	0,45	0,61	0,29	0,43	0,62	0,76	0,13	0,21	0,74	0,84
Керпо х Мир	0,44	0,60	0,55	0,70	0,72	0,83	0,66	0,79	0,44	0,60	0,84	0,91	0,71	0,82	0,80	0,89
Керпо х Плевен 10	0,79	0,88	0,53	0,68	0,81	0,89	0,72	0,84	0,32	0,47	0,84	0,91	0,82	0,90	0,79	0,88
Керпо х Е.Ф.В.33	0,54	0,69	0,48	0,64	0,04	0,05	0,14	0,23	0,06	0,1	0,90	0,95	0,02	0,01	0,71	0,83

5.6. Влияние на гама-лъчите върху радиочувствителността и мутабилността при сортове фуражен грах

5.6.1. Влияние на гама-лъчите върху радиочувствителността при сортове фуражен грах

Радиочувствителността на генотиповете в настоящата работа е определяна по комплекс от показатели, като полска кълняемост, преживяемост, стерилност, височина на растението, степен на полягане, както и периодите: поникване – начало на цъфтеж и поникване – техническа зрелост.

Влиянието на гама-лъчите в M_1 поколение при изследваните сортове фуражен грах и през двете години на проучване, зависи от приложените дози гама-лъчи и от генотипа.

5.6.1.1. Полска кълняемост

Като един от основните показатели, характеризиращи влиянието на мутагенните фактори, полската кълняемост дава възможност още в началните етапи от развитието на растенията да се отчете нивото на депресия в следствие на приложените дози гама-лъчи. Резултатите относно изследваните показатели при пролетна сеитба (2009 г.) са отразени в таблица 17. В M_1 поколение при всички варианти на опита и през двете години, се отчита влиянието на мутагенния фактор спрямо съответните контроли. Най-голямо понижение на полската кълняемост е наблюдавано при сорт Керпо (59,74%) при доза 120 Gy спрямо съответната контрола. Зимните сортове третирани със същата доза имат по-висока полска кълняемост достигаща до 75,38% при Е.Ф.В.33. По този показател съответните варианти превишават контролите средно с 17% (Е.Ф.В.33) - 25% (Керпо). Данните за поникването при сортовете показват, че с увеличаване на дозата гама-лъчи то намалява.

Данните за радиобиологичният ефект на гама-лъчите върху развитието на растенията през 2010 г. показват, че тенденция се запазва (Табл. 18) като различията между контролите и облъчените варианти по отношение на показателя се задълбочават.

Сортовете третирани с 40 Gy имат по-висока полска кълняемост достигаща от 34,04% при Е.Ф.В.33 до 96,77% при Керпо. При зимните сортове по-ниско ниво на мутационна депресия е наблюдавано при българските сортове и при трите дози на облъчване, докато при Е.Ф.В.33, тя е най-силна при 120 Gy (6,38%).

5.6.1.2. Преживяемост на растенията

Данните за преживяемостта при четирите сорта следват установената тенденция при полската кълняемост, т.е. с увеличаване на дозата на облъчване – намалява. Възстановителните процеси при нарушените хромозомни структури продължават през цялото онтогенетично развитие. В резултат на това не всички поникнали растения преживяват до края на вегетацията. Получените резултати за преживяемостта на растенията през 2009 г. определят сортовете Мир и Плевен 10 като по-чувствителни към радиационното въздействие, тъй като при тях е отчетено по-голямо понижение на преживелите растения в края на вегетацията (от 68,49% - 80 Gy до 72,58% - 120 Gy). Най-висок процент преживели растения е отчетен при сорт Е.Ф.В.33 (94,55% при 80 Gy).

Получените данни за преживяемостта в края на вегетацията през втората година на проучване (2010 г.) показват висок процент преживели растения за всички варианти с изключение на Мир (25,00%) и Е.Ф.В.33 (0,00%) третирани с 120 Gy. Най-висок е този процент при 80 Gy за Керпо (85,06%).

Таблица 17. Радиобиологичен ефект на гама-лъчите върху изследваните сортове (2009 г.)

Вариант	Брой третираны семена	Полска Кълняемост, %	Преживяемост, %	Стерилност, %	Степен на полягане, %	Височина на растението, cm	Поникване-нач. на цъфтеж, дни	Поникване-техн. зрелост, дни
Керпо								
контрола	100	84	85,71	-	48	41	40	61
40 Gy	100	67,53	86,54	11,11	52,24	40	40	62
80 Gy	100	84,42	78,46	11,76	61,78	55	41	64
120 Gy	100	59,74	89,13	17,07	57,22	47	46	66
Мир								
контрола	100	91	92,3	-	74	84	43	64
40 Gy	100	80,23	71,01	6,12	75,04	83	42	66
80 Gy	100	84,88	68,49	14	73,45	71	45	68
120 Gy	100	67,44	72,41	21,43	80,82	50	47	75
Плевен 10								
контрола	100	93	93,54	-	77	90	53	74
40 Gy	100	72,41	74,6	10,64	76,47	95	53	74
80 Gy	100	79,31	75,36	17,31	77,32	86	55	78
120 Gy	100	71,26	72,58	24,44	73,81	81	57	82
E.F.V.33								
контрола	100	92	94,56	-	75	78	54	95
40 Gy	100	86,15	91,07	7,84	77,37	70	54	92
80 Gy	100	84,62	94,55	13,46	72,69	73	55	95
120 Gy	100	75,38	89,8	22,73	77,92	72	57	97

5.6.1.3. Стерилност на растенията

По отношение на показателя стерилност също се наблюдава зависимост „доза-ефект“ т.е. с увеличаване на дозите гама-лъчи нараства процента на стерилните растения при всички сортове (от 17,07% при Керпо до 22,73% при E.F.V.33). През 2009 г. е установен нисък процент на стерилните растения при сорт Керпо в тесен диапазон от 11,11% при 40 Gy до 17,07% при 120 Gy, което го определя като най-радиоустойчив по отношение на този показател. Броят на стерилните растения при зимните сортове е в по-широки граници (от 6,12% при 40 Gy за Мир до 24,44% при 120 Gy за Плевен 10). Приложените дози гама-лъчи през 2010 г. при Плевен 10 не водят до поява на стерилни форми. Проявяват се сортови различия по отношение на стерилността на растенията. За Керпо стерилността е от 3,03% при 40 Gy до 29,73 при 120 Gy. При другите сортове стерилността достига до 37,50% при Мир облъчен с 80 Gy и 28,57% при E.F.V.33 при същата доза на облъчване.

Индуцираната стерилност, като резултат от влиянието на различни мутагени е в процес на проучване. Допуска се, че тя зависи не само от генплазмата, но и от физиологичните промени настъпващи в нея след въздействието на мутагена (Дишлер, 1974).

От направения анализ на данните, получени от проучването се установява отрицателна линейна зависимост по отношение на полската кълняемост, преживяемостта и стерилността при сортовете фуражен грах, т. е. увеличаването на дозите на облъчване проучваните показатели намаляват непропорционално спрямо контролните варианти.

Таблица 18. Радиобиологичен ефект на гама-лъчите (2010 г.)

Вариант	Брой третираны семена	Полска Кълняемост, %	Преживяемост, %	Стерилност, %	Степен на полягане, %	Височина на растението, cm	Поникване-нач. на цъфтеж, дни	Поникване-техн. зрелост, дни
Керпо								
контрола	100	97	97,94	-	67	56	46	91
40 Gy	100	96,77	73,33	3,03	61,67	54	46	91
80 Gy	100	93,55	85,06	21,62	68,48	50	46	91
120 Gy	100	60,22	66,07	29,73	58,47	50	49	93
Мир								
контрола	100	86	97,67	-	91	189	160	224
40 Gy	100	60,47	61,54	12,5	90,24	168	160	224
80 Gy	100	27,91	66,67	37,5	91,38	160	161	224
120 Gy	100	9,3	25	0	92,26	168	163	225
Плевен 10								
контрола	100	96	98,96	-	92	183	181	234
40 Gy	100	85,71	45,83	0	89,1	175	181	234
80 Gy	100	57,14	56,25	0	90,95	177	183	234
120 Gy	100	28,57	50	0	91,23	151	185	235
Е.Ф.В.33								
контрола	100	71	89,86	-	93	184	185	237
40 Gy	100	34,04	81,25	0	94,8	175	185	237
80 Gy	100	21,28	70	28,57	90,12	171	185	237
120 Gy	100	6,38	-	-	-	-	-	-

5.6.1.4. Височина на растението и степен на полягане

Едно от основните фенотипни изменения под действието на мутационния фактор е свързано с удължаване на стъблото или неговото вджуджевяване, което от своя страна води до промяна в броя и дължината на междувъзлията. Височината на растението е сортов признак и използваните зимни и пролетни форми се характеризират с различна експресия при проявата му.

Височината на растенията при Мир и Плевен 10 (с изключение на варианта третиран с 40 Gy) с повишаване на дозата на облъчване намалява. При Керпо (47 cm) и Е.Ф.В.33 (72 cm) растенията облъчени с 120 Gy са малко по-високи (от 2 до 7 cm) от тези с 40 Gy и само при Керпо се установява превишаване спрямо контролата (41 cm).

При зимните сортове степента на полягане е много висока (до 80,82% при Мир с 120 Gy) с много близки стойности при отделните варианти. Ниска степен на полягане (от 52,24% при 40 Gy до 57,22% при 120 Gy) е установена при сорт Керпо.

Резултатите за височината на растенията са аналогични с тези при пролетната сеитба. Височината на растенията при Мир и Плевен 10 намалява с повишаване на дозата на облъчване. При Плевен 10 (177 cm) растенията облъчени с 80 Gy са малко по-високи (2 cm) от тези с 40 Gy.

При зимните сортове степента на полягане е по-висока и достига до 94,80% при Е.Ф.В.33 с 40 Gy, като не са наблюдавани съществени различия между отделните варианти и контролите. По-ниска степен на полягане (от 58,47% при 120 Gy до 68,48% при 80 Gy) е установена при сорт Керпо.

5.6.1.5. Продължителност на периодите поникване-начало на цъфтеж и поникване-техническа зрелост

Добре изразен е радиобиологичният ефект на гама-лъчите за 2009 г. върху продължителността на периодите поникване - начало на цъфтеж и поникване - техническа зрелост е наблюдаван при всички сортове от 40 към 120 Gy, където удължаването на тези периоди е съответно от 3 до 5 дни и от 4 до 8 дни. Не са установени съществени различия между контролите и най-ниските дози на облъчване и при четирите сорта.

През 2010 г. слабо удължаване на периодите поникване – начало на цъфтеж и поникване - техническа зрелост (от 2 до 4 дни) с увеличаване дозите на облъчване е установено само при българските сортове.

Получените резултати от проведения корелационен анализ (Таблица 19) на влиянието на гама-лъчите при изпитваните сортове грах върху проучваните показатели показват силна отрицателна зависимост с полската кълняемост ($r = -0,685$ – 2010 г.; $r = -0,715$ – 2011 г.) и средна до силна корелация с преживяемостта ($r = -0,403$ – 2010 г.; $r = -0,756$ – 2011 г.). При показателите степен на полягане, височина на растението, поникване-начало на цъфтеж, поникване-техническа зрелост са установени слаби статистически недостоверни зависимости с положителен или отрицателен знак, което показва, че вероятно тези показатели се влияят в значителна степен от агроклиматичните условия на средата. Единствено при стерилността са получени от средни ($r = 0,351$ за 2011 г.) до високи ($r = 0,965$ за 2010 г.) положителни корелационни зависимости.

Таблица 19. Корелационни зависимости между приложените дози гама-лъчи и изследваните показатели в M_1 при сортове фуражен грах

Показатели	2010 г.			2011 г.		
	r	R ²	P	r	R ²	P
Полска кълняемост	-0,685	0,469	0,01	-0,715	0,511	0,01
Преживяемост	-0,403	0,162	ns	-0,756	0,572	0,01
Стерилност	0,965	0,931	0,01	0,351	0,123	ns
Степен на полягане	0,148	0,022	ns	-0,352	0,124	ns
Височина на растението	-0,214	0,046	ns	-0,333	0,111	ns
Поникване-начало на цъфтеж	0,260	0,068	ns	-0,223	0,050	ns
Поникване-техническа. зрелост	0,201	0,040	ns	-0,315	0,099	ns

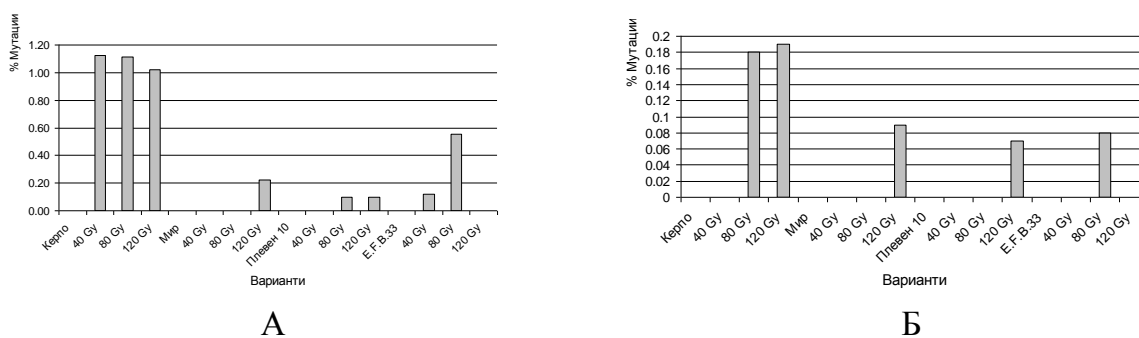
r - корелационен коефициент; R² – коефициент на детерминация; P – степен на статистическа доказаност; ns- статистически недоказани разлики

5.6.2. Влияние на гама-лъчите върху мутабилността при сортове фуражен грах

На фигура 5 са представени данните за индуцираната мутационна честота във второ мутантно поколение, изчислена на базата на броя на мутантите на 100 M_2 растения. Както видно, съществуват генотипни различия по отношение честотата на индуцираните мутации в зависимост от приложените дози гама-лъчи. Най-голям процент мутационни изменение е наблюдаван при сорт Керпо (над 1 % за 2010 г. и при трите дози на облъчване). Значително по-слаба е тя при зимните сортове и достига до 0,55% при сорт Е.Ф.В.33 облъчен с доза 80 Gy.

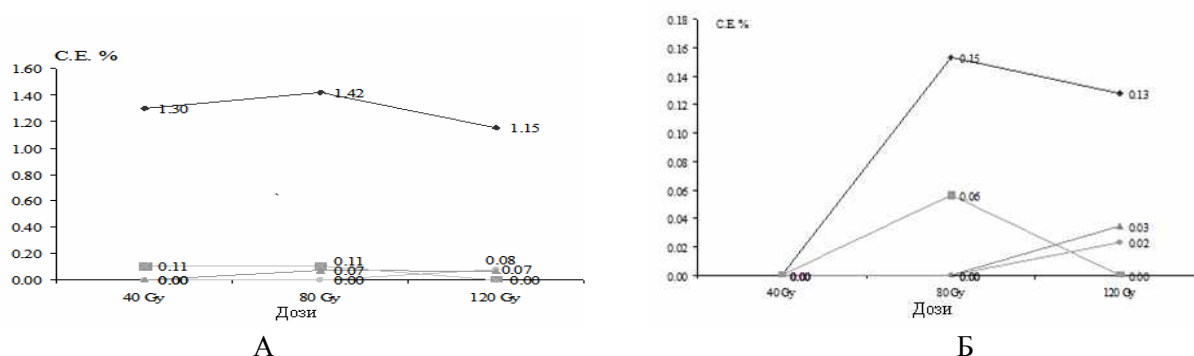
През втората година на проучване тенденции се запазват при всички сортове, макар и мутационната честота да е с по-нисък процент. Според получените резултати се очертават генотипни различия по отношение достигнатите мутационни изменения, които определят

сорт Керпо като най-мутабилен, следван от Е.Ф.В.33. Сортовете Мир и Плевен 10 могат да бъдат определени като по-слабо мутабилни.



Фиг. 5. Честота на мутационните изменения в M_2 (А за 2010 г.; Б за 2011 г.)

Мутагенната ефективност на гама-лъчите (Фиг.6.) е представена чрез коефициента на ефективност (С.Е. %). Данните за общата ефективност на приложените дози в M_2 и за двете години на изследване показват, че тя е най-висока при сорт Керпо при 80 Gy (1,42%; 0,15%).



Фиг.6. Ефективност (С.Е. %) на гама лъчите в M_2 първа година (А за 2010 г.; Б за 2011 г.)

Съществено от него се различават зимните сортове, като при Е.Ф.В.33 коефициента на ефективност е с малко по-висока стойност (0,11%) при доза на облъчване 80 Gy, а Мир и Плевен 10 е под един един процент дори и при най-високата доза (120 Gy).

В проведеното изследване е установено, че най-висок е процента на мутационните изменения при всички сортове при дози на облъчване 80 Gy и 120 Gy. Тези дози са най-подходящи според коефициента на ефективност (С.Е. %). Най-ефективни дози за индуциране на мутационни изменения при всички сортове са 80 Gy и 120 Gy.

5.7. Изпитване на перспективни хибриди и линии в контролен питомник

Проследено е фенологичното развитие на създадените хибриди и перспективни линии и е установено, че зимните линии №14, №6 и №12А се различават по темп на развитие от стандарта Мир (244 дни) (Табл. 20). С най-кратък вегетационен период са №14 и №6 (237-239 дни). Пролетната линия №29 достига до техническа зрелост за 96 дни и по този показател не се различава от сорт Кристал. Тези генотипове могат да бъдат характеризирани като ранно и средноранно зрели форми. По признака височина на растението №14, №4 и №12А са с близки стойности (110 cm, 113 cm, 114 cm) с Мир (109 cm).

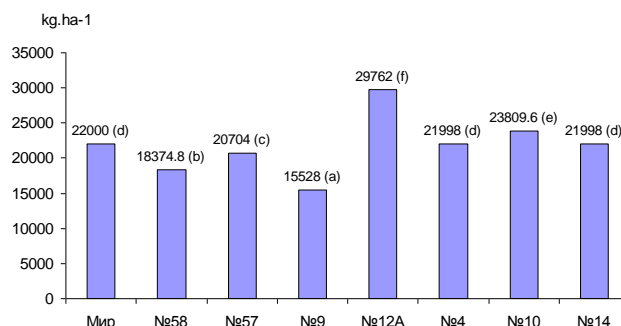
Таблица 20. Биометричен анализ на сортове, линии и хибриди грах (2012 г.)

Сортове и линии	Височина на растението cm	Брой бобове/растение	Брой семена/растение	Маса на 1000 семена, g	Добив зърно, kg/ha	Вегет. период, дни
Керпо	53	4	15	264	2040 (b)	94
Кристал	61	5	12	265	2180 (c)	96
№115	139	8	37	244	2010 (b)	109
№29	102	7	23	241	2240 (c)	96
№9А	131	9	38	139	1540 (a)	101
Мир	109	9	38	176	1270 (d)	244
№58	123	12	50	173	1110 (c)	247
№57	142	17	45	123	1310 (d)	247
№9	132	16	53	146	1053 (abc)	246
№6	91	22	75	203	1465 (e)	239
№12А	114	8	32	181	1040 (ab)	242
№4	113	11	47	142	1024 (a)	250
№10	126	10	39	151	1089 (bc)	247
№14	110	9	41	247	1908 (f)	237

a,b,c,d,e,f – статистически доказани разлики при P=0,05

При другите (без №6) растенията са по-високи. №6 поляга слабо и е подходяща за механизано прибиране. Селекционираните пролетни хибриди (№9А, 131 cm) и линии (№29, 102 cm) в значителна степен превишават стандартните сортове Керпо (53 cm) и Кристал (61 cm). При всички линии бобовете са многосеменни като на растение се формират от 7 до 22 боба (№29, №6). Семената на №29, №115 и №14 са от средноедри до едри. Масата на 1000 семена при тях се доближава до тази на Кристал и Керпо (265 g и 264 g). По добив на зърно №29 (2240 kg/ha) превишава незначително Кристал и Керпо (2180 kg/ha, (2040 kg/ha). По този показател по-голямата част от зимните хибриди и линии показват по-добри резултати от Мир (1270 kg/ha), изключение правят №12А (1040 kg/ha), №4 (1024 kg/ha), №9 (1053 kg/ha) и №10 (1089 kg/ha).

Линията №12А и хибрид №10 представляват селекционен интерес поради по-високия добив на зелена маса (Фиг. 7) спрямо Мир, а ранната линия №14 както и хибрид №4 по добив на зелена маса се изравняват с него. При №9 и №9А (кръстоски с *pleiofila* тип листа) са получени високи стойности на височина на растението, брой бобове и брой семена на растение.



a,b,c,d,e,f – статистически доказани разлики при P=0,05

Фиг. 7. Добив на зелена маса (kg/ha) 2012 г.

По пътя на половата хибридизация са селектирани хибриди и перспективни линии, съчетаващи полезни качества.

Хибриди:

№10 – Растенията са по-високи от тези на Мир и добре облистени (Фиг.8). Листът е сложен с максимален брой 8 средно големи листенца. Семената са с восьъчен налеп по-дребни от тези на стандарта. Отстъпва на сорт Мир по добив на зърно, но го превъзхожда по добив на зелена маса. Достига до техническа зрелост за 247 дни.



Фиг. 8. Хибрид №10

№4 – Растенията са средно високи. Листът е сложен, формира три двойки средно големи листенца (Фиг.9). Семената са с восьъчен налеп по-дребни от тези на Мир. Характеризира се с добра продуктивност на зелена маса. Достига до техническа зрелост за 250 дни.



Фиг. 9. Хибрид №4

№58 – Растенията са добре облистени, образуват четири двойки листенца на сложния лист и малък прилистник (Фиг.10). Цветовете са лилаво обагрени по два на цветонос. Отличава се с добра продуктивност на признаците брой бобове и семена на растение и дълъг вегетационен период.



Фиг. 10. Хибрид №58

№57 – Растенията са добре облистени, образуват осем листенца на сложния лист и добре развит прилистник (Фиг.11). Цветовете са лилаво обагрени по два на цветна дръжка. Семената са по-дребни от стандарта. Отличава се с по-високи стойности на признаците брой бобове и семена на растение и дълъг вегетационен период.



Фиг. 11. Хибрид №57

№9 – Характерна особеност е двойно рецесивния тип на листа (*pleiofila*). Цветовете са лилаво обагрени разположени по две на цветна дръжка (Фиг.12). Зърната са сравнително дребни без антоцианови петна по обвивката. По височина на растението превъзхождат Мир. По-нискодобивна е на зелена маса и на зърно. Представява интерес поради високите си продуктивни възможности на брой бобове и брой семена на растение.



Фиг. 12. Хибрид №9

№9а – Растенията са бялоцъфтящи, средно високи. Листата са тип (*pleiofila*) (Фиг.13). Характеризира се с добри продуктивни възможности по отношение на бро семена на растение. Приключва вегетацията си за 101 дни.



Фиг. 13. Хибрид №9а

№115 – Растенията са бялоцъфтящи, високи, формират три двойки листенца на сложният лист с широки петури. Семената и бобовете са едри (Фиг.14). Отличава се с добри продуктивни възможности по брой бобове и семена на растение и с дълъг вегетационен период.



Фиг. 14. Хибрид №115

Линии:

№12А – Характеризира се със средно дълги растения с нормален тип листа и добра облиственост (Фиг.15), семенна обвивка без въсъчен налеп и неоцветен хилум, цветовете лилаво обагрени по два на цветна дръжка, с по-нисък добив на зърно, но по-висок добив на зелена маса спрямо Мир. Узрява два дни по-рано спрямо стандартния сорт.



Фиг. 15. Линия №12

№14 – Височината на растенията е сходна с тази на Мир. Семената са с лек въсъчен налеп и неоцветен хилум. Сложният лист се състои от три двойки добре развити листенца и широк прилистник (Фиг.16). Стъблото е без антоцианов пръстен на оста си. Тя е ценна в селекционно отношение поради по-късия си вегетационен период (узрява 7 дни преди стандарта Мир), добрите си продуктивни възможности (добив на зърно и зелена маса) спрямо стандарта.



Фиг. 16. Линия №14

№6 – Откроява се с мустачест тип (*afila*) на листата и среднодълго неполягащо стъбло с къси междувъзлия (Фиг.17). Крилцата на цветовете са антоцианово обагрени. Бобовете са средно едри по 2-3 на плодна дръжка. Зърната са едри с виолетови петна по обвивката. По продуктивност на зърно превъзхожда Мир и е с по- къс вегетационен период (239 дни).



Фиг. 17. Линия №6

№29 – Растения средно високи , полягат в много малка степен. Сложния лист се състои от 4 до 8 листенца, характеризиращи се с хетерофилия и надлъжно разцепване на листната дръжка (Фиг.18). Поради по-голямата си височина от Керпо и Кристал образува повече бобове (7) и семена на растение (23). Бобовете са разположени по два на плодна дръжка. Зърната са средно едри. Пригоден е за механизизирано прибиране. По добив на зърно превишава Кристал и Керпо. Вегетационният му период е 96 дни и е сходен с този на стандартните сортове и може да бъде отнесен към групата на средно ранозрелите сортове.



Фиг. 18. Линия №29

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа бе проучена изменчивостта на няколко генотипове фуражен грах с различна подвидова принадлежност и направление на използване, като са приложени методите на отбора, половата хибридизация и индуцирания мутагенез.

Прилагайки метода на половата хибридизация са направени кръстоски между сортове, притежаващи алтернативни признаци. Във второ хибридно поколение (F_2) е получено голямо разнообразие от морфотипове и е създадена възможност за отбор на потомства, които да отговарят на поставените селекционни задачи.

Отбрани са перспективни хибриди устойчиви на стресови фактори, включващи и ниски зимни температури. Потомства превъзхождащи по зимоустойчивост родителските форми са получени от кръстоските Мир x E.F.V.33 и Мир x Керпо.

Хибридите се характеризират с по-добро съчетание между елементите на продуктивността на растението спрямо родителите по отношение на брой фертилни възли, бобове и семена на растение и тегло на семената от растение. Изключение правят

хибридите E.F.B.33 x Плевен 10 за брой фертилни възли в F_1 и F_2 и Мир x Керпо за брой бобове в F_1 и F_2 за брой семена в F_1 .

В по-голямата част от тях са наблюдавани прояви на хетерозис в F_1 с последвала депресия в F_2 . Наследяването на елементите на продуктивност е обусловено предимно от адитивно-доминантни генни ефекти. Фенотипното разнообразие на количествените признаци в F_2 е характеризирано с непрекъснато вариране и трансгресивно разпадане.

Използвайки метода на експерименталния мутагенезис е анализирана реакцията на четири генотипове фуражен грах към радиационно въздействие (гама-лъчи Cs^{137}).

За да се въздейства активно върху изменчивостта и наследствеността на организмите трябва да се съчетават подходящи методи и начини за промяна на наследствената информация.

7. ИЗВОДИ

1. Анализирано е варирането на признаците в изследваните образци. Зимните сортове Плевен 10, E.F.B.33, Chlumecka fialova, Мир са високо продуктивни на зелена маса (56250; 56000; 53750; 44250 kg/ha), но и с много висок процент на полегнали растения (87%; 86%; 85% и 80%). Пролетните сортове Керпо (3423 kg/ha) и Харьковський еталонный (2933 kg/ha) са с най-висок среден добив на зърно, което дава възможност да бъдат включвани в селекционни програми при създаване на високодобивни сортове.
2. При анализирането на основни селекционни признаци са установени параметрите за високодобивен сорт. За сортове с направление за зърно - височина на растението - 60 cm; брой семена в боб - 4; брой бобове на растение - 6, брой семена на растение - 25; тегло на семената от растение - 6 g; маса на 1000 семена - 230 g; добив зърно - 4000 kg/ha. За сортове с направление за зелена маса - височина на растението - 150 cm; брой семена в боб - 5; брой бобове на растение - 30; брой семена на растение - 103; тегло на семената от растение - 12 g; маса на 1000 семена - 120 g; добив зелена маса 57000 - kg/ha.
3. Установени са положителни корелационни зависимости между добивът на зърно и тегло на семената от растение ($r=0,53$), брой бобове ($r=0,47$) и семена на растение ($r=0,39$); добив зелена маса и маса на 1000 семена ($r=0,45$). Максимален директен ефект върху добива на зърно имат признаците височина на растението (16,74), маса на 1000 семена (21,14) и брой семена в растение (53,63). Пряко влияние върху добив зелена маса оказват брой семена на растение, маса на 1000 семена и височина на растението (34,87; 10,90; 8,93).
4. При изследваните кръстоски в F_1 се наблюдава проява на хетерозис на елементите на продуктивност. С най-висок истински хетерозис са кръстоските Керпо × Мир за брой бобове (84,26%), брой семена (70,87%) и брой фертилни възли на растение (79,71%), Мир × E.F.B.33 за брой семена в боб (22,02%), Керпо × E.F.B.33 за тегло на семената от растение (190,12%) и Плевен 10 × E.F.B.33 за маса на 1000 семена.
5. Съществуват различия в проявата на хетерозисният ефект при прави и реципрочни кръстоски при Мир x Керпо по признаците височина на растението, брой бобове и фертилни възли в F_1 и F_2 , брой семена на растение и в боб и тегло на семената от растение в F_1 , Мир x E.F.B.33 за брой семена на растение в F_2 , брой семена в боб в F_1 , Керпо x Плевен 10 за брой семена на растение в F_2 , за брой семена в боб в F_1 , маса на 1000 семена в F_1 , Мир x Плевен 10 брой семена в боб в F_2 , Плевен 10 x E.F.B.33 за тегло на семената в F_2 .
6. В F_2 най-силно са депресирани растенията от Керпо × E.F.B.33 за височина на растението (17,89%), брой семена (20,01%), тегло на семената от растение (21,32%), Мир × Плевен 10 за височина на първи боб (14,19%), брой бобове (26,53%), брой фертилни възли (25,19%) и при Мир × E.F.B.33 за маса на 1000 семена (16,21%).

Наследяването на елементите на продуктивността се обуславя предимно от адитивно - доминантни генни действия.

7. Фенотипното разнообразие в F_2 за количествените признаци се характеризира с непрекъснато вариране и трансгресивно разпадане. Със силно изразена степен на трансгресия са Керпо \times Плевен 10 за брой бобове (66,33%) и брой семена на растение (87,47%), Мир \times Плевен 10 за брой семена в боб (93,03%), Е.Ф.В.33 \times Керпо тегло на семената от растение (153,76%), Керпо \times Мир за брой фертилни възли и Плевен 10 \times Е.Ф.В.33 за маса на 1000 семена.
8. Установени са коефициентите на наследяване в широк и тесен смисъл в F_2 по признаците, определящи продуктивността. Висок коефициент на наследяване в тесен и широк смисъл е установен за височина на растението при Е.Ф.В.33 \times Плевен 10 (0,92 и 0,96), височина на първи боб при Мир \times Керпо (0,81 и 0,89) като и при Керпо \times Плевен 10 и Керпо \times Е.Ф.В.33 за брой бобове, семена и фертилни възли от растение и маса на 1000 семена.
9. Най-ефективни дози за индуциране на мутационни изменения при всички сортове са 80 Gy и 120 Gy. По-слабо мутабилни могат да бъдат определени сортовете Мир и Плевен 10, а с по-висока мутабилност Керпо и Е.Ф.В.33.
10. Признакът стерилност се проявява различно при различните генотипове. Пролетният сорт Керпо е с по-нисък процент на стерилност при почти всички дози на облъчване спрямо зимните за 2009 г. При Плевен 10 за 2010 г. приложените дози гама-лъчи не водят до поява на стерилни форми.
11. При взаимодействието генотип – радиационно лъчение се очертава депресия за признака височина на растението и увеличаване продължителността на периодите поникване-начало на цъфтеж и поникване техническа зрелост.
12. Създаден е ценен изходен материал за селекцията. Отбрани са форми (№29; №12А; №6; №14; №9) по комплекс от полезни в стопанско отношение признаци и свойства.

ПРИНОСИ С ТЕОРЕТИЧЕН ХАРАКТЕР

1. Установен е начина на наследяване на важни признаци, при кръстосване по пълна диалелна схема.
2. Изследвани са проявите на трансгресия и тяхното значение за генетичното подобряване на граха.
3. Получена е информация относно биологичния потенциал на продуктивност, посредством метода на половата хибридизация.
4. Изследвано е влиянието на екологичните фактори върху изменчивостта и начина на наследяване на важни количествени и качествени признаци.

ПРИНОСИ С ПРИЛОЖЕН ХАРАКТЕР

1. С използваните селекционни методи е обогатен генофонда при фуражния грах. Създадена е информационна база данни, относно генетичната природа на група важни признаци - зимоустойчивост, продуктивност (на зърно и зелена маса), устойчивост на полягане и ранозрелост. Получени са нови форми, които по комплекс от признаци достоверно се отличават от изходните сортове.
2. Установени са параметрите на сортовия идеал при селекцията на фуражен грах в направление за зърно и зелена маса.
3. Установени са чрез прилагането на РАТН анализа, признаците с най-висок директен ефект върху добива на зърно и зелена маса.

4. Въз основа на приложената полова хибридизация и приложения индивидуален отбор са получени перспективни хибридни форми, отличаващи се с висока продуктивност на зърно и зелена маса и повишена устойчивост към полягане.
5. Получени са оригинални семена от селекционни номера с по-висока продуктивност, зимоустойчивост и ранозреелост, които са в процес на предварително размножаване.

НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИЯТА

1. **Косев В., С. Сачански** (2012) Установяване на параметри за висок добив при зимни и пролетни сортове фуражен грах, Растениевъдни. Науки, № 2, 22-28.
2. **Косев В., С. Сачански** (2011) Наследяване на признаци определящи добива при граха (*Pisum sativum* L.), Селскостопанска наука, Том 44, №5, 19-34.
3. **Косев В.**, (2012) Проучване на биологичния ефект от приложението на физичен мутаген при четири сорта фуражен грах, Растениевъдни. Науки, №4, 54-59.

Enriching genetic diversity of forage pea (*Pisum sativum* L.) with a view to selection

Summary: The field experiments were carried out in the Institute of Forage Crops – Pleven during the period of 2009 – 2012. The variation of some genotypes of forage peas belonging to different subspecies was studied with the directions of using methods of pick out, sexual hybridization and mutagenesis. Crossing between varieties with alternative traits was applied. It was found that in F₂ generation there was great diversity of offtypes and created opportunity for selection of suitable progenies. Promising lines steady to stress factors were selected (including low winter temperatures). The offsprings Mir x E.F.B.33 and Mir x Kerpo exceeded the parental forms in winter hardiness. The hybrids were characterized by better combination between the details of productivity of the plant as compared to the parents: quantity of fertile nodes, number of pods and seeds per plant and weight of seeds per plant. Exceptions were the hybrids E.F.B.33 x Pleven 10 for fertile nodes in F₁ and F₂ and Mir x Kerpo for number of pods per plant in F₁ and F₂ and number of seeds per plant in F₁. The large part of these crosses showed heterosis in F₁ with depression in F₂ that supervened. The inheritance of the element of productivity was determined mainly by additive dominant gene effects. The phenotypic diversity of the quantitative traits in F₂ was characterized by continuous variability and transgression activities. The use of the method of experimental mutagenesis analyzed the reaction of four forage peas genotypes to radiation influence (gamma rays Cs¹³⁷). For an active influence on the mutability and the heritability of the organisms it should be matched with suitable methods and ways for change of the ancestral information.