

# СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ПО ФУРАЖНИТЕ КУЛТУРИ – ПЛЕВЕН

ВАЛЕНТИН ИВАНОВ КОСЕВ

## СЪЗДАВАНЕ НА ИЗХОДЕН МАТЕРИАЛ И НОВИ СОРТОВЕ ОТ ВИДОВЕТЕ *LATHYRUS SATIVUS* L. И *LUPINUS ALBUS* L. ЗА НУЖДТЕ НА СЕЛЕКЦИЯТА

### АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация  
за придобиване на научна степен „ДОКТОР НА НАУКИТЕ”  
по научна специалност „Селекция и семепроизводство на културните растения”  
шифър: 04.01.05

ПЛЕВЕН  
2023

Дисертационният труд е написан на 357 страници, в които са включени 66 таблици, 40 фигури и списък на използваната литература от 471 източника, от които 187 на кирилица и 284 на латиница.

Изследванията са проведени през периода 2014 - 2021 г. На Второ опитно поле и лаборатории на Института по фуражните култури – Плевен.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на ..... Институт по фуражните култури – Плевен ..... часа, на заседание на Научно жури, назначено със заповед на Директора Институт по фуражните култури № .....

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в библиотеката на Институт по фуражните култури – Плевен, ул. „Вл. Вазов“ 89.

Рецензии от:

1. Проф. д-р Цветан Тодоров Кикиндонов
2. Проф. д-р Илия Иванов Учкунов
3. Доц. д-р Галина Красимилова Найденова

Становища от:

1. Доц. д-р Веселин Йорданов Дочев
2. Доц. д-р Марина Петрова Марчева
3. Проф. д-р Николай Димитров Панайотов
4. Проф. д-р Валентин Илиев Личев

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Изказвам най-сърдечни благодарности на всички, които непосредствено са допринесли за осъществяването и реализирането на този дисертационен труд.

Благодаря на ръководството на ИФК и на всички колеги за оказаното съдействие.

Искрено благодаря на техническия ми помощник Галина Петрова за оказаната помощ при извеждане и грижата за опитите, на лаборантите взели участие при лабораторните анализи и отчитанията.

## 1. УВОД

Високата резултатност и успехите в селекцията се основават на използването на богато генетично разнообразие от източници с различни ценни качества. Те служат за донори при кръстосване и рекомбиниране на наследствените фактори. Най-често ограничения изходен материал и неговото генетическо еднообразие забавят селекционния процес и водят до незадоволителни резултати. Обикновеното секирче и бялата лупина са универсални зърнобобови култури богати с протеин и с широки възможности за използване в пълноценното хранене на селскостопанските животни. У нас тези култури са слабо познати в сравнение с традиционните грах и фий, но свежата им маса и зърното успешно могат да бъдат използвани при хранене на преживни и моногастрични животни и да се разглеждат като възможен заместител на соевия шрот. Техния принос за биологичния азот в системата на екологичното земеделие е безспорен и ще се увеличава.

От значение е фактът, че върху кисели почви, които имат слабо плодородие или са силно ерозирани (особено в предпланинските и планинските райони), могат да се отглеждат култури като бяла лупина (*Lupinus albus* L.) и обикновено секирче (*Lathyrus sativus* L.). Независимо от преимуществата при отглеждането на тези култури в българската сортова листа липсват регистрирани български сортове лупина и секирче.

## 2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА

За реализиране на поставената цел експерименталната работа е била насочена към изпълнение на следните задачи:

1. Морфологична, екологична и биохимична оценка на колекционни образци бяла лупина и обикновено секирче.
2. Определяне на фенотипни корелационни зависимости между основни признаци и установяване генетичната отдалеченост при сортовете бялата лупина и обикновеното секирче.
3. Оценка на елементите на продуктивността на проучваните сортове по стабилност и адаптивност.
4. Анализ на начините на наследяване на ценни в стопанско отношение количествени признаци в F1 и F2 - хибридни генерации. Излъчване на перспективни номера подходящи за използване в условията на Централна Северна България.

## 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

### 3.1. Селекционен материал използван в изследванията

Научно-изследователската дейност, полските опити (колекционен, хибридизационен, сравнителен и конкурсен) и експерименталната работа са проведени на II опитно поле на Института по фуражни култури – гр. Плевен.

**Колекционен питомник.** В проучването на образците от работната колекция са включени шест сорта от вида обикновено секирче (BGE027129, BGE025277 и BGE015741 с произход от Испания; LAT4362, LA5108 и LAT5038 с произход от Португалия и седем сорта от вида бяла лупина PI457923 (Гърция); PI368911 (Чехия); PI533704 (Испания); PI457938 (Мароко); KALI (Полша); Zuter (Франция) и Lucky801 (Франция) предоставени от чуждестранни Ген-банки. Влиянието на абиотичните фактори на средата е проучено при естествен фон на отглеждане на културите. Полските опити са заложили съгласно технологията за отглеждане на съответния растителен вид, при почвен подтип излужен чернозем, средно мощен на хумус, който механичен състав е пясъчливо глинест (Найденев и др., 1978).

Извършван е биометричен анализ в две фенологични фази от развитието на растенията. Биометрични измервания са правени на 10 растения от всеки сорт. Направена е биометрична характеристика на основни количествени признаци в съответните фенологични фази както следва: във фаза начало на цъфтеж: - височина на растението (cm) - свежо тегло на растението (надземна биомаса) (g); - брой на листата от растение; - свежо тегло на листата от растение (g); - свежо тегло на стъблата от растение (g); - тегло на сухите стъбла (g); - тегло на сухата коренова маса (g); - дължина на корените на растение (cm); - свежо тегло на корените от растение (g); - сухо тегло на корените от растение (g); - брой на грудките от растение (g); - тегло на грудките от растение (g); - тегло на грудката (mg); - специфична грудко образувача способност; - наситеност на кореновата система на едно растение с грудки; добив на надземната биомаса ( $\text{kg da}^{-1}$ ); във фаза техническа зрелост: - височина на растението (cm); - брой бобове на растение; - брой семена на растение; - брой семена в един боб; - тегло на семената от растение (g); - тегло на единично зърно (g); - тегло на семената в един боб (g); - добив на семена ( $\text{kg da}^{-1}$ ). При сортовете обикновено секирче във фаза техническа зрелост е определен и признакът - брой на разклоненията, при сортовете бяла лупина във фаза начало на цъфтеж сухо тегло на листата от растение (g). Отчитани са и показателит, сеитба-начало на цъфтежа (дни), сеитба-техническа зрелост (дни), степен на ранозрялост и продължителност на вегетационния период (дни).

**Питомник за хибридизация.** Осъществена е хибридизация между подходящи генотипове, семаната на които са изсети според количествата на семената на редове с разстояния 50 cm между редовете и 10 cm вътре в реда. За осъществяване на тази цел при обикновеното секирче са използвани сортовете LA5108, BGE027129 и BGE025277, а при бялата лупина PI533704, Zuter и Lucky801, характеризиращи се с алтернативно

проявяващи се признаци. Кастрирани и опрашени са средно по 25-30. Всички растения от родителските компоненти и хибридите са отглеждани по схемата P<sub>1</sub>,F<sub>1</sub>,F<sub>2</sub>,P<sub>2</sub>. Сеитбата при състен посев е извършена ръчно при разстояние между редовете 0.50 m и 0.05 m вътре в реда, а при разреден посев при разстояние между редовете 0.50 m и 0.10 m вътре в реда при дълбочина на засяване 3 cm.

**Сравнителен полски опит.** Полският опит е заложен в четири повторения с големина на реколтната парцелка от 5 m<sup>2</sup>. Проучени са продуктивните възможности са следните хибридни линии обикновено секирче: - LHL (BGE027129 x LA5108); LHL-2 (BGE025277x LA5108) и LHL-3 (LA5108 x BGE027129).

**Конкурсен сортов опит.** Опитът е заложен в четири повторения с големина на реколтната парцелка от 10 m<sup>2</sup>. Проучен е продуктивния потенциал на хибридните линии бяла лупина - L5 (Lucky801 x PI533704), LN1-1 (Lucky801 x PI533704). Родителските сортовете от бялата лупина са използвани за контроли. Полските опити са заложили по метода на дългите парцели

### **3.2. Приложени селекционни-генетични методи в изследванията.**

#### **3.2.1. Статистическа обработка на получените резултати**

Данните от биометричната оценка са осреднени, а бройните и метрични такива служат за изчисляване на дисперсията ( $\sigma^2$ ), средното квадратно отклонение ( $\sigma$ ) и вариационния коефициент (CV) по Димова и Маринков (1999). Приложен е йерархичен кълстерен анализ, като мярка за генетична отдалеченост е използвано евклидовото разстояние Ward (1963). Корелационният анализ на данните от структурните елементи на добива е използван при провеждане на ефективен отбор по няколко признака. Вариационният коефициент (CV%) е използван за сравняване на вариационния коефициент на различни признаци. За установяване на достоверни разлики между отделните варианти и зависимости между стойностите на добива и проучваните елементи е използван дисперсионният анализ по Димова и Маринов, (1999).

#### **3.2.2. Селекционна и генетична оценка на растителния материал**

Оценени са проявите на хетерозис и инбредната депресия по методиката на Omarov (1975). Степените на доминиране са изчислени по формулата на Romero and Frey (1973). Използван е методът на Sobolev (1976) за определяне на: -Tn - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти;- H<sup>2</sup>- коефициент на наследяемост, R<sub>p</sub>- коефициент на ефективност на масовия отбор. Определени са фенотипния (PCV) и генотипния коефициент на вариация (GCV) по Singh и Chaudhury (1985). Генетичният аванс (GA) е изчислен по Singh и Chaudhury (1985). Генетичната печалба (GG) по (Johnson *et al.*, 1955). Цитоплазматичният ефект (R) по Reinhold (2002), коефициента на ранозрялост по Кузмова (2002).

#### **3.2.3. Параметри за определяне на екологична стабилност адаптивност**

Получените данни са обработени чрез двуфакторен анализ на дисперсията за всеки признак за определяне на ефекта на генотипа (G), средата (E) и взаимодействието генотип-среда (G x E). Оценката на екологичната стабилност на изследваните сортове е направена чрез прилагане на следните методи: Регресионен анализ- според Eberhart и Russell, (1966), чрез регресионния коефициент (bi) и дисперсията на отклоненията от регресията (Si<sup>2</sup>);- Finlay и Wilkinson (1963) чрез „bi”; Tai (1979) чрез „ai“ и „li”; Theil (1950) чрез параметъра „T”; Дисперсионен анализ: – средна Нековалентност чрез параметрите „W<sup>2</sup>“ на Wricke (1965) и „W<sup>1</sup>“, на Annicchiarico (1992); Непараметричен анализ чрез използване на: параметъра „Pi“ и ранг (R) по модела на Lin и Binns (1988); ранг (Ri) по Huehn (1990); ранг на адаптивността по Nascimento *et al.* (2009); вариационен коефициент (CV, %) по Francis и Kannenberg, (1978); адаптивна способност (OAC и SAC); стабилност на генотипа (Sgi); критерий (GxE)gi; селекционната ценност на генотипа (CIG) по Кильчевски и Хотылева (1985a; 1985b); стресоустойчивост (Y) по Rossielle (1981) и хомеостатичност (Hom) по Хангильдин (1984). Направен е модел на GGE biplot, по (Yan, 2002). Извършен е и факторен анализ по метода на главните компоненти в колекцията от сортове обикновено секирче и бяла лупина въз основа на признаците и показателите използвани в изследването.

#### **3.2.4. Модулна организация на количествения признак**

Модулната организация на количествения признак е представена по модела на Dragavtcev (1995). Модулът отразява всички етапи на реализация на генетическите формули в зависимост от нивото на екологичните фактори през онтогенезата. Приложен е методът на ортогоналната регресия за идентификация на фенотипа по генотип описан от Kramer (Dragavtcev, 1995; Dragavtsev, 2002), показващ възможността за оценка на хибридите обикновено секирче и бяла лупина по генетико-физиологични системи при различни лимити на средата.

#### **3.2.5. Методи за биохимична оценка на сортовете обикновено секирче и бяла лупина**

Биохимична оценка на сортовете и перспективните хибридни форми е извършена по следните показатели: съдържание на суров протеин (СП), на сурови влакнини (СВл) по Келдал; сурова пепел (СПеп) - по Weende метод; фосфор (P) и калций (Ca), % от сухото вещество (СВ)- комплексометрично (Сандев, 1979). Изчислен е индекс на сухотата на De Marton (по Кузмова, 2003). Данните от проучваните показатели са

обработени статистически чрез програмите Excel на Microsoft Office 2002, *Statgraphics Plus 2.1* и статистическият пакет GENES 2009.7.0 Windows XP (Cruz, 2009).

#### 4. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

##### 4.1. Изследвания при обикновеното секирче (*Lathyrus sativus* L.)

##### 4.1.1. Генетична отдалеченост на сортове обикновено секирче по морфологичните признаци

Данните в таблица 7 показват наличие на достоверни разлики по отношение на факторите година и генотип по признаците брой листа на растение, свежо и сухо тегло на корените и тегло на сухата коренова маса на растението в техническа зрелост. Генотипните различия са били несъществени за свежо тегло на растението, свежо тегло на листата и стъблата, дължината на корените, брой и тегло на грудките, специфична грудко образуваща способност, височина на растението, брой разклонения, брой и тегло на семената от растение.

Най-силно влияние факторът генотип е оказал върху стойностите на варианса при показателите: брой на грудките от растение, тегло на сухите стъбла и брой бобове на растение. При показатели като дължина на корените и тегло на грудките се наблюдават относително близки ефекти ефекти на средата и генотипа като фактори. Различията, които се наблюдават в метеорологично отношение, дават възможност за изява на отделните признаци в широки граници, от една страна, а от друга – за формиране на определени тенденции между отделните генотипове.

Представените в таблица 8 данни подкрепят тази теза. Наблюдават се показатели, при които независимо от действието на условията на средата, могат да се формират ясни тенденции между отделните генотипове. Все пак трябва да се подчертае, че при отделните показатели, поради различната им генетична основа, поведението на изследваните генотипове не е идентично. Според получените експериментални данни изпитваните образци се характеризират с несъществени различия по между си по отношение на този признак. Варирането на височината на растението е в границите от 44.13 cm при BGE015741 до LAT5038 52.53 cm, следван от сорт LAT4362 50.73 cm като разликите в стойностите не са статистически значими.

**Таблица 7.** Анализ на варианса на изследваните признаци при образците обикновено секирче

Източник на вариране	DF	Среден квадрат					
		свежо тегло на растението	брой листа	свежо тегло на листата	свежо тегло на стъблата	дължина на корените	свежа тегло на корените
Години	2	248.9858*	2005.429**	125.8043**	43.6038*	3.7164ns	0.2807**
Сортове	5	56.571ns	233.4036*	18.8272ns	12.0657ns	3.772ns	0.1297**
Остатък	10	20.2107	42.0142	7.9529	7.1766	1.485	0.0187
		сухо тегло на корените	брой на грудките	тегло на грудките	специфична грудко образуваща способност,	височина на растението	тегло на сухите стъбла
Години	2	0.0269**	257.854 ns	0.1212 ns	0.0186 ns	81.9562 ns	9.1743 ns
Сортове	5	0.0057**	433.266ns	0.0782ns	0.0469ns	41.5926ns	17.5824*
Остатък	10	0.0005	145.401	0.0629	0.0662	45.065	3.2305
		брой разклонения	брой бобове на растение	брой семена на растение	тегло на семената от растение	тегло на сухата коренова маса	
Години	2	2.4568*	11.2307ns	114.3373ns	13.9387**	0.3516**	
Сортове	5	1.2206ns	29.8929*	65.9842ns	4.5483ns	0.0149**	
Остатък	10	0.3724	8.3551	56.7175	1.4289	0.0026	

\*/ \*\* доказаност при  $p < 0.05 / 0.01$ ; ns – статистическа незначимост

Изследването на основните елементи на продуктивността е важен етап в установяването на най-добрия сорт за конкретните условия на отглеждане. От анализа на резултатите става ясно, че сортовете BGE027129 и LA5108 се отличават с най-високите стойности по брой разклонения, бобове и семена от растение съответно 6.00; 15.80; 26.20 и 5.53; 15.53; 28.27.

**Таблица 8** Характеристика на изследваните сортове обикновено секирче

	Признак/ сорт	BGE027129	BGE025277	LAT4362	LA5108	LAT5038	BGE015741	LSD <sub>0.05</sub>	LSD <sub>0.01</sub>
Начало на цъфтеж	Свежо тегло /растение	18.07	17.62	19.49	9.28	13.47	21.01	8.17	11.63
	Брой листа	47.30	47.40	49.93	33.30	40.87	59.53	11.79	16.77
	Свежо тегло на листата	8.49	7.79	9.45	4.14	6.51	11.45	5.13	7.29
	Свежо тегло на стъблата	9.58	9.83	10.04	5.14	6.96	9.56	4.87	6.93
	Дължина на корените	13.41	11.73	11.59	9.95	11.55	11.09	2.21	3.15
	Свежо тегло на корените	0.89	1.04	0.82	0.47	0.66	0.95	0.24	0.35
	Сухо тегло на корените	0.22	0.19	0.19	0.10	0.13	0.19	0.03	0.05
	Брой на грудките	41.13	28.28	34.32	10.41	12.67	25.27	21.93	31.2
	Тегло на грудките	0.35	0.23	0.27	0.17	0.15	0.59	0.45	0.64
	Спец. грудко образ. спос	0.40	0.22	0.32	0.36	0.23	0.62	0.46	0.66
	Техническа зрелост	Височина на растението	49.21	50.67	50.73	45.60	52.53	44.13	19.23
Тегло на сухите стъбла		18.07	17.62	19.49	9.28	13.47	21.01	8.17	11.63
Брой разклонения		6.00	4.92	4.60	5.53	3.73	4.87	2.52	3.58
Брой бобове на растение		15.80	10.00	12.27	15.53	9.53	14.93	5.85	8.33
Брой семена на растение		26.20	16.00	22.80	28.27	23.27	28.53	15.27	21.72
Тегло на семен/растение		4.65	4.26	3.17	2.98	2.80	5.52	2.53	3.60
Тегло на суха/корен.маса		0.67	0.75	0.72	0.88	0.73	0.92	0.25	0.36

**Таблица 9.** Фенологично развитие на образците обикновено секирче

Сорт/Фенофаза	BGE027129	BGE025277	LAT4362	LA5108	LAT5038	BGE015741
Сеитба –начало на цъфтеж, дни	62	64	62	57	67	67
Сеитба-техн. зрелост, дни	98	98	96	91	101	101
Коеф. на ранозрелост	1.5	1.7	1.5	1	2	2

От изследваният набор образци обикновено секирче LA5108 въпреки, че успява да формира голям брой семена от растение те са сравнително дребни и затова теглото им от растение не надхвърля 3.00 g. С най-висока маса на семената се отличават растенията от BGE015741 (5.52 g). Добро съчетание между брой и тегло на семената от растение е установено и при BGE027129 и BGE025277. Установено е и различие в показателите отнасящи се кореновата система на растенията. По отношение на дължината и теглото на корените в техническа зрелост LA5108 и BGE015741 представляват интерес, като при тях стойностите на тези параметри са над средните. Във фаза цъфтеж по същите признаци превес имат сортовете BGE025277 (11.73 cm; 1.04 g) и BGE027129 (13.41 cm; 0.89 g).

По тегло на надземната маса BGE015741, LAT4362 и BGE027129 значително превишават останалите сортове особено LA5108 (9.28 g). Тези сортове се определят като желани и по показателите отнасящи се до брой (25 - 41) и тегло на грудките (0.27 g – 0.59 g) от растение и специфичната грудкообразуваща способност (0.32 – 0.62), въпреки, че нито един от тях по съвкупност не е с максимални стойности по всички тези показатели. По първите два признака по-слабо са се представили сортовете LA5108 и LAT5038, а по специфична грудкообразуваща способност BGE025277.

Изследваните сортове се различават по своето фенологично развитие (Таблица 9). Установени са различия от настъпване на фенофаза начало на цъфтеж. С най-малка средна продължителност на периода сеитба - начало на цъфтеж (57 дни) се характеризира LA5108. При BGE027129 LAT4362 и BGE025277 този период е в границите 62 – 64 дни. Най-късно са цъфнали растенията от сортовете LAT5038 и BGE015741 (67-68 дни). Наблюдаваните различия в настъпването на отделните фенологични периоди при изследваните сортове се запазват до края на вегетационния период. Към групата на ранните сортове може да бъде отнесен LA5108 с коефициент на ранозрелост 1.00 и с продължителност на вегетацията от 91 дни. Като средно ранни с коефициент 1.5 и с вегетационен период от 96-98 дни се характеризират образците LAT4362 и BGE027129. Късно зреещи се оказват сортовете LAT5038 и BGE015741 с вегетационен период над 100 дни.

Стойностите на генотипния вариант (Таблица 10) за почти всички признаци (с изключение на броя на листата и свежо тегло на корените) са по-ниски от съответните фенотипни варианти като разликите за тегло на сухите стъбла, брой разклонения, брой бобове на растение и тегло на семената от растение са по-малки спрямо разликите при другите показатели.

**Таблица 10. Генетични компоненти на вариране на количествените признаци при образците обикновено секирче**

Признак / Параметър	Минимум	Максимум	CVG (%)	CVP (%)	GA	GG	Vg	Ve	H <sup>2</sup> (%)
Свежо тегло на растението	5.24	28.94	21.12	27.43	5.55	56.16	12.12	20.21	64.27
Брой листа	17.40	75.40	17.22	14.00	20.28	28.78	63.80	42.01	82.00
Свежо тегло на листата	1.99	20.02	23.89	35.13	2.65	72.89	3.62	7.95	57.76
Свежо тегло на стъблата	3.25	16.40	14.99	31.23	1.25	64.77	1.63	7.18	40.52
Дължина на корените	9.00	14.94	7.56	10.50	1.29	21.73	0.76	1.49	60.63
Свежо тегло на корените	0.26	1.21	23.87	16.93	0.56	34.78	0.04	0.02	85.56
Сухо тегло на корените	0.04	0.28	24.88	12.76	0.17	27.10	-	-	91.95
Брой на грудките	1.00	62.00	38.65	47.72	16.39	97.99	95.96	145.4	66.44
Тегло на грудките	0.10	1.31	24.31	86.82	0.04	178.15	0.01	0.06	19.52
Спец.грудко образ.способност	0.17	1.17	-	-	0.08	218.7	-0.01	0.07	-41.14
Височина на растението	31.20	58.00	-	-	0.70	58.61	-1.16	45.07	-8.35
Тегло на сухите стъбла	2.86	12.75	40.88	33.51	13.47	169.99	4.78	3.23	81.63
Брой разклонения	2.40	6.00	12.26	14.09	2.81	85.21	0.28	0.37	69.49
Брой бобове на растение	6.40	21.40	18.75	20.16	17.54	142.81	7.18	8.36	72.05
Брой семена на растение	5.80	36.80	6.66	28.96	3.31	229.93	3.09	56.72	14.04
Тегло на сем./ растение	0.60	8.81	29.79	35.05	7.88	316.67	1.04	1.43	68.58
Тегло на сухата кор. маса	0.23	0.90	13.87	11.10	0.81	111.51	-	-	82.40

V<sub>g</sub>: - генетичен вариант; V<sub>e</sub>: - фенотипен вариант; GA - генетичен прогрес; GG - генетична печалба; PCV (%) - фенотипен коефициент на вариране GCV (%) - генотипен коефициент на вариране; H<sup>2</sup> (%): наследяемост в широк смисъл;

Стойностите на генотипния вариант са в диапазон от 0.01 за тегло на грудките до 95.96 за брой на грудките. Генотипният вариант е сравнително нисък за свежо тегло на стъблата, дължина и свежо тегло на корените, тегло на грудките, брой разклонения и тегло на семената от растение, като числената му стойност е близо до единица.

С най-висок фенотипен вариант се отличават броя на грудките (145.40) и брой семена на растение (56.72), а с минимален (0.02; 0.06; 0.07) сухо тегло на корените, тегло на грудките и специфичната грудкообразуваща способност. По-висок фенотипен вариант се наблюдава и за височина на растението

(45.07), Брой листа на растение (42.01) и свежо тегло на растението (20.21). Това показва, че това са признаци повлияващи се силно от средата на отглеждане.

Високите стойности на PCV и GCV по брой и тегло на грудките, тегло на сухите стъбла, тегло на семената от растение и свежо тегло на листата показват, че съществува значителна вариабилност по тези признаци и че селекцията базирана на тях може да бъде ефективна.

Стойностите на GCV варират от 6.66% и 7.56% за брой семена на растение и дължина на корените до 38.65% и 40.88% за брой на грудки на растение и тегло на сухите стъбла. По-силно е варирането на стойностите на PCV, като най-слабо е то за признаците дължина на корените (10.50%) и тегло на сухата коренова маса (11.10%). Силно вариране е установено за тегло и брой на грудките (47.72%; 86.82%), за свежо тегло на листата (35.13%) и за тегло на семената от растение 35.05%. Съгласно получените данни, умерени стойности на PCV и GCV са отчетени за брой листа (17.22%; 14.00%), за брой разклонения (12.26%; 14.09%), брой бобове на растение (18.75%; 20.16%) и тегло на сухата коренова маса (13.87%; 11.10%), а признака дължина на корените има ниски стойности на PCV и GCV. В това проучване PCV е с относително по-голяма стойност от GCV за брой и тегло на грудките, свежо тегло на листата и стъблата, брой и тегло на семената от растение и свежо тегло на растението; обаче за признаците брой листата, свежо и сухо тегло на корените, теглото на сухите стъбла и тегло на сухата коренова маса стойностите на GCV превишават тези на PCV, което показва високия дял на генотипния ефект при фенотипното проявление на тези признаци. Стойностите на коефициента на наследяване са полезни при прогнозиране на очаквания генетичен напредък, постигнат в селекционния процес. Стойностите му варират от 14.04% при брой семена на растение до 91.95% при сухо тегло на корените. Съгласно интерпретацията на този коефициент наследяемостта на тегло на грудките (19.52%) и брой семена на растение е средна, а за другите признаци е висока. Признаците, които имат висока наследяемост, като сухо тегло на корените, свежа тегло на корените (85.56%), тегло на сухите стъбла (81.63%), брой листа на растение (82.00%), брой бобове на растение (72.05%) и брой разклонения (69.49%) показват относително малкото влияние на факторите на околната среда към фенотипа и селекцията за такива признаци може да бъде сравнително лесна поради високия адитивен ефект.

Данните за генетичния адванс за признаците брой листата и грудките на растение, тегло на сухите стъбла и брой бобове на растение показват, че когато изберем най-добрите 5.00% високодоходни генотипове като родители, в потомството могат да бъдат избрани растения с подобро изражение на тези признаци т.е. средната генотипна стойност на новата популация за тези параметри ще бъде повишена. Съчетанието на високи стойности на генетичния адванс с висока наследяемост предполага и наличие на адитивен тип на наследяването им.

**Таблица 11.** Собствени стойности и вектори на корелационната матрица за 17 признаци при сортовете обикновено секирче

Признак	PC1	PC2	PC3
Свежо тегло на растението	0.302	0.059	0.173
Брой листа	0.295	-0.052	0.261
Свежо тегло на листата	0.296	-0.040	0.201
Свежо тегло на стъблата	0.284	0.178	0.123
Дължина на корените	0.197	0.281	-0.333
Свежа тегло на корените	0.274	0.166	0.248
Сухо тегло на корените	0.299	0.168	-0.075
Брой на грудките	0.263	0.180	-0.255
Тегло на грудките	0.271	-0.244	0.083
Специфична грудко образуваща способност,	0.186	-0.382	-0.047
Височина на растението	0.178	0.344	-0.051
Тегло на сухите стъбла	0.289	-0.181	-0.071
Брой разклонения	0.242	-0.112	-0.449
Брой бобове на растение	0.127	-0.314	-0.437
Брой семена на растение	0.065	-0.393	-0.190
Тегло на семената от растение	0.283	-0.090	0.214
Тегло на сухата коренова маса	-0.016	-0.404	0.335
Параметри			
Вариране (%)	56.61	26.73	10.41
Кумулативна стойност	0.5661	0.8334	0.9374
Собствена стойност	9.623	4.5439	1.7689

PC1; PC2; PC3 = принципни компоненти съответно 1, 2 и 3;



Признаците, които имат високи стойности на коефициента на наследяемост, съчетани с умерен генетичен напредък (GA) като процент от средното за изследваната популация, т.е. свежо тегло на растението, свежо тегло на листата, брой разклонения и тегло на семената от растение предполагат, че прилаганият отбор при тяхното подобряване може да бъде успешен.

Извлечени са три собствени стойности (Таблица 11). по-големи от единица, което определя избора на три компонента. Те обясняват 93.75% от общото вариране. Първата компонента обяснява 56.61%, втората 26.73%, третата 10.41% от общото вариране.

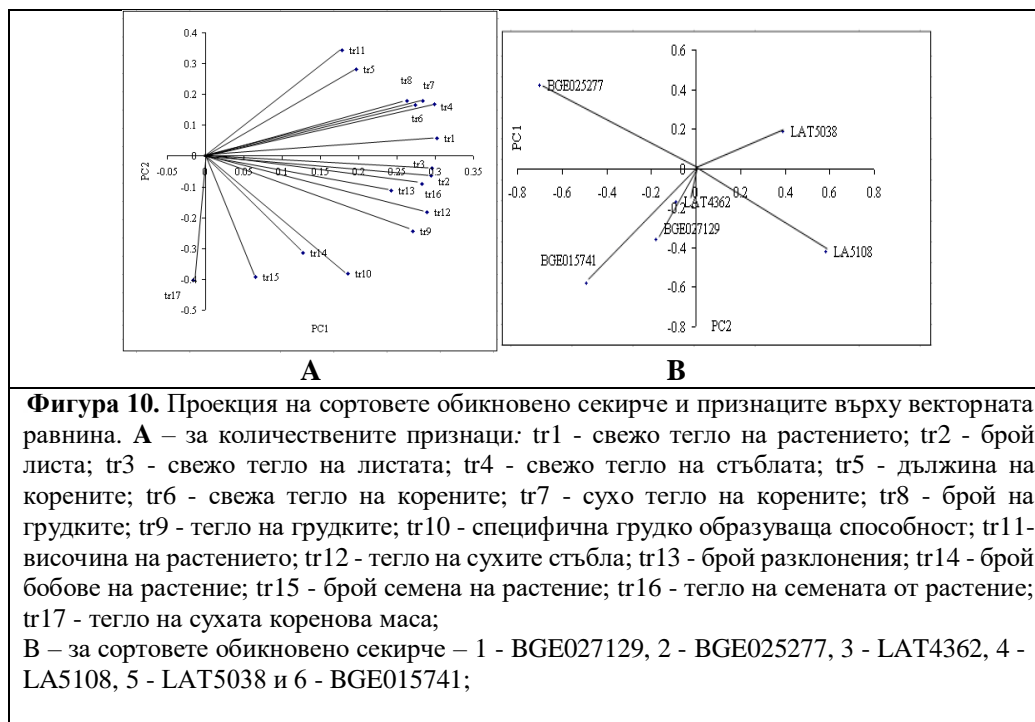
Най-ниски стойности на първата главна компонента (Таблица 12), имат сортовете BGE025277 и BGE015741, които се отличават с високи стойности на свежо тегло на стъблата, тегло на семената от растение, свежо тегло на листата, брой на грудките и свежа тегло на корените. Най-високи са стойностите при LA5108 и LAT5038.

**Таблица 12.** Стойности на сортовете по главните компоненти

Сортове	Принципни компоненти		
	PC1	PC2	PC3
BGE027129	-0.18	-0.36	-0.18
BGE025277	-0.70	0.42	-0.70
LAT4362	-0.09	-0.17	-0.09
LA5108	0.58	-0.42	0.58
LAT5038	0.39	0.19	0.39
BGE015741	-0.49	-0.58	-0.49

PC1; PC2; PC3 = принципни компоненти съответно 1, 2 и 3

На фигура 10 е представено разположението на генотиповете според техните стойности за главните компоненти PC1 и PC2. По стойностите на втория принципен компонент първата позиция се заема от BGE025277, следва от LAT5038, който е с положителни стойности и на трите главни компонента. Формирането на втората главна компонента е свързано с признаците дължина на корените, брой на грудките и височина на растението. Признаците свежо тегло на стъблата и корените участват във формирането и на трите принципни компонента и не могат да се отнесат строго към нито една от тях. Изследваните генотипове се разпределят в четири групи.

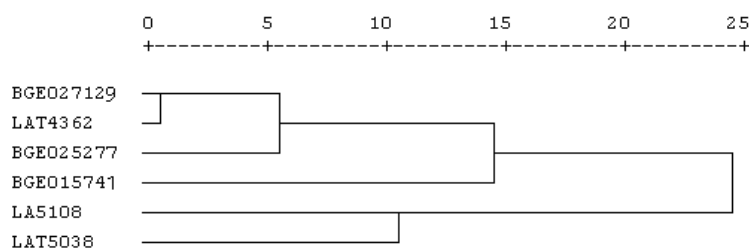


Първата група с положителни стойности по PC1 и PC2 попада единствено сорт LAT5038, който се отличава с високи растения, с малък брой листа, с ниско тегло на свежата биомаса (листа и стъбла). Втората

група е представена от състои от LA5108 с високо изражение на признаците брой бобове и семена на растение и тегло на сухата коренова маса, но и с по-ниско стойности на брой и тегло на грудките от растение. Третата група обединява сортовете BGE015741, LAT4362 и BGE027129 разположени в квадранта с отрицателни PC1 и PC2 и притежаващи високи стойности на свежо тегло на растението, брой листа, свежо тегло на листа и стъбла, дължина на корените, брой и тегло на грудките и брой семена на растение. В квадранта ограничен от отрицателно PC1 и положително PC2 е разположен самостоятелно сорт BGE025277.

Информация за корелативните връзки между признаците дава и приложения PC анализ, чрез величината на ъгъла който сключват векторите на два признака. Векторите на признаците свежо тегло на стъблата, свежа тегло на корените, сухо тегло на корените и брой на грудките образуват остри ъгли, което показва наличие на положителна връзка между тях. Подобна е зависимостта между брой листа и свежо тегло на листата. Установени са положителни корелативни връзки и между специфична грудко образувача способност и брой бобове на растение, брой разклонения, тегло на сухите стъбла, тегло на сухите стъбла и дължина на корените.

Представеният кластерен анализ е направен въз основа на получените данни от изследваните признаци. От фигура 11 се вижда, че на дендрограмата образците са в два основни кластера.



**Фигура 12.** Дендрограма (2014-2016) на образците обикновено секирче (*Lathyrus sativus* L.)

Резултатите от таблица 13 показват, че съществува силна положителна корелация с добра доказаност между свежо тегло на растението и брой листа на растение ( $r=0.818$ ), свежо тегло на листата ( $r=0.830$ ), свежо тегло на стъблата ( $r=0.837$ ). Установената силна положителна корелация на сухо тегло на корените с свежо тегло на растението ( $r=0.716$ ), брой листа на растение ( $r=0.843$ ), свежо тегло на листата ( $r=0.786$ ), свежо тегло на корените ( $r=0.892$ ) и брой на грудките ( $r=0.709$ ) ясно подчертава взаимовръзката им при тези образци. Между тегло на грудките и специфична грудкообразувача способност ( $r=0.899$ ) и тегло на сухите стъбла ( $r=0.760$ ) има доказана висока положителна корелация. Статистически значима доказана корелация със същият знак съществува и между брой бобове на растение с специфична грудко образувача способност ( $r=0.567$ ), брой разклонения ( $r=0.559$ ) и брой семена на растение ( $r=0.658$ ), което предполага, че в изследваната група сравнително лесно може да се съчетае в един генотип висока продуктивност и грудкообразувача способност. Признакът тегло на семената от растение е в положителна средна зависимост с свежа тегло на корените ( $r=0.499$ ) и специфична грудкообразувача способност ( $r=0.520$ ) и силна с тегло на грудките ( $r=0.712$ ) и тегло на сухите стъбла ( $r=0.853$ ). Отрицателна доказана е взаимовръзката между продуктивността на зърно и тегло на сухата коренова маса ( $r=-0.590$ ). Липсата на статистически значима връзка между тегло на семената от растение с свежо тегло на растението ( $r=0.16$ ), височина на растението ( $r=0.124$ ) и брой разклонения ( $r=0.164$ ) показва че могат да се създават възможности за постигане на висока продуктивност при по-ниски генотипове с по-малък брой базални разклонения.

Първият кластер разположен в долната част на дендрограмата е представен от два сорта LA5108 и LAT 5038. Вторият кластер е обхваща от останалите сортове, оформени в два подкластера. Самостоятелно място заема BGE01574. В рамките на този подкластер най-близкородствени, с най-малко дистанционни единици са сортовете LAT4362 и BGE02712. Към тяхната група може да бъде причислен и сорт BGE02527. Генетически най-отдалечени са BGE02712 и LAT4362 от втория кластер спрямо LAT 5038 от първия.

### 5.1.2. Оценка на признаците на сортовете обикновено секирче по екологична стабилност

Резултатите от дисперсионния анализ (Таблица 15) показват, че е уместно изследването както на средната величина на всички изследвани признаци (височина на растението, свежо тегло на растението, брой семена на растение, тегло на семената от растение и брой на грудките от растение).

Както и оценка на тяхната стабилност и на ефекта взаимодействие генотип (сорт) - среда (година). Не са установени статистически значими различия между сортовете по признака свежо тегло на кореновата маса. Най-голям дял от общата варианса се пада на влиянието на условията на годините през които е

проведен опита за височина на растението, свежо тегло на растението, брой семена на растение и тегло на семената от /растение, следвано от генотипа на сортовете за брой грудки на растение.

**Таблица 13.** Корелационни коефициенти (r) между количествените признаци на сортовете обикновено секирче

	tr1	tr2	tr3	tr4	tr5	tr6	tr7	tr8	tr9	tr10	tr11	tr12	tr13	tr14	tr15	tr16
tr2	0.81* *															
tr3	0.83* *	0.60* *														
tr4	0.83* *	0.53* *	0.51* *													
tr5	0.184	0.031	0.302	0.10												
tr6	0.09	-0.30	0.513 *	0.07	0.3											
tr7	0.716 **	0.843 **	0.786 **	0.42	0.37	0.892 **										
tr8	0.49* *	0.51* *	0.52* *	0.34	0.40	0.633 **	0.709 **									
tr9	0.51* *	0.53* *	0.711 **	0.10	0.31	0.436	0.49* *	0.37								
tr10	0.259	0.236	0.465	0.10	0.16	0.039	0.15	0.16	0.89* *							
tr11	- 0.076	- 0.235	- 0.127	0.01	0.22	-0.25	- 0.218	- 0.04	- 0.043	0.112						
tr12	0.284	0.321	0.383	0.06	0.43	0.448	0.428	0.41	0.76* *	0.63* *	0.18					
tr13	0.033	0.231	-0.08	0.18	0.35	0.168	0.187	0.25	0.181	0.266	0.35	0.391				
tr14	0.421	0.27	0.405	0.32	0.01	0.027	0.147	0.26	0.513 *	0.567 *	- 0.05	0.46	0.55 *			
tr15	0.386	0.197	0.269	0.44	-0.18	0.146	-0.1	0.09	0.129	0.126	0.12	0.005	0.40	0.658 **		
tr16	0.16	0.245	0.322	0.11	0.45	0.499 *	0.425	0.23	0.71* *	0.52* *	0.12	0.85* *	0.16	0.131	- 0.20	
tr17	0.208	0.021	0.018	0.41	- 0.54 *	- 0.307	- 0.358	- 0.16	- 0.155	- 0.014	0.15	- 0.281	0.14	0.271	0.42	- 0.59* *

\* / \*\* доказаност при  $p < 0.05 / 0.01$

tr1- свежо тегло на растението; tr2- брой листа; tr3 - свежо тегло на листата; tr4- свежо тегло на стъблата; tr5- дължина на корените; tr6- свежа тегло на корените; tr7 - сухо тегло на корените; tr8 - брой на грудките; tr9 - тегло на грудките; tr10- специфична грудко образувача способност; tr11- височина на растението; tr12 - тегло на сухите стъбла; tr13 - брой разклонения; tr14 - брой бобове на растение; tr15- брой семена на растение; tr16- тегло на семената от растение; tr17- тегло на сухата коренова маса;

На таблица 16 е представена реакцията на набор от сортове по изследваните признаци. Сортовете LAT5038 и LAT4362 се характеризират с най-високи стойности на признака височина на растението (фигура 13), но и с най-висок коефициент на регресия ( $b_i=2.71$ ;  $b_i=2.24$ ), като при втория сорт той е много добре доказан. BGE015741 проявява много добра стабилност ( $b_i=0.06$ ); към условията на отглеждане, но растенията от този сорт са най-малки. BGE025277 е също стабилен и по стойностите на признака заема втора позиция.

Параметрите основани на анализа на варианса ( $PP$ ,  $W^2$  и  $W_i$ ) го определят като най-стабилния по височина на растението. Сорт BGE027129 е по-нисък с коефициент на регресия доближаващ се до единица ( $b_i=0.80$ ) и според параметъра  $W^2$  на Wricke (1965) доста отзивчив на подобрения в условия на средата.

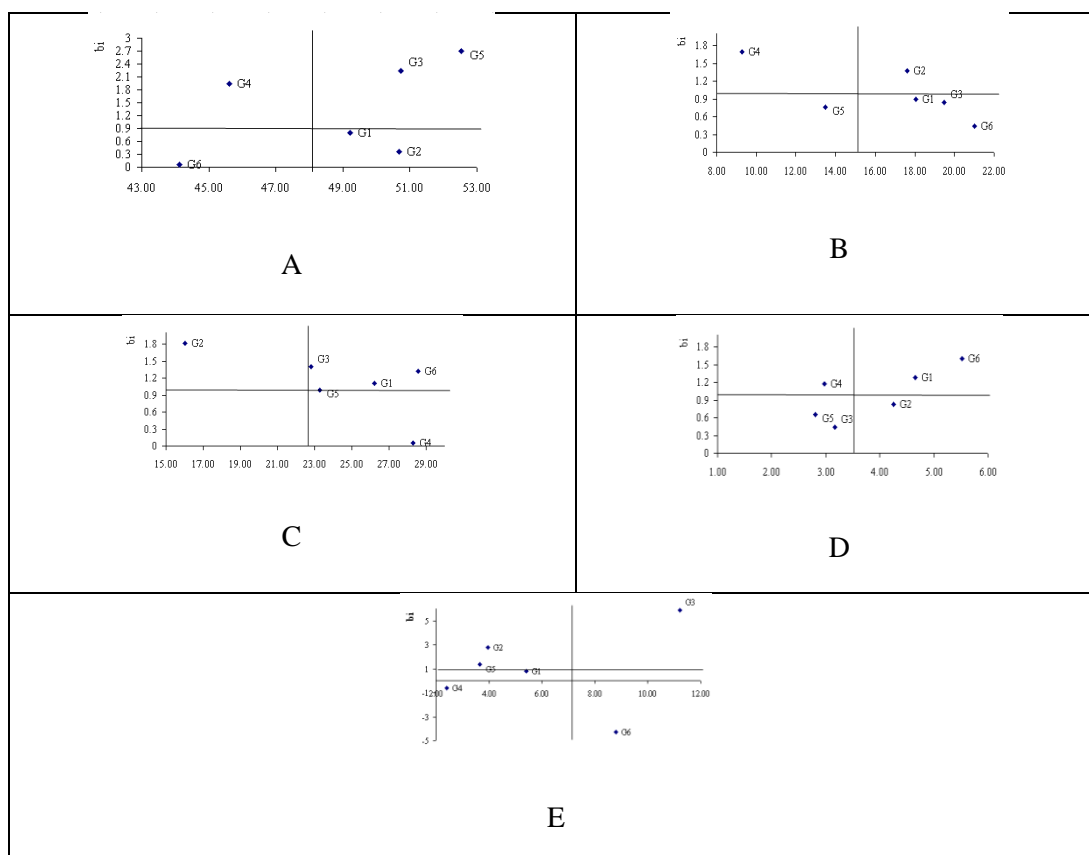
Сортовете проявяват различна екологична стабилност и отзивчивост по признака свежо тегло на стъблата от растение. Според стойностите на параметрите  $b_i$ ,  $PP$  и  $W^2$  към групата на стабилните сортове могат да бъдат отнесени LAT5038 и LAT4362, който е и много добра продуктивност на свежа биомаса.

Сорт BGE027129 съчетава добра продуктивност. Общата оценка от всички параметри го определя като най-близък до идеалния генотип от групата сортове по този признак. Високият коефициент на регресия ( $b_i>1$ ) показва, че BGE025277 и LA5108 се характеризират с по-голяма вариабилност спрямо другите сортове, но отглеждани на висок агрофон (при комфортни условия) те могат да изявят много добре своите биологични възможности.

**Таблица 15.** Анализ на варианса за стабилността на теглото на семената от растение и елементите на продуктивността на зърно на сортовете обикновено секирче (*Lathyrus cultivars* L.) (2014-2016)

Източник на вариране	Df	Среден квадрат					
		Височина на растението, cm	Свежо тегло на стъбла, g	Брой семена/ растение	Тегло на семената / растение, g	Свежо тегло на коренова масата, g	Брой на грудките
Година (E)	2	1376.7693**	966.4065**	1463.5444**	25077.4166**	10.6097*	19.9694**
Генотип (G)	5	160.0427**	131.0643**	328.1511**	252.9347**	0.1438	173.1761**
G x E Взаим-ствие	10	559.188**	145.8959**	352.5311**	190.1807**	0.1006	87.8828**
E/G	12	695.4516**	282.6477**	537.70**	4338.0533**	1.8521	76.5639**
E/ BGE027129	2	163.0427**	174.7171**	427.40**	7330.5683**	1.0505	25.40**
E/ BGE025277	2	33.2667*	311.1312**	1122.20**	3171.6552**	1.6972	42.1167**
E/ LAT4362	2	1168.0667**	144.3432**	509.40**	2719.5408**	1.2539	176.60**
E/ LA5108	2	917.60**	609.3791**	254.0667**	4886.202**	2.905	1.40
E/ LAT5038	2	1841.8667**	109.581**	323.2667**	2665.4516**	1.2977	21.6667**
E/ BGE015741	2	48.8667	346.7342**	589.8667**	5254.9022**	2.9085	384.40
Total	17						

доказаност при  $p < 0.05$  (\*),  $0.01$  (\*\*)



**Фигура 13.** Селекционна значимост на сортовете обикновено секирче според коефициента на линейна регресия ( $b_i$ ) и стойността на изследваните признаци G1 - BGE027129; G2 - BGE025277; G3 - LAT4362; G4 - LA5108; G5 -LAT5038; G6 - BGE015741; А - височина на растението, В - тегло на свежата биомаса, С - брой семена на растение, D - тегло на семената от растение, E - брой грудки на растение;

Сортовете BGE015741, LA5108 и BGE027129 средно за периода на изследване успяват да формират най-голям брой семена от растение. От тях единствено BGE027129 е оценен като екологично стабилен по всички параметри.

**Таблица 16.** Оценка на параметрите на адаптивност и стабилност за признаците на изследваните сортове секирче

Сорт	Eberhart и Russell (1966)		Tai (1979)		Plaisted и Peterson (1979)	Wricke (1965)	Annicchiarico (1992)
	bi	Si <sup>2</sup>	ai	λi	PP	W <sup>2</sup>	Wi
височина на растението							
BGE027129	0.08**	6.25**	-0.80	18.68	146.88	1519.41	85.48
BGE025277	0.36**	0.93*	0.36	3.34	67.19	191.23	98.36
LAT4362	2.24**	5.20**	2.24	15.93	99.89	736.22	91.13
LA5108	1.94**	20.09**	1.94	60.72	86.32	510.15	82.26
LAT5038	2.71**	62.89**	2.71	188.72	155.08	1656.07	86.95
BGE015741	0.06**	-0.07	-0.46	-0.06	114.44	978.80	79.31
тегло на свежите стъбла							
BGE027129	0.89	18.59**	0.89	56.37	20.25	97.82	108.65
BGE025277	1.37**	3.21**	1.37	10.21	18.06	61.32	85.86
LAT4362	0.84	12.11**	0.84	36.92	18.57	69.81	76.32
LA5108	1.69**	58.11**	1.70	174.83	41.26	447.85	63.25
LAT5038	0.76	6.42**	0.76	19.83	17.48	51.62	54.44
BGE015741	0.44**	125.88**	0.44	378.18	58.22	730.54	88.51

доказаност при  $p < 0.05$  (\*), \*\* 0.01 (\*\*)

**Таблица 16.** Оценка на параметрите на адаптивност и стабилност за признаците на изследваните сортове секирче (продължение)

Сорт	Eberhart и Russell (1966)		Tai (1979)		Plaisted и Peterson (1979)	Wricke (1965)	Annicchiarico (1992)
	bi	Si <sup>2</sup>	ai	λi	PP	W <sup>2</sup>	Wi
брой семена/ растение							
BGE027129	1.11	49.76**	1.11	149.89	50.42	256.11	93.99
BGE025277	1.82**	126.01**	1.82	378.50	92.52	957.91	32.68
LAT4362	1.40**	11.53**	1.40	35.16	43.32	137.85	82.00
LA5108	0.05**	60.80**	-0.65	182.48	132.58	1625.60	90.85
LAT5038	0.99	33.19**	0.99	100.18	45.07	167.00	82.94
BGE015741	1.32**	66.05**	1.32	198.73	57.90	380.83	97.87
тегло семена/растение							
BGE027129	1.28**	0.16	1.32	1.07	71.67	880.78	109.75
BGE025277	0.83**	0.22	0.87	1.24	27.29	141.24	99.75
LAT4362	0.44**	1.43*	0.81	4.90	38.18	322.66	67.04
LA5108	1.18**	0.32	1.08	1.57	22.27	57.58	42.29
LAT5038	0.65**	0.42	0.80	1.84	39.40	342.97	64.86
BGE015741	1.60**	7.32**	1.12	22.59	28.21	156.57	99.95

доказаност при  $p < 0.05$  (\*), \*\* 0.01 (\*\*)

Сорт LAT5038 е също стабилен ( $bi=0.99$ ), но той заедно с LAT4362 е ниско продуктивен и не представлява селекционен интерес по този признак. BGE025277 може да бъде определен като най-високо вариабилен и най-ниско – продуктивен.

Най-сполучливо съчетание между стабилност и отзивчивост по продуктивност на семена от растение е показал сорт BGE025277 ( $bi=0.83$ ;  $PP=27.29$ ;  $W^2=141.24$ ;  $Wi=99.75$ ). Нивото на признака при него нараства с подобряване на условията на отглеждане, при влошаване на условията незначително се понижава. По този признак LAT4362 и LAT5038, които са ниско продуктивни слабо реагират на подобряване на средата.

При тях коефициента на регресия е  $bi=0.44$  и  $bi=0.65$ . BGE015741 и BGE027129 според параметрите на стабилност са най-вариабилни в различни среди на отглеждане. Такива сортове изискват високо ниво на земеделие за да могат да дадат максимален брой зърна от растение. Според показателя  $Si^2$  BGE027129 и BGE027129 са най-стабилни в различни среди на отглеждане по брой грудки на растение се оказват сортовете, докато сортове LAT4362, LAT5038 и BGE015741 могат да бъдат охарактеризирани като екологично нестабилни. Те в най-силна степен използват благоприятните условия на средата за

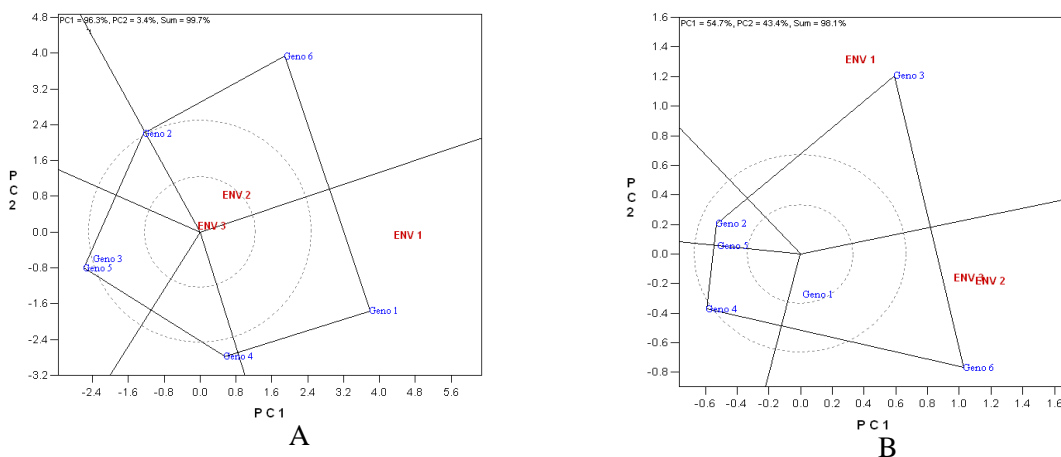
формиране на признака. С най-малък брой грудки на растение се характеризира LA5108, който се отличава и с много ниска стойност на показателя  $Si^2$ .

**Таблица 16.** Оценка на параметрите на адаптивност и стабилност за признаците на изследваните сортове секирче (продължение)

Сорт	Eberhart и Russell (1966)		Tai (1979)		Plaisted и Peterson (1979)	Wricke (1965)	Annicchiarico (1992)
	bi	$Si^2$	ai	$\lambda_i$	PP	$W^2$	$W_i$
BGE027129	брой грудки от растение						
	0.79	9.13**	0.77	28.00	11.41	46.99	67.95
BGE025277	2.80	6.20**	2.90	18.52	11.80	53.60	37.25
LAT4362	5.87	24.50**	6.13	69.12	25.49	281.66	132.59
LA5108	0.050	-0.09	-0.66	-0.18	9.62	17.16	31.49
LAT5038	1.36	6.01**	1.38	18.63	10.50	31.93	41.48
BGE015741	-4.24	52.75**	-4.52	153.10	-4.24**	35.44	80.94

доказаност при  $p < 0.05$  (\*), \*\* 0.01 (\*\*)

GGE biplot е представен във вид на полигон (фигура 14), концентричните кръгове визуализират дистанцията между сортовете и „идеалния генотип”, който би трябвало да се намира в центъра им.



**Фигура 14.** The GGE biplot за тегло на семената от растение (A) и брой грудки на растение (B) (2014-2016)

GENO 1 - BGE027129; GENO 2 - BGE025277; GENO 3 - LAT4362; GENO 4 - LA5108; GENO 5 - LAT5038; GENO 6 - BGE015741; ENV - 1; 2 и 3 са съответно 2014; 2015 и 2016 година;

На върховете на многоъгълника са маркирани сортовете, най-отдалечени от центъра. Всички сортове попадат в този полигон. Линиите, разделящи полигона на сектори, представляват набор от хипотетични среди. Сортът образуващ ъгъла на полигона за всеки сектор е с най-висока стойност по изследвания признак в средата, която попада в този сектор.

Резултатите от GGE biplot анализа за тегло на семената показват, че първите два основни компонента (PC1 и PC2) определят 99.70% от общото вариране на признака в резултат на взаимодействието генотип-среда. В проведеното изследване върховете на многоъгълника са заети от сортовете BGE027129, BGE025277, LA5108, LAT5038 и BGE015741. Сорт BGE027129 най-добре е проявил своя биологичен потенциал през 2014 година, BGE015741 през 2015 и 2016 г. Разположението на 2016 г. близо до центъра на концентричните кръгове я определя като най-подходящата среда за развитие. Установено е, че най-близо до „идеалния” генотип по този признак са сортовете BGE025277, LAT4362 и LAT5038, следвани от LA5108, BGE027129 и BGE015741.

По брой грудки от едно растение първа позиция е заета от BGE027129, характеризира се със най-добро съчетание между стабилност и ниво на признака. Най-благоприятни за неговото развитие са се оказали 2015 и 2016 г. По средна продуктивност останалите сортове могат да бъдат рангувани в низходящ ред следната последователност BGE015741>LAT4362>LAT5038> BGE025277 >LA5108. С най-силна вариабилност на признака се отличават BGE015741 и LAT4362, сорт LA5108 се характеризира с най-добра стабилност, но и най-ниска продуктивност.

Резултатите от направеният корелационен анализ на признаците тегло на семената от растение и брой грудки от растение спрямо приложените параметри за определяне на стабилността са представени в таблица 17. Средната продуктивност на сортовете по отношение теглото на семената положително, силно и статистически значимо корелира с параметрите на Eberhart and Russell (1966) „bi” ( $r=0.955$ ) и на Tai (1979) „ai” ( $r=0.955$ ).

При повечето от останалите параметри зависимостта е по-слаба. Коефициента на регресия „bi” взаимодейства положително с другите параметри особено с „ai” ( $r=0.990$ ). Параметърът „T” е в положителна зависимост единствено с „PP” ( $r=0.293$ ) и „W<sup>2</sup>” ( $r=0.293$ ). Броят на грудките от растение е в много силна положителна корелация с параметрите на Plaisted и Peterson (1979), Wricke (1965), Annicchiarico (1992) съответно W<sub>i</sub> ( $r=0.967$ ), W<sup>2</sup> ( $r=0.839$ ) и PP ( $r=0.839$ ). Параметрите за оценка на стабилността базирани на регресионния анализ (bi, ai) корелират по слабо с броя на грудките. Установени са силни положителни корелации при високо ниво на статистическа значимост на W<sup>2</sup> с параметрите Si<sup>2</sup> ( $r=0.979$ ), λi ( $r=0.975$ ) и PP ( $r=0.990$ ), както и на PP с Si<sup>2</sup> ( $r=0.979$ ) и λi ( $r=0.975$ ).

Използваните в изследването параметри на стабилност не са показали статистически доказани разлика по между си.

**Таблица 17.** Корелации между тегло семена/растение (под диагонала) и брой грудки на растение (над диагонала) и параметрите на адаптивност и стабилност за анализиране на ефективността на различните алгоритми за идентификация на подходящи генотипове обикновено секирче

	bi	Si <sup>2</sup>	ai	λi	PP	W <sup>2</sup>	W <sub>i</sub>	Брой грудки на растение
Bi		-0.439	0.990**	-0.452	-0.301	-0.301	0.372	0.208
Si <sup>2</sup>	0.195		-0.439	0.990**	0.979**	0.979**	0.584	0.758
ai	0.990**	0.195		-0.452	-0.301	-0.301	0.371	0.208
λi	0.195	0.99**	0.195		0.975**	0.975**	0.573	0.748
PP	0.507	-0.283	0.507	-0.283		0.990**	0.687	0.839*
W <sup>2</sup>	0.508	-0.283	0.508	-0.283	0.990**		0.687	0.839*
W <sub>i</sub>	0.430	0.301	0.430	0.300	0.494	0.494		0.967**
Тегло на семената /растение	0.955**	0.387	0.955**	0.387	0.446	0.446	0.635	

\*, \*\* доказаност при  $p < 0.05$ ; 0.01;

### 5.1.3. Оценка на сортовете обикновено секирче по адаптивна способност

Изучените колекционни материали се характеризират с разнообразни морфологични признаци. Биолого–морфологичните различия на използваните селекционни материали обуславят реакцията им при промяна на условията на средата и формирането на определена продуктивност.

При сортовете обикновено секирче за признаците височина на растението, брой бобове на растение, брой семена на растение, теглото на семената и свежо тегло на растението факторите сортове и условия на средата са достоверни (Таблица 18). Не са установени статистически значими различия и при д

в Дисперсионният анализ е показал, значително по-силното влияние на условията на средата върху проявата на изследваните признаци спрямо биологичните особености на отделните сортове.

т Адаптивността на сортовете обикновено секирче към условията на околната среда може да бъде оценена чрез пластичността им, изразена чрез различни критерии (Таблица 19). От изследваният набор образци сорт LAT5038 се характеризира с най-висок ефект на обща адаптивна способност (3.72) и с добра реакция към условията на отглеждане (GxE)gi по признака височина на растението. С относително добра стабилност (Sgi) се отличават BGE025277 и BGE015741, които имат и най-висок а стойност по показателя селекционна ценност на генотипа (СЦГ). По-слабо се представят LAT4362, LA5108 и LAT5038 по показателя SAC, което показва, че в отделни години няма да имат преимущество по височина на растението спрямо другите сортове.

р Коефициентът на линейна регресия по брой бобове на растение е статистически незначим затова образците обикновено секирче могат да бъдат оценени по другите параметри. BGE025277 и BGE015741 могат да бъдат определени като сортове с най-добра реакция към средата на отглеждане (GxE)gi. С най-благоприятна SAC се отличава сорт LA5108 (1.96) следван от LAT5038. Същите сортове показват и по-добра стабилност на признака според показателя (Sgi). С висока селекционна ценност на генотипа по този признак се характеризират LA5108 (12.33), BGE027129 (9.19) и LAT5038 (8.35).

т  
е  
г  
л  
о

Коефициентът на регресия ( $b_i$ ) при BGE025277, LAT4362 и LAT5038 по брой на семената от растение значително превишава единица ( $b_i > 1$ ), което ги поставя в групата на екологично нестабилните сортове, но отзивчиви към условията. По този признак най-висока специфична адаптивна способност (ОАС) е отчетена при BGE015741 (4.36) и LA5108 (4.09) и са сред групата на относително стабилните по този признак сортове. Растенията от тези образци формират средно по 28-29 броя семена.

**Таблица 18.** Анализ на варианса на изследваните признаци при сортовете обикновено секирче (2014-2016)

Източник на вариране	Df	Среден квадрат					
		Височина на растението, см	Брой бобове на растение	Брой семена на растение	Тегло на семената от растение	Свежо тегло на растението	Тегло на грудките на растение
Година	2	275.3539**	70.3489**	292.7089**	22.0277**	248.9942**	0.1211ns
Сорт	5	32.0085**	23.7302**	65.630**	3.5429*	56.5709**	0.0783ns
Грешки	10	38.8376	10.3649	70.5062	1.9432	20.2097	0.0630
Общо	17						

\* = доказаност при  $p < 0.05$ , \*\*  $< 0.01$ , ns = недоказаност

**Таблица 19.** Параметри на адаптивна способност на изследваните признаци при сортовете обикновено секирче

Сорт/ Параметър	$b_i$	$GxE_i$	$OAC_i$	$CAC_i$	$Sg_i, \%$	$SC_i$
височина на растението						
BGE027129	-0.80**	147.62	0.40	5.24	10.64	35.34
BGE025277	0.36**	14.80	1.85	1.21	2.39	47.46
LAT4362	2.24**	69.30	1.92	15.11	29.79	10.69
LA5108	1.94**	46.69	-3.21	13.35	29.29	10.22
LAT5038	-0.46**	161.29	3.72	19.06	36.28	2.05
BGE015741	2.71**	93.56	-4.68	2.14	4.85	38.46
брой бобове на растение						
BGE027129	1.22	-0.39	2.79	4.04	25.56	9.19
BGE025277	1.09	17.91	-3.01	5.61	56.06	0.82
LAT4362	1.45	2.66	-0.74	4.98	40.56	4.12
LA5108	0.66	0.22	2.52	1.96	12.62	12.33
LAT5038	1.22	4.10	-3.48	0.72	7.56	8.35
BGE015741	0.36	20.65	1.92	6.11	40.91	4.93

$b_i$  - регресионен коефициент по модела на Finlay и Wilkinson (1963); ОАС – обща адаптивна способност,  $CAC_i$  – специфична адаптивна способност,  $Sg_i, (\%)$  - относителна стабилност на генотипа,  $(GxE)_i$  - способност на генотипа да реагира на околната среда;  $SC_i$  - селекционна ценност на генотипа, доказаност при  $p < 0.05$  (\*), при  $0.01$  (\*\*)

Те са с най-добри показатели (20.79 и 16.43) по селекционна ценност на генотипа ( $SC_i$ ), показател който обединява влиянието на ефектите на общата ОАС и специфичната адаптивна способност  $CAC$ . Тегло на семената от растение (семенната продуктивност) е в зависимост от стойностите на структурните елементи брой бобове на растение, брой семена в боб и маса на 1000 семена. По този признак с най-висока стойност на  $CAC$  се характеризира BGE015741 (3.58) и BGE027129 (2.47), докато с най-ниска  $CAC$  е LAT4362 (0.88) и LAT5038 (1.27). С добро съчетание между параметъра селекционна ценност ( $SC_i$ ) и маса на семената от растение се отличават BGE027129 и BGE025277.

От изследвания набор образци по отношение стабилността на свежата биомаса интерес представляват BGE027129 и LA5108 с коефициент на линейна регресия съответно  $b_i=0.37$  и  $b_i=0.43$ . BGE025277 и LAT4362 могат да бъдат отнесени към сортовете ясно очертаващи своята отзивчивост към благоприятна среда. При подходящи условия на средата свежата маса на растенията им може чувствително да се повиши. Близко до идеалният генотип по този признак може да бъде определен сорт LAT5038 с много добре доказана стойност на параметъра  $b_i$ . С най-висока обща адаптивна способност и селекционна ценност се характеризират BGE027129 (1.58; 15.33) и BGE015741 (4.52; 10.42).



**Таблица 19.** Параметри на адаптивна способност на изследваните признаци при сортовете обикновено секирче (продължение)

Сорт/ Параметър	bi	GxEgi	OACi	CACi	Sgi, %	СЦГi
брой семена на растение						
BGE027129	1.11	17.78	2.02	8.72	33.29	16.07
BGE025277	1.82**	87.96	-8.18	14.66	91.65	-1.03
LAT4362	1.40**	5.95	-1.38	9.62	42.18	11.63
LA5108	-0.65**	154.73	4.09	6.44	22.77	20.79
LAT5038	1.32*	8.87	-0.91	7.43	31.95	14.64
BGE015741	0.99	30.25	4.36	10.42	36.52	16.43
тегло на семената от растение						
BGE027129	1.28	0.39	0.76	2.47	53.04	2.29
BGE025277	0.84	0.50	0.36	1.71	40.18	2.62
LAT4362	0.44	1.26	-0.73	0.88	27.73	2.33
LA5108	1.19	0.98	-0.92	2.45	82.14	0.63
LAT5038	1.6	0.50	-1.09	1.27	45.12	1.59
BGE015741	0.65	4.77	1.62	3.58	64.86	2.09

bi - регресионен коефициент по модела на Finlay и Wilkinson (1963); OAC – обща адаптивна способност, CACi – специфична адаптивна способност, Sgi,(%) - относителна стабилност на генотипа, (GxE)gi - способност на генотипа да реагира на околната среда; СЦГi - селекционна ценност на генотипа, доказаност при  $p < 0.05$  (\*), при  $0.01$ (\*\*)

**Таблица 19.** Параметри на адаптивна способност на изследваните признаци при сортовете обикновено секирче (продължение)

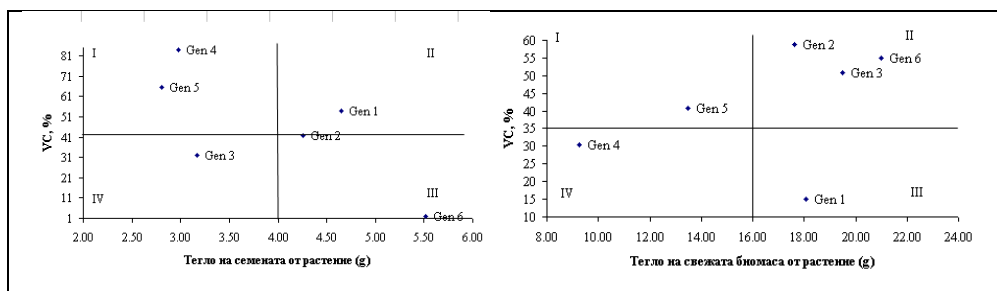
Сорт/ Параметър	bi	GxEgi	OACi	CACi	Sgi, %	СЦГi
свежо тегло (листа+стъбла) на растението						
BGE027129	0.37**	15.90	1.58	2.18	12.07	15.33
BGE025277	1.41**	29.67	1.13	10.22	58.04	4.78
LAT4362	1.54**	10.42	3.00	9.80	50.27	7.19
LA5108	0.43**	11.56	-7.21	2.30	24.76	6.39
LAT5038	1.18**	4.88	-3.02	7.23	53.68	4.39
BGE015741	1.08	15.15	4.52	8.43	40.13	10.42

bi - регресионен коефициент по модела на Finlay и Wilkinson (1963); OAC – обща адаптивна способност, CACi – специфична адаптивна способност, Sgi,(%) - относителна стабилност на генотипа, (GxE)gi - способност на генотипа да реагира на околната среда; СЦГi - селекционна ценност на генотипа, доказаност при  $p < 0.05$  (\*), при  $0.01$ (\*\*)

Средната стойност на признака и вариационния му коефициент за всеки сорт разделят координатната система на четири квадранта (фигура 15). В трети квадрант попадат сортове с висока екологична стабилност и висока продуктивност. За признакът тегло на семената от растение това е BGE015741, следван от BGE025277 който е по-ниско продуктивен и е разположен много близко до абцисата на координатната система. Тези сортове са най-важни за селекцията. Интерес представляват и сортовете, които биха заели място във втори квадрант те са високопродуктивни, но и високо вариабилни. В такова положение се намира сорт BGE027129, който проявява отзивчивост само в благоприятни условия на средата. Разположението на сорт LAT4362 в четвърти квадрант свидетелства за неговата стабилност по този признак, но и по-ограничени биологични възможности по отношение теглото на семената от растение. В първи квадрант попадат високо вариабилните и ниско продуктивни сортове LA5108 и LAT5038.

С високи стойности на надземната биомаса и с най-ниска вариабилност се отличава BGE027129 разположен в квадрант три на координатната система.

Във втори квадрант са високо продуктивните на свежа биомаса BGE025277, LAT4362 и BGE015741. Високата стойност на вариационният им коефициент ги определя като екологично нестабилни. В първи и четвърти квадрант са съответно сортовете LAT5038 и LA5108, отличаващи се с по-ниска изява на признака.



**Фигура 15.** Стабилност на показателите продуктивност на зърно и свежа маса съгласно Francis и Kannenberg, (1978) и разпределение на сортовете по стойността на вариационния коефициент (VC, %)

Gen 1 - BGE027129; Gen 2- BGE025277; Gen 3 - LAT4362; Gen 4 - LA5108, Gen 5 - LAT5038; Gen 6 – BGE015741;

### 5.1.4. Приложение на еколого - генетичният модел в селекцията на обикновено секирче

#### 5.1.4.1. Модулна организация на количествения признак при обикновеното секирче

В таблица 22 е представено влиянието на средата върху пет модула определящи продуктивността на надземната и кореновата биомаса на шест сорта обикновено секирче. Формирането на модула брой семена от растение е резултат от взаимното влияние на брой бобове на растение и брой семена в боб. Лимитите на средата директно повлияват върху експресията и двата компонентни признака. Сорт BGE027129 е екологично по-стабилен израз на което е заемането на първа или втора позиция в ранговия анализ (Таблица 22). Такива компенсаторни реакции са установени и при другите сортове и това е причината сорт BGE015741 като цяло да премине на по-добрата втора позиция по резултиращият признак брой семена от едно растение заедно с BGE027129.

**Таблица 22.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете обикновено секирче (по отчетна стойност)

Сорт	Година								
	2014			2015			2016		
Модул I – продуктивност семена/растение									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	брой семена на растение			тегло на едно зърно			тегло на семената от растение		
BGE027129	22.00	19.80	37.00	0.316	0.253	0.135	6.947	5.010	5.01
BGE025277	9.00	5.80	33.00	0.528	0.991	0.174	4.753	5.747	5.75
LAT4362	15.00	19.20	34.00	0.291	0.150	0.085	4.358	2.888	2.89
LA5108	29.00	35.00	21.00	0.191	0.079	0.131	5.541	2.752	2.75
LAT5038	14.00	22.40	28.00	0.307	0.121	0.097	4.300	2.720	2.72
BGE015741	16.00	34.40	35.00	0.384	0.256	0.252	6.142	8.809	8.81

Теглото на грудките от растение и наситеност на кореновата система с грудки се включват като структурни елементи на модулът маса на кореновата система на едно растение. В изследваната група сортове при BGE025277 и LAT5038 е отчетена най-висока средна стойност по последния признак (4.54-4.22) и стабилната втора позиция по ранг. В крайното класирането по резултиращият признак тегло на кореновата система на първо място е BGE025277, а втора позиция се заема от BGE027129, LAT4362 и BGE015741.

**Таблица 22.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете обикновено секирче (по отчетна стойност) (продължение)

Сорт	Година								
	2014			2015			2016		
Модул II: Брой семена от едно растение									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	брой бобове на растение			брой семена в боб			брой семена на растение		
BGE027129	11.00	17.60	19.00	1.90	1.13	1.95	22.00	19.80	37.00
BGE025277	7.00	6.40	17.00	1.29	0.91	2.01	9.00	5.80	33.00
LAT4362	7.00	12.60	17.00	2.11	1.52	2.00	15.00	19.20	34.00
LA5108	13.00	16.20	17.00	2.28	2.16	1.23	29.00	35.00	21.00
LAT5038	8.00	10.60	10.00	1.63	2.11	3.00	14.00	22.40	28.00
BGE015741	9.00	21.40	14.00	1.69	1.61	2.48	16.00	34.40	35.00

**Таблица 22.** Влияние на условията на средата върху модула продуктивност на зелената боимаса от растение при сортовете обикновено секирче (по отчетна стойност) (продължение)

Сорт	Година								
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Модул III: Продуктивност на зелена маса от едно растение									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	свежо тегло на листата/растение			свежо тегло на стъблата/растение			тегло на зелена маса /растение		
BGE027129	11.767	9.018	4.67	6.11	11.869	10.77	20.79	17.98	15.44
BGE025277	8.861	11.924	2.58	8.01	16.401	5.07	20.79	24.41	7.65
LAT4362	13.58	11.972	2.79	9.881	14.842	5.39	25.55	24.72	8.18
LA5108	5.574	4.344	2.50	5.65	6.224	3.54	9.92	11.87	6.04
LAT5038	10.833	6.717	1.99	8.80	8.820	3.25	17.55	17.62	5.24
BGE015741	20.021	11.539	2.79	8.92	10.657	9.10	31.56	19.58	11.89

**Таблица 22.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете обикновено секирче (по отчетна стойност) (продължение)

Сорт	Година								
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Модул IV: Маса на грудките на едно растение									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	брой грудки /растение			тегло на грудка			тегло грудки на растение		
BGE027129	62.00	27.60	33.80	0.0079	0.0074	0.011	0.491	0.205	0.36
BGE025277	19.63	23.40	41.80	0.0128	0.0082	0.006	0.252	0.192	0.25
LAT4362	38.17	43.80	21.00	0.0085	0.0064	0.009	0.324	0.281	0.19
LA5108	14.44	15.80	1.00	0.0097	0.0176	0.100	0.140	0.278	0.10
LAT5038	30.00	7.00	1.00	0.0073	0.0181	0.100	0.219	0.127	0.10
BGE015741	28.80	31.00	16.00	0.0455	0.0096	0.010	1.311	0.297	0.16

Най-ниско е теглото на кореновата система на растенията от сорт LA5108. При ранжиране на сортовете обикновено секирче от работната колекция по продуктивност на зърно за изследвания период (Таблица 22) със стабилни позиции се отличават BGE015741 и BGE027129 (рангове 2-1-1 и съответно 1-3-3). Сорт BGE025277 заема трета позиция с рангове 4-2-2. Тези сортове са високо добивни, като между тези с втори и трети ранг не са установени статистически значими различия. Най-ниски средни добиви са установени при сортовете LAT4362 (67.6 kg da<sup>-1</sup>) и LAT5038 (64.9 kg.da<sup>-1</sup>), които са ранжирани съответно с ранг 4 и 6.

Представените в таблица 24 данни за средния добив на зелената биомаса показват, че единствено сорт LA5108 (371 kg da<sup>-1</sup>) е със статистически доказани разлики спрямо всички останали сортове.

**Таблица 22.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете обикновено секирче (по отчетна стойност) (продължение)

Сорт	Година								
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Модул V: Маса на кореновата система на едно растение									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	наситеност на кореновата система на едно растение с грудки			тегло грудки на растение			тегло на кореновата система		
BGE027129	2.006	4.351	2.181	0.491	0.205	0.36	0.985	0.892	0.785
BGE025277	4.782	5.104	3.745	0.252	0.192	0.25	1.205	0.980	0.9362
LAT4362	3.565	3.007	2.488	0.324	0.281	0.19	1.155	0.845	0.4728
LA5108	5.000	1.640	2.636	0.140	0.278	0.10	0.7	0.456	0.2636

LAT5038	5.046	3.858	3.746	0.219	0.127	0.10	1.105	0.490	0.3746
BGE015741	0.858	2.734	5.769	1.311	0.297	0.16	1.125	0.812	0.923

**Таблица 24.** Влияние на условията на средата върху модулите добив на семена и на зелена маса при сортовете обикновено секирче (по отчетна стойност и по ранг)

Сорт	Лимит (година)			(kg.da <sup>-1</sup> )	Рангове			
	2014	2015	2016	2012-2014	2014	2015	2016	Средно
Модул добив на семена- Добив зърно								
BGE027129	138.90	100.20	100.20	113.10 <sup>b</sup>	1	3	3	2
BGE025277	95.10	114.90	115.00	108.30 <sup>ab</sup>	4	2	2	3
LAT4362	87.20	57.80	57.80	67.60 <sup>a</sup>	5	4	4	4
LA5108	110.80	55.00	55.00	73.60 <sup>ab</sup>	3	5	5	4
LAT5038	86.00	54.40	54.40	64.90 <sup>a</sup>	6	6	6	6
BGE015741	122.80	176.20	176.20	158.40 <sup>c</sup>	2	1	1	1
Модул добив на зелена маса								
BGE027129	831.60	719.20	617.60	722.80 <sup>b</sup>	1	4	1	2
BGE025277	831.60	976.40	306.00	704.70 <sup>b</sup>	2	2	4	3
LAT4362	1022.00	988.80	327.20	779.30 <sup>b</sup>	3	1	3	2
LA5108	396.80	474.80	241.60	371.10 <sup>a</sup>	4	6	5	5
LAT5038	702.00	704.80	209.60	538.80 <sup>ab</sup>	5	5	6	5
BGE015741	1262.40	783.20	475.60	840.40 <sup>b</sup>	6	3	2	4

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при  $p < 5\%$

За селекцията на тази култура интерес представлява сорт BGE027129, който освен висок добив на зърно притежава биологични възможности да развива по-голяма надземна биомаса. Той заедно с LAT4362 заемат най-добри позиции по този показател и са оценени с ранг 2. На трета позиция след тях с ранг 3 е класиран сорт BGE025277.

С най-висок добив (840.40 kg.da<sup>-1</sup>) се характеризира сорт BGE015741, но той проявява и голяма вариабилност (от ранг 6 за 2014 г. до ранг 2 за 2016 г.) и е оценен със среден ранг 4 за периода на изследване.

#### 5.1.4.2. Метод на ортогоналните регресии. Идентификация на генотипа по фенотип.

На координатна система в фигура 16 на абцисата е представената стойността на теглото на кореновата система на всеки от образците обикновено секирче, а на ординатата съответните стойности теглото на свежата биомаса или тегло на зърното от растение (в технически зрелост).

При кръстосването на сортове от първи квадрант могат да се очакват нови генотипове с по-добро комбиниране на желани благоприятни гени и характеризиращи се положително преместване по генетико физиологичните системи по атракция и адаптивност. С положителни адаптивност и атракция са BGE027129 и LAT4362 през благоприятната 2014 г по отношение теглото на свежата биомаса. Когато развитието на растенията протича в рестриктивни условия (2015 г) се установява преместване на BGE027129 в четвърти квадрант.

С особена селекционна ценност са генотиповете попаднали в първи квадрант с адаптивност, но със „слаби“ гени за атракция. LAT4362 запазва мястото си в първи квадрант отгледан и в неблагоприятни условия, което предполага че той притежава генни комплекси осигуряващи му добро развитие в различни микро екологични ниши.

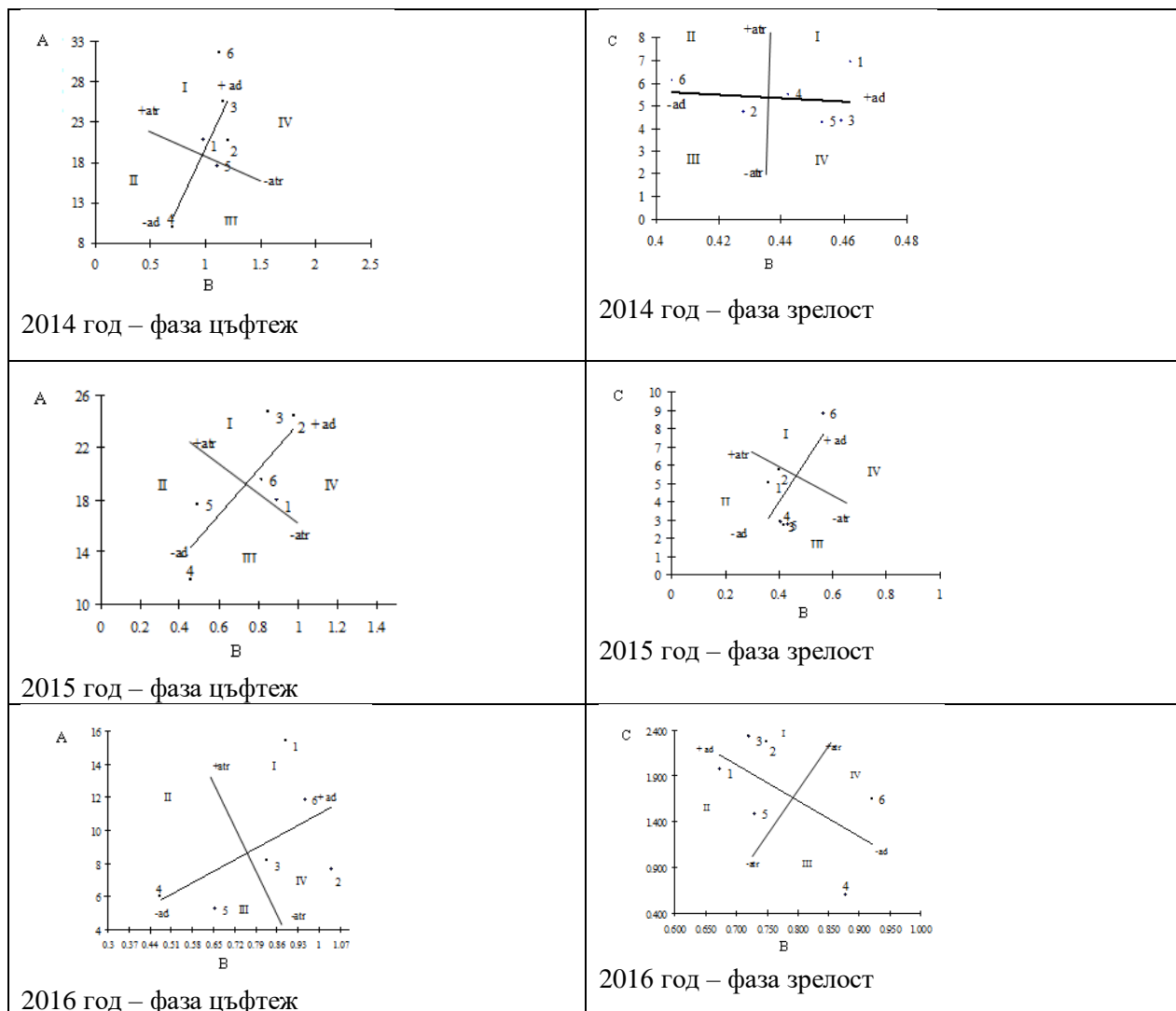
От гледна точка на хибридна изменчивост интерес представлява и сорт BGE025277, който при влошаване на ценотичната обстановка (2015 г) се премества от втори във първи квадрант заемайки най-добра позиция по адаптивност.

В отрицателната част на регресионната линия са сортовете LA5108 и LAT5038. Разположението им в квадрантите втори и трети ги определя като генотипове със слаба адаптивна способност. LAT5038 за разлика от LA5108 поставен в лимитиращи условия преминава във втори квадрант, което е указание че той притежава по-добро съчетание на гени за атракция.

Във фаза техническа зрелост BGE027129 се отличава с най-висока продуктивност на зърно и заема десният горен ъгъл на първи квадрант. От разположението му на координатната система става ясно, че той притежава надежден набор от гени определящи неговата генетична изменчивост (гени за атракция) и адаптация, но проявяващи се само в оптимални условия на отглеждане. В същият квадрант е и сорт

LA5108, който е разположен много близко до линията на адаптивност, от което следва че той е носител на по-слаби гени за атракция.

Явлението разпо на правеност се проявява при неблагоприятни условия (2015 г). Единствено сорт BGE015741 попада от втори в първи квадрант като преминава от отрицателната в положителна част на линията на регресия, показвайки по този начин най-добра адаптивна способност. Сортовете LAT4362, LA5108 и LAT5038 при същите условия на отглеждане се преместват крайно ляво във трети квадрант, с което показват че генетичния контрол върху адаптивността при тях се преопределя неблагоприятно.



**Фигура 16.** Разпределение на средните стойности на сортовете обикновено секирче по линията на ортогоналната регресия

A - тегло на зелената биомаса на растение (g), B - тегло на кореновата маса на растение (g), C - тегло на семената от растение (g), 1 - BGE027129; 2 - BGE025277; 3 - LAT4362; 4 - LA5108; 5 - LAT5038, 6 – BGE015741

### 5.1.5. Генетичен анализ на количествени признаци при хибриди обикновено секирче

При тамден селекцията азот фиксация – продуктивност на сортовете обикновено секирче освен наличието на ценни гени свързани с признаци определящи продуктивността на надземната маса на растението е необходимо да се отдели внимание и на признаци детерминиращи специфична грудкообразуваща способност, брой и тегло на грудките, дължина на корените, тегло на кореновата система и т.н. Поради това в направеното изследване са анализирани хибридите F1-F2 и техните родителски форми (Таблица 25), за да бъде установен начина на наследяване на изследваните признаци.

От данните представени в таблица 26 се вижда, че при състен посев признаците свежо тегло на корените, свежо тегло на листата, надземна биомаса на растението и тегло на грудките от растение е установен отрицателен истински хетерозис достигащ до -86.81% -88.05% за хибрида BGE025277 x LA5108 по брой и тегло на грудките от растение. Изключение прави кръстоската между образците LA5108 и BGE027129 при, която истинският хетерозис е положителен за броя на грудките. Растенията от тази кръстоска както и реципрочната и се отличават и с най-високо ниво на депресия.

**Таблица 25.** Отличителни особености на изследваните родителски компоненти

Признак \Сорт	BGE027129	BGE025277	LA5108
при съгъстен посев			
Свежо тегло на корените (g)	0.24a	0.65c	0.41b
Свежо тегло на листата (g)	14.21b	9.12ab	4.19a
Надземна биомаса на растението (g)	10.74a	5.23a	7.86a
Брой грудки на растение	9.78a	25.61a	10.63a
Тегло грудки на растение (g)	0.09a	0.11a	0.21a
при разреден посев			
Свежо тегло на корените (g)	0.42a	0.53ab	0.69b
Свежо тегло на листата (g)	6.06b	13.85c	1.78a
Надземна биомаса на растението (g)	4.74a	11.74b	3.47a
Брой грудки на растение	5.46a	17.61b	5.93a
Тегло грудки на растение (g.)	0.03a	0.14b	0.07a

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при  $p < 5\%$ ,

**Таблица 26.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски обикновено секирче при съгъстен посев

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
свежо тегло на корените							
LA5108 x BGE027129	0.34b	0.59c	4.62	-17.07	-73.53	0.18	6.24
BGE027129 x LA5108	0.15a	0.19a	-53.85	-63.41	-26.67	-2.06	-3.18
LA5108 x BGE025277	0.64b	1.32d	20.75	-1.54	-106.3	0.92	13.17
BGE025277 x LA5108	0.209c	0.435b	-60.57	-67.85	-108.1	-2.68	-1.58
свежо тегло на листата							
LA5108 x BGE027129	3.304a	4.323ab	-64.09	-76.75	-30.84	-1.18	-1.95
BGE027129 x LA5108	3.95a	7.14b	-57.07	-72.2	-80.76	-1.05	-0.82
LA5108 x BGE025277	4.658b	3.021a	-30.01	-48.93	35.14	-0.81	-2.95
BGE025277 x LA5108	7.701c	4.995ab	15.72	-15.56	35.14	0.42	-1.35
надземна биомаса на растението							
LA5108 x BGE027129	4.761a	8.655b	-48.81	-55.67	-81.79	-3.15	-0.9
BGE027129 x LA5108	2.622a	6.338ab	-71.81	-75.59	-141.7	-4.64	-4.11
LA5108 x BGE025277	7.518b	4.11a	14.87	-4.35	45.33	0.74	-3.7
BGE025277 x LA5108	5.505b	3.01a	-15.89	-29.96	45.32	-0.79	-5.38

средните стойности последвани от една и съща буква не се различават статистически при  $p < 5\%$

Свежо тегло на корените от растение се наследява положително доминантно (0.92) при LA5108 x BGE025277, междинно (0.18) при LA5108 x BGE027129, а при техните реципрочни отрицателно свръхдоминантно. В наследяването на признака при с изключение на BGE027129 x LA5108 при останалите

хибридни комбинации главна роля играят епистатните генни взаимодействия. С отрицателно свръхдоминиране се характеризира наследяването на признаците свежо тегло на листата и надземна биомаса на растението при LA5108 x BGE027129 независимо от посоката на кръстосване. Със сходен тип наследяване са хибридите получени от кръстосването на LA5108 с BGE025277.

**Таблица 26.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски обикновено секирче при състен посев (продължение)

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
брой грудки на растение							
LA5108 x BGE027129	31.5b	16.5a	208.67	196.33	47.62	50.11	29.62
BGE027129 x LA5108	10.408a	3.845a	1.99	-2.09	63.06	0.48	-29.93
LA5108 x BGE025277	14.5b	51.5b	-19.98	-43.38	-255.2	-0.48	8.91
BGE025277 x LA5108	3.379a	12a	-81.35	-86.81	-255.1	-1.97	-1.63
тегло грудки на растение							
LA5108 x BGE027129	0.183bc	0.198bc	22.22	-23.42	-8.2	0.37	-1.21
BGE027129 x LA5108	0.07a	0.044a	-59.62	-74.7	37.14	-1	-2.86
LA5108 x BGE025277	0.126ab	0.52c	-25.04	-48.72	-333.3	-0.54	7.2
BGE025277 x LA5108	0.028a	0.115ab	-82.53	-88.05	-310.7	-1.79	-1.64

средните стойности последвани от една и съща буква не се различават при ниво p<5%

Стойността на степента на доминиране в F<sub>1</sub> при LA5108 x BGE027129 показва, че наследяването на признака свежо тегло на листата е от тип отрицателно доминиране а при реципрочната кръстоска BGE027129 x LA5108 наследяването е положително доминантно.

По признака тегло на свежата биомаса от растение прави впечатление, че хибридните растения получени от кръстосването на сорт LA5108 с BGE025277 не са депресирани, докато тези които са резултат от кръстосване на LA5108 с BGE027129 особено BGE027129 x LA5108 са с висока степен на депресия независимо от благоприятната среда на отглеждане (разреден посев). Растенията от последната кръстоска при неблагоприятната среда на съгъстване на посева са показали липса на депресия и неалелен тип наследяване на признака (Таблица 27).

**Таблица 27.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски обикновено секирче при разреден посев

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
свежо тегло на корените							
LA5108 x BGE027129	0.46b	0.936b	-17.12	-33.33	-103.5	-0.7	5.64
BGE027129 x LA5108	0.112a	0.306a	-79.82	-83.77	-173.2	-3.28	-3.69
LA5108 x BGE025277	0.333ab	0.989b	-45.41	-51.74	-197	-3.46	9.48
BGE025277 x LA5108	0.109a	0.323a	-82.13	-84.2	-196.3	-6.26	-7.18
свежо тегло на листата							
LA5108 x BGE027129	2.392a	2.616a	-38.98	-60.53	-9.36	-0.71	-1.22
BGE027129 x LA5108	5.462ab	4.325ab	39.34	-9.87	20.82	0.72	0.38
LA5108 x BGE025277	4.749ab	6.512b	-39.23	-65.71	-37.12	-0.51	-0.43
BGE025277 x LA5108	7.85b	10.767c	0.45	-43.32	-37.16	0.01	0.98
надземна биомаса на растението							
LA5108 x BGE027129	3.58a	3.485a	-12.79	-24.47	2.65	-0.83	-1.95
BGE027129 x LA5108	3.487a	2.552a	-15.05	-26.43	26.81	-0.97	-4.89
LA5108 x BGE025277	8.037b	8.401c	5.68	-31.54	-4.53	0.1	0.39
BGE025277 x LA5108	5.885ab	6.152b	-22.62	-49.87	-4.54	-0.42	-0.7

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават статистически при p<5%

По-ниската стойност на показателят степен на доминиране във втора генерация (F2) спрямо първа (F1), определя важността на доминантните гени в наследяване на признаците. При промяна в лимита на средата (отглеждане при разреден посев, (Таблица 27) се наблюдават и някои различия в реакцията на хибридните растения към средата на отглеждане. По признаците свежо тегло на корените, свежо тегло на листата и тегло на надземната биомаса на растението истинския хетерозис е отрицателен аналогичен на лимит на средата при съгъстен посев.

При същата посевна норма растенията от LA5108 x BGE027129 и реципрочната и са с отрицателен знак на коефициента на трансгресия. Броят на гените, влияещи върху проявлението на признака, по който се отличават родителите е различен. При LA5108 по BGE025277 независимо от посоката на кръстосване и лимита на средата родителите се различават по 1-2 гена. При кръстоската LA5108 x BGE027129 особено при разреждения посев (33.01; 20.07) е доста по-голяма.

Отрицателно доминиране проявяват кръстоските LA5108 x BGE027129 и LA5108 x BGE025277 по свежо тегло на корените, като при втората преобладават доминантните генни действия.

**Таблица 27.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски обикновено секирче при разреден посев (продължение)

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
брой грудки на растение							
LA5108 x BGE027129	44.667b	44.75a	684.32	653.24	-0.19	165.84	332.38
BGE027129 x LA5108	7.34a	10.427a	28.88	23.78	-42.06	7	40.27
LA5108 x BGE025277	15.667a	73.667b	-6.1	-11.03	-370.2	-1.1	123.14
BGE025277 x LA5108	3.65a	17.165a	-78.12	-79.27	-370.3	-14.08	1.04
тегло грудки на растение							
LA5108 x BGE027129	0.318b	0.253a	536	354.29	20.44	13.4	20.3
BGE027129 x LA5108	0.04ab	0.056a	-20	-42.86	-40	-0.5	0.6
LA5108 x BGE025277	0.079ab	0.43b	-24.76	-43.57	-444.3	-0.74	18.57
BGE025277 x LA5108	0.018a	0.095a	-82.86	-87.14	-427.8	-2.49	-0.57

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при ниво p<5%

По тегло на грудките от растение и при двете среди на отглеждане хибридите проявяват отрицателен истински хетерозис. Изключение прави LA5108 x BGE027129, която е с висок хетерозис (354.29) и преобладаващи епистатни генни взаимодействия при разреждане на посева. Коефициентите на трансгресия (Тп) за свежо тегло на корените от растение (Таблица 28) са положителни при комбинацията LA5108 x BGE025277, като при разредената посевна норма реципрочната кръстоска е с почти два пъти по-високи стойности (2.42), (Таблица 29).

Отрицателните стойности на епистатичните генни взаимодействия при част кръстоските при промяна на условията на средата индикират потискане проявлението на доминантните алели, водещо до по-ниска фенотипна експресия на признака. Стойностите на коефициентите на наследяемост в широк смисъл (H2) и коефициентите за ефективност на отбора (Pp) са високи при LA5108 x BGE025277 което показва, че в общото фенотипно проявление на този признак, генотипът има сравнително висок дял както при съгъстен така и при разреден посев. При хибридните растения от тази кръстоска отборът по фенотип може да започне още в ранните генерации (F2 – F3). При LA5108 x BGE027129 с разреждане на посева параметърът (Pp) за ефективност на отбора е с отрицателен знак, показващ, че независимо от високия коефициент на наследяемост отборът по този признак ще бъде ефективен в по-късните хибридни генерации (F5 – F6). По отношение свежо тегло на листата е установена е положителна трансгресия (Тп) при всички комбинации в съгъстен посев. При комбинацията LA5108 x BGE025277 и реципрочната и трансгресията е по-висока спрямо другите хибридни кръстоски дори и при разреждане на посева, при който всички стойности на този показател са отрицателни.

При съгъстяване на посева родителските форми се различават несъществено по броя на гените определящи експресията на признака. Преобладават положителните стойности на епистатичните взаимодействия (E) при кръстоската LA5108 x BGE025277. В резултат на което може да се очаква висок дял на индивидите от последователните генерации на разпадащите популации със засилено фенотипно проявление на признака. При LA5108 x BGE027129 също се запазва типа на генните взаимодействия.

Отрицателните епистатични взаимодействия предполагат намаляване степента на фенотипното проявление на този признак в сравнение с пълното адитивно наследяване. Генетичният дял в общата



фенотипна експресия е висок особено при състен посев, което проличава от относително високите стойности на коефициентите за наследяемост (от 0.15 до 0.983).

**Таблица 28.** Стойности на генните параметри на количествените признаци на изследваните кръстоски обикновено секирче при F2 хибридна генерация в състен посев

Кръстоски/ Параметри	T <sub>n</sub>	N	D	E	H <sup>2</sup>	Pp
свежо тегло на корените						
LA5108 x BGE027129	3.55	0.10	0.15	-0.18	0.914	0.49
BGE027129 x LA5108	1.27	7.37	2.71	-2.47	0.933	0.16
LA5108 x BGE025277	2.53	0.42	0.4	-0.39	0.91	0.47
BGE025277 x LA5108	2.10	0.03	-0.17	0.09	0.987	0.47
свежо тегло на листата						
LA5108 x BGE027129	6.27	0.01	0.68	-0.02	0.987	0.40
BGE027129 x LA5108	8.17	0.07	0.08	0.16	0.914	0.49
LA5108 x BGE025277	11.45	2.59	-2.12	1.20	0.929	0.14
BGE025277 x LA5108	14.64	0.17	-0.31	-0.23	0.98	0.50
надземна биомаса на растението						
LA5108 x BGE027129	9.10	11.45	-4.49	3.55	0.983	-0.19
BGE027129 x LA5108	12.16	6.62	-2.69	2.30	0.93	0.12
LA5108 x BGE025277	10.79	1.05	0.21	-0.69	0.931	0.61
BGE025277 x LA5108	21.81	0.03	-0.26	-0.07	0.975	0.46
брой грудки на растение						
LA5108 x BGE027129	3.84	34.59	6.10	-8.03	0.41	-0.03
BGE027129 x LA5108	22.02	36.95	9.32	-9.14	0.98	-1.27
LA5108 x BGE025277	0.68	101.1	3.53	15.81	0.1	-3.73
BGE025277 x LA5108	28.05	1.71	-0.9	0.91	0.94	0.29
тегло грудки на растение						
LA5108 x BGE027129	6.65	0.00	-0.03	0.01	0.925	0.49
BGE027129 x LA5108	0.01	49.80	11.41	-11.78	0.79	-1.52
LA5108 x BGE025277	5.19	0.00	0.03	-0.03	0.91	0.50
BGE025277 x LA5108	4.24	0.01	-0.08	0.06	0.945	0.49

T<sub>n</sub> - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти; H<sup>2</sup> - коефициент на наследяемост в широк смисъл; Pp - коефициент на ефективност на масовия отбор;

Тези данни, както и сравнително високите стойности на коефициентите за ефективност на отбора (Pp) – при BGE027129 x LA5108 (0.49-0.67) и BGE025277 x LA5108 (0.50-0.48) сочат, че отборът по свежо тегло на листата ще бъде ефективен и може да се проведе в по-ранните хибридни генерации (F2 - F3).

Броят на гените (N), по които се различават родителските форми по отношение продуктивността на свежата надземна биомаса е не голям (1 – 2). Изключение прави LA5108 x BGE027129 и реципрочната и при гъст посев (6-11).

В настоящото проучване отрицателните стойности на показателя D показват, че доминантните алели детерминират по-ниска надземна биомаса на растение. Положителни стойности за епистатични генни взаимодействия (E) се наблюдават единствено при кръстосване на сорт LA5108 с BGE027129, като подсилват действието на доминантните алели и водят до по-силна фенотипна експресия.

Високите коефициенти за наследяемост на признака (H<sup>2</sup>>0.90) и този за ефективност на отбора (Pp) при LA5108 x BGE025277 и BGE025277 x LA5108 от 0.46 до 0.61, дават основание да се прогнозира, че по този признак, отборът ще бъде ефективен в по-ранни хибридни генерации.

Участващите в кръстоските образци се различават помежду си значително по броя на гените (N), детерминиращи признака, от 2 при BGE025277 x LA5108 до 26 при LA5108 x BGE027129.

Данните за брой грудки на растение показват, че броят на гените по които се различават изходните родителски форми, варират в широки граници (N от 1 до 11 при разреден посев и от 1.7 до 101 при състен

посев). Доминантните алели на посочените гени (D) действат в посока детерминиране на по-голям брой грудки на растение (изключение прави BGE025277 x LA5108).

**Таблица 29.** Стойности на генните параметри на количествените признаци на изследваните кръстоски обикновено секирче при F2 хибридна генерация в разреден посев

Кръстоски/ Параметри	T <sub>n</sub>	N	D	E	H <sup>2</sup>	Pr
свежо тегло на корените						
LA5108 x BGE027129	-5.12	33.01	-14.14	9.23	0.94	-1.89
BGE027129 x LA5108	-4.70	20.07	-9.68	5.99	0.977	-1.21
LA5108 x BGE025277	1.25	0.07	-0.51	0.11	0.982	0.41
BGE025277 x LA5108	2.42	1.25	0.71	-0.75	0.97	0.45
свежо тегло на листата						
LA5108 x BGE027129	-2.99	26.08	7.39	-6.84	0.71	-0.85
BGE027129 x LA5108	-3.49	6.18	0.65	-2.00	0.31	0.67
LA5108 x BGE025277	-0.37	2.66	-2.09	1.22	0.929	0.21
BGE025277 x LA5108	-0.79	2.30	0.06	1.09	0.15	0.48
надземна биомаса на растението						
LA5108 x BGE027129	12.86	0.49	-0.65	0.41	0.98	0.41
BGE027129 x LA5108	1.54	0.49	-0.70	0.41	0.979	0.50
LA5108 x BGE025277	19.42	0.18	-0.28	0.25	0.983	0.47
BGE025277 x LA5108	2.32	0.62	-0.66	0.48	0.913	0.59
брой грудки на растение						
LA5108 x BGE027129	42.36	0.05	0.14	-0.13	0.99	0.62
BGE027129 x LA5108	163.95	0.20	0.33	-0.25	0.99	0.65
LA5108 x BGE025277	4.49	8.67	3.20	-2.81	0.76	0.08
BGE025277 x LA5108	17.38	11.21	5.92	-3.65	0.98	-0.99
тегло грудки на растение						
LA5108 x BGE027129	2.12	0.01	-0.23	0.03	0.952	0.46
BGE027129 x LA5108	0.08	30.56	6.63	-7.48	0.51	-0.28
LA5108 x BGE025277	2.61	0.00	0.00	-0.01	9.06	0.50
BGE025277 x LA5108	4.06	0.01	0.10	-0.03	0.915	0.48

T<sub>n</sub> - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти; H<sup>2</sup> - коефициент на наследяемост в широк смисъл; Pr - коефициент на ефективност на масовия отбор;

Най-високи показатели за трансгресия (T<sub>n</sub>) са установени при хибридните растения от комбинацията между LA5108 x BGE027129 отглеждани при условия на по-голяма хранителна площ. В разпадащите хибридни генерации на двете кръстоски могат да се очакват с по-голяма вероятност генотипове, при които да са налице генни комбинации, водещи до увеличаване броя на грудките на растение. Предимно отрицателните стойности за епистатичните взаимодействия (E) показват потенциал за по-ниска фенотипна експресия на признака в следващите поколения. В настоящото проучване коефициентите на наследяемост (H<sup>2</sup>) са високи при всички кръстоски с изключение на LA5108 x BGE025277 (0.10). Въз основа на стойностите на параметъра (Pr) за ефективност на отбора можем да прогнозираме, че отборът на растения с повишен брой грудки ще бъде по-ефективен в по-късните поколения (F5 – F6).

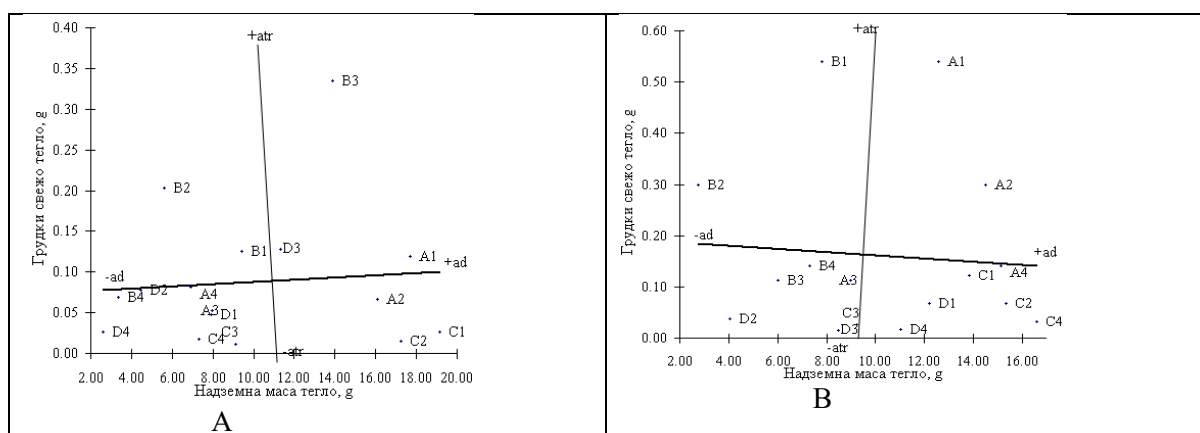
Стойностите на показателите на трансгресия (T<sub>n</sub>) показват, че в получените F2 популации от кръстоските LA5108 x BGE027129 и BGE025277 x LA5108, с успех могат да бъдат избрани индивиди, които да притежават значително по-висока маса на грудките от растение в сравнение с родителските форми. Изчисленият брой на гените, по които се различават родителските форми по тегло на грудките е твърде малък, с изключение на BGE027129 x LA5108 и в двете среди на отглеждане (30.56-49.80).

Междувалелните взаимодействия (E) са с положителни макар и ниски стойности при комбинацията LA5108 x BGE027129. Коефициентите за наследяемост (H<sup>2</sup>) са относително високи и може да се допусне, че генетичният дял във фенотипната експресия на признака е по-голям. Стойностите на показателя за ефективност на отбора (Pr) предполагат отборът на форми с по-голямо тегло на грудките да бъде ефективен в по-ранните генерации особено при LA5108 x BGE025277 и BGE025277 x LA5108. На фигура

18 (А и В) са представени резултатите от изпитването са 16 F1 хибрида при лимит на средата изразен чрез две различни сеитбени норми (гъст посев и разреден посев) за признаците тегло на грудките и тегло на надземната биомаса от растение. При влошаване на ценотичната обстановка (сгъстен посев фигура 16А) адитивно най-ценен хибрид е LA5108 x BGE025277 (1), следван от BGE025277 x LA5108 (3) и BGE027129 x LA5108 (3). Тези хибриди проявяват добро съчетание на гени за адаптивност и атракция при влошаване на условията.

При разреждане на посева (фигура 18В) такова съчетание имат хибриди LA5108 x BGE025277 (1) и LA5108 x BGE025277 (2) с положителни стойности по атракция и адаптивност. Хибрид А1 и при двата лимита на средата запазва мястото си в един и същ квадрант, макар и да променя точното си местоположение. При благоприятни условия на отглеждане (разреден посев) този хибрид проявява максимална положителна степен на атракция, което предполага че е носител на силни гени за атракция (гени за продуктивност по изследваните признаци).

Другите два хибрида (BGE025277 x LA5108 (3) и BGE027129 x LA5108 (3)) са попаднали в квадранта определен от отрицателна адаптивност и атракция, което показва, че генетичния контрол върху адаптивността се преопределя неблагоприятно за по-висока гъстота на посева за тези хибриди. Посредством генетическата промяна по атракция на хибридите обикновено секирче може да се установи наличие на силен полиморфизъм, което говори за добра в селекционно отношение перспектива за подобряване на тази култура.



**Фигура 18.** Разпределение на сортовете обикновено секирче по линията на ортогоналната регресия А -1,2,3,4 - LA5108 x BGE025277; В - 1,2,3,4, - BGE025277 x LA5108; С -1,2,3,4 - LA5108 x BGE027129; D -1,2,3,4, - BGE027129 x LA5108; 1, 2, 3, 4 - индивидуални растение от съответния хибрид; А - Сгъстен посев, В - Разреден посев

Хибрид BGE025277 x LA5108 (1) подобно на LA5108 x BGE025277 (1) не променя положението си спрямо квадрантите, но и той при благоприятни условия проявява силна атракция. Хибридите LA5108 x BGE027129 (1) и LA5108 x BGE027129 (2) се адаптират добре и при двата лимита на средата. Те се характеризират с положителни стойности по адаптивност и отрицателни по атракция. Стабилно положение в отрицателната част заемат останалите хибриди.

### 5.1.6. Биохимични показатели при обикновеното секирче

Сортовете обикновено секирче се различават по между си по анализирани качества параметри както в началото на цъфтежа така и в техническа зрелост. Изключение прави съдържанието на суровия протеин в първата фенологична фаза (Таблица 29), като и периода на изследване, който не е оказал съществено влияние върху съдържанието на калция в свежата биомаса на растенията. Факторът условия на средата (година) е със значително по-голям дял на влияние в общото вариране на показателите съдържание на суров протеин, сурови влакнини и фосфор и в двете физиологични фази от развитието на растенията. Участието на фактора генотип (сорт) при формиране на съдържанието на суровата пепел в края на вегетационния период е по-малко спрямо влиянието на средата.

Стойностите на вариационния коефициент показват, че като цяло изследваните качества параметри са ниско вариабилни. Като най-нестабилни могат да бъдат охарактеризирани съдържанието на фосфор (10.96%) и на сурова пепел (10.01%) в началото на цъфтежа. С изключение на съдържанието на суровия протеин при другите параметри се наблюдава повишаване на стабилността (сурови влакнини- 2.45%; калций - 2.50%; фосфор - 7.36%).

Резултатите от направения химичен анализ са представени в таблица 31. Съдържанието на протеин в свежата надземна маса варира в много тесни граници от 10.12% при LAT5038 до 10.85% при BGE015741 и 10.96% при LA5108. Няма значителни различия в съдържанието на протеини и при останалите сортове. По съдържанието на сурови влакнини са установени по-големи различия.

**Таблица 30.** Анализ на варианса (ANOVA) на качествените параметри на сортовете обикновено секирче

Източник на вариране	DF	Среден квадрат					
		СП	СВл	Са	Р	СПеп	Са:Р
начало на цъфтеж							
Среда (Година)	2	17.8227**	90.0046**	0.3828 <sup>ns</sup>	0.0253**	0.0008**	0.4637 *
Генотип (Сорт)	5	0.3788 <sup>ns</sup>	13.2813*	9.4397**	0.0058**	0.0064 **	0.9570 **
CV (%)		2.45	7.45	6.23	10.96	10.01	6.50
техническа зрелост							
Среда (Година)	2	90.0046**	17.8227**	93.0392**	0.1604**	0.0090**	8.5502**
Генотип (Сорт)	5	13.2813*	0.3788**	16.0913**	0.0376*	0.0052**	5.3342**
CV (%)		7.45	2.45	2.50	5.73	7.36	5.48
Грешки	10						

СП - Суров протеин, СВл - Сурови влакнини; СПеп - сурова пепел, Са:Р - съотношение калций:фосфор, CV (%) - вариационен коефициент;

Особено впечатление правят LA5108 със стойности на параметъра над 25.00%, които достоверно превишават другите сортове. За разлика от тях, BGE027129 и BGE015741 съдържат по-малко сурови влакнини (21.68% - 22.01%). Тези стойности показват, че обикновеното секирче, е важен източник на енергия.

**Таблица 31.** Биохимична оценка на сортовете обикновено секирче (2014-2016 г.)

Сортове	СП	СВл	Са	Р	СПеп	Са:Р
Фенофаза начало на цъфтеж						
BGE027129	10.20a	21.68a	1.12a	0.52ab	10.31b	2.19ab
BGE025277	10.24a	23.33ab	1.06a	0.50a	10.36b	2.10ab
LAT4362	10.51ab	23.39ab	1.01a	0.50a	9.82ab	2.04ab
LA5108	10.96b	25.74b	1.05a	0.46a	9.07a	2.28b
LAT5038	10.12a	25.80b	1.04a	0.50a	9.97ab	2.09ab
BGE015741	10.85b	22.01a	1.12a	0.60b	10.69b	1.88a
Фенофаза техническа зрелост						
BGE027129	25.72bc	43.81c	1.72ab	0.24b	13.85bc	7.47ab
BGE025277	24.91ab	43.35c	1.61a	0.19a	12.82ab	8.75bc
LAT4362	25.99bc	41.33ab	1.67a	0.28c	14.82c	6.03a
LA5108	22.09a	42.69bc	1.60a	0.24b	12.55ab	6.94ab
LAT5038	24.21ab	46.75d	1.63a	0.19a	10.87a	9.80c
BGE015741	28.44c	39.99a	1.90b	0.29c	12.63ab	6.97ab

СП - Суров протеин, СВ - Сурови влакнини; СПеп - сурова пепел, Са:Р - съотношение калций:фосфор; средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават статистически при  $p < 5\%$ ;

Получените резултати показват, че съдържанието на калций в надземната биомаса на образците обикновено секирче много слабо варира (от 1.04% при LAT5038 до 1.12% при BGE027129 и BGE015741). С по-широк диапазон се отличава съдържанието на фосфора. Най-високо е съдържанието на фосфор при сорт BGE015741 (0.60 %), следван от BGE027129 (0.52%). Последното място по този показател е отредено

на LA5108 (0.46%). Съдържанието на сурова пепел е в границите от 9.07%-9.97% (LA5108, LAT4362 и LAT5038) до 10.69%-10.31% (BGE015741, BGE025277 и BGE027129).

От Таблица 31 видно, че във фаза техническа зрелост по-високо съдържание на суров протеин е отчетено при BGE015741 (28.44%). При сортовете LAT5038, BGE025277, LAT4362 и BGE027129 стойностите на този показател варират от 24.21% до 25.99%. От изследваната група образци обикновено секирче LAT5038 се характеризира с най-ниско ниво на суров протеин (22.09%).

При сортовете LAT5038, BGE025277, LAT4362 и BGE027129 стойностите на този показател варират от 24.21% до 25.99%. От изследваната група образци обикновено секирче LAT5038 се характеризира с най-ниско ниво на суров протеин (22.09%).

По съдържанието на сурови влакнини в зърната LAT5038 (46.75%) превишава статистически значимо всички останали сортове. По стойностно изражение на този показател след него се нареждат BGE027129 и BGE025277 с 43.35% - 43.81% и LA5108 с 42.69%.

Средно за периода на изследване най-голямо е количеството на фосфора при сортовете BGE01574 (0.29%) и LAT4362 (0.28%). Нивото на калция в семена е по-високо от съответното ниво на фосфора. Данните показват, че сортовете BGE025277, LAT4362, LA5108 и LAT5038 имат по-ниско съдържание на калций (1.61% - 1.67%) в семената спрямо BGE015741 (1.902%).

Във фенофаза начало на цъфтеж (Таблица 32) добива на зелена маса като един от най-важните показатели обобщаващ въздействието на всички фактори върху растежа и развитието на растенията корелира силно положително със съдържанието на суровата пепел ( $r=0.839$ ).

**Таблица 32.** Корелационни зависимости между изследваните параметри в начало на цъфтеж зрелост на образците обикновено секирче

	СП	СВл	Са	Р	СПеп	Са:Р
СВл	-0.061					
Са	0.445	-0.627**				
Р	0.232	-0.570*	0.530*			
СПеп	0.271	-0.590**	0.547*	0.856**		
Са:Р	0.183	-0.013	0.441	-0.522*	-0.371	
Добив на зелена маса	-0.171	-0.863*	0.361	0.761	0.839*	-0.779

СП - Суров протеин, СВ - Сурови влакнини; СПеп - сурова пепел, Са:Р - съотношение калций:фосфор; доказаност при \*  $p < 0.05$ ; \*\* 0.01;

Установени са положителни корелации и с съдържанието на фосфор ( $r=0.761$ ) и калций ( $r=0.361$ ), въпреки че те не са статистически значими. Много силна, но отрицателна е зависимостта със съдържанието на сурови влакнини ( $r=-0.863$ ). Съдържанието на суровия протеин взаимодейства с добива на зелена маса по подобен начин с отрицателен знак на корелационния коефициент ( $r=-0.171$ ). Съществува силна много добре изразена обратна връзка между съдържанието на сурови влакнини и съдържанието на калций ( $r=-0.627$ ), фосфор ( $r=-0.570$ ) и сурова пепел ( $r=-0.590$ ). Със средна до силна взаимосвързаност се характеризира съдържанието на сурова пепел със съдържанието на калций ( $r=0.547$ ) и на фосфор ( $r=0.856$ ).

Съдържанието на суровия протеин в семената (Таблица 33) е в отрицателна корелационна зависимост със съдържанието на сурови влакнини ( $r=-0.798$ ) и с фосфор ( $r=-0.208$ ) и в положителна със съдържанието калций ( $r=0.822$ ) и сурова пепел ( $r=0.557$ ).

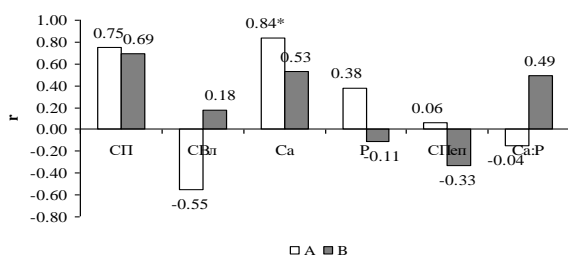
**Таблица 33.** Корелационни зависимости между изследваните параметри в техническа зрелост на образците обикновено секирче

	СП	СВл	Са	Р	СПеп
СВл	-0.798**				
Са	0.822**	-0.830**			
Р	-0.208	.180	-0.149		
СПеп	0.557*	-0.777**	0.547*	-0.088	
Са:Р	0.425	-0.377	0.441	-0.909**	0.165

СП - Суров протеин, СВ - Сурови влакнини; СПеп - сурова пепел, Са:Р - съотношение калций:фосфор; доказаност \*  $p < 0.05$ ; \*\* 0.01;

Отчетени са отрицателни стойности на коефициентите на корелация на съдържанието на суровите влакнини и на фосфора със всички останали параметри, като между самите тях е установена слаба статистически незначима зависимост ( $r=0.180$ ). При изследваната група образци обикновено секирче

добива на семена (фигура 19) се влияне положително главно от два параметра: съдържание на калций ( $r=0.84$ ) и на суров протеин ( $r=0.75$ ) и в по-малка степен от съдържанието на фосфор ( $r=0.38$ ) и на сурова пепел ( $r=0.75$ ).



**Фигура 19.** Корелационни зависимости на изследваните параметри с добива на зърно и продължителността на вегетационния период, СП - Суров протеин, СВ - Сурови влакнини; СПеп - сурова пепел, Ca:P - съотношение калций:фосфор; А - добив на зърно ( $\text{kg da}^{-1}$ ); В - вегетационен период, (дни); доказаност при \*  $p < 0.05$ ;

Статистически недостоверната стойност на корелационния коефициент между съдържанието на протеин (в техническа зрелост) и добива на зърно не предполага извършване на сполучлив отбор на генотипове съчетаващи в себе си високо продуктивност и качество на семената. Подобна констатация може да се направи и по признака продължителност на вегетационния период въпреки положителната корелация ( $r=0.69$ ) със на съдържанието на протеин, калций ( $r=0.53$ ) и сурови влакнини ( $r=0.18$ ).

## 5.2. Изследвания при бялата лупина (*Lupinus albus* L.)

### 5.2.1. Генетична отдалеченост на сортовете бялата лупина по морфологичните признаци

Проучването на закономерностите на варирането на количествените признаци дава възможност обективно да се подбере повече материал за кръстосване, като се отчита и влиянието на модификационната им изменчивост. Те са и фактора с най-голям дял върху варирането на показателите. Изключение прави грудкообразуващата способност, където делът на генотипа е почти два пъти по-голям от този на средата (Таблица 34).

**Таблица 34.** Анализ на варианса на изследваните признаци при образците бяла лупина

Източник на вариране	df	Среден квадрат						
		брой грудки	тегло грудки	специф грудкоб способ	дължина на корените	свежо тегло на корените	сухо тегло на корените	листа брой
Години	2	607.2245*	0.4774*	0.0343*	364.3278*	133.6580*	19.5890*	13,970.7154**
Сортове	6	317.5450*	0.2001*	0.0588*	22.2653**	7.1864**	0.7727**	647.2919**
Остатък	12	25.1351	0.0254	0.0080	3.9155	1.8915	0.2007	79.5857
Източник на вариране	df	листа тегло свежо	листа тегло сухо	стъбла тегло свежо	стъбла тегло сухо	височина растение	надземна маса свежо тегло	надземна маса сухо тегло
Години	2	1,076.06*	26.79**	674.74*	986.62**	16,202.4*	6,921.8*	1,316.6019*
Сортове	6	51.905**	2.28**	153.73*	26.08**	302.63**	110.3798*	20.0620**
Остатък	12	9.951	0.341	20.70	5.45	47.23	44.16	6.3371

\*/ \*\* доказаност при  $p < 0.05$ ; 0.01

От проведения анализ на варианса в настоящото изследване е установено статистически достоверното влияние на годините върху проявата на признаците. Макар и значително по-ниско, но доказано е и влиянието на генотипа в общото вариране на признаците, което показва, че са налице съществени генотипни различия между сортовете бяла лупина. Тези факти позволиха да бъде изчислена достоверността на разликите между средните аритметични на участващите в извадката сортове. По отделните анализирани признаци генотиповете се разпределят в различен брой групи, статистически достоверно различаващи се помежду си.

Генотиповете с високи растения са склонни към полягане особено в условия на интензивно земеделие, което води до нарушаване на процеса на наливане на зърното и до неправилна информация относно качествата им. През периода на изследване височината на растението (Таблица 35) е в границите от 46.27 см (PI368911) до 57.30 см (Lucky801).

Сред изследваните образци към групата на високо растящите могат да бъдат отнесени сортовете Zuter (56.33 см), PI457923 (54.20 см) и PI533704 (52.47 см).

Репродуктивната способност определена от броя на семена от растение е основен признак обезпечаващ селекционното предимство на генотипа. Средно за периода на изследване сортовете PI533704 и Zuter успяват да формират около 10-11 боба с 28-32 брой семена на растение. KALI образува също голям брой бобове (10-11), но с по-малко семена (24) на растение.

С най-високи продуктивни възможности по отношение теглото на семената от растение се отличават Zuter и Lucky801, при които масата на семената достига 8.63-8.77 g. При конкретните условия на изпитване най-слабо продуктивни се оказват PI368911 и KALI (5.73-5.92 g).

Сортовете особености на PI368911, PI533704 и особено при PI457938 (23.20 g.) им позволяват при конкретните метеорологични условия да формират съществена в количествено отношение продуктивност на надземна маса в свежо състояние спрямо другите образци.

В направените изследвания с най-ниско свежо тегло на растение (15.12-15.47 g) се характеризират сортовете Zuter и PI457923.

По признакът тегло на кореновата система интерес представляват сортовете Lucky801 и PI368911 с свежа маса на корените над 2 грама от растение, следвани от PI457938 (1.97 g) и PI457923 (1.92 g). С най-ниско тегло на корените се отличават сортовете KALI и Zuter (1.12-1.30 g).

Броят на грудките варира от 15.93 до 3.40. Средно за периода Lucky801 има голямо преимущество пред другите сортове и е формирал най-много грудки. PI457923, PI368911 и PI457938 успяват да образуват 8-10 грудки, а останалите между 3 и 6-7. По отношение на признака тегло на грудките се наблюдава значително разнообразие между сортовете. Теглото на грудките варира от 0.11-0.16 при KALI и PI533704 до 0.40-0.42 при PI457923 и PI457938.

При сравнителната оценка на сортовете бяла лупина по ранозреелост са проведени необходимите фенологични наблюдения данните от които са представени в таблица 36.

**Таблица 35.** Характерни особености на изследваните образци бяла лупина

Сорт	Надземна маса						Коренова маса	Грудки	
	височина растение, см	брой бобове/ растение	брой семена/ растение	тегло семена /растение	брой листа	свежо тегло цяло растение	Свежо тегло, (г)	брой	тегло
PI457923	54.20	9.74	27.23	7.69	18.26	15.47	1.92	10.20	0.40
PI368911	46.27	8.92	24.62	5.73	21.44	18.05	2.03	8.00	0.23
PI533704	52.47	11.70	32.54	7.80	16.48	19.40	1.59	5.20	0.16
PI457938	47.60	9.33	25.67	6.42	24.97	23.20	1.97	8.00	0.42
KALI	47.57	10.54	24.64	5.92	20.43	17.67	1.12	3.40	0.11
Zuter	56.33	10.30	28.79	8.77	19.35	15.12	1.30	6.78	0.39
Lucky801	57.30	9.23	28.27	8.63	22.15	17.66	2.22	15.93	0.35
LSD <sub>0.05</sub>	9.47	4.78	12.06	3.30	7.17	10.80	1.22	9.58	0.25
LSD <sub>0.01</sub>	13.27	6.70	16.91	4.63	10.05	15.14	1.71	13.4	0.35
LSD <sub>0.001</sub>	18.77	9.48	23.91	6.54	14.21	21.41	2.43	18.9	0.50

Изследваните образци бяла лупина проявяват сортови особености по продължителността на периода сеитба – начало на цъфтеж. Най-рано са цъфнали PI533704 и Zuter (59 дни), следвани от PI368911, PI457938 и KALI (60 дни). Малко по-продължителен е този период при сортовете Lucky801 и PI457923 (62-63 дни). Lucky801 и PI457923 узряват по-късно и достигат до техническа зрелост средно за 107 - 109 дни. Към

групата на ултра ранните сортове могат да бъдат отнесени PI533704 и Zuter с коефициент на ранозреლობа 1.00, към ранните PI368911, PI457938 и KALI с коефициент 1.25 и късните Lucky801 и PI457923 с коефициент по-голям от 1.66.

**Таблица 36.** Фенологично развитие на образците бяла лупина (2014-2016)

Фенофаза Сорт	Сеитба -начало на цъфтеж, дни	Сеитба -техн. зрелост, дни	Коефициент на ранозреლობа
PI457923	63	109	2.00
PI368911	60	105	1.25
PI533704	59	104	1.00
PI457938	60	105	1.25
KALI	60	105	1.25
Zuter	59	104	1.00
Lucky801	62	107	1.75

По показателите свързани с признаците отнасящи се до надземната биомаса най-слабо вариране в извадката от проучвани сортове е наблюдавано по отношение на сухото тегло на листата (PCV – 17.48%; GCV – 4.37%) съответно с изчислен най-нисък фенотипен и генотипен вариационен коефициент (Таблица 37). Значително вариране е отчетено по останалите признаците особено височина на растението (PCV – 48.68%; GCV – 42.84%), теглото на сухите стъбла (PCV – 34.78%; GCV – 22.61%), теглото на сухата и свежата биомаса (PCV – 33.66%; GCV – 42.07%; PCV – 32.62%; GCV – 51.22%). Малката разлика в стойностите на PCV и GCV по признака височина на растението предполага, че наблюдаваното вариране се дължи на генетичните фактори. Варирането по признаците свързани кореновата система е в по-малки граници.

Най-значително е то по отношение на свежото тегло на корените (PCV – 25.37%; GCV – 7.61%) и специфичната грудкообразуваща способност (PCV – 24.89%; GCV – 8.71%). По-слабо вариране е отчетено по показателя тегло на грудките от растение (PCV – 15.24%; GCV – 12.50%). Стойностите на генетичния на вариант (Vg) варират от 0.001 за специфичната грудкообразуваща способност до 29.16 за брой листа на растение, докато стойностите на фенотипния вариант (Vp) варират от 0.001 за специфичната грудкообразуваща способност до 43.15 отново за брой листа на растение.

**Таблица 37.** Генетични компоненти на вариране на количествените признаци при образците бяла лупина

Признак / Параметър	Мини мум	Макси мум	Vg	Ve	GCV (%)	PCV (%)	GA	GG	H <sup>2</sup> (%)
Брой грудки	1.90	15.90	10.52	25.14	16.75	20.18	2.97	178.39	49.70
Тегло грудки	0.10	0.40	0.01	0.03	12.50	15.24	0.24	166.27	50.09
Специфична грудкообразуваща способност	0.10	0.20	0.001	0.01	8.71	24.89	0.09	145.64	80.81
Дължина на корените	8.10	12.10	0.11	3.92	10.62	20.82	0.23	49.14	44.10
Свежо тегло на корените	1.60	3.60	0.46	1.89	7.61	25.37	0.41	102.79	21.61
Сухо тегло на корените	0.40	1.00	0.01	0.2	-	-	0.11	113.99	14.79
Листа брой	25.90	44.50	29.16	79.59	20.45	30.07	3.56	54.14	67.58
Листа тегло свежо	6.70	12.00	1.09	9.95	17.35	27.98	0.41	72.03	31.47
Листа тегло сухо	0.80	2.10	0.09	0.34	4.37	17.48	0.01	51.77	59.23
Стъбла тегло свежо	7.60	17.80	6.99	20.7	20.07	31.36	2.81	99.39	68.24
Стъбла тегло сухо	4.40	8.20	1.09	5.46	22.61	34.78	0.31	89.99	62.60
Височина растение	51.20	65.10	1.84	47.23	42.84	48.68	7.37	71.97	9.12
Надземна маса свежо тегло	15.10	23.20	0.02	44.16	51.22	32.62	1.25	71.52	88.05
Надземна маса сухо тегло	5.80	9.00	0.71	6.34	42.07	33.66	0.31	63.88	53.31

Vg; - генетичен вариант; Ve; - фенотипен вариант PCV (%) - фенотипен коефициент на вариране GCV (%) - Генотипен коефициент на вариране; GA - генетичен прогрес; GG - генетична печатла; H<sup>2</sup> (%) - наследяемост в широк смисъл

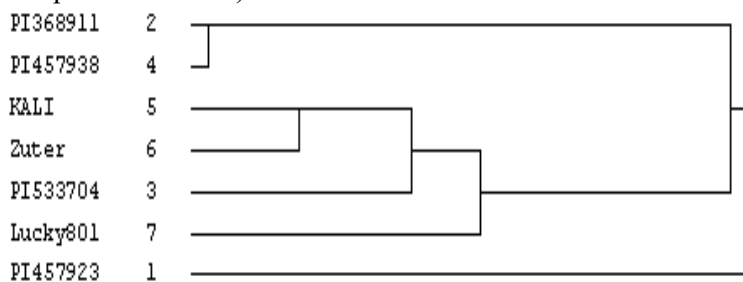


Стойността на генетичния вариант на почти всички признаци е по-малка от стойността на съответния фенотипен вариант. Изключение правят теглото на грудките от растение и специфичната грудкообразуваща способност при които генетичния и фенотипния вариант са изравнени, което е индикация за значителния магнитут на генетичната им вариабилност.

По-високият екологичен вариант ( $V_e$ ) за брой на листата от растение (79.59), височина на растението (47.23), свежо тегло на надземната биомаса (44.16) и брой грудки от растение (25.14) показва, че те са силно повлияни от средата в която се развиват растенията, докато при другите признаци това влияние е по-слабо. Стойностите на генетичния вариант ( $V_g$ ) варират от 0.001 за специфичната грудкообразуваща способност до 29.16 за брой листа на растение, докато стойностите на фенотипния вариант ( $V_p$ ) варират от 0.001 за специфичната грудкообразуваща способност до 43.15 отново за брой листа на растение.

Стойността на генетичния вариант на почти всички признаци е по-малка от стойността на съответния фенотипен вариант. Изключение правят теглото на грудките от растение и специфичната грудкообразуваща способност при които генетичния и фенотипния вариант са изравнени, което е индикация за значителния магнитут на генетичната им вариабилност. По-високият екологичен вариант ( $V_e$ ) за брой на листата от растение (79.59), височина на растението (47.23), свежо тегло на надземната биомаса (44.16) и брой грудки от растение (25.14) показва, че те са силно повлияни от средата в която се развиват растенията, докато при другите признаци това влияние е по-слабо. В настоящото проучване признаците специфична грудкообразуваща способност ( $H^2 - 80.81\%$ ) и тегло на свежата надземна биомаса ( $H^2 - 88.05\%$ ) показват относително по-високи стойности на коефициента на наследяване в широк смисъл (Таблица 36) следвани от свежо тегло на стъблата ( $H^2 - 68.24\%$ ), брой листа на растение ( $H^2 - 67.58\%$ ) и тегло на сухите стъбла ( $H^2 - 62.60\%$ ).

Генетичният напредък (GA) в селекцията се отнася до подобряването на признаците в бъдещата нова популация в сравнение с изходната. Висок генетичен напредък (GA) съчетан с висока наследяемост е получен за брой листа на растение (3.56), тегло на свежите стъбла (2.81) и тегло на свежата биомаса (1.25), което предполага, адитивния тип на наследяването им и че те са по-слабо зависими от условията на външната среда. Висока наследяемост, съчетана с нисък генетичен напредък е установена за специфичната грудкообразуваща способност и теглото на сухите стъбла, което е указание за участието на неадитивни генни действия (доминиране и епистаз).



**Фигура 21.** Дендрограма на образците бяла лупина (2014-2016)

Въз основа на данните за изследваните признаци е направен кластерен анализ, според който образците се разделят в два основни кластера. От дендрограмата на фигура 21 се вижда, че първият кластер е представен само от един сорт PI457923. Вторият кластер е обхваща от останалите сортове, оформени в два подкластера. Първата група в рамките на кластера е най-многобройна и включва Lucky801, PI533704, KALI и Zuter, като последните два сорта са най-близкородствени. Втората група от същия кластер е по-малка и е представена от PI368911 и PI457938, които са генетически най-отдалечени от PI457923. Посочените в таблица 38 фактори определят около 89.27% от общото вариране.

Първият фактор обяснява 42.16%, втория 20.73%, третия 19.21% и 7.17%. Първата главна компонента е свързана с теглото на сухите листа и сухата надземна биомаса, броят и теглото на свежите листа, както и с дължината на корените.

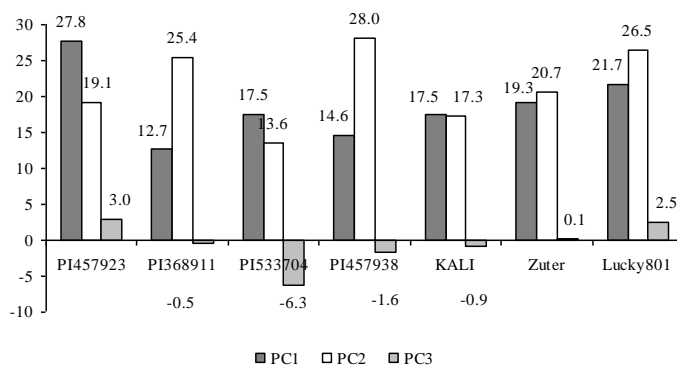
С повечето от признаците влияещи на първата главна втората е в отрицателна или слабо положителна връзка. В по-голяма степен втората главна компонента се влияе от броя на грудките от растение, броя на листата, свежо тегло на корените, височината на растението и теглото на грудките от растение. От изследваните признаци само три стъбла тегло свежо, стъбла тегло сухо и височина растението повлияват положително върху третата главна компонента. Четвъртата главна компонента е свързана предимно с дължината на корените и теглото на сухата надземна биомаса. По-слабо на положително влияние оказват и признаците броя на грудките от растение, теглото на сухите листа и стъбла.

Във фигура 22 са поместени данни за стойностите на образците по първите три главни компоненти. PI457923, Zuter и Lucky801 имат положителни стойности и по трите компонента, а останалите сортове имат положителни стойности по първи и втори трети главни компоненти.

**Таблица 38.** Собствени стойности и вектори на корелационната матрица за 14 признаци при сортовете бяла лупина

Признак	PC1	PC2	PC3	PC4
Брой грудки	-0.1395	0.5054	-0.0351	0.3001
Тегло грудки	-0.2723	0.0923	-0.4128	-0.0892
Специфична грудко образ способност	-0.226	-0.2289	-0.3638	-0.3146
Дължина на корените	0.1461	-0.3828	-0.2096	0.5731
Свежо тегло на корените	-0.0927	0.2798	-0.3662	0.004
Сухо тегло на корените	-0.3779	-0.1111	-0.1755	0.0261
Листа брой	0.195	0.4349	-0.2547	-0.1618
Листа тегло свежо	0.1153	-0.4464	-0.2626	-0.0719
Листа тегло сухо	0.2263	0.1376	-0.3941	0.2737
Стъбла тегло свежо	-0.3356	-0.0862	0.0511	-0.3834
Стъбла тегло сухо	-0.3937	-0.0753	0.0054	0.2346
Височина растение	-0.3614	0.1538	0.1197	0.0359
надземна маса свежо тегло	0.2107	-0.0078	-0.4055	-0.2244
Надземна маса сухо тегло	-0.3707	-0.0484	-0.1293	0.3376
<b>Параметри</b>				
Собствена стойност	5.90	2.90	2.68	1.004
Кумулативна стойност (%)	42.16	62.89	82.09	89.26
Вариране (%)	42.16	20.73	19.21	7.17
Стандартно отклонение	2.43	1.70	1.64	1.002

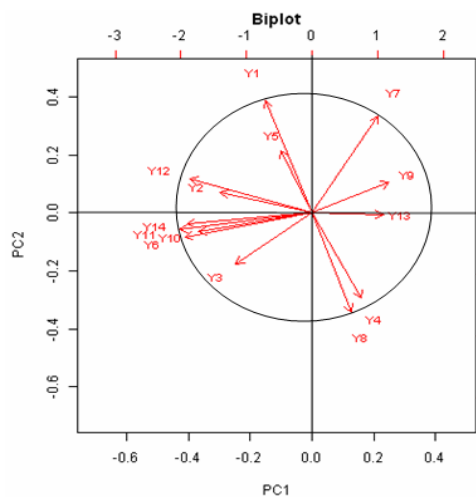
PC1; PC2; PC3; PC4 = принципни компоненти съответно 1, 2 и 3



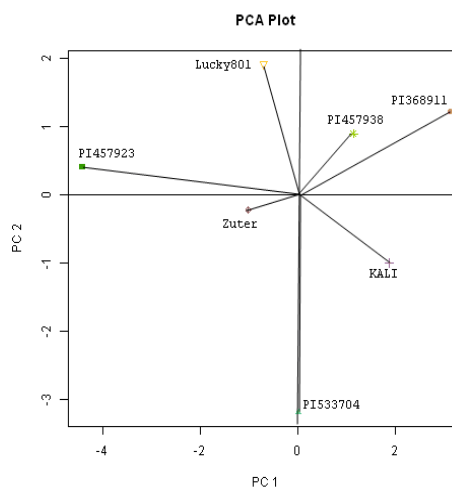
**Фигура 22.** Стойности на сортовете бяла лупина по главните компоненти PC1; PC2; PC3; PC3 = принципни компоненти 1, 2 и 3;

Сортовете PI457923 и PI533704 се влияят по-силно от първия главен компонент. Вторият главен компонент оказва по-осезаемо влияние върху PI368911, PI457938 и Lucky801. Няма съществена разлика във влиянието на първите два главни компонента върху KALI и Zuter.

На фигура 23 са изобразени образците според техните стойности за първия (PC1) и втория фактор (PC2). Образците PI457923 и Lucky801 имат отрицателни стойности по PC1 и положителни по PC2. Разположението им по PC1 се определя от показателите свързани с формирането на броя на листата, теглото на сухите листа и тегло на надземната свежа биомаса, а по PC2 от ниските стойности на свежо тегло на листата, дължина на корените и специфичната грудкообразуваща способност. В сектора с положителни стойности по PC1 и с отрицателни по PC2 са разположени образците KALI и PI533704. Разположението им спрямо първия принципни компонента се определя от дължина на корените и теглото на свежите листа, а отрицателните им стойности по PC2 са свързани с елементите сухото тегло на кореновата маса и теглото на свежите и сухите стъбла. В равнината с положителни стойности по двата принципни компонента са разположени сортовете PI368911 и PI457938. Определящи за положението им в този квадрант са брой листа на растение, тегло на свежата и суха надземна биомаса, брой на грудките и свежо тегло на кореновата маса.



А



В

**Фигура 23.** Проекция на сортовете и признаците върху векторната равнина.

А - за количествените признаци: Y1 - брой грудки; Y2 - тегло грудки; Y3 - специфична грудкообразуваща способност; Y4 - дължина на корените; Y5 - свежо тегло на корените; Y6 - сухо тегло на корените; Y7 - листа брой; Y8 -листа тегло свежо; Y9 -листа тегло сухо; Y10 - стъбла тегло свежо; Y11 - стъбла тегло сухо; Y12 -височина растение; Y13 - надземна маса свежо тегло; Y14 - надземна маса сухо тегло; В - за образците бяла лупина;

**Таблица 39.** Корелационни коефициенти (r) между признаците на сортовете бяла лупина

	tr1	tr2	tr3	tr4	tr5	tr6	tr7	tr8	tr9	tr10	tr11	tr12	tr13
tr2	0.310**												
tr3	0.045	0.382* *											
tr4	-0.30**	0.266* *	0.03 9										
tr5	0.275**	0.260* *	- 0.13 8	-0.031									
tr6	-0.27**	0.405* *	0.12 8	0.582**	0.271* *								
tr7	0.27**	0.158	- 0.31 8**	-0.27**	0.747* *	0.044							
tr8	-0.38**	0.324* *	0.04 0	0.536**	-0.074	0.534**	-0.045						
tr9	-0.201*	0.387* *	- 0.12 7	0.402**	0.152	0.536**	0.329* *	0.74 9**					
tr10	-0.108	0.242* *	- 0.04 3	0.197*	0.309* *	0.577**	0.223*	0.40 1**	0.339 **				
tr11	-0.180	0.336* *	- 0.03 8	0.319**	0.378* *	0.767**	0.332* *	0.53 2**	0.532 **	0.829 **			
tr12	-0.136	0.394* *	- 0.11 4	0.335**	0.375* *	0.723**	0.403* *	0.53 2**	0.639 **	0.773 **	0.920 **		
tr13	-0.33**	0.371* *	- 0.07 6	0.537**	0.091	0.569**	-0.001	0.89 7**	0.881 **	0.358 **	0.510 **	0.587 **	
tr14	-0.196*	0.369* *	- 0.05 6	0.356**	0.365* *	0.781**	0.355* *	0.60 8**	0.653 **	0.802 **	0.989 **	0.936 **	0.612 **

tr1- Брой на грудките от растение; tr2 - Тегло грудките от растение; tr3 - Специфична грудкообраз способност; tr4 - Дължина на корените; tr5 - Свежо тегло на корените; tr 6 - Сухо тегло на корените; tr7 - Брой листа на растение; tr8 - Свежо тегло на листата; tr9 - Сухо тегло на листата; tr10 - Свежо тегло на стъблата; tr11- Сухо тегло на стъблата; tr12 - Височина на растението; tr13 - Свежо тегло на надземната маса; tr14 - Сухо тегло на на надземната маса;

\*/ \*\* доказаност при  $p < 0.05; 0.01$

Като самостоятелен на координатната система в отрицателната част и на двата принципни компонента се явява сорт Zuter. Неговата локализация там се дължи на признаците специфична грудкообразуваща способност, тегло на сухата надземната биомаса, сухо тегло на корените, тегло на сухите и свежите стъбла.

Векторите на признаците сухо тегло на корените, свежо и сухо тегло на стъблата и сухо тегло на надземната сключват остри ъгли, което показва силната положителна връзка между тях. Със същият знак е и зависимостта между броя на грудките и свежо тегло на корените; тегло на грудките и височина на растението; дължината на корените и свежо тегло на листата. Установени са корелационните коефициенти между изследваните признаци (Таблица 39).

Доказани са положителните корелационни връзки между теглото на грудките и всички останали признаци без броя на листата от растение. Броят на грудките корелира положително с тегло на грудките ( $r=0.310$ ), свежо тегло на корените ( $r=0.275$ ) и брой листа ( $r=0.270$ ) и отрицателно с по-голяма част от останалите признаци.

Най-силна доказана положителна корелационна зависимост е показал признака тегло на сухата надземна биомаса с теглото на сухите стъбла ( $r=0.989$ ) и с височината на растението ( $r=0.936$ ). Теглото на свежата надземна биомаса е в отрицателна и статистически значима корелация единствено с броя на грудките ( $r=-0.330$ ). От което следва, че сортовете с по-тежка надземна свежа биомаса формират по-малък брой грудки, но с по-високо тегло.

С другите останали признаци зависимостите са положителни. Особено силни са те с теглото на сухите и свежите листа ( $r=0.881$ ;  $r=0.897$ ), височината на растението ( $r=0.963$ ), както и с височина на растението ( $r=0.587$ ) и сухото тегло на корените ( $r=0.569$ ).

### 5.2.2. Оценка на признаците на сортовете бялата лупина по екологична стабилност

Според данните от дисперсионния анализ (Таблица 41) проучваните сортове се различават достоверно по своята генетична същност, като изключение прави признака тегло на семената в боб където статистически не е доказано влиянието на нито един от източниците на вариране.

Стойностите на средна сума на квадратите за височина на растението, брой семена на растение и тегло на семената от растение показват, че влиянието на средата на отглеждане е многократно по-силно влиянието на другите два фактора генотип (сорт) и взаимодействието «генотип-среда». Значителното вариране на тези признаци по години показва, че формирането им зависи в голяма степен от изменящите се условия на отглеждане. Факторът сорт е с по-голям дял на влияние от общото вариране на височина на растението и тегло на семената спрямо взаимодействието генотип-среда. При брой на семената и бобовете от растение последния фактор е с по-голям дял.

**Таблица 39.** Анализ на варианса за стабилността на теглото на семената от растение и елементите на продуктивността на зърно на сортовете бяла лупина

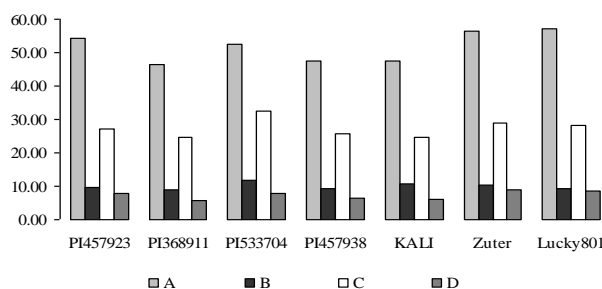
Източник на вариране	Df	Среден квадрат				
		височина/ растение, cm	брой бобове/ растение	брой семена/ растение	тегло семена /растение	тегло семена /боб, g
Година-среда (E)	2	19852.47**	8.95*	2266.74**	163.15**	2.43
Генотип -сорт (G)	6	307.69**	13.81**	118.61**	23.76**	0.41
G x E взаимодействие	12	141.73**	36.17**	230.05**	17.24**	0.11
Среда/ Генотип	14	2957.55**	32.28**	521.01**	38.08**	0.44
E/ PI457923	2	4041.60**	67.84**	860.68*	68.70**	0.07
E/ PI368911	2	1501.07**	5.93*	9.31**	0.50	0.32
E/ PI533704	2	2844.87**	34.27**	975.77**	56.01**	0.24
E/ PI457938	2	2071.40**	60.68**	678.90**	42.43**	0.51
E/ KALI	2	2133.32**	17.15**	160.35**	9.25*	0.21
E/ Zuter	2	3943.47**	7.39*	137.22**	12.73**	0.99
E/ Lucky801	2	4167.15**	32.68**	824.82**	76.95**	0.74
Total	20					

доказаност при  $p < 0.05$  (\*),  $0.01$  (\*\*);

Изчислените параметри на фенотипната стабилност на всеки сорт по изследваните признаци са

представени в таблица 40. Сорт Lucky801 се характеризира с пределна стойност на признака височина на растението (фигура 24), но и с максимално значение на параметъра “bi” (bi=1.21).

Той може да бъде отнесен към генотиповете с добре изразена екологична пластичност. Към същата група отзивчиви към подобряване на условията на отглеждане спадат и Zuter (bi=1.18) и PI457923 (bi=1.18), чиито растения също са високи. Сортовете PI368911, PI457938, KALI са по-ниски, и с коефициент “bi” < 1, което свидетелства за тяхната стабилност при влошаване на условията.



**Фигура 24.** Продуктивност на сортовете бяла лупина по изследваните признаци  
 А - височина на растението; В - брой бобове на растение; С - брой семена от растение; D - тегло на семената от растение;

Сорт PI533704 е с статистически незначим регресионен коефициент със стойност 1.00, което го определя възможно най-близко до “идеалния” генотип по този признак. Стойностите на другите параметри на стабилност в съчетание с числовото изражение на признака, също го определят като най-предпочитен. Критерийте (PP) на Plaisted и Peterson (1959) и ecoalence ( $W^2$ ) на Wricke (1965) определят сортовете PI368911 и Zuter като най-стабилни по признака брой бобове на растение. Тези два сорта успяват да формират средно за годините на изпитване около 9 - 10 боба на растение като отстъпват само на сорт PI533704 образуващ 10 - 11 боба. PI457923 и PI457938 се характеризират с висока вариабилност и със средно висок биологичен потенциал по отношение броя на бобовете.

**Таблица 41.** Оценка на параметрите на адаптивност и стабилност за признаците на изследваните сортове бяла лупина

Сорт	Eberhart и Russell (1966)		Tai (1979)		Theil (1950)	Plaisted и Peterson (1979)	Wricke (1965)	Annicchiarico (1992)
	bi	Si <sup>2</sup>	ai	λi	T	PP	W <sup>2</sup>	W <sub>i</sub>
височина на растението								
PI457923	1.18**	47.569**	1.18	139.282	96.54	38.15	414.53	95.02
PI368911	0.71**	23.167**	0.71	68.267	95.44	48.00	583.33	84.60
PI533704	1.00	1.826**	1.00	5.910	99.79	14.56	10.13	99.92
PI457938	0.85**	0.937*	0.85	3.344	99.84	21.35	126.53	90.46
KALI	0.87**	2.565**	0.87	8.060	99.62	20.73	115.83	90.37
Zuter	1.18**	1.283*	1.18	4.320	99.89	24.96	188.40	105.27
Lucky801	1.21**	1.427**	1.21	4.690	99.89	29.26	262.03	105.83
брой бобове на растение								
PI457923	5.59**	10.988**	6.16	28.687	58.66	9.815	109.69	73.70
PI368911	-2.15*	-0.200	-2.55	-1.867	100.00	4.901	25.44	79.65
PI533704	3.07*	8.690**	3.33	25.127	34.97	6.649	55.40	101.66
PI457938	4.11	15.440**	4.50	43.801	35.39	9.420	102.91	70.59
KALI	-0.58	6.486**	-0.78	19.031	2.26	5.740	39.83	92.15
Zuter	-0.99	2.254**	-1.24	6.412	16.77	4.724	22.41	93.72
Lucky801	-2.04*	10.754**	-2.42	30.222	15.98	7.986	78.33	73.78

доказаност при  $p < 0.05$  (\*),  $0.01$ (\*\*);

Висок коефициент на регресия (bi) от 1.23 до 1.67 определя сортовете PI457938, Lucky801, PI457923 и PI533704 като екологично нестабилни по брой на семената от растение, но с определена отзивчивост.

Сортовете PI533704 и Lucky801 при благоприятни условия на развитие могат да осигурят сравнително голям брой семена от растение.

Сорт PI368911 е ниско продуктивен по отношение на този признак. По стойностите на  $b_i$  ( $b_i=0.13$ ), както и на другите параметри става ясно, че този сорт е екологично стабилен и ниско адаптивен. Ниският му биологичен потенциал не позволява да има предимство пред другите сортове. Съгласно информацията дадена посредством всичките параметри на стабилност (таблици 41) Zuter е близо до идеалния тип комбиниращ в себе си висока продуктивност (голям брой семена на растение) с екологична стабилност. Този сорт е подходящ за отглеждане в широк диапазон от условия на средата. Изследването на сортовете по масата на семената от растение показва, че неговото числово изражение зависи както от средата на отглеждане така и от генотипа. С най-висока маса на семената се отличава сорт Zuter, следван от Lucky801, PI533704 и PI457923.

Стойностите на параметрите на стабилност показват, че сорт PI533704 при определени благоприятни условия на средата може да развие потенциалните си възможности и да образува още по-голям брой бобове на растение.

От оценката на сортовете по екологична стабилност е видно, че сорт PI368911 е с най-ниско значение на регресионния коефициент ( $b_i=0.11$ ), което свидетелства за неговата стабилност и ниска адаптивна способност.

Lucky801, PI533704 и PI457923 са високо продуктивни, но екологично нестабилни ( $b_i > 1$ ). Те са подходящи за отглеждане при високо ниво на агротехника. Селекционен интерес представлява сорт Zuter, който е с висока маса на семената от растение и с добра екологична стабилност според използваните критерии за оценка на стабилността. Сорт KALI е също ниско вариабилен, но с незадоволително ниво на признака спрямо почти всички останали сортове.

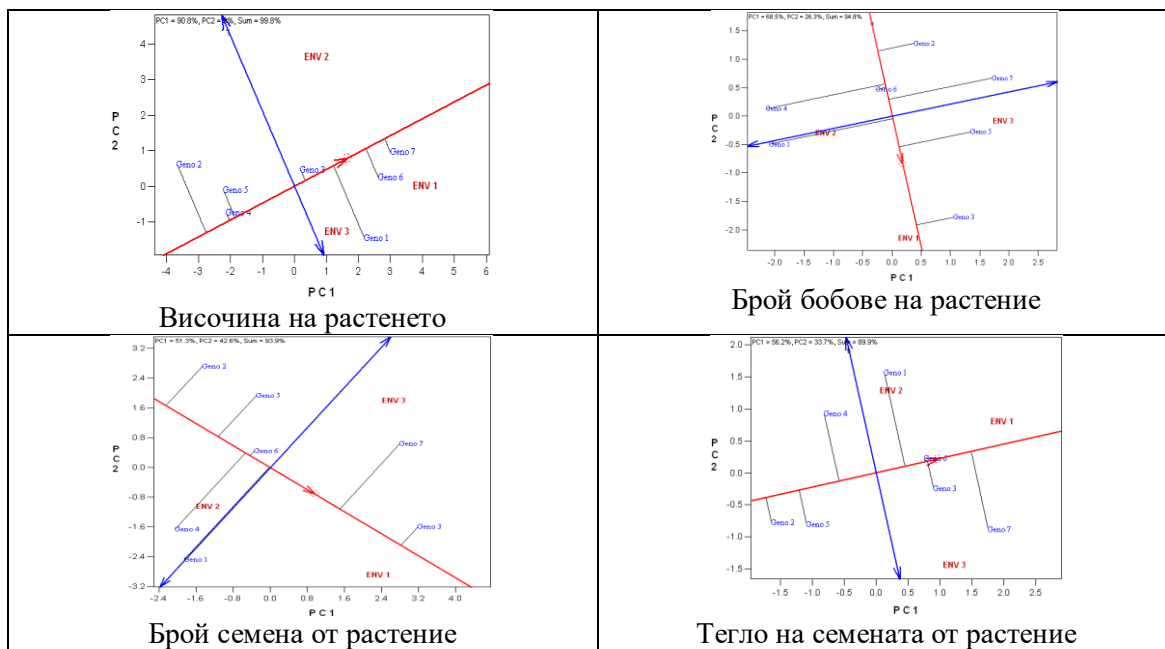
По височина на растението сортовете Lucky801 и Zuter се отличават с най-високи растения, а сорт PI368911 заемайки крайно ляво положение на координатната система се характеризира с най-ниски растения. По този показател най-силно вариабилен се оказва PI457923. Високо продуктивните сортове Lucky801 и Zuter проявяват по-слаба стабилност спрямо по-нискорастящите сортове PI533704 и PI457938.

**Таблица 41.** Оценка на параметрите на адаптивност и стабилност за признаците на изследваните сортове бяла лупина (продължение)

Сорт	Eberhart и Russell (1966)		Tai (1979)		Theil (1950)	Plaisted и Peterson (1979)	Wrick e (1965)	Annic chia rico (1992)
	$b_i$	$S_i^2$	$a_i$	$\lambda_i$	T	PP	$W^2$	$W_i$
брой семена на растение								
PI457923	1.36**	105.558**	1.36	308.429	59.92	58.47	611.32	75.18
PI368911	0.13**	1.369*	0.13	4.494	45.01	51.93	499.23	79.93
PI533704	1.67**	27.609**	1.67	81.017	90.70	48.02	432.30	102.06
PI457938	1.23*	76.676**	1.23	224.205	63.07	47.16	417.45	73.26
KALI	0.63**	13.187**	0.63	39.040	72.77	31.99	157.54	82.34
Zuter	0.65**	0.679*	0.65	2.552	97.91	27.80	85.68	99.65
Lucky801	1.34**	95.931**	1.34	280.346	61.98	55.30	557.07	80.12
тегло на семената от растение								
PI457923	1.43	8.298**	1.43	24.755	59.75	4.498	50.98	79.94
PI368911	0.11**	-0.115	0.11	0.115	45.31	3.693	37.18	69.91
PI533704	1.49	1.371*	1.50	4.540	90.87	2.648	19.27	92.19
PI457938	1.14	4.636**	1.14	14.102	62.91	2.988	25.11	68.95
KALI	0.56	0.566	0.56	2.201	73.06	2.271	12.81	74.41
Zuter	0.73	-0.116	0.73	0.234	97.84	1.742	3.75	114.11
Lucky801	1.53	8.711**	1.53	25.942	62.32	4.891	57.73	92.18

доказаност при  $p < 0.05$  (\*),  $0.01$ (\*\*);

„Идеалният” генотип е този, който притежава както високо средно изражение на изследвания признак така и висока стабилност при различни среди. Реално такъв генотип може и да не съществува, но той може да бъде използван като еталон при оценка на генотиповете. По броя на бобовете от растение дължината на векторите определя сортовете PI457923 и PI457938 като силно вариабилни.



**Фигура 25.** GGE biplot анализ за признаците - височина растения, брой бобове на растение, брой семена на растение, тегло на семената от растение  
 Geno 1 - PI457923; Geno 2 - PI368911; Geno 3 - PI533704; Geno 4 - PI457938; Geno 5 - KALI; Geno 6 - Zuter; Geno 7 - Lucky801;

**Таблица 43.** Корелации между тегло семената от растение и параметрите на адаптивност и стабилност за анализиране на ефективността на различните алгоритми за идентификация на подходящи генотипове бяла лупина

	bi	Si <sup>2</sup>	ai	λi	T	PP	W <sup>2</sup>	W <sub>i</sub>	Pi	R
Si <sup>2</sup>	0.741									
ai	1.00**	0.738								
λi	0.743	1.00**	0.739							
T	0.230	-0.376	0.232	-0.373						
PP	0.399	0.821*	0.396	0.819*	-0.715					
W <sup>2</sup>	0.399	0.821*	0.397	0.819*	-0.715	1.000**				
W <sub>i</sub>	0.248	-0.108	0.249	-0.106	0.788*	-0.309	-0.309			
Pi	-0.648	0.592	0.818	-0.266	-0.707	0.043	0.042	- 0.0898*		
R	0.338	0.616	0.338	0.614	-0.699	0.885**	0.885**	-0.386	0.132	
Тегло семена /растение	0.634	0.382	0.633	0.383	0.559	0.120	0.120	0.870*	- 0.977**	- 0.004

\*, \*\* доказаност при  $p < 0.05$ ; 0.01;

Късият вектор при PI368911 характеризира сорта като стабилен, но той образува малко бобове на растение. Сорт PI533704 е в по-благоприятно положение поради по-високото изражение на признака. Като най-желан се оказва сорт KALI, който проявява средно ниво на стабилност на признака и успява да формира сравнително много бобове на растение. Безспорен фаворит по брой на семената от растение е сорт PI533704, следван от Lucky801, който е силно нестабилен както е видно и от самата фигура. Сорт Zuter е по-слабо продуктивен от PI533704, но образува много къс вектор с оста характеризираща стабилността на генотиповете, което му дава определено предимство при отглеждане в различни среди на отглеждане. Сортовете PI368911, KALI и PI457938 са ниско продуктивни и силно вариабилни. По отношение на

признака тегло на семената от растение разпределението на сортовете по координатната система показва, че средите на отглеждане оказват различно влияние върху проявата на признака при отделните генотипове.

Сортовете PI368911 и KALI могат да бъдат определени като стабилни и ниско продуктивни с най-ниско тегло на семената. Сорт PI457923 е сравнително високо продуктивен и силно вариабилен. Селекционен интерес представлява Zuter, който е стабилен и високо продуктивен. Lucky801 е екологично нестабилен, но е също високо продуктивен и може да бъде включен в бъдещи селекционни програми за получаване на нови форми с повишено тегло на семената от растение. Корелационният анализ на параметрите на екологична стабилност (Таблица 43) показва, че масата на семената от растение е в тясна връзка с индекса  $W_i$  на Annicchiarico (1992) ( $r=0.87$ ).

Високи но статистически недоказани са корелациите с параметрите  $b_i$  ( $r=0.634$ ),  $a_i$  ( $r=0.633$ ) и  $T$  стабилни генотипове бяла лупина в различни среди на отглеждане. Силно отрицателна е корелацията с параметъра  $P_i$  на Lin and Binns ( $r=-0.977$ ). Параметърът  $Si^2$  на Eberhart and Russell е в силна положителна корелация с  $li$  ( $r=1.00$ ), с  $PP$  и  $W^2$  ( $r=0.821$ ),  $li$  на Tai с  $PP$  на Plaisted and Peterson и  $W^2$  Wricke ( $r=0.819$ ).

П  
о

### 5.2.3. Оценка на сортовете бялата лупина по адаптивна способност

При оценката на сортовете от фуражните култури един от най-ценните и важни показатели е надземната маса на растението. В настоящото изследване характеристиката на надземната маса е изразена през два компонента брой листа и тегло на растението (Таблица 44). Съгласно критерия „ $b_i$ ” сортовете Zuter и Lucky801 са стабилни и образуват сравнително голям брой листа на растение. Стойността на параметъра на стабилност при тях е статистически незначим, затова и оценката им по другите показатели е различна.

л

**Таблица 44.** Параметри на адаптивна способност по изследваните признаци при сортовете бяла лупина

Сорт	$b_i$ -FW	GxE $g_i$	OAC $i$	CAC $i$	S $g_i$ , %	СЦГ $i$
брой листа на растение						
PI457923	0.79**	9.91	-2.18	9.87	54.08	9.93
PI368911	1.36**	18.15	1.00	16.60	77.40	7.44
PI533704	0.67**	14.72	-3.96	8.01	48.62	9.72
PI457938	1.40**	21.95	4.53	17.00	68.09	10.62
KALI	0.74**	9.90	-0.01	9.01	44.12	12.83
Zuter	1.03	1.34	-1.09	12.66	65.41	8.67
Lucky801	1.01	8.53	1.71	12.64	57.08	11.48
тегло на свежото растение						
PI457923	0.72**	29.52	-2.61	10.71	69.20	8.74
PI368911	1.39**	27.70	-0.03	19.50	108.00	5.79
PI533704	0.41**	65.02	1.32	5.33	27.45	16.05
PI457938	1.36**	26.54	5.12	19.19	82.70	11.13
KALI	0.86**	7.90	-0.41	12.15	68.75	10.03
Zuter	1.14**	9.76	-2.97	16.24	107.42	4.90
Lucky801	1.12*	25.39	-0.42	16.42	93.00	7.33

$b_i$  - регресионен коефициент по модела на Finlay и Wilkinson (1963); OAC - обща адаптивна способност, CAC $i$  - специфична адаптивна способност, S $g_i$ , (%) - относителна стабилност на генотипа, (GxE) $g_i$  - способност на генотипа да реагира на околната среда; I $g_i$  - реакция на организма към средата на отглеждане; СЦГ $i$  - селекционна ценност на генотипа, доказаност при  $p < 0.05$  (\*), 0.01(\*\*)

и

По обща адаптивна способност (OAC) се откроява сорт PI457938 следван от Lucky801 и PI368911. Колкото е по-висока OAC толкова генотипът е адаптиран към по-разнообразни условия на отглеждане. Адаптивността на сорта при конкретни условия на средата изразена чрез ниските стойности на показателите „CAC” и „S $g_i$ ” показва, че сортовете PI533704 и KALI са най-стабилни спрямо останалите в групата образци. Селекционната ценност на генотипа (СЦГ) е сумарен показател, който съчетава в себе си продуктивност и стабилност е по-силно изразен при KALI (12.83), Lucky801(11.48) и PI457938 (10.62).

**Таблица 44.** Параметри на адаптивна способност по изследваните признаци при сортовете бяла лупина (продължение)

Сорт	$b_i$ -FW	GxE $g_i$	OAC $i$	CAC $i$	S $g_i$ , %	СЦГ $i$
------	-----------	-----------	---------	---------	-------------	---------

ж  
д  
у



	свежо тегло на коренова маса					
PI457923	0.22**	0.28	0.18	1.04	54.25	1.11
PI368911	0.13**	1.05	0.29	2.19	108.27	0.35
PI533704	0.17**	0.11	-0.14	0.97	60.63	0.84
PI457938	0.02**	0.05	0.23	1.32	66.97	0.95
KALI	0.09**	0.65	-0.61	0.21	18.73	0.88
Zuter	0.22**	0.04	-0.44	0.82	63.23	0.65
Lucky801	6.14**	0.31	0.49	1.59	71.63	1.00
	брой грудки на растение					
PI457923	0.69*	25.37	1.98	5.92	58.04	5.58
PI368911	0.70*	13.69	-0.22	3.41	42.59	5.34
PI533704	0.82	-0.43	-3.02	4.67	89.89	1.55
PI457938	1.19	-2.45	-0.22	3.37	42.15	5.37
KALI	0.59*	1.50	-4.82	2.25	66.09	1.64
Zuter	0.19**	0.37	-1.43	3.95	58.26	3.70
Lucky801	2.81**	112.91	7.72	14.50	91.02	4.60

**Таблица 44.** Параметри на адаптивна способност по изследваните признаци при сортовете бяла лупина (продължение)

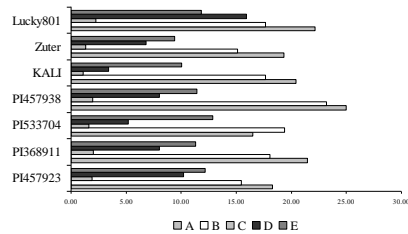
Сорт	$b_i$ -FW	GxE <sub>gi</sub>	OAC <sub>i</sub>	CAC <sub>i</sub>	S <sub>gi</sub> , %	СЦГ <sub>i</sub>
дължина на корените						
PI457923	0.01**	0.61	0.85	1.49	12.29	8.68
PI368911	-	6.85	0.04	4.77	42.07	0.26
PI533704	0.09**	0.12	1.55	2.64	20.58	6.71
PI457938	-	-0.39	0.11	2.16	18.95	6.39
KALI	0.09**	11.72	-1.23	1.44	14.35	6.71
Zuter	0.01**	0.55	-1.87	1.27	13.45	6.48
Lucky801	6.85**	1.57	0.55	3.44	29.01	3.86

Сортовете PI368911 и PI457938 могат да се характеризират като екологично нестабилни ( $b_i > 1$ ), но и с високо тегло на свежите растения (18-23 g, фигура 26). Сорт PI533704 се проявява като най-стабилен както по коефициента на регресия така и съгласно стойностите на другите параметри. Съчетанието на добра стабилност и сравнително тежки растения поставят този сорт като селекционно най-ценен (16.50). Според показателя „СЦГ“ интерес представляват и сортовете PI457938 (11.13) и KALI (10.03). По свежо тегло на цялото растение близо до „идеалния“ тип са сортовете Lucky801 ( $b_i = 1.12$ ) и Zuter ( $b_i = 1.14$ ) с коефициент на регресия малко над единицата.

Съдейки по резултатите за свежо тегло на кореновата система почти всички сортове могат да бъдат определени като много стабилни с коефициент „ $b_i$ “  $< 0.23$ . Изключение прави сорт Lucky801, който по този признак е силно вариабелен ( $b_i = 6.14$ ), но поставен в комфортни условия на отглеждане успява да образува растения с по-голямо тегло на кореновата система.

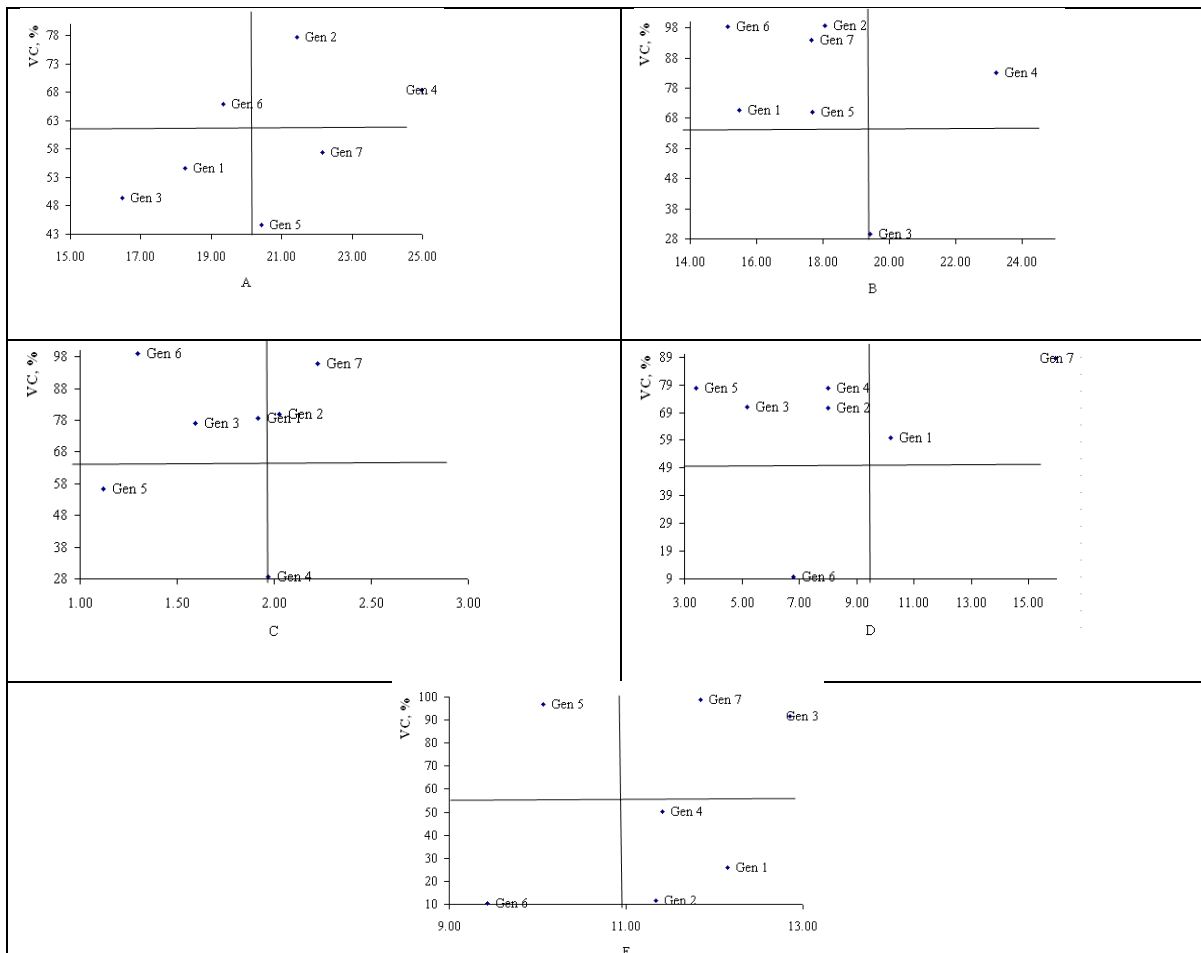
Способността на сорта в резултат на регулаторните механизми на организма да поддържа определено ниво на признака в различен фон на средата е представена чрез параметъра относителна стабилност S<sub>gi</sub>%. Според получените данни за нивото на признака, общата адаптивна способност и стабилност като селекционно ценни в качеството си на изходен материал за нуждите на селекцията представляват сортовете PI457923 (1.11), PI457938 (0.95) и PI533704 (0.84). Включените в изследването сортове се различават по биологичният си потенциал по брой на грудките от растение от 3.40 при KALI до 15.93 при Lucky801.

Последният сорт е значително по вариабелен от останалите с  $b_i = 6.14$ . Със стойности на „ $b_i$ “ близки до единица са PI533704 и PI457938, които могат да бъдат отнесени към пластичните сортове образувачи достатъчен брой грудки на растение както в комфортни така и в неблагоприятни условия на отглеждане.



**Фигура 26.** Продуктивни възможности на сортовете бяла лупина по изследваните признаци надземна маса: А - брой листа на растение, В - тегло на свежото растение, коренова маса: С - свежо тегло на корените, D - брой грудки на растение, Е - дължина на корените;

Сортовете проявяват различна специфична адаптивна способност най-добре изявена при KALI (2.25), PI457938 (3.37) и PI368911 (3.41). Последните два сорта имат и висока селекционна ценност (5.34 - 5.37) каквато е и при PI368911 (5.58). При анализа на адаптивността и стабилността по дължината на корените от растение преимущество имат PI457923, PI533704 и PI533704. Те съчетават в себе си стабилност на признака ( $bi < 1$ ) и сравнително добро изражение на общата адаптивна способност (ОАС).



**Фигура 27.** Стабилност (VC%) на сортовете признаците съгласно Francis и Kannenberg (1978)

А - надземна маса - брой листа, В-надземна маса тегло цяло растение, свежо, С - коренова маса - свежо тегло, грам, D - коренова маса грудки - брой, Е - дължина на корените; Gen1 - PI457923; Gen2 - PI368911; Gen3 - PI533704; Gen4 - PI457938; Gen5 - KALI; Gen6 - Zutter; Gen7 - Lucky801;

Същите сортове притежават високи стойности на параметъра селекционна ценност на генотипа (6.71-8.68). С по-високи изисквания към специфични условия на отглеждане се характеризират сортовете PI368911 ( $SAC=4.77$ ) и Lucky801 ( $SAC=3.44$ ).

Средната стойност на признака и вариационния му коефициент (фигура 27) за всеки сорт разделят координатната система на четири квадранта. В квадранта разположен долу дясно на координатната система попадат сортове с висока екологична стабилност и висока продуктивност. За признака брой листа

на растение това са сортовете Lucky801 и KALI. Последният сорт е по-отдалечен спрямо абсисната ос което говори за неговата по-голяма вариабилност. Тези сортове са най-предпочитани в селекцията за създаване на по-облистени генотипове. Сортовете (PI368911 и PI533704) разположени над този квадрант са също с високи растения, но са по-вариабилни и проявяват отзивчивост само в благоприятни условия на средата. Разположението на сортовете долу ляво на координатната система PI457923 и PI533704, разкрива тяхната стабилност, но и по-слаб потенциал по отношение на признака.

По теглото на свежата биомаса на цялото растение сорт PI457938 запазва своето положение. Като най-предпочитан от селекционна гледна точка остава само сорт PI533704, който е високо продуктивен и е най-ниско вариабилен спрямо останалите сортове. От представянето на сортовете по свежо тегло на кореновата маса свава ясно, че селекционен компромис може да се направи на сорт PI457938, който се характеризира с най-ниска вариабилност на признака и с тегло на корените около средното за изследваната група сортове. Сортовете PI368911 и Lucky801 са с по-високи стойности на признака, но и много силно зависими от промяната на условията на средата.

По признакът дължина на корените впечатление правят ниско вариабилните сортове PI457923, PI368911 и PI457938. Най-ниско е разположен PI368911, неотстъпващ по величина на признака на по-нестабилния PI457938. В този квадрант най-предпочитан е PI457923 чийто растения формират дълги корени много слабо влияещи се от неблагоприятното въздействие на факторите на средата на отглеждане.

Zuter може да бъде определен като генотип със сравнително добра адаптивна способност, както по този признак така и по свежо тегло на цялото растение; сорт KALI по тегло на свежата биомаса, по брой на грудките и дължина на корените от растение; PI457923 по свежо тегло на кореновата маса и PI457938 по брой на грудките от растение.

#### 5.2.4. Приложение на еколого - генетичният модел в селекцията на бялата лупина

В настоящото проучване лимитиращ фактор на средата е годината. Анализът на елементите на продуктивността (Таблица 47) показва значително вариране по години и средни стойности на изследваните признаци. По отношение на модулът брой семена от растение са установени сортови различия както по компонентните признаци така и по резултиращият. Броят на формираните семена от растение през 2014 и 2016 е по-голям отколкото през 2014 г. Изключение прави сорт Lucky801, растенията на който успяват през 2014 г. да образуват 40 семена от растение.

**Таблица 47.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете бяла лупина (по отчетна стойност)

Сорт	Година								
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Модул I – продуктивност семена/растение									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	брой семена/растение			тегло на зърното (g)			тегло на семената/ растение,		
PI457923	20.00	16.00	13.80	0.282	0.248	0.282	5.63	3.97	3.89
PI368911	12.90	1.20	24.90	0.234	1.650	0.233	3.02	1.98	5.80
PI533704	24.00	26.00	28.80	0.239	0.215	0.240	5.73	5.60	6.90
PI457938	18.60	7.00	13.90	0.251	0.211	0.250	4.66	1.48	3.47
KALI	15.20	4.00	24.40	0.239	0.120	0.241	3.64	0.48	5.87
Zuter	17.40	22.00	25.20	0.305	0.205	0.305	5.30	4.51	7.68
Lucky801	20.30	40.00	29.20	0.306	0.248	0.306	6.21	9.90	8.93
Модул II: Брой семена от едно растение									
	брой бобове на растение			брой семена в боб			брой семена на растениет		
PI457923	5.70	5.00	5.50	3.51	3.20	2.51	20.00	16.00	13.80
PI368911	3.90	7.00	10.00	3.31	2.31	2.49	12.90	16.20	24.90
PI533704	7.20	10.00	11.50	3.33	2.60	2.50	24.00	26.00	28.80
PI457938	5.00	5.00	5.60	3.72	1.40	2.48	18.60	7.00	13.90
KALI	5.60	2.00	12.00	2.71	2.00	2.03	15.20	4.00	24.40
Zuter	4.60	12.00	10.10	3.78	1.83	2.50	17.40	22.00	25.20
Lucky801	4.70	14.00	11.70	4.32	2.86	2.50	20.30	40.00	29.20

По-ниските стойности на продуктивността на семената оказват негативно влияние и върху общото тегло на семената от растение въпреки, че е възможна и компенсаторна реакция от страна на растителния организъм чрез втория компонентен признак.

При формиране на модулът продуктивност на зелената биомаса на растение (таблица 49) са използвани два компонентни признака тегло на листата и тегло на стъблата. С най-висока надземна биомаса за 2014 година се отличава сорт PI368911 (17.959 g), а през 2015-2016 г. PI533704 (12.60-11.00 g).

По втория компонентен признак също са установени колебания в сортовете и зависимостта им от условията на отглеждане.

**Таблица 47.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете бяла лупина (по отчетна стойност) (продължение)

Сорт	Година								
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
<b>Модул III: Продуктивност на зелена маса от едно растение</b>									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	свежо тегло на листата/растение			свежо тегло на стъблата/растение			тегло на зелена маса /растение		
PI457923	13.128	5.282	1.89	12.859	10.989	2.27	25.987	16.271	4.16
PI368911	17.959	3.942	2.33	22.57	5.382	1.98	40.529	9.324	4.31
PI533704	13.068	12.600	11.00	12.78	5.046	3.72	25.848	17.646	14.72
PI457938	15.279	7.101	3.44	29.23	11.138	3.41	44.509	18.239	6.85
KALI	13.335	6.368	3.00	17.36	9.832	3.13	30.695	16.200	6.12
Zuter	15.543	2.570	2.55	18.5	3.031	3.16	34.043	5.601	5.71
Lucky801	12.87	2.788	4.57	23.77	3.270	5.71	36.64	6.058	10.28
<b>Модул IV: Маса на грудките на едно растение</b>									
	брой грудки /растение			тегло на една грудка			тегло грудки на растение		
PI457923	3.60	16.00	11.00	0.147	0.026	0.022	0.53	0.412	0.240
PI368911	3.80	11.60	8.60	0.087	0.016	0.020	0.33	0.186	0.170
PI533704	1.60	3.00	11.00	0.094	0.053	0.015	0.15	0.16	0.167
PI457938	4.20	7.80	12.00	0.171	0.036	0.023	0.72	0.277	0.272
KALI	1.20	2.20	6.80	0.075	0.028	0.024	0.09	0.062	0.160
Zuter	1.75	8.60	10.00	0.354	0.030	0.030	0.62	0.261	0.298
Lucky801	8.40	6.60	32.80	0.038	0.022	0.018	0.32	0.146	0.582

**Таблица 48.** Влияние на условията на средата върху модулите продуктивност семена от растение и брой семена от растение при сортовете бяла лупина (по отчетна стойност) (продължение)

Сорт	Година								
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
<b>Модул V: Маса на кореновата система на едно растение</b>									
	Компонентен признак 1			Компонентен признак 2			Резултиращ признак		
	наситеност на кореновата система/ растение с грудки			тегло грудки на растение			тегло на кореновата система		
PI457923	5.587	4.760	3.438	0.53	0.412	0.240	2.961	1.961	0.825
PI368911	13.867	4.220	4.224	0.33	0.186	0.170	4.576	0.785	0.718
PI533704	17.947	4.656	8.030	0.15	0.16	0.167	2.692	0.745	1.341
PI457938	4.822	5.617	3.246	0.72	0.277	0.272	3.472	1.556	0.883
KALI	16.589	16.081	5.475	0.09	0.062	0.160	1.493	0.997	0.876
Zuter	3.692	3.287	2.520	0.62	0.261	0.298	2.289	0.858	0.751
Lucky801	12.581	6.342	2.945	0.32	0.146	0.582	4.026	0.926	1.714

Модулът маса на грудките от растение пряко зависи от теглото на една грудка и броя на грудките на растението. По първият признак селекционен интерес представляват сортовете Lucky801 и PI457923, въпреки че те не запазват своите продуктивни възможности при промяна на условията на отглеждане, както и PI457938, който се характеризира със средно ниво но и с добра стабилност на признака.

Средното тегло на грудката от растение е 0.138 g за 2014 г., 0.030 g за 2015 г. и 0.022 g за 2016 година. При повечето то проучваните сортове повишения брой на грудките е за сметка на тяхното тегло. Добро съчетание между брой и тегло на грудките е установено при сорт PI457938, който е с най-висока комплексна оценка.

Модулът маса на кореновата система от растение е резултат от мултипликативното наследяване на двата компонентни признака наситеност на кореновата маса от растение с грудки и тегло на грудките от растение, чието произведение дава споменатия вече резултиращ признак.

Влиянието на средата на отглеждане върху добива на зърно и надземната биомаса са представени в таблица 48. Окончателният отбор е извършен по най-високите средни рангове. От избраната колекция образци най-висок добив на семена е отчетен при Lucky801 (155.25 kg da<sup>-1</sup>, 247.5 kg da<sup>-1</sup>, 223.25 kg da<sup>-1</sup>) и PI533704 (143.25 kg da<sup>-1</sup>, 140.00 kg da<sup>-1</sup>, 172.50 kg da<sup>-1</sup>) и през трите години на изследване. Тези сортове

заемат стабилните първа и втора позиции според ранговия анализ. PI368911; PI457938 и KALI се отличават с висока вариабилност и добив зърно под средния ( $90.00 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $80.08 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $83.25 \text{ kg da}^{-1}$ ) за изследваната група сортове. Затова ранговият анализ им отрежда последната 6 позиция.

**Таблица 49.** Влияние на условията на средата върху модулите добив на семена и на зелена маса, при сортовете бяла лупина (по отчетна стойност и по ранг)

Сорт	Лимит (години)			Добив ( $\text{kg da}^{-1}$ )	Рангове			
	2014	2015	2016		2014-2016	2014	2015	2016
Модул добив на семена								
PI457923	140.75	99.25	97.25	112.42 <sup>ab</sup>	3	4	6	4
PI368911	75.50	49.50	145.00	90.00 <sup>ab</sup>	7	5	5	6
PI533704	143.25	140.00	172.50	151.92 <sup>bc</sup>	2	2	3	2
PI457938	116.50	37.00	86.75	80.08 <sup>a</sup>	5	6	7	6
KALI	91.00	12.00	146.75	83.25 <sup>a</sup>	6	7	4	6
Zuter	132.50	112.75	192.00	145.75 <sup>abc</sup>	4	3	2	3
Lucky801	155.25	247.50	223.25	208.67 <sup>c</sup>	1	1	1	1
Модул добив на зелена маса								
PI457923	649.68	406.78	104.00	386.82 <sup>a</sup>	6	3	7	5
PI368911	1013.23	233.10	107.75	451.36 <sup>a</sup>	2	5	6	4
PI533704	646.20	441.15	368.00	485.12 <sup>a</sup>	7	2	1	3
PI457938	1112.73	455.98	171.25	579.98 <sup>a</sup>	1	1	3	2
KALI	767.38	405.00	153.00	441.79 <sup>a</sup>	5	4	4	4
Zuter	851.08	140.03	142.75	377.95 <sup>a</sup>	4	7	5	5
Lucky801	916.00	151.45	257.00	441.48 <sup>a</sup>	3	6	2	4

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при  $P < 5\%$ ,

Най-високо добивни по отношение на свежата надземна биомаса (таблица 49) са сортовете PI457938 и PI533704 със среден добив за периода  $597.98 - 485.12 \text{ kg da}^{-1}$ . Прави впечатление вторият сорт който е и сравнително високо добивен на зърно, а по добив на зелена биомаса е силно вариабилен като през 2014 г. заема последно място с ранг 7. Със стойности близки до средния добив на зелена маса са PI368911 ( $451.36 \text{ kg da}^{-1}$ ), KALI ( $441.79 \text{ kg da}^{-1}$ ) и Lucky801 ( $441.48 \text{ kg da}^{-1}$ ).

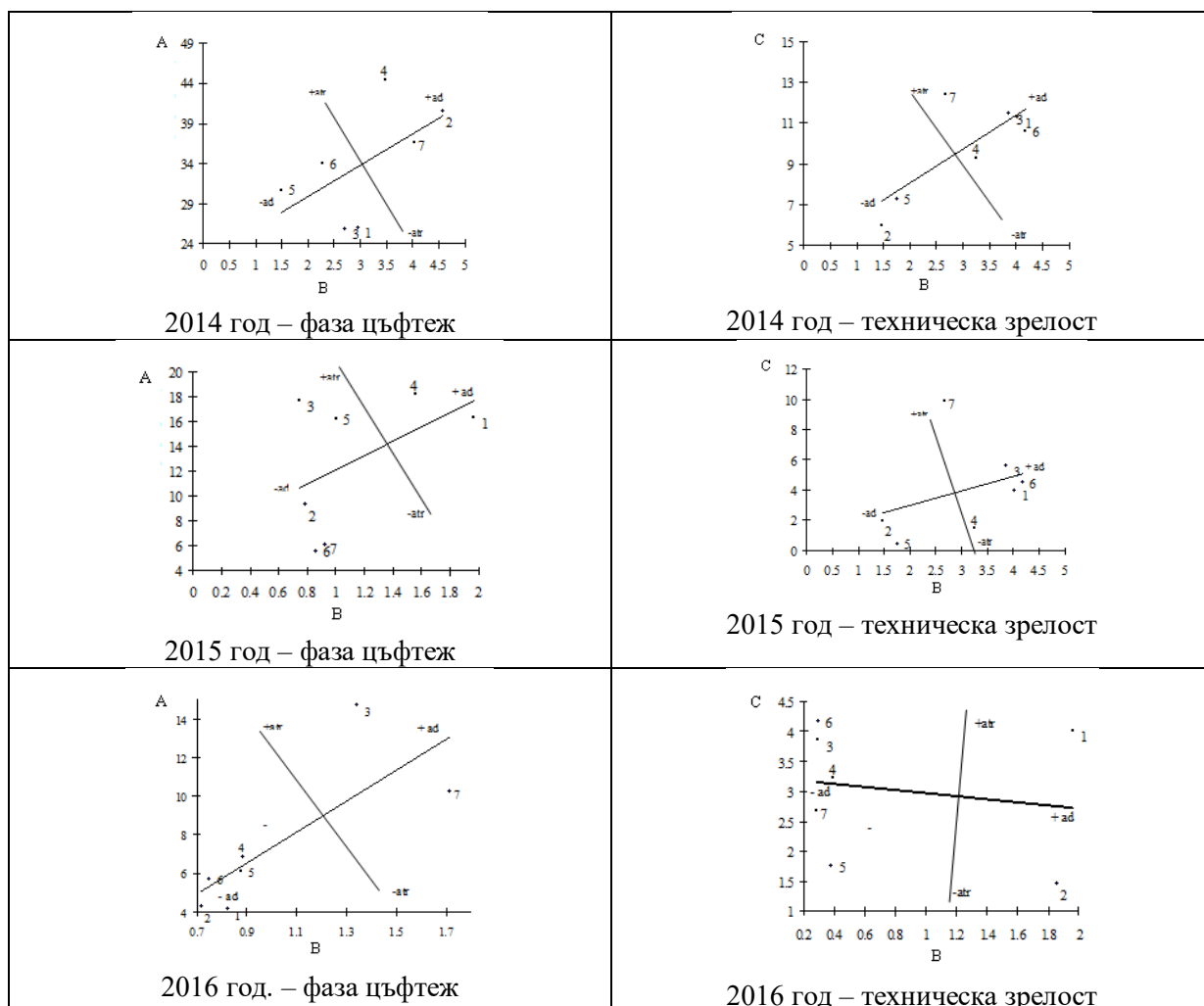
#### 5.2.4.2. Метод на ортогоналните регресии. Идентификация на генотипа по фенотип

В представената на фигура 28 графика се използват така наречените ортогонални регресии от където метода носи името метод на ортогоналната регресия.

При влошаване на ценотичната обстановка (през 2015 г.) адаптивно най-ценен е сорт PI457938, който е разположен в квадранта ограничен от положителната част на атрактивност и адаптивност (фигура 26). Той проявява добро съчетание на гени за адаптивност и атракция (бързо преминаване на пластичните вещества при влошаване на условията). Растенията от този сорт образуват надземна и коренова маса с високо тегло.

Сортовете PI533704, KALI и Zuter представени на графиката в отрицателната част линията за адаптация са най-слабо адаптивни. Те не реагират положително поставени в благоприятна среда на отглеждане. Сорт PI368911 както е видно от графиката през 2014 година е с най-висока адаптивност макар, че е поставен съвсем близо до регресионната линия. При влошаване на условията на отглеждане (2015 г.) той се премества в отрицателната част на линията за адаптивност и заема почти крайно положение, което свидетелства за това, че генетичния контрол върху адаптивността по отношение на признаците тегло на свежата надземна биомаса и тегло на корените се преопределя негативно при тези лимити на средата.

В технологична зрелост сорт Lucky801 се характеризира с положителни прояви на гените за адаптивност и атракция. По-голямото разстояние до линията за адаптивност през 2015 г. спрямо 2014 г. показва, че този сорт има силни гени за атракция. Сорт PI533704 е в същият квадрант (ограничен от положителната част на линиите за адаптивност и атракция), но заема крайно дясно положение и при двата лимита на средата, което се определя от това, че той притежава по-силни гени за адаптивност (проявява добра екологична стабилност). Положителното изместване на тези два сорта по физиологичните системи за атракция (Lucky801) и адаптивност (PI533704) ги определя като най-интересни в селекционната работа като родители за получаване на хибриди съчетаващи благоприятни гени за тегло на семената от растение и тегло на кореновата маса.



**Фигура 28.** Разпределение на средните стойности на сортовете бяла лупина

A - тегло на зелената биомаса на растение (g), B - тегло на кореновата маса на растение (g), C - тегло на семената от растение (g), 1- PI457923; 2 - PI368911; 3 - PI533704; 4 - PI457938; 5 - KALI, 6 - Zuter; 7 - Lucky801

Интерес за комбинативната селекция представляват и сортовете PI457923 и Zuter; които също са добре адаптирани към промените във средата. Те се характеризират с отрицателна атрактивност, но са съвсем близо до линията на адаптивност.

### 5.2.5. Генетичен анализ на количествени признаци при хибриди бяла лупина

От биометричните данни представени в таблици 50 и 51 се вижда, че съгъстяване на посева броят на грудките от растение се наследява отрицателно свръх доминантно с по-голямо влияние на епистатните генни действия.

**Таблица 50.** Характерни особености на изследваните генотипове

Признак \Сорт	PI533704	Zuter	Lucky801
При съгъстен посев			
Брой на грудките от растение	11.00a	10.00a	32.80b
Тегло на грудките от растение (g)	0.17a	0.30a	0.58b
Свежо тегло на корените (g)	0.17a	0.38b	0.69c
Надземна биомаса на растението (g)	4.68a	6.44b	7.15c
Тегло на семена от растение, g	6.90a	7.68b	8.93c
При разреден посев			
Брой на грудките от растение	11.65a	10.59a	34.75b
Тегло на грудките от растение (g)	0.18a	0.33a	0.64b
Свежо тегло на корените (g)	0.20a	0.37b	0.71c
Надземна биомаса на растението (g)	5.38a	7.41b	8.22c
Тегло на семена от растение, g	8.62a	9.60b	11.17c

средните стойности последвани от една и съща буква (и), не се различават при  $p < 5\%$ ,

Изключение прави PI533704 x Lucky801 характеризираща се с положително доминиране на признака. При същата кръстоска е установен отрицателен истински хетерозис (-11.86%), а при реципрочната и хетерозисът е най-висок достигайки до 259.45%. Във втора хибридна генерация най-слабо са депресирани растенията получени от PI533704 и Zuter независимо от посоката на кръстосването (62.20-62.21%).

В първа генерация с най-високо тегло на грудките се отличават PI533704 x Lucky801 и нейната реципрочна, докато във втора генерация не са установени статистически значими различия между отделните хибриди и е наблюдавано сравнително високо ниво на депресия. По този признак и четирите комбинации проявяват положителен хетерозис, като при реципрочните хипотетичния хетерозис е със значително по-висока стойност (205.88% - 276.47%). При хибридна комбинация PI533704 x Lucky801 преобладават доминантните генни ефекти, докато при всички останали в наследяването на признака по-голяма роля играе епистаза (51 и 52).

Относно свежо тегло на кореновата маса в F1 превес отново имат хибридите PI533704 x Lucky801 и Lucky801 x PI533704, като и между самите тях са установени статистически доказани различия. Положителни са стойностите както на хипотетичния (147.27-285.45%) така и на истинския (78.95-752.94%) хетерозисен ефект съответно при Zuter x PI533704 и Lucky801 x PI533704 т.е. когато PI533704 се използва в като бащина форма.

**Таблица 51.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при сгъстен посев

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	x	x	хипотетичен	истинск и		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
брой грудки/растение							
PI533704 x Zuter	17.41a	6.58ab	65.81	74.1	62.21	-13.82	15.68
Zuter x PI533704	23.81a b	9.00c	126.76	138.1	62.2	-26.62	6
PI533704 x Lucky801	28.91b c	5.41a	32.01	-11.86	81.29	0.64	-3.03
Lucky801 x PI533704	39.54c	7.40b	80.55	259.45	81.28	-1.62	2.66
тегло грудки/растение							
PI533704 x Zuter	0.54a	0.26a	129.79	80	51.85	4.69	0.77
Zuter x PI533704	0.52b	0.25a	121.28	205.88	51.92	4.38	0.46
PI533704 x Lucky801	0.67b	0.20a	78.67	15.52	70.15	1.44	-1.71
Lucky801 x PI533704	0.64b	0.19a	70.67	276.47	70.31	-1.29	1.8

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при  $p < 5\%$

Съдейки от получените стойности за депресията на растенията от F<sub>2</sub> можем да предположим, че при кръстосване на сортовете PI533704 и Zuter получените хибриди ще бъдат слабо депресирани (10.29 — 11.32%). Степените на доминиране на гените в F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub> характеризират хетерозиса от позицията на теорията на генетичния баланс. Те показват, че хетерозисът в F<sub>1</sub> се дължи на свръх доминиране, като само при Lucky801 x PI533704 то е с отрицателен знак. Във втора хибридна генерация при повечето от хибридите върху проявата на признака значително по-голямо е влиянието на епистатните генни взаимодействия ( $h_{p2} > h_{p1}$ ).

По признакът свежо тегло на надземната биомаса впечатление прави Zuter x PI533704 с високите си показатели и в двете хибридни генерации. Въпреки това никой от хибридите не превишава коя и да е от родителските форми, затова свидетелстват отрицателните стойности на хетерозисните прояви. В съответствие с тези прояви PI533704 x Lucky801 и нейната реципрочна могат да бъдат посочени като най-слабо депресирани ( $\approx -35\% - 36\%$ ).

От представените биометрични данни относно продуктивността изразена чрез масата на семената от растение се вижда, че наследяването на признака е от положително свръх доминантно при Zuter x PI533704 (2.18) и PI533704 x Lucky801 (1.03), доминантно при PI533704 x Zuter (0.85) и отрицателно доминантно при Lucky801 x PI533704 (-0.53). При реципрочните кръстоски е установен по-силен истински хетерозисен ефект, който е в границите от -0.78 % при PI533704 x Zuter до 22.46% при Lucky801 x PI533704. Растенията получени при кръстосването на PI533704 с Zuter са сравнително по-слабо депресирани (787 - 8.48%) спрямо комбинацията между Lucky801 и PI533704. С изключение на Lucky801 x PI533704, при останалите

кръстоски във втора генерация преобладават епистатните генни ефекти обуславящи по-ниското изражение на признака в хибридните растения.

**Таблица 51.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при съгъстен посев (продължение)

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
свежо тегло на кореновата маса							
PI533704 x Zuter	0.68a	0.61b	147.27	78.95	10.29	3.86	6.38
Zuter x PI533704	1.06b	0.94c	285.45	178.95	11.32	7.48	12.67
PI533704 x Lucky801	1.58d	0.41a	267.44	128.99	74.05	4.42	-0.15
Lucky801 x PI533704	1.45c	0.63b	237.21	752.94	56.55	-3.92	-1.54
свежо тегло на надземната маса							
PI533704 x Zuter	1.97b	1.79a	-64.57	-69.41	9.14	-4.08	-8.57
Zuter x PI533704	3.50c	3.17c	-37.05	-45.65	9.43	-2.34	-5.43
PI533704 x Lucky801	1.08a	1.46a	-81.74	-84.9	-35.19	-3.91	-7.21
Lucky801 x PI533704	1.91b	2.59b	-67.71	-59.19	-35.6	3.24	5.38

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при  $p < 5\%$

**Таблица 51.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при съгъстен посев (продължение)

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на доминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
тегло на семената от растение							
PI533704 x Zuter	7.62a	7.02a	4.53	-0.78	7.87	0.85	-1.38
Zuter x PI533704	8.14a	7.45a	11.66	5.99	8.48	2.18	0.82
PI533704 x Lucky801	8.96b	7.36a	13.2	0.34	17.86	1.03	-1.09
Lucky801 x PI533704	8.45b	7.43a	6.76	22.46	12.07	-0.53	0.96

средните стойности последвани от една и съща буква, не се различават при  $p < 5\%$

В таблици 52 и 53 са отразени средните стойности на F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub> хибридите и получените биометрични данни за анализирания параметри в условия на разреден посев. По броя на грудките от едно растение при разреждане на посева се установява, че при всички хибриди хетерозисния (хипотетичен и истински) ефект е отрицателен и достига до 63.58% при Lucky801 x PI533704 и до 74.22% съответно при PI533704 x Lucky801. Известна аналогия е наблюдавана в нивото на депресия. При различните лимити на средата растенията от кръстоските PI533704 x Zuter и реципрочната и са най-слабо депресирани. А също така и в типа на наследяване във втора генерация при който значителният дял в експресията на признака се пада на епистатните генни взаимодействия ( $h_{p2} > h_{p1}$ ).

Промяната на условията на средата влияе върху проявите на хетерозис и по теглото на грудките от растение. Най-силно е изразен истинският хетерозисен ефект при PI533704 x Lucky801 (233.33%), следван от PI533704 x Zuter (83.33%). Тези хибриди проявяват определена отзивчивост към подобряване на условията на отглеждане, докато при техните реципрочни кръстоски истинският хетерозис е дори отрицателен. По теглото на грудките от растение при PI533704 x Zuter и реципрочната наследяването е положително доминантно, а при останалите две кръстоски е отрицателно доминантно. При благоприятни условия на отглеждане генетичния контрол се променя като във втора генерация вече преобладават неалелните генни взаимодействия тип епистаз.

Свежото тегло на кореновата система се характеризира с още по-силно изражение на хетерозисния ефект спрямо рестриктивните условия на отглеждане особено при реципрочните кръстоски (805.00%, 920.00%). Най-слаба депресия е установена при Zuter x PI533704 (-12.15%), а най-висока при Lucky801 x PI533704 (74.51%). Характерът на наследяване на признака в първа генерация се запазва както и при съгъстения посев, но в втора генерация при PI533704 x Zuter и нейната реципрочна се променя Zuter x PI533704, като при първата значително по-важна роля играят доминантните генни ефекти.



Реципрочните кръстоски попадайки в по-добра хранителна среда (разредена гъстота на сеитба) проявяват своите биологични възможности и превишават родителските форми по продуктивността на свежата надземна биомаса. Израз на тяхната хибридна сила е положителната стойност както на хипотетичния (48.55%, 38.34%) така и на истинския (28.21%, 14.48%) хетерозисен ефект. При тези кръстоски наследяването на теглото на надземната биомаса е положително свръх доминантно. По-голяма чувствителност към условията на средата е установена при хибридите с родителски компоненти PI533704 и Zuter, при които липсва депресия само при благоприятни условия на отглеждане. Във втора хибридна генерация при растенията от всички кръстоски преобладават междуалелни взаимодействия ( $h_{p2} > h_{p1}$ ).

В условията на благоприятна среда родителите се представят по-добре спрямо хибридите от първа генерация, чиято маса на семената от растение е по-ниска. Затова хетерозисният ефект както хипотетичен така и истински е с отрицателен знак. Най-висок истински хетерозис (-15.20%) се наблюдава при хибрид Lucky801 x PI533704 по посока на майчиния сорт, а най-нисък при реципрочната (-49.78%). Данните от таблица 51 показват, че наследяването на признака в първа генерация е свръх доминантно положително за при Lucky801 x PI533704 и свръх доминантно отрицателно за всички останали.

Наблюдава се смяна на генетичния контрол при експресията на признака при промяна на средата на отглеждане. При растенията от реципрочните кръстоски във втора генерация преобладават проявите на епистаз ( $h_{p2} > h_{p1}$ ).

В таблица 52 са представени стойностите на генните параметри за изследваните признаци при проучваните кръстоски. Резултатите показват, че в условията на общо възприетата гъстота на посева са установени положителни прояви на трангресия по всички признаци.

**Таблица 52.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при разреден посев

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на доминиране	
	x	x	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
брой грудки/растение							
PI533704 x Zuter	11.33a	10.11a	-31.47	-28.05	7.87	6.6	15.47
Zuter x PI533704	15.50ab	41.00b	-26.8	-23.14	8.48	5.62	13.85
PI533704 x Lucky801	25.01bc	7.78a	-61.38	-74.22	17.86	-1.23	-2.74
Lucky801 x PI533704	34.20c	6.40a	-63.58	-27.47	12.07	1.28	2.73
тегло грудки/растение							
PI533704 x Zuter	0.33a	0.42b	29.41	83.33	-27.27	1	4.4
Zuter x PI533704	0.32a	0.66c	25.49	-3.03	-106.25	0.87	10.8
PI533704 x Lucky801	0.60b	0.23a	46.34	233.33	61.67	-0.83	1.57
Lucky801 x PI533704	0.58b	0.17a	222.22	-9.38	70.69	-0.74	2.09
свежо тегло на кореновата маса							
PI533704 x Zuter	1.17a	0.35a	310.53	216.22	70.09	10.41	1.53
Zuter x PI533704	1.81a	2.03c	670.21	805	-12.15	45	102.57
PI533704 x Lucky801	1.31b	0.78b	187.91	84.51	40.46	3.35	2.55
Lucky801 x PI533704	2.04b	0.52a	348.35	920	74.51	-6.22	-0.51

Като най-значителни са при PI533704 x Lucky801 и реципрочната и по признаците брой на грудките от растение (11.14 - 11.21), свежо тегло на надземната маса (1.24 - 1.54) и тегло на семената от растение (1.71 - 1.87), което показва, че в хибридните генерации от тези кръстоски могат да се очакват хомозиготни генотипове, при които да се налице генни рекомбинации водещи до количествено увеличаване на тези признаци.

Броят на гените, по които се различават родителите по броят на грудките от растение е голям. Подобна е ситуацията и при останалите признаци, като изключение прави теглото та семената от растение при който броят на гените контролиращи признака по който се различават родителските форми е сравнително по-малък (12.38 до 25.31).

По повечето от признаците се наблюдава еднопосочност в действието на доминантните алели на гените детерминиращи съответните признаци. Отрицателната им стойност показва, че действието им води в посока на намаление на фенотипното проявление на признаците. В най-силна степен това е изявено при кръстоската PI533704 x Lucky801. Единствено при Zuter x PI533704 по свежо тегло на кореновата маса алелните взаимодействия са от тип положително свръх доминиране (32.62) и обуславят формиране на по-тежка коренова маса.

**Таблица 52.** Биометрични данни на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при разреден посев (продължение)

Хибридни комбинации	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Хетерозис F <sub>1</sub> (%)		Депресия F <sub>2</sub> (%)	Степени на диминиране	
	X	X	хипотетичен	истински		в F <sub>1</sub> (h <sub>p1</sub> )	в F <sub>2</sub> (h <sub>p2</sub> )
свежо тегло на надземната маса							
PI533704 x Zuter	5.36a	6.66a	-16.18	-27.67	-24.25	-1.02	0.52
Zuter x PI533704	9.50b	10.49b	48.55	28.21	-10.42	3.06	8.07
PI533704 x Lucky801	5.31a	15.59c	-21.85	-35.32	-193.6	-1.05	12.43
Lucky801 x PI533704	9.41b	12.74b	38.48	14.48	-35.39	1.9	8.37
тегло на семената от растение							
PI533704 x Zuter	7.26b	7.56ab	-20.31	-24.38	-4.13	-3.78	-6.33
Zuter x PI533704	6.62ab	8.76b	-27.33	-31.04	-32.33	-5.08	-1.43
PI533704 x Lucky801	5.61a	6.90a	-43.30	-49.78	-22.99	-3.37	-4.71
Lucky801 x PI533704	7.31b	7.94ab	-26.12	-15.20	-8.62	2.03	3.07

**Таблица 53.** Стойности на генните параметри на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при F<sub>2</sub> хибридна генерация в състен посев

Кръстоски/Параметри	T <sub>n</sub>	N	D	E	H <sup>2</sup>	P <sub>p</sub>
брой грудки/растение						
PI533704 x Zuter	0.69	120.19	-18.99	24.81	0.63	-1.88
Zuter x PI533704	0.19	257.16	-27.95	47.21	0.47	-0.96
PI533704 x Lucky801	11.14	1576.4	-298.90	327.66	0.51	-48.98
Lucky801 x PI533704	11.21	1490.6	-240.50	296.64	0.75	-38.42
тегло грудки/растение						
PI533704 x Zuter	0.55	2.17	-0.41	1.05	0.78	0.54
Zuter x PI533704	0.08	168.06	-12.34	28.71	0.11	0.00
PI533704 x Lucky801	0.08	539.84	-54.05	95.67	0.05	-0.82
Lucky801 x PI533704	0.07	816.72	-85.44	145.63	0.03	-1.75
свежо тегло на кореновата маса						
PI533704 x Zuter	0.14	148.69	-18.99	28.91	0.46	-0.85
Zuter x PI533704	0.16	68.80	32.62	-18.97	0.61	-9.47
PI533704 x Lucky801	0.14	457.72	-26.82	71.83	0.34	-2.75
Lucky801 x PI533704	0.14	655.07	-24.23	92.88	0.23	-7.83

T<sub>n</sub> - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти; H<sup>2</sup> - коефициент на наследяемост в широк смисъл; P<sub>p</sub> - коефициент на ефективност на масовия отбор;

Данните от хибридологичния анализ показват, че във втора генерация на последната кръстоска преобладават епистатни взаимодействия с отрицателен знак и може да се допусне, че това ще намали степента на фенотипното проявление на признака (свежо тегло на кореновата маса) в сравнение с пълното адитивно наследяване. Положителни епистатни взаимодействия се проявяват при всички останали хибриди от 1.05 при PI533704 x Zuter за тегло на грудките до 2532.58 при PI533704 x Lucky801 за свежо тегло на надземната маса. По-силни между алелни взаимодействия преобладават при PI533704 x Lucky801 и нейната реципрочна по брой и тегло на грудките от растение и свежо тегло на надземната биомаса. Повисок е генетичния дял в общото фенотипно проявление на броя на грудките при Lucky801 x PI533704 (0.75), следвана от кръстоската PI533704 x Zuter (0.63), която се отличава и с висок коефициент на наследяване в широк смисъл (0.78) и по теглото на грудките от растение. По този признак по-лабилни се оказват хибридите получени от PI533704 и Lucky801 независимо от посоката на кръстосване. Подобна аналогия може да бъде направена и в наследяването на признака свежо тегло на кореновата маса, като за PI533704 x Zuter и Zuter x PI533704 стойността на коефициента на наследяване е в границите 0.46-0.61, а за другите кръстоски 0.23-0.34.

**Таблица 53.** Стойности на генните параметри на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лушина при F2 хибридна генерация в сгъстен посев (продължение)

Кръстоски/Параметри	T <sub>n</sub>	N	D	E	H <sup>2</sup>	Pp
свежо тегло на надземната маса						
PI533704 x Zuter	0.93	771.15	-278.7	191.61	0.13	-62.80
Zuter x PI533704	1.15	79.41	-27.97	20.27	0.39	-6.37
PI533704 x Lucky801	1.24	9899.30	-4037	2532.6	0.03	-1032
Lucky801 x PI533704	1.54	62.71	-30.72	17.48	0.66	-8.36
тегло на семената от растение						
PI533704 x Zuter	0.68	23.93	-4.83	5.97	0.29	0.07
Zuter x PI533704	0.71	13.61	-0.65	3.3	0.14	0.46
PI533704 x Lucky801	1.71	25.31	-4.68	6.17	0.65	0.19
Lucky801 x PI533704	1.87	12.38	-2.91	3.53	0.66	0.4

T<sub>n</sub> - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти; H<sup>2</sup> - коефициент на наследяемост в широк смисъл; Pp - коефициент на ефективност на масовия отбор;

По признака свежо тегло на надземната маса е получен по-висок коефициент на наследяване когато сорт PI533704 се използва като опрашител. По-висок генетичен дял говорят стойностите на коефициента на наследяване за признака тегло на семената от растение при PI533704 x Lucky801 и Lucky801 x PI533704 (0.65-0.66). Посоката на кръстосване определено оказва влияние при наследяването на признака при PI533704 и Zuter. За предпочитане е сорт PI533704 да бъде използван като майчина форма. Данните за ефективността на отбора в съчетание със стойностите на коефициента на наследяемост показват, че вероятността за масов отбор по фенотип в ранните хибридни генерации на генотипове с повишено тегло на грудките можем да допуснем при кръстоската PI533704 x Zuter (0.54), а по тегло на семената от растение при Lucky801 x PI533704 (0.40). По същият признак масовият при Zuter x PI533704 (0.46) реално вероятността за ефективен масов отбор на хомозиготни генотипове ще е по-голяма в късните хибридни генерации (F5 - F6). Отрицателната стойност на коефициента на ефективност на отбора при другите признаци предполага прилагане на многократен индивидуален отбор в селекционния процес при тези кръстоски.

Поставени в благоприятна ценотична среда (по-голяма хранителна площ) се установява различна реакция при част от хибридите. Стойностите на показателите за трансгресия позволяват да се определят извадките на хомозиготните генотипове с максимално и минимално за изследваните признаци, които могат да се получат при съчетанието на родителските компоненти, участващи в хибридните комбинации. Данните от хибридологичния анализ (таблица 54), показват че е налице почти същото ниво на трансгресия (11.62 - 12.38) при PI533704 x Lucky801 и реципрочната по брой на грудките от растение, докато при PI533704 x Zuter показателят за трансгресия е по-висок спрямо този при лимитиращи условия на средата.

Определено сходство показват хибридите по признаците тегло на грудките от растение, свежо тегло на зелената биомаса и тегло на семената от растение. Отрицателният знак при всички хибриди предполага, че не могат да бъдат отбрани растения с повишено тегло на кореновата маса. Броят на гените, влияещи върху проявлението на изследваните признаци, по които се различават родителските форми е различен, както по отношение лимита на средата така и спрямо посоката на кръстосване. При кръстоската PI533704 x Zuter разликата е малка (2-3), докато при нейната реципрочна е значителен (4227). По сравнително малък брой гени се различават сортовете PI533704 и Lucky801 по тегло на грудките от растение (8).

Същите сортове се различават значително по броя на гените детерминиращи проявата на признаците свежо тегло на кореновата и надземната маса, като се наблюдава известна аналогия при сгъстен посев. Подобна е ситуацията и при тегло на семената от растение който броят на гените контролиращи признака по който се различават родителските форми е сравнително по-малък (7.79 до 62.55). От намерените стойности за алелни взаимодействия се установява положително доминиране и свръх доминиране на доминантните алели детерминиращи експресията на всички признаци при Zuter x PI533704, на брой грудки на растение и свежо тегло на надземната маса при PI533704 x Lucky801. Доминантните алели обуславят по-добро цифрово изражение на тези признаци при растенията от посочените хибриди. При анализа на показателя за междоалелни взаимодействия може да се види, че при значителна част от изследваните признаци епистаза е отрицателен. При кръстоската между PI533704 и Lucky801 положителния епистаз се запазва по отношение на тегло на грудките, свежо тегло на кореновата маса и тегло на семената от растение, което е указание за относително силно влияние върху фенотипното проявление на признаците. Особено високи са стойностите при свежо тегло на кореновата маса (310.55) и брой на грудките (106.95) при Lucky801 x PI533704.

**Таблица 54.** Стойности на генните параметри на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при F2 хибридна генерация в разреден посев

Кръстоски/Параметри	T <sub>n</sub>	N	D	E	H <sup>2</sup>	Pp
брой грудки/растение						
PI533704 x Zuter	3.02	2.85	-1.20	1.26	0.51	0.57
Zuter x PI533704	-0.41	4227.50	956.90	-920.7	0.13	-224.80
PI533704 x Lucky801	11.62	5673.60	1071.20	-1175	0.07	-219.20
Lucky801 x PI533704	12.38	517.46	-93.75	106.95	0.92	-15.53
тегло грудки/растение						
PI533704 x Zuter	0.12	37.99	11.21	-9.70	0.71	-1.95
Zuter x PI533704	0.12	141.45	33.47	-32.07	0.75	-6.64
PI533704 x Lucky801	0.32	50.63	-9.50	11.46	0.83	-0.64
Lucky801 x PI533704	0.33	58.86	-11.58	13.30	0.79	-0.91
свежо тегло на кореновата маса						
PI533704 x Zuter	-0.40	470.02	-298.40	135.72	0.05	-89.58
Zuter x PI533704	-0.31	125.14	42.13	-31.15	0.90	-10.92
PI533704 x Lucky801	-0.10	51.75	-8.27	11.30	0.48	-0.27
Lucky801 x PI533704	-0.21	1633.50	-222.50	310.55	0.16	-23.25

T<sub>n</sub> - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти; H<sup>2</sup> - коефициент на наследяемост в широк смисъл; Pp - коефициент на ефективност на масовия отбор;

**Таблица 54.** Стойности на генните параметри на количествените признаци на изследваните кръстоски бяла лупина при F2 хибридна генерация в разреден посев (продължение)

Кръстоски/Параметри	T <sub>n</sub>	N	D	E	H <sup>2</sup>	Pp
свежо тегло на надземната маса						
PI533704 x Zuter	1.16	644.20	-149.00	141.92	0.15	-18.34
Zuter x PI533704	1.53	78.62	25.74	-19.72	0.31	-5.99
PI533704 x Lucky801	1.60	1017.3	207.68	-216.10	0.59	-46.08
Lucky801 x PI533704	2.33	191.21	40.08	-41.71	0.52	-7.42
тегло на семената от растение						
PI533704 x Zuter	1.17	11.10	-6.36	3.66	0.93	-1.18
Zuter x PI533704	2.03	7.79	0.70	-2.32	0.97	0.70
PI533704 x Lucky801	1.45	62.55	-42.54	18.84	0.19	-13.63
Lucky801 x PI533704	2.05	9.9	-6.74	3.40	0.96	-1.38

T<sub>n</sub> - прояви на трансгресия; N - брой на гените по които се различават родителските форми; D - прояви на доминантност; E - епистатични генни ефекти; H<sup>2</sup> - коефициент на наследяемост в широк смисъл; Pp - коефициент на ефективност на масовия отбор;

Генетичният дял в общото фенотипно проявление на изследваните показатели, изразен чрез коефициента за наследяемост в широк смисъл е висок при кръстоските PI533704 x Zuter Lucky801 x PI533704 за брой (0.51; 0.92) и тегло (0.71; 0.79) на грудките и тегло на семената от растение (0.93; 0.96). При кръстоските между PI533704 и Lucky801 по тегло на грудките е установен значително по-висок коефициент на наследяване на признака (0.83; 0.79) когато растенията са отглеждани при по-благоприятни условия. От стойностите, показващи ефекта от отбор, които при кръстоските PI533704 x Zuter по брой на грудките (0.57) и Zuter x PI533704 по тегло на семената от растение (0.70) отразяват положителна разлика в сравнение с изходните форми и като се вземат предвид стойностите на коефициентите на наследяемост може да се допусне, че при тези комбинации масовият отбор ще бъде ефективен в по-ранните хибридни потомства.

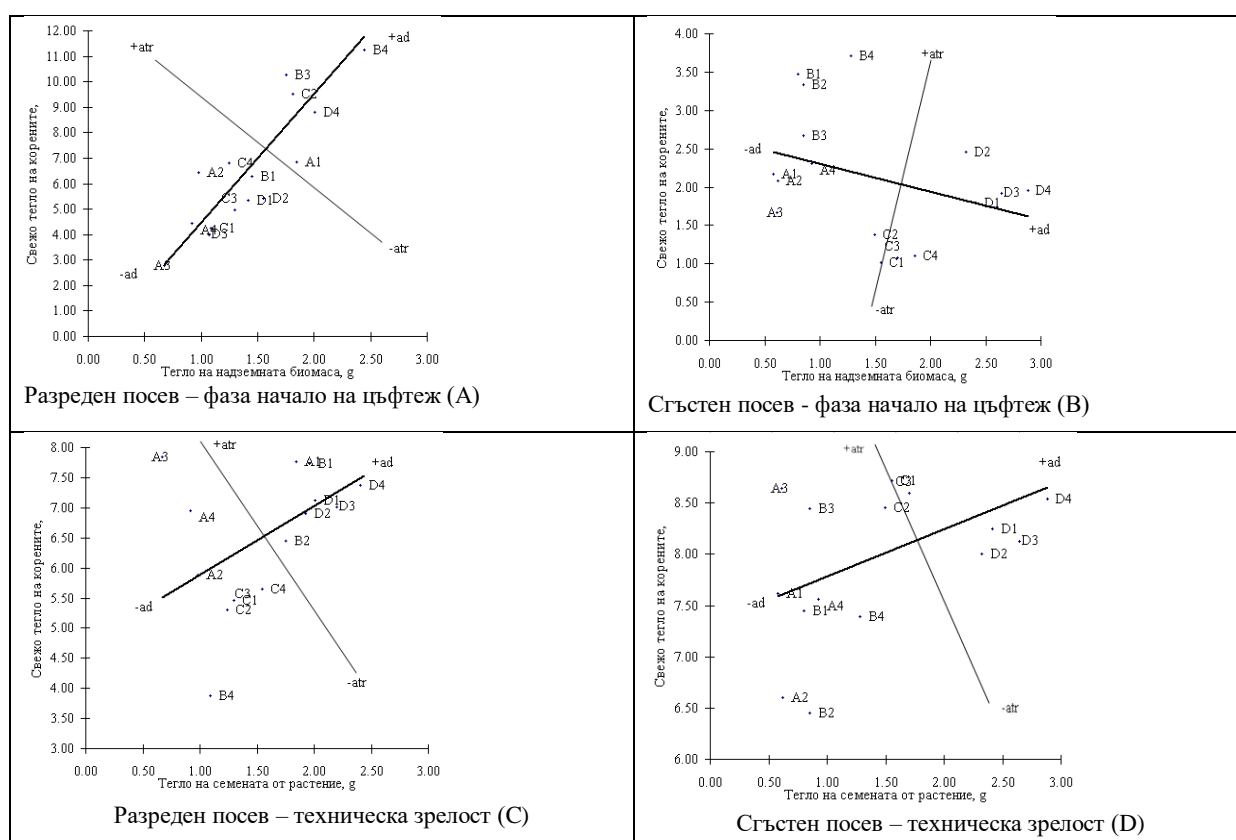
Фигура 30 показва резултатите от изпитването са 16 F1 хибрида при лимит на средата изразен чрез две различни сеитбени норми за признаците тегло на надземната биомаса и тегло на семената от растение. Може да се види, че изследваните хибриди и се различават по стабилността на своите генетични системи

при смяна на лимитите на средата. От фигурата става ясно, че при влошаване на ценотичната обстановка (сгъстен посев) адитивно най-ценен хибрид е получен при кръстосването на сортовете Lucky801 и PI533704 (4). Този хибрид проявява добро съчетание между гените за адаптивност и атракция при влошаване на условията. При разреждане на посева такова съчетание е установено само при хибридите Zuter x PI533704 (3) и PI533704 x Lucky801 (2) с положителни стойности по атракция и адаптивност.

Хибридите растения от кръстоските PI533704 x Zuter и PI533704 x Lucky801 (без PI533704 x Lucky801 (4)) при сгъстен посев попадат в квадранта определен от отрицателна адаптивност и атракция, което показва, че генетичния контрол върху адаптивността се преопределя неблагоприятно за по-висока гъстота на посева за тези хибриди.

Хибридите от Lucky801 x PI533704 и Zuter x PI533704 се характеризират с положителна атрактивност, но се различават твърде много по своите адаптивни възможности заемайки диаметрално противоположни места по линията на ортогоналната регресия. При разреждане на посева разсейването около регресионната линия чувствително намалява.

Аналогична е ситуацията по признака тегло на семената от растение, където не може да бъде излъчен донор съчетаващ високи стойности на параметъра тегло на кореновата маса и тегло на семената от растение. Графичният анализ показва, че и при двата лимита на средата размахът на изменчивостта по адаптивност и по атракция е съществен.



**Фигура 30.** Разпределение на средните стойности на сортовете обикновено секирче по линията на ортогоналната регресия

A - PI533704 x Zuter; B - Zuter x PI533704; C - PI533704 x Lucky801; D - Lucky801 x PI533704; 1, 2, 3, 4 - индивидуални растения от съответния хибрид

### 5.2.6. Биохимични показатели при бялата лупина

От направения дисперсионен анализ (Таблица 55) се вижда, че влиянието на факторите година (среда) и генотип (сорт) е статистически много добре доказано.

Образците бяла лупина се различават по всички изследвани показатели и параметри, което е указание за наличие на определено генетично разнообразие сред образците от наличната колекция. На базата на стойностите на вариационния коефициент е установено, че вариабилността в съдържанието на суровите влакнини и калций в началото на цъфтежа е по-силна отколкото в техническа зрелост, докато при другите показатели е обратно.

Най-силно е варирането на съдържанието на калций (82.00%; 98.00%) и в двете фенологични фази. В по-слаба степен варира суровия протеин (37.00%; 13.00%) и фосфора (36.00%; 15.00%). Следвани от съдържанието на сурова пепел (25.00%; 12.00%). Най-слаби са измененията в съдържанието на суровите влакнини в началото на цъфтежа (3.00%).

В таблица 56 са представени данните от извършения химичен анализ на свежата надземната маса (в начало на цъфтеж) и на семената (в техническа зрелост) на сортовете бяла лупина по съдържание на изследваните химични параметри. В начало на цъфтеж с по-висок общ смिलाем протеин спрямо останалите сортове се отличават PI457923 (16.91), PI368911 (16.31) и PI457938 (16.28), като разликите са статистически значими. В сравнение с PI533704 (15.87) при KALI, Zuter и Lucky801 съдържанието на суров протеин е по-ниско 14.22-14.74% от абсолютно сухото вещество. Средно за периода на проучване най-ниско съдържание на сурови влакнини е установено при сорт PI457923 (15.24%), следван от KALI (16.14%), PI533704 и PI368911 (16.34%). С относително най-високо съдържание на сурови влакнини (18.20-20.88%) се характеризират Lucky801 и PI457938.

**Таблица 55.** Анализ на варианса (ANOVA) на изследваните параметри на генотипове бяла лупина

Източник на вариране	df	Среден квадрат					
		СП	СВл	Са	Р	СПеп	Са:Р
Начало на цъфтеж							
Година	2	5.2202**	0.0143**	0.0316**	0.0017**	0.5927**	0.0273**
Сорт	6	3.2485**	10.5809**	0.0593**	0.0040**	2.0596**	0.3020**
CV (%)		37.00	3.00	82.00	36.00	25.00	27.00
Техническа зрелост							
Година	2	11.9953**	55.1775**	0.0315**	0.0002**	1.6841**	12.392**
Сорт	6	31.6432**	8.0410**	0.0145**	0.0014**	1.4792**	11.279**
CV (%)		13.00	19.00	98.00	15.00	12.00	37.00
Общо	12						

СП - Суров протеин; СВ - Сурови влакнини; СПеп - Сурова пепел; Са - Калций; Р - фосфор; CV (%) - вариационен коефициент, \*, \*\* доказаност при  $p < 0.05$ ; 0.01;

Получените стойности за съдържанието на калций в надземната биомаса при образците бяла лупина показват, че то варира от 0.93 (Lucky801) до 1.21-1.32% (PI368911 и PI457923). Съдържанието на фосфор е от 0.36-0.37% (при KALI и PI533704) до 0.44-0.46% (Zuter и PI457923). Стойностите на фосфора за сортовете Lucky801, PI368911 и PI457938 са в границите на 0.38-0.40%. С най-високо съдържание на сурова пепел (11.53%) се откроява PI457923. Сравнително висока е стойността на този показател и при PI533704. KALI и Zuter като различията им спрямо останалите сортове са статистически значими. В същата таблица (55) са представени и промените в химичния състав на зърното при използваните сортове бяла лупина в техническа зрелост.

Резултатите от биохимичния анализ показват сравнително силно вариране в съдържанието на суров протеин при отделните образци. Най-високо протеиново съдържание се наблюдавано при сортовете PI368911 (30.14%), Lucky801 (28.88%) и PI368911 (28.53%), докато при PI533704 е само 21.05%. Съдържанието на суровия протеин в семената се при сортовете варира в границите от 22.77% (KALI) до 24 - 24.96% (Zuter и PI457938). Анализът на експерименталните данни показва, че съдържанието на сурови влакнини в зърната на сорт Zuter е средно 51.82% средно за трите години. Установено е, че процентът на този параметър при PI457923 (46.34%) и PI368911 (48.61%) е най-нисък, а в образците PI533704, PI457938, KALI и Lucky801 е в границите от 49.46% до 49.82%.

Другите химически показатели калций и фосфор също варират в зависимост от биологичните особености на генотипа (сорта). В семената на KALI и PI457923 е получено по-високо съдържание на калций (0.77%) отколкото при останалите образци. При Zuter и PI457938 количеството на калция е по-малко (0.60%-0.65%). Съдържанието на фосфор при PI457938 и PI457923 е по-високо от това на останалите сортове, а на Zuter и PI533704 е под 0.08%. По съдържанието на сурова пепел сорт KALI превъзхожда останалите. PI457923 PI368911 са съответно с втора и трета позиция, а Zuter и Lucky801 заемат последните места.

Коефициентите на корелация между биохимичните показатели както и добива на зелена маса са представени в таблица 57. Установено е, че съдържанието на суров протеин е в средна до висока корелация със съдържанието на фосфор ( $r=0.556$ ), сурова пепел ( $r=0.486$ ) и калций ( $r=0.784$ ) и в отрицателна корелационна зависимост със суровите влакнини ( $r=-0.067$ ). Отрицателна е корелацията между съдържанието на суровите влакнини и всички останали параметри, като в повечето случаи стойността на корелационния коефициент е статистически значима. Съдържанието на калций корелира положително със съдържанието на фосфора ( $r=0.528$ ) и суровата пепел ( $r=0.815$ ). Положителна е зависимостта между съдържанието на фосфор и суровата пепел ( $r=0.489$ ).

**Таблица 56.** Биохимична оценка (%) на сортовете бяла лупина (2014-2016 г.)

Сортове	СП	СВл	Са	Р	СПеп	Са:Р
начало на цъфтеж						
PI457923	16.91c	15.24a	1.32d	0.46c	11.33d	2.88c
PI368911	16.31c	16.34c	1.21cd	0.40b	9.71b	3.04d
PI533704	15.87bc	16.34c	1.09cb	0.37a	10.34c	2.97cd
PI457938	16.28c	20.88f	0.98ab	0.40b	9.00a	2.46b
KALI	14.22a	16.14b	1.03ab	0.36a	10.08bc	2.86c
Zuter	14.74ab	17.60d	0.98ab	0.44c	9.84bc	2.22a
Lucky801	14.56ab	18.20e	0.93a	0.38ab	8.89a	2.43b
фаза техническа зрелост						
PI457923	28.53e	46.34a	0.77e	0.10e	5.69d	7.79b
PI368911	30.14g	48.61b	0.74d	0.09d	5.75d	7.93b
PI533704	21.05a	49.46c	0.65c	0.07b	5.28c	8.72c
PI457938	24.96d	49.70d	0.63b	0.12f	5.30c	5.24a
KALI	22.77b	49.51c	0.77e	0.08c	6.27e	9.00c
Zuter	24.30c	51.82e	0.60a	0.05a	4.15a	11.68d
Lucky801	28.88f	49.82d	0.64bc	0.08c	4.71b	7.47b

СП - Суров протеин; СВ - Сурови влакнини; СПеп - Сурова пепел; Са - Калций; Р - фосфор;  
 средните стойности последвани от една и съща буква не се различават статистически при ниво на вероятност  $p < 5\%$ .

**Таблица 57.** Корелационни зависимости между изследваните качествени параметри и добива на зелена маса (начало на цъфтеж)

	СП	СВл	Са	Р	СПеп	Са:Р
СВл	-0.067					
Са	0.784**	-0.640**				
Р	0.556**	-0.116	0.528*			
СПеп	0.486*	-0.776**	0.815**	0.489*		
Са:Р	0.442*	-0.659**	0.720**	-0.207	0.555**	
Добив зелена маса	-0.12	0.23	-0.22	-0.27	-0.13	-0.04

СП - Суров протеин; СВ - Сурови влакнини; СПеп - Сурова пепел; Са - Калций; Р - фосфор;  
 доказаност при \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $< 0.01$

Добивът на свежата биомаса е в слаба положителна корелация единствено с съдържанието на суровите влакнини ( $r=0.23$ ) и в отрицателна със всички останали параметри, като коефициентите са статистически незначими.

Във техническа зрелост (таблица 58) се наблюдава сходство на зависимостите на съдържанието на суровите влакнини спрямо останалите показатели. като най-силно то е изразено с съдържанието на калций ( $r=-0.862$ ) и суровата пепел ( $r=-0.738$ ).

**Таблица 58.** Корелационни зависимости между изследваните качествени параметри (техническа зрелост)

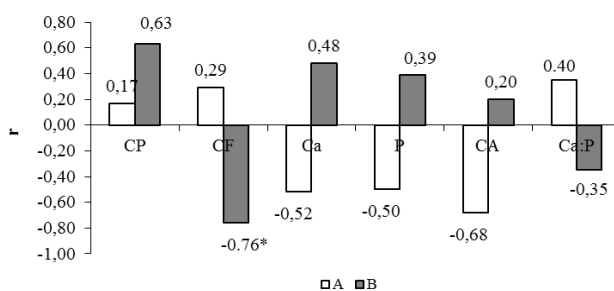
	СП	СВл	Са	Р	СПеп
СВл	-0.500*				
Са	0.416	-0.862**			
Р	0.228	-0.113	0.082		
СПеп	0.170	-0.738**	0.906**	0.308	
Са:Р	-0.078	-0.212	0.250	-0.901**	-0.004

СП - Суров протеин; СВ - Сурови влакнини; Сурова пепел;  
 доказаност при \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $< 0.01$

Съществува положителна, но слаба и статистически незначима корелационна връзка между съдържанието на суров протеин и съдържанието на калций ( $r=0.416$ ), фосфор ( $r=0.228$ ) и сурова пепел ( $r=0.170$ ). Зависимостта между показателите калций и сурова пепел показва, че ако съдържанието на калция в семената на бялата лупина се увеличи, тогава съдържанието на суровата пепел ще нарасне. Коефициентът на корелацията е 0.906.

Статистически незначимите стойности на корелационните коефициенти предполагат, че едновременното подобряване на съдържанието на протеин и получаването на високо добивни на генотипове с кратък вегетационен период ще бъде трудно. Корелационния анализ показва присъствие на достоверна взаимовръзка единствено между съдържанието на сурови влакнини и вегетационния период ( $r=-0.76$ ).

На фигура 31 са представени данните от корелационния анализ между изследваните качествени показатели и добива на зърно и продължителността на вегетационния период. Положителен е коефициентът на корелация между съдържанието на суров протеин и добива на зърно ( $r=0.17$ ) и вегетационния период ( $r=0.63$ ).



**Фигура 31.** Корелационни зависимости ( $r$ ) на изследваните качествени параметри с добива на зърно и с продължителността на вегетационния период  
 СП - Суров протеин; СВ - Сурови влакнини; СА - Сурова пепел; А - добив на зърно ( $\text{kg da}^{-1}$ ); В - вегетационен период (дни);  
 доказаност при \*  $p < 0.05$ ;

## VI. ОСОБЕНОСТИ НА РАСТЕЖА, РАЗВИТИЕТО И СРАВНИТЕЛНА БИОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПЕРСПЕКТИВНИ ЛИНИИ ОБИКНОВЕНО СЕКИРЧЕ И БЯЛА ЛУПИНА

### 6.1. Сравнително изпитване на хибридни линии обикновено секирче (*Lathyrus sativus* L.)

Проследено е настъпването на фенологичните фази на развитие при сортовете и линиите по дати както следва - сеитба; начало цъфтеж; техническа зрялост.

**Таблица 60.** Фенологично развитие на линии и сортове обикновено секирче (2019-2021 г.)

Фенофази/ Сорт (линия)	Година	Дата на изсяване	Дата на поникване	Начало на цъфтеж
BGE027129	2019	05.03	05.04	17.05
	2020	20.03	02.04	10.05
	2021	04.03	08.04	18.05
LA5108	2019	05.03	05.04	16.05
	2020	20.03	02.04	08.05
	2021	04.03	08.04	13.05
BGE025277	2019	05.03	05.04	19.05
	2020	20.03	02.04	12.05
	2021	04.03	08.04	20.05
LHL	2019	05.03	05.04	15.05
	2020	20.03	02.04	07.05
	2021	04.03	08.04	11.05
LHL-2	2019	05.03	05.04	17.05
	2020	20.03	02.04	07.05
	2021	04.03	08.04	11.05
LHL-3	2019	05.03	05.04	17.05
	2020	20.03	02.04	10.05
	2021	04.03	08.04	18.05



В таблица 60 са представени данни за основни периоди от развитието на растенията при отделните линии и сортове обикновено секирче. Установени са известни различия в настъпване на цъфтежа, както в темповете на отрастване и достигане до техническа зрелост. Основното влияние върху скоростта на пълното поникване и първоначалното развитие на растенията в нашите условия на проведения полски опит е оказала среднодневната температура на въздуха, с достатъчно количество влага в горния слой на почвата преди сеитбата.

Най-рано е настъпила фенологичната фаза начало на цъфтеж при сорт LA5108 и линия LHL и през трите години от изследването (Таблица 60).

Линиите LHL-2 и LHL-3 започват да цъфтят 2-3 дни по-късно от LHL. Като най-късно цъфтящ се очертава сорт BGE025277. В края на вегетацията при ранно цъфтящите генотипове се наблюдава диференциация, като сорт LA5108 достига до техническа зрелост за период от 80 до 104 дни, а линия LHL 77-101 дни.

**Таблица 60.** Фенологично развитие на линии и сортове обикновено секирче (2019-2021 г.) (продължение)

Фенофази/ Сорт (линия)	Година	Пълен цъфтеж	Техническа зрелост	Вегетационен период, дни
BGE027129	2019	27.05	19.06	106
	2020	20.05	09.06	81
	2021	25.05	16.06	104
LA5108	2019	23.05	17.06	104
	2020	17.05	08.06	80
	2021	21.05	14.06	102
BGE025277	2019	26.05	20.06	107
	2020	19.05	09.06	81
	2021	27.05	13.06	101
LHL	2019	22.05	14.06	101
	2020	16.05	05.06	77
	2021	20.05	11.06	99
LHL-2	2019	22.05	17.06	104
	2020	16.05	08.06	80
	2021	18.05	10.06	98
LHL-3	2019	26.05	17.06	104
	2020	18.05	10.06	82
	2021	28.05	13.06	101

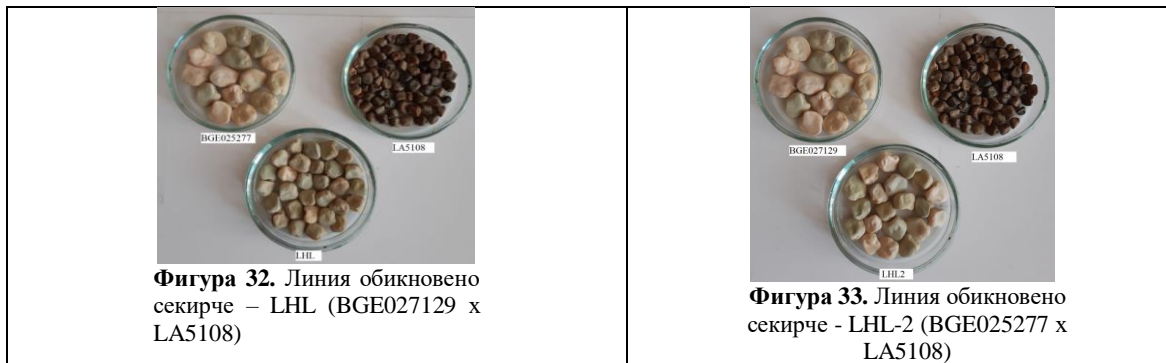
Растенията от сортовете BGE025277 и BGE027129 приключват своя вегетационен период за 81-107 дни, в зависимост от датата на сеитба и климатичните условия. Линии LHL-2 и LHL-3 узряват малко по-късно с разлика от 3-5 дни, спрямо LHL поради по-забавения си растеж и развитие.

През 2021 г. при средна дневна температура от 5.16 C° за месец март растенията са поникнали за сравнително дълъг период от време 35 дни след сеитбата. През 2019 г. при по-високи дневни температури (9.50 C°) поради малкото и неравномерно разпределени количества валежи растенията са поникнали за около 30 дни, а през 2020 г. при температура от 8.18 C° поникването настъпило след 13 дни. В тези начални фенологични фази от развитието на растенията не са установени различия между сортовете и линиите.

Прави впечатление, че за сортовете BGE025277 и BGE027129 **височината на растенията** е 48-49 cm, докато при другия родителски компонент сорт LA5108 тя не надхвърля 44 cm (таблица 61).

Близко до сорт LA5108 са линиите LHL и LHL-2, които заемат междинно положение с височина на растенията в границите на 45-46 cm. По този признак линии LHL-3 се очертава като генотип формиращ растения с най-високи стъбла (53 cm), като разликите с LA5108 и BGE027129 са статистически значими (Фиг. 32 и 33).

Продуктивният потенциал на генотиповете е в зависимост от броя на бобовете на и на семената растение и брой семена в боб. BGE027129, LA5108 са формирали по-голям **брой бобове на растение** (14). Подобна е ситуацията и при линия LHL-2, която също е с 14 боба, следвана от LHL (13). Стойностите на този показател при линия LHL-3 и сорт BGE025277 са по-ниски съответно 9 и 10 боба на растение.



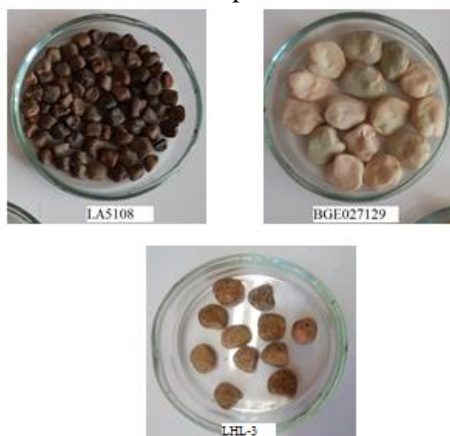
**Таблица 61.** Биометричен анализ на количествени признаци на сортове и линии обикновено секирче (2019-2021 г.)

Сорт/линия	Височина на растението cm	Брой бобове на растение	Брой семена в боб	Брой семена на растение	Тегло на семената от растение, g	Маса на 1000 семена, g
BGE027129	48c	14d	2a	24c	4.64f	268c
LA5108	44a	14d	3b	26d	2.97a	115a
BGE025277	49d	9a	2a	15a	4.25c	285c
LHL (BGE027129x LA5108)	46b	13c	2a	22b	4.41d	172b
LHL-2 (BGE025277x LA5108)	45b	14d	3b	26d	3.03b	204b
LHL-3 (LA5108x GE027129)	53e	10b	2a	16a	4.57e	246c
Средно	48	12	22	2	3.98	215

средните стойности последвани от една и съща буква не се различават при  $p < 5\%$

В резултат на направеното проучване бе установено значително фенотипно вариране по друг основен компонент влияещ върху продуктивността – **брой семена от растение**. По този морфологичен показател генотиповете обикновено секирче се представят по аналогичен начин както предходния признак. При линия LHL-2 и сортове LA5108 и BGE027129 броя на семената достига 24-26. Четвърта позиция е заета от линия LHL (22), а BGE025277 и линия LHL-3 си поделят последните две места съответно с 15 и 16 брой семена на растение.

От изпитваните растителни форми сорт LA5108 и LHL-2 се различават от останалите по признака **брой семена в боб** и образуват средно по 3 семена в боб. В бобовете от другите два сорта BGE027129 и BGE025277 и линии LHL и LHL-3 могат да бъдат изхранени до 2 семена в боб.



**Фигура 34.** Линия обикновено секирче - LHL-3 (LA5108 x BGE027129)

**Масата на семената от едно растение** е признак, който в голяма степен корелира с добива на зърно и дава косвена представа за величината на биологичния добив. Най-ниски стойности на този показател са установени при LA5108 (2.97 g), следван от LHL-2 (3.03 g) под средната за извадката стойности (3.98 g) (Фигури 30, 31 и 32). По отношение на този количествен признак сорт BGE027129 (4.64 g) и линии LHL (4.41 g) и LHL-3 (4.57 g) се отличават с най-висока семенна продуктивност значима статистически.

**Продуктивност на семена.** Една от основните характеристики, характеризиращи стопанската стойност на генотипа е неговата продуктивност, която зависи от основно от теглото на семената от едно растение. Последния параметър се определя от няколко негови компоненти - броят на продуктивните възли на растение, брой семена на боб и маса на 1000 семена.

С най-висока маса на 1000 семена се очертават сортовете BGE025277 (285 g) и BGE027129 (268 g), които могат да бъдат отнесени към едросеменните генотипове. От селектираните хибридни линии LHL-3 е с малко по-ниска маса на 1000 семена (246 g), не се различава достоверно от тях. При линии №LHL (172 g) и LHL-2 (204 g) са получени стойности за маса на 1000 семена, която ги характеризира като средносемеменни. В групата на дребносемеменните генотипове с маса на 1000 семена под 150 g може да бъде причислен сорт LA5108 (115 g).

Различията в метеорологично отношение не са отразили съществено върху формирането на добивите на зърно при генотиповете обикновено секирче (Таблица 62). Получените през отделните години от проучването добиви не се различават съществено по между си.

**Таблица 62.** Добив на зърно ( $\text{kg da}^{-1}$ ) при сортовете – родителски компоненти и хибридна линия обикновено секирче LHL (2019-2021)

Сорт/линии	2019	2020	2021	Средно	%
	Добив на зърно				
BGE027129	138.85	131.19	131.78	133.94c	126.06
LA5108	80.93	75.10	77.62	77.88a	73.94
LHL	116.33	98.95	111.08	108.79b	107.04
Средно (P1+P2)	109.89	103.145	104.7	105.91b	100.00

средните стойности последвани от една и съща буква не се различават статистически при  $p < 5\%$ .

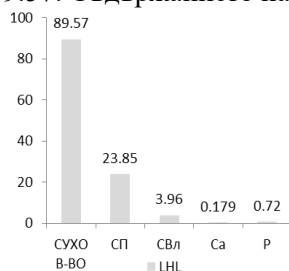
При условията на благоприятната 2019 година получените добиви от зърно варират от  $80.93 \text{ kg da}^{-1}$  при LA5108 до  $138.85 \text{ kg da}^{-1}$  при BGE027129. Линия LHL заема междинно положение с добив от  $116.33 \text{ kg da}^{-1}$  като по стойност превъзхожда средния добив на родителски форми ( $109.89 \text{ kg da}^{-1}$ ). През 2020 година като цяло добивите са малко по-ниски в сравнение с предходната. Прави впечатление, че разликите между LA5108 ( $75.10 \text{ kg da}^{-1}$ ) и линия LHL ( $98.95 \text{ kg da}^{-1}$ ) са по-малки, а сорт BGE027129 отново е заел първа позиция ( $131.19 \text{ kg da}^{-1}$ ). 2021 година се характеризира със значително количество на валежите през втората половина на вегетационния период. От изпитваните сортове са получени съответно  $131.78 \text{ kg da}^{-1}$  за сорт BGE027129,  $111.08 \text{ kg da}^{-1}$  за линия LHL и  $77.62 \text{ kg da}^{-1}$  за LA5108.

Най-ниски средни добиви от зърно през изследвания период са отчетени за сорт LA5108 ( $77.88 \text{ kg da}^{-1}$ ). BGE027129 е реализирал най-високите добиви ( $133.94 \text{ kg da}^{-1}$ ), следван от линия LHL ( $108.79 \text{ kg da}^{-1}$ ). LHL превишава с 7.04% средния добив получен от родителските сортове, въпреки, че разликите не са статистически доказани.

#### 6.1.1. Химични показатели на кандидат сорт обикновено секирче (*Lathyrus sativus* L.) LHL

За анализиране на биохимичния състав на зърното на излъчените кандидат сортове обикновено секирче и бяла лупина са определени основните показатели – сухо вещество, суров протеин (%), сурови влакнини (%), калций и фосфор.

Резултатите от изследването показват (фигура 35), че при създадената линия обикновено секирче (LHL) процентът на сухото вещество е 89.57. Съдържанието на суровия протеин е над 23%.



**Фигура 35.** Биохимична оценка на линия №LN1-1 обикновено секирче

Сухо в-в – сухо вещество (%); СП - суров протеин (%); СВл - сурови влакнини (%); Са – Калций (%); Р – фосфор (%);

Установено е сравнително ниско съдържание на сурови влакнини (3.96%). Стойностите за съдържание на фосфор и калций са съответно 0.179% и 0.72%.

## 6.2. Сравнително изпитване на хибридни линии бяла лупина (*Lupinus albus* L.)

Продължителността на вегетационния период, изчислен като брой дни от датата на сеитба до датата на настъпване на техническа зрелост при проучваните генотипове – перспективни линии и родителски сортове варира от 114 дни (при PI533704 и LN1-1 за 2020 година) до 142 дни (при Lucky801 за 2021 година). С най-къс вегетационен период се отличава линия LN1-1 от 114 до 135 дни (Таблица 64).

В съответствие с климатичните условия и генетичните си заложи линиите и сортовете бяла лупина по отношение на настъпване на отделните фенологични фази и продължителността на вегетационния период могат да бъдат охарактеризирани както следва: PI533704 и PI533704 като ранни; а Lucky801 и LN5 като по-късно зреещи.

**Таблица 64.** Фенологично развитие на линии и сортове бяла лупина (2019-2021 г.)

Фенофази/ Сорт (линия)	Година	Дата на изсяване	Дата на поникване	Начало на цъфтеж	Пълен цъфтеж	Техническ а зрелост	Вегетационен период,
Lucky801	2019	05.03	08.04	20.05	27.05	15.07	132
	2020	20.03	04.04	22.05	29.05	18.07	119
	2021	04.03	26.04	21.05	26.05	24.07	142
PI533704	2019	05.03	08.04	13.05	21.05	11.07	128
	2020	20.03	04.04	15.05	20.05	13.07	114
	2021	04.03	26.04	18.05	22.05	20.07	138
LN5	2019	05.03	08.04	16.05	24.05	10.07	127
	2020	20.03	04.04	17.05	26.05	16.07	117
	2021	04.03	26.04	21.05	25.05	22.07	140
LN1-1	2019	05.03	08.04	11.05	20.05	14.07	131
	2020	20.03	04.04	14.05	19.05	13.07	114
	2021	04.03	26.04	16.05	21.05	17.07	135

**Височината на растението** (Таблица 65) до голяма степен определя устойчивостта на полягане и пригодността за механизано прибиране. По височина на растението сорт Lucky801 се очертава като генотип формиращ растения с най-високи стъбла (108 cm). Като се вземат в предвид климатичните условия през годините на отглеждане проличава по-голямата отзивчивост на сорт Lucky801 към подобряване на условията на отглеждане (фигура 36).

Линия LN5 (Lucky801 x PI533704) и сорт PI533704 заемат междинно положение с височина на растенията (Фигура 34) в границите на 80 - 87 cm. Анализът на данните показва, че за линия №LN1-1 стойността на този признак е 68 cm. Подобна е ситуацията по височина на формиране на **първия боб**. Сорт Lucky801 залага най-ниско първите си бобове на 44 cm. Стойността на този параметър при сорт PI533704 е съответно 36 cm. Линията формираща по-дълги стъбла LN5 залага първи боб на по-голяма височина около 40 cm, а линия LN1-1 на 33 cm

По **брой на бобовете от растение** забелязаните различия не са статистически достоверни. Установено е, че родителския сорт Lucky801 е формирал най-голям брой бобове на растение (33), следван от линия LN5 с 28 боба. Линия LN1-1 и сорт PI533704 отстъпват по този показател като успяват да формират не повече от 23-24 боба на растение.

Резултатите за **брой семена на растение** са аналогични на предходния признак и показват, превъзходство на Lucky801 (130) и линия LN5 (114) над PI533704 (103). Последната позиция е заета от линия LN1-1 чийто растения успяват да изхранят 92 броя семена.

В проведенният биометричен анализ не са установени компенсаторни механизми от страна на признака **брой семена в боб**, затова не е наблюдавана промяна в подреждането на генотиповете бяла лупина.



Фигура 36. Представителни растения от Lucky801, PI533704, LN5 и LN1-1 в технологична зрелост

**Тегло на семената от растение.** Продуктивността на семената се отличава и е резултат от съотношението на много компоненти, от които влиянието на броя на семената на растение и масата на 1000 семена е определящо.

В настоящото проучване средно за периода 2019-2021 година сорт Lucky801 се отличава с най-висока продуктивност на семена (45 g), а масата на семената от растение при линия LN5 (37 g) заема междинно положение спрямо двата родителски компонента. Сорт PI533704 и линия LN1-1 проявяват определено сходство по признаците брой на бобовете и семената от растение и брой семена в боб затова и статистически достоверно са близки по между си по своята продуктивност (30 g; 26 g).

Таблица 65. Биометричен анализ на количествени признаци на сортове и линии бяла лупина (2019-2021 г.)

Сорт/линия	Височина на растението, cm	Височина на първи боб, cm	Брой бобове на растение	Брой семена в боб	Брой семена на растение	Тегло на семената от растение, g	Маса на 1000 семена, g
Lucky801 (P1)	108c	44b	33a	4a	130a	45b	349b
PI533704 (P2)	80ab	36ab	23a	5a	103a	30a	298a
LN5 (Lucky801 x PI533704)	87b	40ab	28a	4a	114a	37ab	339b
LN1-1 (Lucky801 x PI533704)	68a	33a	24a	4a	92a	26a	305a

средните стойности последвани от една и съща буква не се различават статистически при ниво на вероятност  $p < 5\%$ .

**Масата от 1000 семена** зависи от особеностите на генотипа и от факторите на средата. Анализът на данните показва, че продуктивността на Lucky801 е много добре съчетана с едрината на семената (349 g). Другият сорт PI533704 обаче се характеризира с най-ниска средна маса на 1000 семена (298 g) и е изпреварен от линия LN1-1, чийто семена са малко по-тежки (305 g) (Фигури 35 и 36). Интерес представлява линия LN5 отличаваща се с маса на 1000 семена (339 g) статистически недоказано различаваща се от по-добрия родител (Lucky801).

**Добив на зърно.** Като сложен количествен признак формирането на добива на зърно е в пряка зависимост от променящите се климатични условия. В проведенният полски опит добивът на сортовете и линиите бяла лупина варира значително по години (Таблица 66).

През най-благоприятната 2019 година добивът на зърно от бялата лупина варира от  $370 \text{ kg da}^{-1}$  до  $446 \text{ kg da}^{-1}$ . Най-продуктивните генотипове са били сорт Lucky801 и линия LN5. Линия LN1-1 проявява биологични качества близки до втория родителски компонент PI533704. Линия LN5 и в неблагоприятната среда успява да изяви най-пълно своите продуктивни възможности и да натрупа значително количество семенна продукция ( $315 \text{ kg da}^{-1}$ ), която превишава средната стойност на родителите (107.14%). През 2021 година колебанията варират от  $260 \text{ kg da}^{-1}$  до  $392 \text{ kg da}^{-1}$ .

Средно за периода на изследване линия LN1-1 е дала по-висок добив на зърно ( $263 \text{ kg da}^{-1}$ ) спрямо сорт PI533704 ( $260 \text{ kg da}^{-1}$ ) въпреки, че достоверно не се различава от него. Последната позиция на тази линия се дължи не на факта, че тя е по-слабо облистена а на по-късия вегетационен период през, който тя не успява да формира значителна семенна маса, както и на по-ниските и растения.

Разликите в добивите на зърно между линия LN5 ( $315 \text{ kg da}^{-1}$ ) и сорт Lucky801 ( $339.00 \text{ kg da}^{-1}$ ) не са математически доказани затова тези генотипове попадат в една и съща статистическа група. Числовите изражения на добива на зърно на линия LN1-1 през отделните години на изследването ( $370 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $111 \text{ kg da}^{-1}$ )

da<sup>-1</sup>, 308 kg.da<sup>-1</sup>), дават основание да се смята, че тя значително се влияе от промените в климатичните условия.

**Таблица 66.** Добив на зърно (kg.da<sup>-1</sup>) при сортовете – родителски компоненти и хибридни линии бяла лупина (2019-2021)

Сорт/линии	2019	2020	2021	Средно	%
Добив на зърно					
Lucky801 (P1)	446	178	392	339c	115.31
PI533704 (P2)	376	112	260	249a	84.69
LN5	419	158	368	315bc	107.14
LN1-1	370	111	308	263a	89.46
Средно (P1+P2)	411	145	326	294b	100.00

средните стойности последвани от една и съща буква. не се различават при  $p < 5\%$ .



**Фигура 35.** Линия бяла лупина LN1-1 (Lucky801 x PI533704)

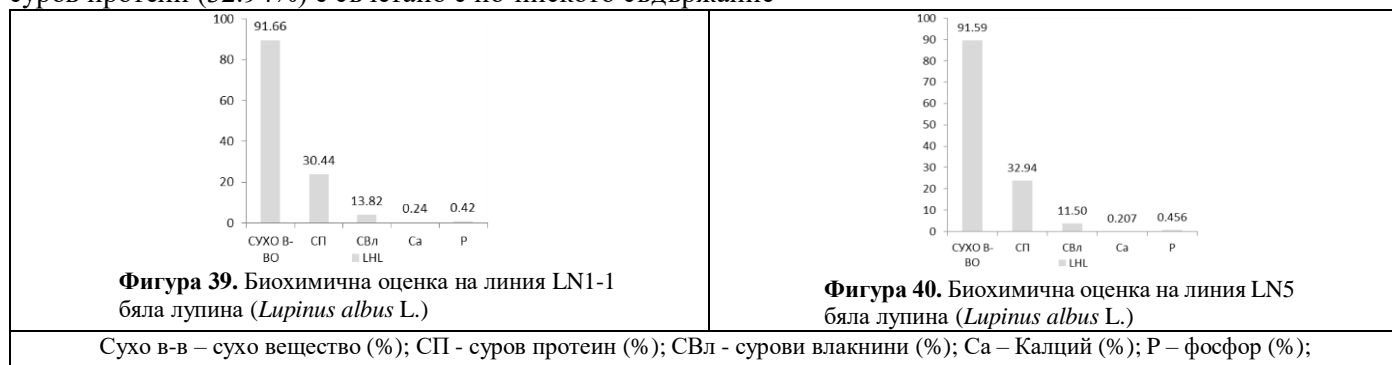


**Фигура 36.** Линия бяла лупина LN5 (Lucky801 x PI533704)

Полученият от нея добив е по-нисък от средния на двата родителски компонента (294 kg.da<sup>-1</sup>). Сорт PI533704 е с по-ниска средна стойност на добива на зърно (249 kg.da<sup>-1</sup>), като разликата спрямо линия № LN1-1 е статистически недоказана.

### 6.2.1. Химични показатели на кандидат сортовете бяла лупина (*Lupinus albus* L.) LN1-1 и LN5

Селектираните кандидат сортове бяла лупина (LN1-1 и LN5) притежават високи стойности на сухото вещество в зърното (91.66%; 91.51%) (фигури 39 и 40). При линия LN5 по-високото съдържание на суров протеин (32.94%) е съчетано с по-ниското съдържание



на сурови влакнини (11.50%). За линия LN1-1 е установено съдържание на суров протеин от 30.44%, а съдържанието на суровите влакнини е от порядъка на 13.82%. По съдържание на калций линиите бяла лупина не се различават съществено по между си (0.24%; 0.207%). Много близки са и стойностите показващи съдържанието на фосфор, като за LN1-1 е 0.42%, а за LN5 е 0.456%.

## VII. ИЗВОДИ

### При обикновеното секирче

Установено е силно фенотипно вариране за брой и тегло на грудките, свежо тегло на листата и стъблата, брой и тегло на семената от растение и свежо тегло на растението и по-силно генотипно за брой листата, свежо и сухо тегло на корените, теглото на сухите стъбла и тегло на сухата коренова маса.

С висок коефициент на наследяване се характеризират сухо тегло на корените, свежа тегло на корените (85.56%), тегло на сухите стъбла (81.63%), брой листа на растение (82.00%), брой бобове на растение (72.05%) и брой разклонения (69.49%)

Силна положителна корелативна връзка е установена между тегло на семената от растение с тегло на грудките ( $r=0.712$ ) и тегло на сухите стъбла ( $r=0.853$ ) и средна с свежо тегло на корените ( $r=0.499$ ) и специфична грудко образуваща способност ( $r=0.520$ ).

Доказано е влиянието на генотипа и средата по всички изследвани признаци с изключение на тегло на свежата коренова маса. По височина на растението, свежо тегло на растението, брой семена на растение и тегло на



семената от растение е установено по-силно влияние на фактора среда, а по брой грудки на растение на фактора генотип.

BGE027129 се отличава като екологично стабилен с високи стойности по височина на растението, свежо тегло на стъблата, брой на семената и грудките от растение, а BGE025277 по височина на растението, тегло на семената и брой на грудките от растение. Тези сортове са подходящи за отглеждане в широк диапазон от условия на средата.

BGE015741 е с най-добро изражение на брой и тегло на зърната от растение, притежава висока адаптивна способност и е отзивчив към подобряване на условията на отглеждане.

**В**

Селекционен интерес представлява BGE025277 по признаците височина на растението (50.67) и тегло на семената от растение (4.26), които са в съчетание с добра хомеостатичност (77.22; 1.65) и относителна стабилност (2.39; 0.18) към средата.

Най-висок среден добив на семена е отчетен при BGE015741 (158.40 kg da<sup>-1</sup>), BGE027129 (113.10 kg da<sup>-1</sup>) и BGE025277 (108.30 kg da<sup>-1</sup>), а свежа надземна биомаса при BGE015741 (840.40 kg da<sup>-1</sup>), LAT4362 (779.3 kg da<sup>-1</sup>) и BGE027129 (722.80 kg da<sup>-1</sup>).

LAT4362 и BGE025277 формират по-тежка свежа надземна и коренова маса и проявяват добро съчетание на гени за адаптивност и атракция. BGE027129, BGE025277 и BGE015741 са селекционно ценни по отношение на теглото на семената от растение.

Установен е отрицателен хетерозисен ефект при почти всички хибриди при двата лимита на средата. Единствено при LAT5108 x BGE027129 по брой грудки на растение хетерозиса е висок и положителен.

Доминантно до свръхдоминантно отрицателно наследяване е установено в F1 при BGE027129 x LAT5108 за свежо тегло на корените, тегло на надземната биомаса и тегло на грудките от растение; LAT5108 x BGE027129 по свежо тегло на листата и тегло на надземната биомаса. Неалелни взаимодействия се проявяват в наследяването на брой и тегло на грудките от растение при BGE025277 x LAT5108.

Общата фенотипна проява на свежо тегло на корените, на надземната маса и на грудките е силно генотипно обусловена и масовия отбор по тези признаци може да започне в по-ранните хибридни потомства (F2 - F3).

По биохимичния състав на зърното BGE015741 се отличава с високи стойности на суровия протеин (28.44%), калций (1.90%) и фосфор (0.29%), LAT5038 по суровите влакнини (46.75%) и LAT4362 по сурова пепел (14.82%).

#### **При бялата лупина**

Установено е статистически достоверно влияние на средата и генотипа върху проявата на изследваните признаци. Варирането на грудкообразуващата способност на растенията се определя в най-голяма степен от фактора генотип.

Висока наследяемост, съчетана с нисък генетичен напредък е установена за специфичната грудко образувача способност (80.81%; 0.09) и теглото на сухите стъбла (62.60%; 0.31), което е указание за участието на неадитивни генни действия.

Установена е силна положителна взаимовръзка на теглото на свежата надземна биомаса с теглото на сухите и свежите листа ( $r=0.881$ ;  $r=0.897$ ), височина на растението ( $r=0.587$ ) и сухото тегло на корените ( $r=0.569$ ); на височината на растението със сухо тегло на надземната маса ( $r=0.963$ ).

Изчислените параметри на екологична стабилност по височина на растението определят PI533704 като най-стабилен и високо растящ, по брой на бобове и семена от растение и тегло на семената от растение сорт Zuter като най-желан, близо до идеалния тип, съчетаващ висока продуктивност с екологична стабилност.

Lucky801 по повечето признаци е екологично нестабилен, но високо продуктивен и затова е подходящ като родителски компонент селекционните програми за получаване на високо продуктивни сортове.

PI457923 и PI457938 са с висока селекционна ценност и стойност на свежо тегло на кореновата маса (1.11; 0.95 и 1.92 g; 1.97 g) и брой грудки на растение (5.58; 5.37 и 10.20; 8.00).

Най-висок среден добив на семена е отчетен при Lucky801 (208.67 kg da<sup>-1</sup>) и PI533704 (151.92 kg da<sup>-1</sup>). PI368911; PI457938 и KALI се отличават с висока вариабилност и добив зърно под средния (90.00 kg da<sup>-1</sup>, 80.08 kg.da<sup>-1</sup>, 83.25 kg.da<sup>-1</sup>) за изследваната група сортове. Най-високо добивни по отношение на свежата надземна биомаса на сортовете PI457938 и PI533704 със среден добив 597.98 - 485.12 kg da<sup>-1</sup>.

Растенията от PI457938 образуват свежа надземна и коренова маса с високо тегло и проявяват добро съчетание на гени за адаптивност и атракция.

Силницини на физиологичните системи - атракция и адаптивност по тегло на семената от растение и тегло на кореновата маса притежават сортовете Lucky801 и PI533704, а сортовете PI457923 и Zuter са с добра адаптация.

Лимитиращите условия на средата влияят върху проявите на хетерозис и степените на доминиране. Положителен истински хетерозис е установен при кръстоските PI533704 x Zuter и PI533704 x Lucky801 по тегло на грудките и свежо тегло на кореновата маса на растение и при двата лимита на средата.

Признаците тегло на грудките от растение и свежо тегло на кореновата маса при PI533704 x Zuter се наследяват при ясно изразено положително доминиране и свръх доминиране. Прояви на отрицателно доминиране са установени при Lucky801 x PI533704 по тегло на грудките и на кореновата маса на растение.

С висок коефициент на наследяемост и в двата лимита на средата се характеризират хибридите PI533704 x Zuter и Lucky801 x PI533704 по брой и тегло на грудките, Zuter x PI533704 по свежо тегло на кореновата и надземната маса и почти всички хибриди по тегло на семената от растение.

Общата фенотипна проява на тегло на семената от растение при Zuter x PI533704 е силно генотипно обусловена и може да се очаква по-голям ефект от провеждане на масов отбор в по-ранните хибридни потомства (F2 - F3).

й

н

о

с

т

В пълна зрелост с максимални стойности по биохимичните показатели се отличават PI368911 и Lucky801 за суров протеин (30.14%; 28.88%), Zuter за сурови влакнини (51.82%), PI457923 и KALI за калций (0.77%), PI457938 за фосфор (0.123%) и KALI за сурова пепел (6.277%).

Положителен, но статистически незначим е коефициентът на корелация на съдържанието на суров протеин с добива на зърно ( $r=0.17$ ) и с вегетационния период ( $r=0.63$ ).

## VIII. ПРИНОСИ

### 8.1. Научни приноси

#### 8.1.1. Приноси с оригинален научен характер

- Извършена е комплексна оценка на набор от генотипове от видовете обикновено секирче и бяла лупина по основни количествени признаци и качествени показатели и по реакцията им към лимитиращи фактори на средата.
- Направена е оценка на генетичното разнообразие на набора от образци от тези видове по голям брой параметри, отнасящи се до надземната биомаса и кореновата система, както и по показатели, свързани с качеството свежата маса и зърната.
- Използването и съвместното прилагане на различни методи за определяне на екологичната стабилност и адаптивност дава възможност за по-пълна оценка на селекционните материали по отношение на комплекса величина на признака и неговата стабилност. Посочени са онези от генотиповете, които реализират относително стабилно своя продуктивен потенциал, независимо от променящите абиотични фактори.
- Разработен е методът на ортогоналната регресия, който дава възможност да се оценят количествените полигенни признаци при сортовете и хибридите бяла лупина и обикновено секирче чрез физиолого - генетичните системи адаптивност и атракция и да се идентифицират най-добрите генотипове.
- Доказани са адаптивните възможности на сортовете и хибридите обикновено секирче и бяла лупина чрез изместването на средните стойности на признаците по координатната система. Показана е възможността за съчетаване и комбиниране в един генотип на гени за атракция и адаптивност.
- Въз основа на проведените генетичен анализ са установени високо наследяване и генетичен напредък за тегло на растението, на свежите листа и на семената и брой разклонения на растение при обикновеното секирче, както и за брой листа, тегло на свежите стъбла и общата свежа биомаса на растението, което ще подпомогне изграждането на селекционна стратегия за подобряването им.

#### 8.1.2. Научни приноси с потвърдителен характер

- Потвърдено е влиянието на основните фактори – генотип, среда и взаимодействието генотип-среда, от които зависи фенотипната експресия на отделните количествени и качествени параметри. При сортовете обикновено секирче фактора генотип влияе най-силно за брой грудки на растение, а при бялата лупина за грудко образуващата способност.
- Потвърдени са корелационните връзки както между отделни групи количествени признаци и качествени показатели, които улесняват провеждането на отбора на подходящи генотипове.
- Потвърдена е проявата на различен тип доминиране в наследяването на повечето от изследваните признаци и при двата растителни вида. Действието на доминиращите алели се влияе от посоката на кръстосване, както и от условията на средата.
- Потвърдено е, че генетичният контрол на признаците се осъществява с помощта както на адитивни, така и неадитивни генни ефекти. Неалелни взаимодействия се проявяват в експресията на брой и тегло на грудките при хибридите от двата растителни вида и при тегло на надземната биомаса при бялата лупина Lucky801 и PI533704 (4). Този хибрид проявява добро съчетание между гените за адаптивност и атракция (бързо преместване на пластичните вещества) при влошаване на условията. При разреждане на посева такова съчетание е установено само при хибридите Zuter × PI533704 (3) и PI533704 × Lucky801 (2) с положителни стойности по атракция и адаптивност.

### 8.2. Приноси с научно-приложен характер

За първи път в нашата страната чрез количествена и комплексна оценка и с помощта съвременни математико-статистически методи е направен задълбочен анализ на основни количествени признаци и качествени показатели на образци обикновено секирче (*Lathyrus sativus* L.) и бяла лупина (*Lupinus albus* L.). Определени са сортовете LAT5108, BGE015741 и BGE027129 обикновено секирче и PI533704, Zuter и Lucky801 бяла лупина като ценен изходен материал за селектиране на нови растителни форми, отличаващи се с ранозрелост и повишен продуктивен потенциал.

Получени са перспективни генотипове от обикновеното секирче (LAT5108 × BGE025277-A1) с благоприятно съчетание на признаците тегло на грудките и продуктивност на свежа надземна биомаса и от бялата лупина (Lucky801 и PI533704 (4), Zuter × PI533704 (3) и PI533704 × Lucky801 (2)) по тегло на кореновата система и надземната биомаса, които са подходящи за изследвания свързани с биологичното земеделие.

Идентифицирани са сортове обикновено секирче (BGE027129, BGE025277 и BGE015741) и бяла лупина (PI533704 и Zuter), характеризиращи се с висока стойност и екологична стабилност на признака, които могат да бъдат включени в селекционна програма за подобряване на тези култури.

Разработеният екологично-генетичен подход ще даде възможност да се разкрият нови закономерности в теорията на отбора и екологичногенетичната организация на количествения признак при растенията. В светлината на този подход ще се осъществи напредък в разработването на нови селекционни модели.



Направен е преход от селекция основана на представите за “ген-признак” към селекция на генетико-физиологични системи с акцент на адаптивност (ad) и атракция (atr). Опитът за идентификация на генотипа по фенотип без смяна на потомството ще повиши многократно ефективността на селекционния процес.

#### РЕЗУЛТАТИ ОТ ДИСЕРТАЦИОННАТА РАЗРАБОТКА

В колаборация с други научни сътрудници са селектирани и признати сортове обикновено секирче и бяла лупина:

Нов сорт обикновено секирче Йодай (линия LHL). Сортът е получен чрез многократен индивидуален отбор при кръстоската BGE027129 × LAT5108. Височината на растенията в технологична зрелост на зърното достига до 46 см. Вегетационният период е със средна продължителност 93 дни. Новият сорт узрява 4-5 дни преди сортовете BGE027129 и LAT5108. Средно на едно растение се формират 13 добре изхранени боба с общо 22 броя нормално развити семена. Семената са средно едри със бяла семенна обвивка, с плоско овална форма. Семенната му продуктивност (4.41 g) превишава средната на родителските сортове (3.80 g). Теглото на 1000 семена е около 172 g. Съдържанието на суров протеин е 23.85%. Сортът е с добра устойчивост на разпукване на бобовете. Проявява толерантност към засушаване. Слабо се напада от болести и неприятели.

Нов сорт бяла лупина Гайя (линия LN1-1). Получен е по метода на изкуствената полова хибридизация и между сортовете Lucky801 и PI533704 и последвал многократен индивидуален отбор. Адаптиран е към неблагоприятни условия на средата. Проявява толерантност към икономически важните болести и е устойчив на полягане. Предимство на новия сорт е по-късият вегетационен период - 126 дни. Растенията на LN1-1 се характеризират с детерминантен тип развитие на стъблото и височина на растението 68 cm. Височината на първата розетка от бобове се развива на 33 cm. По големина съцветието е средно, синьо-бяло, семената са бели до средни по едрина. Образованите бобове не се разпукват и семената не се уронват, като техния брой достига 24. Средният брой семена в един боб е 4-5. Масата на 1000 семена е 305 g и е по-висока спрямо стойността при PI533704. Узрялото зърно е със съдържание на суров протеин достигащо до 30%. Характеризира се с по-висок добив на семена (263 kg da<sup>-1</sup>) спрямо сорт PI533704 (249 kg da<sup>-1</sup>).

Нов сорт бяла лупина Моника (линия LN5). Създаденият сорт е предназначен за добив на семена. Получен е, чрез многократен индивидуален отбор от кръстоската Lucky801 × PI533704. Той принадлежи към средно зреещата група с продължителност на вегетационния период 129 дни. Притежава генетично завършен растеж. Бобовете се формират на главното стъбло и на скъсени странични разклонения от първи и втори порядък. Височина на растението е 87 cm. Сортът има висока устойчивост към полягане и добра адаптивност към абиотичните условия. Първите бобове се залагат на 40 cm. Бобовете на растението се формират на главното стъбло и на скъсени странични разклонения от първи и втори порядък. На едно растение се формират около 28 неразпукливи боба. Съцветието е средно голямо, синьо-бяло, семената са бели, средно едри. Броят на семената в едно растение е средно 114. Съдържанието на протеини в зърното е 33%. Сортът се отличава с висока потенциална продуктивност. Сортът се отличава с висока потенциална продуктивност (37 g е масата на семената от растение). Масата на 1000 семена е 339 g. Средният му добив на зърно (315 kg da<sup>-1</sup>) при проведените конкурсни сортови опити превишава средния на родителските форми (294 kg da<sup>-1</sup>).

#### Заклучение

Изследването е проведено в периода от 2014 до 2021 г. на Второ опитно поле на Институт по фуражните култури - Плевен, България. В резултат на целенасочена научна дейност в Института са създадени нови сортове от обикновеното секирче и бялата лупина, както и перспективни линии от тези култури в направление за добив на зърно. Целта на това проучване е била да се проучат селекционно-генетичните възможности за обогатяване на генетичното разнообразие при обикновеното секирче (*Lathyrus sativus* L.) и бялата лупина (*Lupinus albus* L.) чрез методите на комбинативната селекция. За постигане на тази цел са изпълнени следните задачи: Направена е морфологична, екологична и биохимична оценка на колекционни образци от обикновено секирче и бяла лупина. Определени са фенотипните корелационни зависимости между основни признаци при тези видове. Извършени са селекционно-генетични изследвания и са изучени начините на наследяване на ценни в стопанско отношение количествени признаци в хибридните генерации. При образците обикновено секирче с висок коефициент на наследяване се характеризират сухо тегло на корените, свежа тегло на корените (85.56%), тегло на сухите стъбла (81.63%), брой листа на растение (82.00%), брой бобове на растение (72.05%) и брой разклонения (69.49%). Силна положителна корелативна връзка е установена между тегло на семената от растение с тегло на грудките ( $r=0.712$ ) и тегло на сухите стъбла ( $r=0.853$ ) и средна с свежо тегло на корените ( $r=0.499$ ) и специфична грудко образувача способност ( $r=0.520$ ). Доминантно до свръх доминантно отрицателно наследяване е установено в F1 при BGE027129 × LAT5108 за свежо тегло на корените, тегло на надземната биомаса и тегло на грудките от растение; LAT5108 × BGE027129 по свежо тегло на листата и тегло на надземната биомаса. Неалелни взаимодействия се проявяват в наследяването на брой и тегло на грудките от растение при BGE025277 × LAT5108. При бялата лупина висока наследяемост, съчетана с нисък генетичен напредък е установена за специфичната грудкообразувача способност (80.81%; 0.09) и теглото на сухите стъбла (62.60%; 0.31), което е указание за участието на неадитивни генни действия. Установена е силна корелация на теглото на свежата надземна биомаса с това на сухите и свежите листа ( $r=0.881$ ;  $r=0.897$ ), с височина на растението ( $r=0.587$ ) и със сухото тегло на корените ( $r=0.569$ ); на височината на растението със сухо тегло на надземната маса ( $r=0.963$ ). Теглото на грудките от растение и на кореновата маса при PI533704 × Zuter се наследяват при ясно изразено положително доминиране и свръх доминиране. Отрицателно е доминирането при Lucky801 × PI533704 по тегло на грудките и на кореновата маса. Създадени и признати са нови са сортовете обикновено секирче Йодай и бяла лупина Гайя и Моника.

**ABSTRACT:** The research was conducted in the period from 2014 to 2021 in the Second Experimental Field of the Institute of Forage Crops-Pleven, Bulgaria. As a result of purposeful scientific activity at the Institute, new varieties of grass pea and

white lupine were created, as well as promising lines of these crops in the field of grain production. The aim of this study was to investigate the selection-genetic possibilities for the enrichment of the genetic diversity in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and white lupine (*Lupinus albus* L.) through the methods of combinatorial selection. To achieve this goal, the following tasks were performed: A morphological, ecological and biochemical evaluation of collection samples of grass pea and white lupine was made. Phenotypic correlations between major traits in these species were determined. Selection and genetic studies were carried out and the ways of inheritance of economically valuable quantitative traits in the hybrid generations were studied. Grass pea samples with high heritability were characterized by root dry weight, root fresh weight (85.56%), stem dry weight (81.63%), number of leaves per plant (82.00%), number of pods per plant (72.05%) and number of branches (69.49%). A strong positive correlation was found between plant seed weight with tuber weight ( $r=0.712$ ) and dry stem weight ( $r=0.853$ ) and mean root fresh weight ( $r=0.499$ ) and specific tuber forming capacity ( $r=0.520$ ). Dominant to overdominant negative inheritance was found in F1 at BGE027129xLA5108 for root fresh weight, aboveground biomass weight and tuber weight per plant; LAT5108 x BGE027129 by leaf fresh weight and aboveground biomass weight. Non-allelic interactions occur in the inheritance of tuber number and weight per plant in BGE025277 x LAT5108. In white lupine, high heritability combined with low genetic progress was found for specific tuber-forming ability (80.81%; 0.09) and dry stem weight (62.60%; 0.31), indicating the involvement of non-additive gene actions. A strong correlation was found between the weight of fresh aboveground biomass with that of dry and fresh leaves ( $r=0.881$ ;  $r=0.897$ ), with plant height ( $r=0.587$ ) and with dry weight of roots ( $r=0.569$ ); of plant height with dry weight of above ground mass ( $r=0.963$ ). Tuber weight per plant and root mass in PI533704xZuter were inherited in pronounced positive dominance and overdominance. The dominance of Lucky801 x PI533704 in tuber weight and root mass is negative. Created and recognized as new are the varieties of grass pea (Yodai) and white lupine (Gaia and Monica).

### Списък с научните публикации по темата на дисертационния труд

на доц. д-р Валентин Иванов Косев

във връзка с конкурс за придобиване на научната степен **Доктор на науките** в област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина. Направление 6.1 Растениевъдство. Научна специалност „Селекция и семепроизводство на културните растения”

1. Kosev V., Vasileva V., Acar Z. 2019. Adaptability and productive potential of initial material from grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25 (5), 994–1000,
2. Kosev V. and Vasileva V. 2019. Comparative biological characteristic of white lupin (*Lupinus albus* L.) varieties. GENETIKA, 51,(1): 275-285;
3. Athar M., Vasileva V., Kosev V. 2021. Evaluation of white lupin (*Lupinus albus* L.) for production characteristics and symbiotic nitrogen-fixation potential. Pakistan Journal of Botany, 53(1): 253-259,
- 4 Kosev V., Vasileva V., Popovic V., Pešić V., Nožinić M. 2022. Ecological-genetic model in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) breeding. GENETIKA, Vol. 54, No3: 1385-1397.
5. Kosev V., Vasileva V. 2022. Assessment of the genetic diversity of a collection of grass pea specimens. Agriculturae Conspectus Scientificus, 87(3): 191-199.
6. Kosev V., Vasileva V. 2022. Biodiversity of the *Lathyrus Sativus* L. and its use in the selection. LAP Lambert Academic Publishing, ISBN-13:978-620-0-08017-2, EAN:9786200080172, pp.196.
7. Kosev V. I. and Vasileva V. M. 2019. Morphological characterization of Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) Varieties. The Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka, 14 (2): 67-76.
8. Kosev V., Vasileva V. 2019. Genetic analysis of grass pea genotypes. GENETIKA, 51(2), 571-584.
9. Kosev V., V. Vasileva. 2018. Ecologo-genetical model for control of the quantitative traits in white lupin. GENETIKA, 50(1): 261-274.
10. Kosev V., Vasileva V. 2021. Genetic analysis of quantitative signs of white lupin (*Lupinus albus* L.) genotypes. Journal of Harbin Institute of Technology (New Series), 28(4):84-96.
11. Kosev V., Vasileva V. 2020. Breeding value of white lupin varieties. Journal of Central European Agriculture, 21(2): 409-419.
12. Vasileva V., Kosev V. 2021. Biochemical assessment of white lupin (*Lupinus albus* L.) specimens. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, Vol. 24, Issue 1, 148–159.
13. Kosev V., Vasileva V. 2021. Correlation dependences on quantitative signs in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) accessions. - Genetika, Vol 53, No.3, 1031 -1042.
14. Kosev V., Vasileva V. 2018. Biochemical assessment of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) varieties. Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences, 6 (1): 23-27.
15. Kosev V., Vasileva V., Kaya Ya. 2019. Ecological stability of quantitative signs in white lupin varieties. International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research, 3(1), 67-80.
16. Kosev V., Vasileva V., Vuckovic S., Kaya Ya. 2018. Ecological stability of quantitative signs in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) varieties. The ecological state of the natural environment and the scientific and practical aspects of modern agricultural technologies. International scientific and practical conference March 22-23, 2018, Ryazan, pp.169-180.