

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ  
ИНСТИТУТ ПО РАСТИТЕЛНИ ГЕНЕТИЧНИ РЕСУРСИ - САДОВО

Доц. д-р Станислав Костов Стаматов

**ПРОЯВЛЕНИЕ, ЗАКРЕПВАНЕ И  
ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПРИЗНАКА  
“ПРИКАЧЕНА ПЛАЦЕНТА” ПРИ  
СУСАМА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертация за присъждане на  
научната степен “доктор на науките”

Област на висше образование

6. Аграрни науки и ветеринарна медицина;

Професионално направление 6.1.

Растениевъдство;

Научна специалност „Селекция и  
семепроизводство на културните растения“

# ГР. САДОВО

## 2022

Дисертационният труд е написан на 170 страници, съдържа 54 таблици, 32 фигури, 18 снимки и списък на използваната литература от 151 източници, от които 12 на кирилица и 139 на латиница

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на СНС в Селскостопанска академия.

### УВОД

Сусамът е маслодайното растение на древния свят. Качествата на неговото масло са ненадминати и се равняват на маслиновото и ореховото. Растенията са изключително непретенциозни и се отличават с много силна сухоустойчивост. Познат отлично в страните от Азия, той набира все по-голяма популярност и в останалия свят. Здравословните ползи от консумацията на сусам са много и това налага повишеното му търсене. Пречка пред по-голямото производство на културата представлява неговата биология. Сусамът разпуква своите кутийки при узряване и семената му опадват на полето преди да бъдат прибрани. Този факт налага използването на ръчен труд, който включва нарязване на зелените растения, складирането им на площадки и последващо изтръсване на семената.

Настоящият труд обхваща седемнадесет годишен период и проследява пътя за реализиране на нов признак в сусамовото растение, наречен „прикачена плацента“. Това решение се налага през годините в селекцията на сусама в търсене на възможности за въвеждане на механизация при културата. „Прикачената плацента“ позволява задържане на семената в кутийките, когато растенията узряват постепенно и отварят плодовете си. „Прикачената плацента“ играе решаваща роля за запазване на семената, докато те навлезат в овършаващия механизъм. Описани са методите и начина за проучване на колекцията от образци, изборът на родителски двойки и

отбора в хибридните потомства. Проследен е механизма на задържане на семената от плацентата. Установен е генетичният контрол на „прикачената плацента“. Обосновани са селекционните похвати за закрепване и засилване на признака в хибридните потомства. Реализирани са български методи за установяване на здравината на „прикачената плацента“.

*Дисертационният труд представлява научно и практическо ръководство за успешно приложение на методите на конвенционалната селекция. Работата в него показва, че този тип селекция не е загубил своите достойнства и все така реализира устойчиви резултати.*

## **1. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА.**

Необходимостта от механизано прибиране на сусама възниква за първи път във Венецуела през четиридесетте години на миналия век. Тогавашното правителство решава да реши продоволствения проблем, възникнал от липсата на растителни мазнини, чрез въвеждане в селското стопанство на страната сусама като маслодайна култура. Проблемът, с който се сблъскват фермерите тогава е, че при узряване сусамът отваря кутийките си и семената се разпиляват на полето. Това налага растенията да бъдат отрязвани докато са още зелени, навръзвани на снопи, доизсушавани на площадки и изтърсвани върху платнище. Всичко това е свързано с изключително много ръчен труд, което прави производството на продукцията скъпо и нискоефективно (Langham and Rodriguez, 1949; Weiss, 1971, 2000; Davila, 1977; Kang, 2001, Cagirgan, 2006).

Много автори са на мнение, че анатомичните особености на сусамовата кутийка и най-вече формата на семенната камера могат да решат проблема с механизацията на културата (Anon, 1981; Langham, 2001, 2006, 2013c, 2014; Ashri, 2007; Georgiev et al., 2011; Stamatov and Deshev, 2014; Yeasmin, 2015). Langham and Rodriguez (1945) и Langham (1946) намират мутация с неразпукващи се плодни кутийки най-напред при сорт Venezuela 52 и идентифицират генът, който е отговорен за това свойство - възвратен алел (id). В първоначалната форма кутийките са били толкова груби и здрави, че е

трябвало да се отварят с чук (Langham and Rodriguez, 1946). Линията, притежаваща този алел, е предложена за изследване от селекционерите в целия свят. През следващите 50 години, те правят опити да решат проблемите.

Langham et al. (1956) докладва, че създаването на нов вид плацента (“прикачена плацента”) между всяко семе е много важна за задържането на семената в плодната кутийка. Години по-късно тези негови заключения стават основа за разработването на индексцентни линии сусам.

Получаването на признака “прикачена плацента” през 2011 година при български генотипове разкрива нови перспективи за механизираното прибиране на сусама (Stamatov and Deshev, 2010; Deshev and Stamatov, 2017; Stamatov and Deshev, 2018). През периода са правени опити за директно прибиране на тези форми с конвенционален зърнокомбайн (Трифонов и др., 2013; Ишпеков и др., 2014). Авторите правят технико-икономическа оценка на работата на конвенционалния зърнокомбайн. Българските инженери обосновават прототип, който да вършее сусамовите растения, избягвайки недостатъците на комбайна (Ishpekov et al., 2016).

Селекционерите използват съвременни селекционни похвати, с които да повишат добива в новополучените линии (Georgiev et al., 2011; Георгиев и др., 2012; Георгиев и др., 2014; Stamatov and Deshev, 2014; Дешев, 2015).

Изборът на родителски двойки и извършване на отбор в получените потомства е от първостепенно значение за запазване и закрепване на признака “прикачена плацента”. Селекционната работа в това направление е силно затруднена от невъзможността да бъде дефиниран морфологичен признак на растението, който да бъде пряко свързан със способността на генотиповете да задържат семената си при узряване. Този факт е от първостепенно значение за селектиране на подходящи за механизирано прибиране форми. Сега се налага авторите да използват преки и косвени показатели свързани с анатомичните особености на кутийката (Stamatov et al., 2020).

Тъй като рлизнакът “прикачената плацента” е негативно свързана с добива на семена при сусама, се налага да се търси компромис в селекционно-

подобрителната работа с културата (Ashri, 1998; Diouf et al., 2010; Георгиев и др., 2014). В селекционно-подобрителната работа със сусама за избор на най-подходящите родителски двойки се разчита много на математически похвати.

Все още няма общ модел за работа, както с растителния материал, така и с използваните статистически методи.

## **2. РАБОТНА ХИПОТЕЗА**

Реализирането на “прикачена плацента”, с която семената да се задържат в кутийката до навлизането ѝ в овършаващия механизъм е пътят за решаване на проблема с механизмираното прибиране на сусама. Продуцирането на “прикачена плацента” в сусамовите генотипове изисква намиране на подходящи родителски двойки. Трябва да бъде проследено проявлението ѝ в потомствата както и да бъде оценено корелирането ѝ с останалите механизми за задържане на семената (степен на разцепване на кутийката, стеснение на стените и наличието на прикачена мембрана).

От първостепенно значение е да се оцени връзката на признака с архитектурата и продуктивните качества на растенията. Намирането на методи за оценка на здравината на връзката между нея и семето е от решаващо значение за всяка успешна селекционно-подобрителна програма.

Така структуриран, работният план ще позволи пълноценно използване на признака в селекционно-подобрителната работа с културата по отношение на отбора на форми, подходящи за механизмирано прибиране.

***Поставената работна хипотеза може да бъде реализирана с изпълнението на следните задачи:***

1. Оценка на изходната ген-плазма;
2. Научнообоснован избор на родителски двойки;
3. След откриване на признака “прикачена плацента”, необходимо е работата да се насочи към избор на родителски двойки за закрепване на

признака и усилване на неговото проявление чрез отбор в хибридните потомства;

4. Проверка на генетичния контрол на признака;
5. Приложение на методите за оценка на признака “прикачена плацента”;
6. Проучване на връзката на признака с други анатомични особености на плодната кутийката, отговорни за задържането на семената;
7. Създаване на признакова колекция;
8. Сравнение на методите за оценка на плодните кутийки на сусама.

### **3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ**

#### **3. 1. Растителен материал**

През периода 2004 – 2008 година е извършено агробиологично проучване на 22 български селекционни линии сусам с неразпукващи се кутийки, създадени в ИРГР - Садово.

При провеждане на експерименти за сравняване на морфологичните различия, биологичните свойства и стопанските качества на линиите с разпукващи се и неразпукващи се кутийки за стандарти са използвани сортовете сусам - Садово 1 и Милена.

За избор на родителски двойки с цел откриване на признака “прикачена плацента” в потомствата и подобряване на добивния потенциал на растенията, през 2008 - 2009 година, в проучването са включени линии с неразпукващи се кутийки. Те са със селекционни номера: 3850, 3962, 3958-1, 3959-2, 3859, 4071, 4073, 4074, 4075, 4050, 4053, 3959, 3959-3, 4069, 4047, 4051, 4055, 4056, 4062 и 4068. За сравняване са включени и сортове с разпукващи се кутийки - Садово 1, Милена и София. От тях в хибридизация по непълна диалелна схема като родители участваха: За изпитване на добивния потенциал и възможностите за механизирано прибиране на получените хибридни потомства в периода 2011 - 2013 година в сортов опит са засяти отбраните по субективни критерии 14 потомства, притежаващи

признака “прикачена плацента”. Най-перспективните три от тях участваха в изследването за установяване на механизма на задържане и отделяне на семената от “прикачената плацента” и биомеханичните показатели на растенията, съпътстващи възможностите за механизизирано прибиране.

През 2016 година върху 43 потомства от  $F_2$  до  $F_4$  генерация е проучен добивния потенциал и е приложен субективно-независим метод за оценка на способностите им да задържат семената си до навлизане в овършаващия механизъм. В резултат на това проучване са избрани родителски двойки, които да бъдат включени в непълна диалелна схема на хибридизация.

При 40 перспективни потомства от  $F_1$  до  $F_7$  генерация през 2019 година е отчетен напредък на селекцията по отношение на здравината на “прикачената плацента” и формата на кутийката. Потомствата с подобрени качества и добър добивен потенциал са включени в хибридизация по непълна диалелна схема.

През следващата година при 204 потомства, сортове и интродуцирани линии сусам са приложени субективно-независимата оценка, новият тест на полската оценка и “Shatering test” на Sesaco. Показалите добър продуктивен потенциал и възможности да задържат семената си, според трите теста, са включени като родители в познатата схема на хибридизация.

През 2021 година на оценка за добивния потенциал и способността да задържат семената си според метода на субективно-независимата оценка и полския тест са изпитани 264 потомства, сортове и интродуцирани линии.

За установяване на генетичния контрол на признака “прикачена плацента” са анализирани 107 потомства от  $F_1$  и  $F_2$  генерация на две кръстоски.

Проучени са 100 интродуцирани линии сусам от над 20 държави в света, с различен еколого-географски произход, с цел включването им в българската селекционна програма.

### **3.2. Постановка на опитите и прилагани статистически методи за**

**изследване.**

### **3.2.1. Оценка на колекция сусам с неразпукващи се плодни кутийки.**

Линиите сусам с неразпукващи кутийки са изследвани подробно в следните направления и показатели:

#### ***Морфологични признаци***

На всяка линия с неразпукващи се кутийки е направено морфологично описание на надземната част на растенията – стъбло, хабитус, листа, генеративни органи – бутони, цветове, кутийки и семена. Линиите, обект на изследването, са оценени и по показателите - продуктивност, ранозрелост и пригодност за механизирано прибиране с котвенционален комбайн.

### **3.2.2 Проявление на признака „прикачена плацента“.**

Научно-обоснованият метод за избор на родителски двойки с цел получаване на хибриди с “прикачена плацента” в потомствата, които да съчетават и добър добивен потенциал включваше:

- *Анализ на генетическата отдалеченост между проучваните линии и сортове посредством възможностите на клъстерния анализ (Tryfos, 1997; Mooi and Sarstedt, 2011)*

- *Установяване начините на унаследяване и проявата на хетерозис (Mather, 1949) при някои от признаците, които отговарят за механизираното прибиране (по-ниско стъбло, по-малък брой и къси разклонения);*

- *Оценката на кутийките до колко задържат семената си при узряване, се отчиташе по субективни критерии (степен на отвореност, форма и ръчно изтръскване на кутийките).*

Биометричните измервания за установяване на морфологичните особености на изпитваните образци и фенологичните наблюдения са

извършени върху 20 рандомизирани растения от всеки родител. Измерени са признаците свързани с добива.

С помощта на статистическа програма SPSS 13.0 for windows са установени фенотипните корелации и Path-коефициентите между елементите на добива на семена от растение. Математическата обработка на резултатите е извършена върху три родителски форми (чрез средните за всеки родител) и поотделно. Изчислено е процентното участие на преките ефекти върху добива, чрез определяне на участието им в сумарния пряк ефект. Косвените ефекти върху добива представляват разликата между фенотипните корелации и преките ефекти на отделните признаци (Мартинов, 1978).

Факторният анализ показва процентното участие на признаците във всеки фактор (Seiler and Stafford, 1985) и това как тяхното проявление се потиска от взаимодействието на гените в генотипа. Предимството на компонентния анализ се състои в демонстрирането на генетичния състав на всеки фактор.

В резултат на проучването са излъчени 6 родителски форми включени в непълна диалелна схема на хибридизация.

Генетичният анализ на потомствата извършен чрез показателите  $d/a$ , хетерозисът и унаследяването на признака в широк и тесен смисъл са изчислени по формулите на Mather (1949).

Наличието или отсъствието на епистаз е изчислено чрез средните стойности на шестте поколения ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $BCP_1$ ,  $BCP_2$ ) и е проверено чрез формулите

$$A = 2 * \Delta BCP_1 - \Delta P_1 - \Delta F_1$$

$$B = 2 * \Delta BCP_2 - \Delta P_2 - \Delta F_1$$

$$C = 4 * \Delta F_2 - 2 * \Delta F_1 - \Delta P_1 - \Delta P_2$$

По Mather (1949).

### **3.2.3. Методи за оценка на получените материали и използването на родителски двойки в бъдещата селекционно-подобрителна работа**

## със сусама.

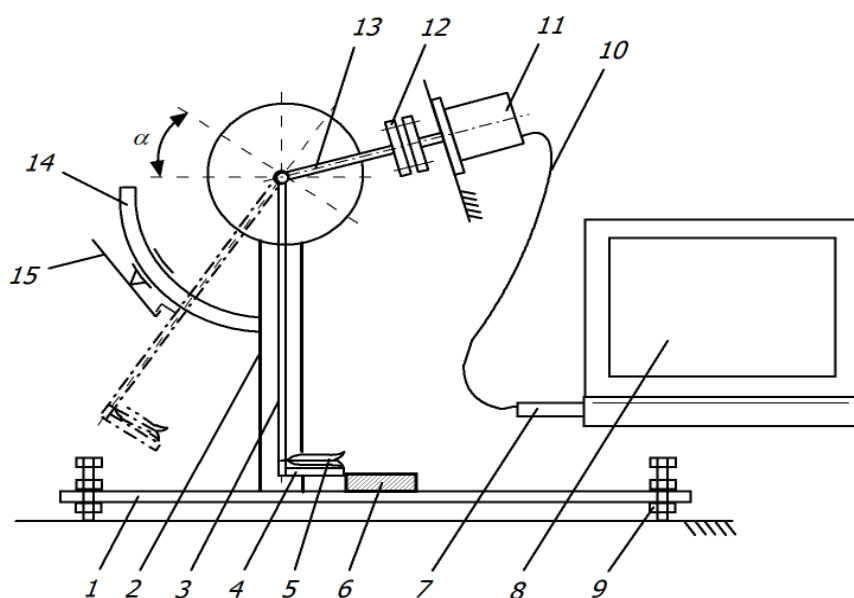
Механизмът на задържане и отделяне на семената от “прикачената плацента” се състои в обосноваване на метод за оценяване податливостта за механизирано прибиране на семената и в неговото прилагане. Тази податливост зависи от следните показатели:

- Делът на семена, които се освобождават от кутийките при узряване -  $тс_1$ , [%]. Той включва семената, които се отделят при отваряне на върха или надлъжното разцепване на кутийките, а също и семената, които се отделят при плавно завъртане на кутийките с върха надолу.

- Делът на семената, останали в кутийката след механично въздействие -  $тс_2$ , [%];

- Делът на семената, напуснали кутийките вследствие на механично въздействие -  $тс_3$ , [%].

В настоящото изследване се приложи инерционно въздействие за отделяне на семената от кутийките с помощта на стенд Пенделов апарат (фигура 1).



**Фигура 1.** Стенд за изследване на инерционно отделяне на семената от кутийките на сусама.

1 - основа, 2 - стойка, 3 - прът на махалото, 4 - плоча на махалото, 5 - изпитвана плодна кутийка, 6 - насрещник, 7 - брояч QSB-D, 8 - компютър, 9 - хоризонтиращи винтове, 10 - кабел, 11 - фоторастерен преобразувател (ФРП), 12 - съединител, 13 - вал на махалото, 14 - скала, 15 - спусък за махалото.

В този случай делът на  $ms_1$  определя податливостта на всеки генотип за разпиляване на семената при разклащане на растенията от вятър или от нискоскоростни механични въздействия, причинени от прибиращите машини. Възможно е тези семена да се приберат механизировано, ако кутийките не се разцепват и растенията се подават в машината без значително наклоняване. Делът на  $ms_2$  е показателен за задържане на семената, породено от вида и формата на кутийките при узряване и по-конкретно стеснения, наличие и големина на отвор или на надлъжно разцепване. Делът на  $ms_3$  е показателен за устойчивостта на връзката между семената и плацентата. Той е информативен и за податливостта на кутийките за освобождаване на семената вследствие на инерционно въздействие.

Методът на субективно-независимата оценка е обоснован в резултат на това изследване.

Същността на полския метод за оценка е описана по долу.

Кутийките се увиват в пропусклива тъкан и се провисват на въже, свободно полюлявани от вятъра и огрявани от слънцето (Снимки 1 и 2). Когато семената узреят и кутийките се разпукат те се свалят. Претеглят се свободените семена и семената задържани в кутийките. По този начин се отчита дела на разпилените семена докато целият посев достигне пълна зрялост и е готов за комбайниране.

Този тест имитира въздействието на слънцето и вятъра, което те оказват на полето върху сусамовите растения и техните плодни кутийки.



**Снимка 1.** Плодни кутийки, увити в пропусклива тъкан.



**Снимка 2.** Постановка на полския опит.

Според този тест, като разпиляващи са оценени образците, които задържат от 0 до 30% от семената си. От 30 до 60% задържане на семената класифицира образците като слабозадържащи. От 60 до 75% имат образци със средно задържане. Задоволително задържат семената си тези образци, при които процента достига до 99, а отлично - които задържат 100% от семената си.

“Shattering test” на Sesaco служи за изследване на дела на задържаните семена в кутийките в зависимост от раздробяването на камерите, плацентата и мембраните при узряване. Този тест включва два етапа:

***Изпитване на кутийките във физиологична зрялост (Green test).***

То включва следните стъпки:

*G1: От средата на десет растения се отрязва по една кутийка.*

*G2: Оставят се кутийките да изсъхнат напълно.*

*G3: Всяка кутийка се обръща с върха надолу без да се стиска, за да не се стеснява отвора. Събират се падналите семена и се притеглят.*

*G4: Всяка кутийка се пуска трикратно от височина 0,1m. Отделените семена се притеглят.*

*G5: Отделят се останалите в кутийките семена и също се притеглят*

*G6: Сумират се масите на семената от стъпките G3, G4 и G5*

$$G6 = G3 + G4 + G5$$

*G7: Пресмятат се:*

$$SR1_{green} = (G4 + G5) / G6; \quad SR2_{green} = G5 / G6$$

***Изпитване на кутийките в пълна зрялост (Dry test).***

Включва следните стъпки:

*D1: Изпълнява се G1 при пълна зрялост на сусамените растения. Препоръчва се затваряне на върха на отрязаната кутийка с палец и показалец.*

*D2: Оставят се кутийките да изсъхнат напълно.*

*D3: Всяка кутийка се завърта с върха надолу и се притеглят отделните семена.*

*D4: Отделят се останалите в кутийките семена и също се притеглят.*

*D5: Определят се разпилените семена по зависимостта:*

$$D5 = G6 - (D3 + D4)$$

*D6: Сумират се масите на семената от стъпките D3, D4 и D5*

$$D6 = D3 + D4 + D5$$

*D7: Пресмятат се:*

$$SR1_{Dry} = (D3 + D4) / D6 \quad SR2_{Dry} = D4 / D6$$

Описаната процедура се провежда най-малко в три повторения за всеки изследван сорт и се изчислява коефициента на устойчивост срещу разрушаване на кутийките (Shatter Resistance Average) по формулата:

$$SRA = (SR1_{Green} + SR2_{Green} + SR1_{Dry} + SR2_{Dry}) / 4 * 100 \%$$

В зависимост от получената стойност на SRA сортовете се класифицират по следния начин:

- *SUS (super shattering) – сортовете разрушават кутийките си напълно при узряване и задържат под 10% от семената;*
- *SHA (shattering) – кутийките на тези сортове са частично разрушени и задържат от 10% до 40% от семената;*

- *NSH (non-shattering)* – с неразрушени кутийки, които задържат от 40% до 80% от семената;
- *DC (direct combine)* – с кутийки, които задържат над 80% от семената;
- *ID (indehiscent)* – тези сортове имат кутийки, които са затворени при узряване и задържат всички семена.

### **3.2.4. Използване на признака за селекционни цели.**

За установяване на връзката на признака “прикачена плацента” с анатомичните особености на кутийката се анализираха следните показатели:

#### ***Морфологични измервания:***

Сусамените образци се изследват по три групи показатели:

Първата група включва: дела на задържаните семена в кутийките - *Ds*, %, след като те са изсъхнали в естествени условия и обърнати с върха надолу в продължение на различен брой дни за всеки образец до достигане на 12 % влажност. Тази позиция позволява на семената да напускат кутийката, когато те не са закрепени за плацентата или когато кутийката не ги задържа поради други анатомични особености. По време на сушенето скоростта на вятъра се променя от 2,0 до 10,3 m/s.

Втората група показатели са свързани с добива и включва:

- *Масата на семената от едно растение - ms1, g ;*
- *Височината на стъблото - hst, cm ;*
- *Броят на разклоненията - Nbr;*
- *Броят на кутийките по централното стъбло - Ncst;*
- *Броят на кутийките по разклоненията – Ncbr.*

Третата група показатели характеризира формата и размерите на семенната камера (плодолиста) и включва:

- *Дължина на семенната камера - lc, mm;*
- *Ширина на камерата в основата, средата и на върха - bb, bm, bt, mm;*

- *Ширина на стеснението* -  $b_n$  , *mm* и *неговата дистанция спрямо основата на кутийката* -  $h_n$  в *натурални (mm) и относителни единици (%)*.

Пресметна се степента на стеснение на кутийките -  $R_n$  по зависимостта:

$$R_n = 100 \frac{b_b - b_n}{b_b} , \%$$

Всички измервания са извършени в 10 повторения с електронен шублер с точност 0,01 mm и са осреднени.

Генетичният прогрес на показателя брой разклонения в растение е извършен с помощта на анализа на варианса. Оценка на компонентите на вариацията, фенотипните и генотипните варианси е извършена съгласно метода, предложен от Burton and Devane (1953).

Използват се следните статистически оценки:

1. *Варианс на околната среда.*

$$\sigma_e^2 = \text{MSE}$$

2. *Фенотипен вариант.*

$$\sigma_p^2 = \sigma_s^2 + \sigma_e^2$$

3. *Генотипен вариант.*

$$\sigma_s^2 = \text{MST} - \text{MSE},$$

където:

MSE - средна квадратна грешка на опита;

MST – средно квадратно отклонение;

$r$  - повторения.

4. *Фенотипен коефициент на вариация.*

$$PCV = 100 \frac{\sqrt{\sigma_p^2 x}}{x}$$

5. *Генотипен коефициент на вариация.*

$$GCV = 100 \frac{\sqrt{\sigma_s^2 x}}{x}$$

където:

$\sigma^2_p$  - фенотипен вариант;

$\sigma^2_g$  – генотипен вариант;

$\bar{x}$  - генерална средна.

Според Johnson et al. (1955) са определени генетичния напредък и процент от средната стойност на генетичния напредък:

$$GA = \frac{K\sigma_g^2\sqrt{\sigma_p^2}}{\sigma_p^2} = \frac{K\sigma_g^2}{\sqrt{\sigma_p^2}}$$

където:

GA – генетичен напредък;

K – стандартен селекционен диференциал за 5% интензивност на селекцията (K = 2.063);

$$GAM = 100 \frac{GA}{\bar{x}}$$

където:

GAM - генетичен напредък спрямо средната, %;

GA - генетичен напредък;

$\bar{x}$  - генерална средна на опита.

По резултатите от анализите се определят най-важните фактори, които влияят върху задържането на семената в кутийките. Те се включват в регресионен анализ за намиране на уравнения в кодиран и в натурален вид. Всички статистически анализи се извършват при равнище на значимост  $\alpha=0.05$ .

За създаване на признакова колекция са оценени две групи показатели. Първата група обхваща показателите отговорни за задържането на семената в кутийките, т.е. пригодността на растенията за механизизирано прибиране. Към втората група показатели се отнасят някои от елементите на добива.

## 4. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

### 4.1. Проучване на изходната генплазма

Селекционно-подобрителната работа със сусама за получаване на линии подходящи за механизизирано прибиране изисква създаване на форми с неразпукващи се кутийки. Счита се, че такива форми могат да възникнат от индуцирана мутация и ще решат проблема с механизизираното прибиране при сусама.

В периода от 2001 до 2008 година е направено пълно агро-биологично проучване върху 22 български селекционни линии с неразпукващи се кутийки (Стаматов, 2008). Създадените нови генотипове сусам с неразпукващи се кутийки, обект на настоящето проучване, ботанически принадлежат към *Sesamum indicum* L, subsp. *Bicarpellatum*, var. *vulgare*.

Кутийката на тези форми сусам не се разпуква при узряване на семената и те не се разпиляват до навлизането им в овършаващия механизъм (Снимка 3).



Снимка 3. Вляво неразпукваща се, в дясно разпукваща се плодна кутийка

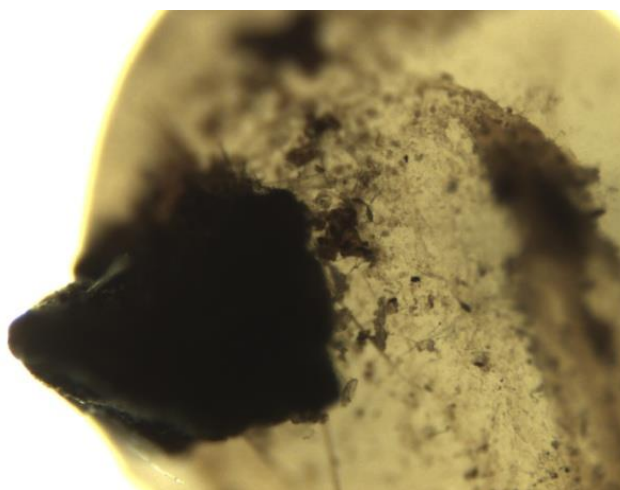
Таблица 1. Добиви на семена, загуби от комбайниране и кълняемост

Образец	Добив на семена в kg/da *				Загуби от комбайниране, %	Кълняемост, %
	2004	2005	2006	средно		
Садово3850	53,8	87,8	34,1	58,6	28,2	72
Садово3859	55,4	67,4	29,7	50,8	29,3	42
Садово3958	55,9	55,6	35,7	49,1	27,8	61
Садово3959	61,2	88,3	44,9	64,8	26,8	75
Садово3959-2	49,2	80,3	33,7	54,4	31,3	70
Садово3959-3	46	71,4	36	51,1	32,4	69

Садово3962	55,7	79,6	38,9	58,1	28,8	60
Садово4045	53	70,6	31	51,5	33	43
Садово4047	49,2	78	34,8	54,0	39,6	64
Садово4050	57,9	87	32,5	59,1	34,2	61
Садово4051	57,2	85,7	35,5	59,5	30	62
Садово4053	56	88,2	38,4	60,9	35,3	69
Садово4055	100,8	36	38,1	58,3	31,4	69
Виктория	115,1	51,2	50,8	72,4	25,9	75
Садово4062	84	45,5	47,3	58,9	29,8	55
Садово4068	82,1	44,2	40,2	55,5	38,9	52
Садово4071	92,5	43,6	39,1	58,4	35,6	60
Садово4073	92,6	46,3	45	61,3	32,8	61
Садово4074	73,9	46,3	46,3	55,5	49,8	71
Садово4075	108,1	42,1	43,8	64,7	50,0	73
Садово4041	60	88,2	78,9	75,7	37,7	66
Садово4042	45,5	64,1	60,1	56,6	36,9	43
Средно				58,6	35,6	62,85

Отчетените резултати от проведените полски експерименти показват, че тези селекционни линии са нискодобивни (50,8 – 75,7 kg/da). Създадените до момента форми сусам не се овършават на 100%. Загубите на семена след комбайнирането им при отделните образци варират от 25,9 до 50% (таблица 1).

Кутийките остават напълно затворени след изсушаването им, което не позволява отделянето на всички семена в бойния битер. Някои от тях преминават през него без да са разтрошени, а други въпреки, че са частично разтрошени не отделят част от семената си. Механичните повреди по овършаните семена понижават кълняемостта им (Снимка 4).



Снимка 4. Травмиране на семето причинено от овършаване с конвенционален битер.

#### 4.1.1. Избор на родителски двойки, които да бъдат включени в

### хбридизационна програма.

Показалите най-добри продуктивни възможности от проучените линии с неразпукващи се кутийки са включени в хбридизация с линии и сортове с разпукващи се кутийки според генетическата им отдаличеност, установа на помощта на клъстерен анализ.

Получените хбриди в  $F_1$  генерация се характеризират с хабитус и архитектура на кутийките типични за родителя с разпукващи се кутийки. При проследяване на потомствата в  $F_2$  генерация, в 9 от тях се установяват анатомични особености на кутийката, които спомагат за задържане на семената. Плодната кутийка, която е устойчива на разцепване се характеризира с по-слабо прищипване и леко закривяване във върха на плодолистите. В пълна зрялост тя се отваря слабо на върха и мембраната ѝ не се отделя задържайки семената (Снимка 4).



**Снимка 4.** В ляво - разпукваща се кутийка, в дясно - устойчива на разцепване кутийка

При проследяване на начина на унаследяване на признаците отговарящи за архитектурата на растението подходящо за механизирано прибиране (по-ниски растения, малък брой и по-къси разклонения) се установи, че те се унаследяват доминантно в посока на родителя 3959, който е с неразпукващи се плодни кутийки. Хбридите се отличават с по-ниски растения, с по-малко и по-къси разклонения от родителите си.

Най-силно доминиране се проявява при унаследяване на признака дължина на разклоненията. По отношение на този признак в две кръстоски се проявява свръх доминиране.

Корелационните коефициенти между добива на семена от растение и елементите на добива показват, че височината на растенията, броят на кутийките по централното стъбло и разклоненията, са в позитивна корелация с добива. Дните до 50% цъфтеж са свързани отрицателно с добива на семена от едно растение.

Path-коефициентният анализ показва по-реалистична картина за връзките между директните и индиректни ефекти върху добива на семена, в сравнение с корелационния анализ.

От получените резултати се установява, че най-висок пряк ефект върху добива на семена от едно растение имат броят на кутийките по централното стъбло и разклоненията ( $P_1 = 1,08$  и  $P_2 = 1,20$ ). Относителният дял, който заемат тези два показателя от общия директен ефект върху добива е 68,6 и 70,1%.

Косвено положително влияние върху добива оказва височината на централното стъбло ( $P = 1,71$ ). Влиянието на височината на централното стъбло върху добива на семена от едно растение е изразено чрез фенотипната корелация  $r_{1,n-1}$  и  $r_{2,n-1}$ . Корелационните коефициенти  $r = 0.856$  и  $0.784$  показват, че увеличението на височината на стъблото води до повишаване на броя на кутийките по разклоненията и централното стъбло.

Връзката на преките ефекти върху добива (брой на кутийките по централното стъбло и разклоненията) с останалите морфологични и биологични показатели показва, че броят на кутийките по централното стъбло е в пряка отрицателна зависимост от дните до масов цъфтеж ( $P = - 1,47$ ). Отрицателен непряк ефект върху този показател оказва височината на първата кутийка по разклонението ( $P = - 1,35$ ). Броят на кутийките по разклоненията се повлиява в пряка степен от общия брой кутийки и непряко от височината на централното стъбло ( $P = 1,008$  и  $P = 0,86$ ). Фенотипната

корелация между двата показателя е положителна. Корелационният коефициент ( $r = 0,461$ ) е със сравнително ниска стойност и не се доказва математически. Това показва, че между двата признака брой на кутийките по централното стъбло и разклоненията не съществува генетична връзка и се унаследяват независимо един от друг. Този факт разкрива големи възможности за оптимизиране на продуктивността на едно растение, чрез паралелно увеличаване на броя на кутийките по централното стъбло и разклоненията. Признаците свързани с високия добив не се съчетават положително с тези, отговарящи за механизираното прибиране при сусама. Това налага намирането на преките и косвени ефекти върху добива при всеки родител, използван в селекционната програма.

## **4.2. Проявлениена признака „прикачена плацента“. Отбор на родителски двойки и потомства. Проучване на генетичния контрол на признака „прикачена плацента“.**

### **4.2.1. Проучване на механизма на задържане и отделяне на семената от „прикачената плацента“. Биомеханични показатели на получените хибриди.**

Проучването на потомствата от подбраните в хибридизационната програма родителски двойки показва, че те са с по-високи добиви от тези при формите с неразпукващи се плодни кутийки (105,3 – 131,3 kg/da) и притежават качества, които ги правят подходящи за механизирано прибиране (Таблица 2).

Таблица 2. Добиви на семена от сравнително сортово изпитване

Образци	Kg/da			
	2009	2010	2011	Средно
4077	117,8	115,2	118,1	117,0
4079	115,3	112	118,9	115,4
4081	138,5	128,3	139,1	135,3
4083 (Невена)	128,9	136,4	128,4	131,2
4088	115,0	115,1	114,9	115,0
4089	122,0	128,3	120,3	123,5
4090	127,9	130,1	122,6	126,9
4091	119,6	125,1	121	121,9

4096	112,8	109	115,1	112,3
4097	114,2	110,2	121,3	115,2
4098	129,1	115,3	122,1	122,2
4099	125,9	125,3	128,9	126,7
4086 (Аида)	129,8	119,1	115,7	121,5
4094 (Валя)	130,3	132,4	131,1	131,3
			Средно&	122,1

През периода 2011-2013 г. най-добрите от тях са засяти в производствени площи за да се установи пригодността им за механизирано прибиране с конвенционален зърнокомбайн. Полските загуби достигат от 17 до 50% при различните настройки на комбайна и влажността на семената. Две трети от тези загуби се дължат на хедера, а останалата част от неовършани кутийки. Качеството на семената е лошо, голяма част от тях са с повредена повърхност и понижена кълняемост. При обработката на овършаните кутийки в лаборатория в някои от тях е открита т. нар. “прикачена плацента”. Семената са закрепени за нея и не се разпиляват при узряване (Снимка 5).



Снимка 5. Семена закрепени за плацентата

Биологичните признаци на растенията от изследваните генотипове са представени в таблица 3. При влажност на семената над 19 % и влажност на кутийките над 33% растенията се намират в техническа зрялост. Техните кутийки са затворени и не се наблюдава отделяне на семена. При влажност от

14 -15% на семената и 18- 22% на кутийките всички кутийки са отворени. Мнозинството от семената са закрепени за плацентата и може да се пристъпи към тяхното прибиране.

Таблица 3. Показатели на изследваните генотипове

генотип	Добив на семена от едно растение, g	Брой кутийки от едно растение	Средна маса на семената в една кутийка, g	Влажност по време на експериментите, %					
				I-ва		II-ва		III-та	
				семена	кутийки	семена	кутийки	семена	кутийки
Аида	7,9 ± 2,11	112 ± 6,2	0,070	20,5	35,8	15,1	22,5	10,2	18,5
Милена	12,6 ± 3,04	175 ± 5,0	0,072	19,3	32,5	14,6	21,2	9,9	18,6
4090	8,5 ± 2,02	158 ± 5,4	0,053	20,3	34,1	14,9	18,3	10,2	18,5

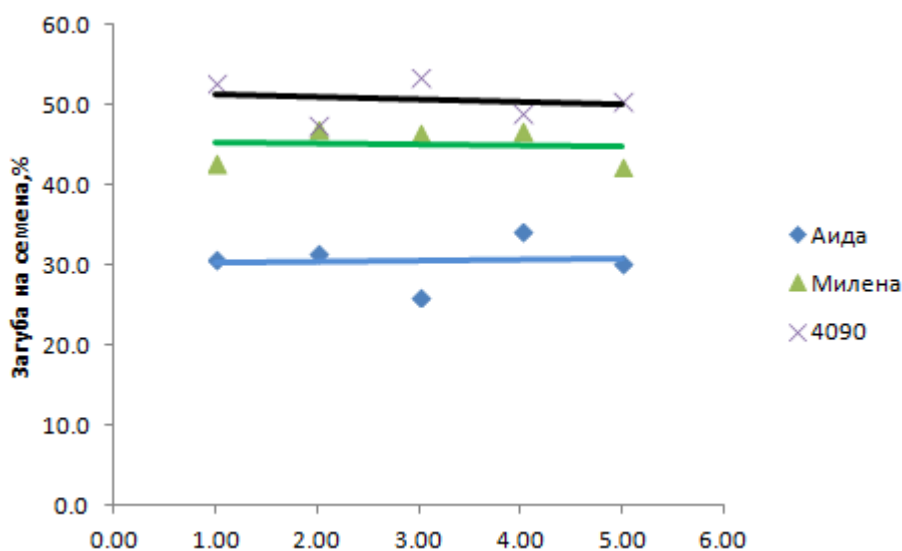
При узряване влажността на семената и кутийките се понижава и влияе значително върху промяната на параметрите - маса на освободените от кутийките семена при завъртането им на 180° (mс1) и маса на семената останали в кутийките (mс2). С намаляване на влажността mс1 нараства линейно, а mс2 намалява линейно.

Делът на семената, отделени при плавно завъртане на кутийките с върха надолу за изследваните генотипове е различен (фигура 1) и се влияе предимно от формата на сечението на кутийката. Плодолистите на сусамовите кутийки се разделят до най-тястата си част, предизвиквайки разкъсване на покривната ципа и плацентата, която задържа семената. Сечението на кутийката при сорт Аида е с формата на пресечена пирамида, на която широката страна е в основата на кутийката, а тясната се намира непосредствено под върха. Плодолистите са разделени във върхната част и семената намиращи се в нея са изсъхнали най-силно, а плацентата губи свойствата си да ги задържи в достатъчна степен. При сорт Милена и селекционната линия 4090 тясната част на пресечената пирамида е в основата на кутийката и разцепването на плодолистите е по-силно.

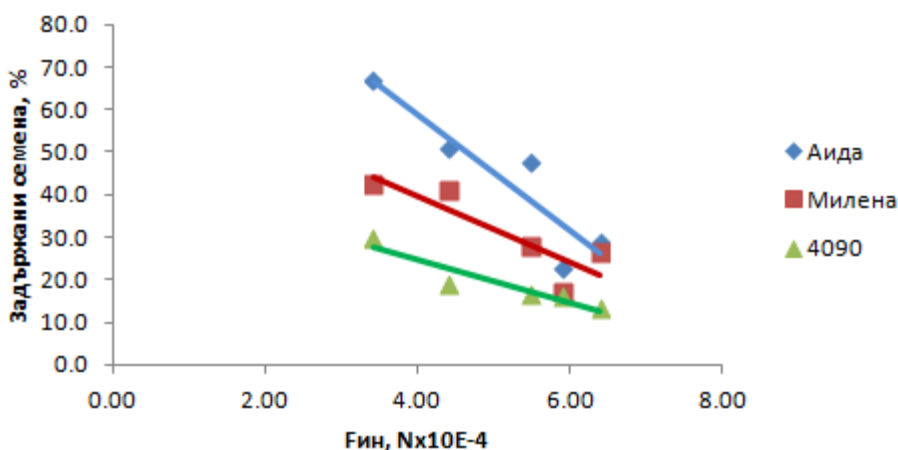
Откъсването на семената от плацентата се предопределя от ъгъла на разполагане и закрепване на семената спрямо дължината на плацентата. Този ъгъл е около 30° при изследваните генотипове. Затова инерционната сила създава опън и огъване в точката на закрепване на семената към плацентата.

Известно е, че необходимите усилия за откъсване на семената чрез огъване са много по-малки от колкото тези чрез опън (Ishpekov et al., 2012) Затова при равни инерционни сили се откъсват повече семена при напречно действаща инерционна сила.

Увеличаването на инерционната сила (Гин) води до право пропорционално намаляване на дела на семената, които остават в кутийките след въздействието при всички генотипове и говори за здравината на “прикачената плацента”. Най-наклонена е графиката за сорт Аида, което свидетелства, че този сорт се влияе най-силно от Гин (фигура 2).



Фигура 1. Загуба на семена от плавното завъртане на кутийката на 180°



Фигура 2. Дял на семената, останали в кутийките след инерционното въздействие  $m_{c2}$ , в зависимост от инерционната сила  $F_{ин}$ .

Най-много семена останали в кутийките след въздействие със сила  $3,4N \times 10^{-4}$  има при сорт Аида, изпадалите семена съставляват около 2,1%. При сорт Милена те са 14,4, а при селекционната линия 4090 са 16,8%.

Био-механичните показатели на сусамените растения в периода на прибиране на семената зависят от степента на зрялост и влажността на стъблата, кутийките и семената.

Височината на стъблата на сорт Аида се променя с  $\pm 10,5 \div 15,4$  % спрямо средната стойност и до 26,7 % спрямо годината. За сорт Невена тези стойности са  $\pm 11,6 \div 16,9$  % и 31,3 %, а за сорт Валя  $\pm 5,2 \div 9,4$  % и 26,6 %.

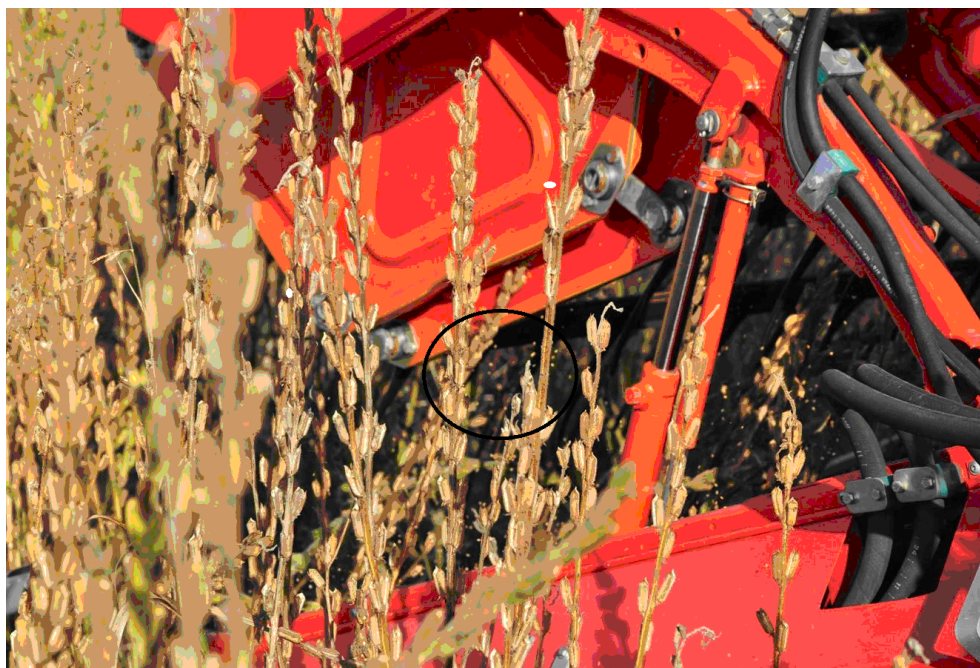
Височината на стъблата на изследваните сортове се изменя от 0,945 до 1,80 m. Следователно, ако растенията се прибират целорастенийно, работните органи трябва да поемат стъбла с дължина до 1,8 m. Ако прибирането се извършва, когато растенията са "на корен" е необходима достатъчна големина на зоната, на която се придава механичното въздействие за отделяне на семената. Тя се определя чрез височината на онази част от стъблото, по която се разполагат плодните кутийки. Като се има в предвид, че разглежданите сортове залагат плодните си кутийки на по-голяма височина от  $0,3 \div 0,4$  m над почвата, може да се приеме, че тази зона трябва да е с дължина 1,5 m (Стаматов, 2008; Дешев, 20015).

При поливни условия на отглеждане и техническа зрялост на растенията за наблюдаваните сортове и години, средната маса на единични стъбла е от 31,0 до 54,8 грама, а техният добив варира от 558 до 1424,8 kg/da. Масата на кутийките е от 30 до 35,8 % спрямо масата на стъблата. Масата на семената е от 12,8 до 17,3 % от тази на стъблата и от 42,6 до 48,3 % от масата на кутийките, а техният добив варира от 148,3 до 171,5 kg/da.

И в двете степени на зрялост най-високи стойности за ъглите на триене имат кутийките, а най-ниски - семената.

#### 4.2.2. Избор на родителски двойки и отбор в получените потомства.

Реализираната на този етап “прикачена плацента” все още показва съществени недостатъци. Когато кутийките се отворят при узряване, контактът на плацентата с въздуха предизвиква бързо и изсушаване и отслабване. В резултат на това голяма част от семената се разпиляват на полето. Загубите при прибиране с комбайн, причинени от разпиляване на семената също са значителни (снимка 6). Това наложи търсенето на начини за закрепване и усилване на признака в потомствата чрез научнообосновани методи на отбор на родителските двойки и потомствата. Едновременно с увеличение на здравината на “прикачената плацента” е необходимо да се запазят продуктивните възможности в новите хибриди. Поради тази причина освен здравината на “прикачената плацента” в потомствата отборът трябва да се извършва и по признака добив на семена от едно растение.



Снимка 6. Разпиляване на семената при прибиране

Многократният индивидуален отбор по субективни (окомерни) признаци се оказва слабо ефективен в селекцията по това направление. През 2016 година приложението на субективно-независимия метод за оценка на механизмите, с които различните генотипи задържат семената в кутийките си

дава началото на качествено нов етап в селекционно-подобрителната работа. От него се очакваше да даде възможност за подобряване и ускоряване на оценката на родителите и хибридите чрез оценка на дела на разпилените семена от кутийките вследствие на инерционно въздействие. Този дял се определя лесно и бързо с малък брой кутийки в технологична зрялост чрез просто устроен пенделов апарат, с който се генерира и придава инерционното въздействие върху кутийките (Ishpekov and Stamatov, 2015).

За първи път методът на субективно-независимата оценка е приложен при проследяване на 43 потомства от различни генерации на селекционния процес. Проследени са перспективни потомства от  $F_2$  до  $F_4$  генерация.

Таблица 4. Проучвани потомства от различни генерации сусам

№ по ред	Потомство	Маса на семената от една кутийка	$i_1$	$i_2$	$i_3$
1	f2/363-12-2	0.175	0.596	0	1.55
2	f3/362-5-1	0.076	1.033	1.033	0.615
3	f3/361-7-3-1	0.235	3.871	0.580	2.642
4	f4/355-9-2	0.040	0.256	6.090	1.510
5	f2/364-15	0.180	4.310	0.335	3.400
6	f2/365-26	0.130	4.110	0.135	1.400
7	f2/365-25	0.208	11.736	0.155	1.866
8	f3/361-6-1	0.188	4.970	0.378	2.180
9	f2/364-18	0.225	1.206	1.493	1.393
10	f2/363-9	0.085	1.246	0.937	0.806
11	f2/364-6	0.145	17.686	0.076	1.196
12	f3/361-7-8-1	0.2	7.020	0.032	2.770
13	f3/361-4-1	0.208	19.270	0.071	1.270
14	f2/363-20-1	0.098	0.346	6.180	1.030
15	f3/361-6-2	0.222	87.010	0.021	1.870
16	f4/355-2-1	0.250	1.560	1.56	2.765
17	f3/361-4-2-1	0.177	3.190	0.523	1.851
18	f3/361-7-6-1	0.167	1.902	0.760	0.760
19	f4/355-6-1	0.080	0.985	1.311	1.688
20	f2/363-13-1	0.156	1.33	1.173	1.462
21	f4/355-3-2-2	0.125	1.003	1.370	1.313
22	f2/364-20	0.187	4.442	0.404	0.471
23	f4/355-6-2	0.217	1.870	1.036	1.433
24	f3/361-3-6	0.220	2.108	0.838	0.966
25	f3/361-6-3	0.182	0.838333	2.561	3.694
26	f3/362-2-1	0.220	4.793	0.428	0.500
27	f2/365-27	0.250	3.154	0.605	0.662
28	f3/361-7-2	0.155	5.715	0.267	0.28
29	f3/361-7-9	0.112	3.292	0.380	0.331
30	f2/364-4	0.255	3.801	0.466	0.472
31	f2/364-16-1	0.230	2.560	0.694	0.765
32	f2/364-8	0.055	0.830	1.413	1.413
33	f2/365-28	0.055	0.390	3.423	3.100
34	f3/361-7-1-2	0.192	3.517	0.512	0.618

35	f3/361-7-1-1	0.160	10.47	0.166	0.184
36	f2/365-6	0.185	11.14	0.230	0.304
37	f2/363-14	0.070	1.580	0.746	0.746
38	f2/363-12-1	0.115	2.466	0.463	0.292
39	f2/363-19	0.217	4.292	0.391	0.398
40	f2/365-17-1	0.070	1.538	0.810	1.170
41	f2/365-18	0.102	3.435	0.356	0.302
42	f2/365-20-1	0.160	16.453	0.181	0.274
43	f3/361-7-4-1	0.147	4.241	0.373	0.441

Резултатите от измерванията (отразени в таблица 4) показват, че с най-голяма маса на семената в кутийка се характеризират 12 потомства. Една кутийка при тях съдържа от 0,2 до 0,255 грама семена. С най-ниска маса на семената в кутийка (под 0,1 грам) са 6 потомства - с маса от 0,04 до 0,098 грама. Останалите 25 потомства продуцират семена в една кутийка с маса между 0,1 до 0,19 грама.

Потомствата, при които липсват анатомични механизми за задържане на семената и ги разпиляват при разклащане са по-голямата част от изследваните генотипове. Двадесет и три от проучените потомства са с висок  $i_1$ . Три от генотиповете са с висок  $i_2$ . Прави впечатление, че тези потомства продуцират кутийки с много ниска маса на семената. Формите сусам с високи стойности на  $i_3$  се характеризират със здрава плацента и задържат семената си, докато върху тях не бъде приложено инерционно въздействие, три от проучените потомства притежават здрава връзка между семената и плацентата. Останалите 14 потомства са с близки по стойност индекси. Според величината им, те задържат семената си благодарение на това, че притежават здрава връзка между семената и плацентата или стеснение на кутийката по нейната дължина. Потомствата с висок  $i_2$  оказват влияние върху отношението на масата на семената в кутийка.

Резултатите от корелационния анализ, показват отрицателно въздействие на стеснението на кутийката по нейната дължина върху масата на семената в кутийка. Корелационният коефициент  $r = - 0,432$  е доказан във висока степен. От проведенния корелационен анализ на проучените потомства се установява, че съществува положителна линейна връзка между  $i_1$  и  $i_3$ ,

което е демонстрация на получените резултати от близките по стойност индекси в отделни потомства.

Path – коефициентният анализ дава възможност да открием скрити връзки между проучваните индекси и масата на семената в кутийка.

Резултатите представени в таблица 5 показват, че възможностите за влияние върху масата на семената чрез  $i_1$  и  $i_2$  са нищожни. Прекият ефект за повишаване на масата на семената чрез повишение на  $i_1$  е показан с ниската стойност на коефициента (0.113097). Отрицателното въздействие на  $i_2$  е демонстрирано с прекия ефект на коефициента със стойност (-0.401). При  $i_3$  прекият коефициент също е отрицателен (-0.026), но масата на семената косвенно може да бъде повишена чрез корелацията, която съществува между  $i_1$  и  $i_3$ . Стойността на косвения коефициент (0.04) е по-висока от пряката.

Таблица 5. Path – коефициентен анализ между проучваните показатели

	$i_1$	$I_2$	$I_3$	Фенотипна корелация
$i_1$	<b>0.113097</b>	0.116763	-0.00944	0.220
$I_2$	-0.03291	<b>-0.40128</b>	0.001285	-0.432
$I_3$	0.040779	0.019688	<b>-0.02619</b>	0.034

Проучваните признаци индикират два значими компонента с тежест над единица, обяснени на 86,5 % (таблица 6). Първият значим компонент обяснен на 43,03 % включва маса на семената в кутийка,  $i_1$  и  $i_2$ . Вторият значим компонент обяснен на 71 % включва  $i_3$  (таблицы 6 и 7).

Според Стаматов и Дешев (2012) признаците от отделните компоненти се предават независимо един от друг в потомствата.

Таблица 6. Обяснение на общото разсейване

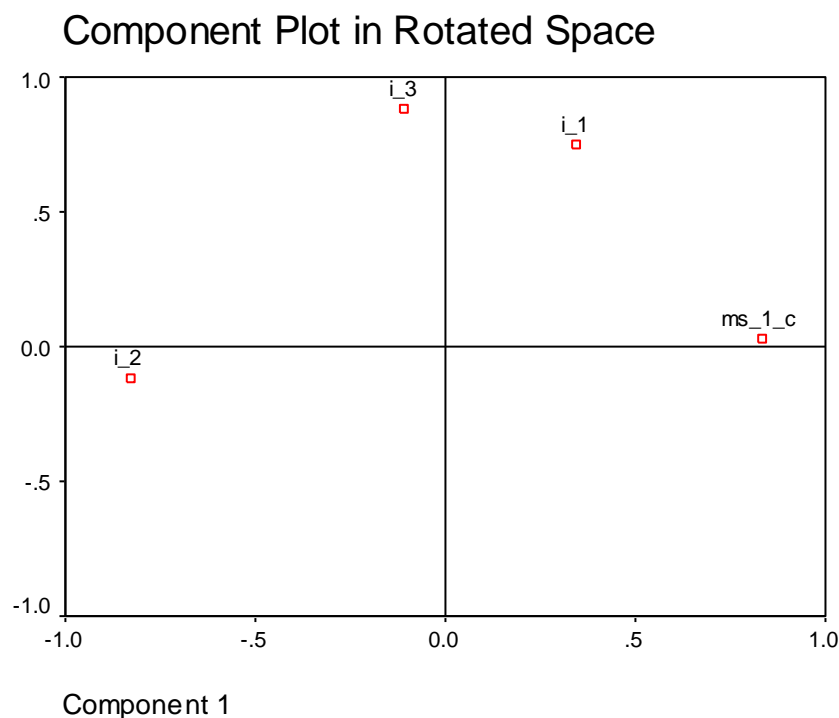
Компоненти	Тежест	Кумулативен %
1	1.721597	43.03991
2	1.135599	71.42988
3	0.603106	86.50753
4	0.539699	100

Таблица 7. Компонентна матрица

Показатели	Компоненти

	1	2
Маса на семето в кутийка	0.681199	
$i_1$	0.724925	
$I_2$	-0.7312	
$I_3$		0.767753

Разположението на проучваните показатели в компонентната равнина е показано на фигура 3. От нея се установява, че  $i_1$  и масата на семената в кутийка се отнасят положително към двата значими фактора,  $i_2$  е отрицателен към двата компонента, а  $i_3$  е положителен към втория главен компонент и отрицателен към първия.

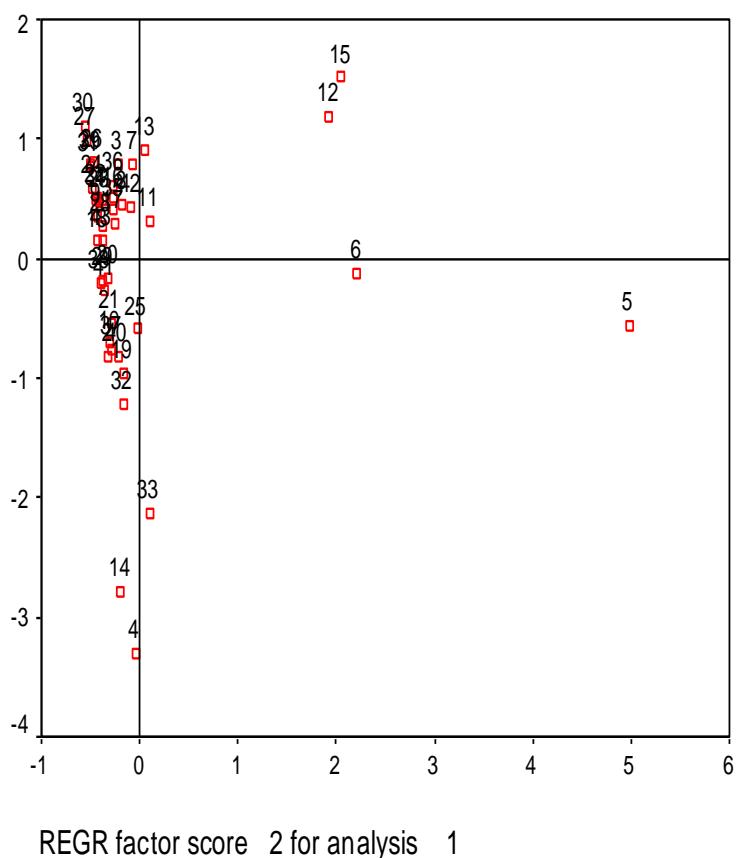


Фигура 3. Разположение на проучваните признаци в компонентната равнина

На фигура 4 е демонстрирано отношението на проучваните потомства към значимите компоненти във факториалната равнина. От нея се установява, че потомства, които разпиляват семената си и се характеризират с висок добив на семена се отнасят положително към двата значими фактора. Потомствата с номера 5, 6 и 33 се отнасят положително към фактор 2 и отрицателно към фактор 1. Тези потомства притежават достатъчно здрава “прикачена плацента”.

Потомство 33 пртежава и анатомични особености на кутийката, които позволяват да задържи семената си. Това потомство е приближено във факториалната равнина до потомствата, чиято форма предопределя задържането на семената.

За да се закрепят и увеличи здравината на “прикачената плацента” без да се намали масата на семена в кутийката, в бъдещата селекционна работа трябва да се използва пряката отрицателна връзка, която съществува между  $i_2$  с масата на семената в кутийка и скритата връзка, която съществува между  $i_1$  и  $i_3$ . В този смисъл за бъдещи кръстоски трябва да се използват потомства от дясната половина на факториалната равнина. Успех би трябвало да се очаква ако се направят прави и реципрочни кръстоски между 33 и 12 потомство и 5 и 15 потомство. Потомствата произхождат от различни кръстоски, което гарантира генетическата им отдалеченост.



Фигура 4. Разположение на проучваните образци в компонентната равнина

През 2018 година е добавен и полски метод за оценка на признака.

Анализирани са 30 образци. Запазените семена в кутийките според полския метод са от 10 до 100%. Оценката на тези образци по субективно-независимия метод, показва, че повечето от тях притежават висок индекс 2 (таблица 8).

В най-голяма степен запазват семената си (100%) хибридните потомства 353-6-2, 361-7-3-2-1 и 369-12. От тях способност да отделя голяма част от семената си след приложено инерционно натоварване (висок индекс

Таблица 8. Образци сусам, които имат способност да задържат семената си при узряване

№ по ред	Образец	% запазени семена от полския метод	Индекс
1	Nevena	76.2	2
2	Aida	10.0	3
3	Valya	24.0	3
4	4086	61.0	2
5	B 4000155	77.0	2
6	B 4000156	49.4	3
7	B 4000-162	50.2	2
8	463	56.1	2
9	464	83.1	3
10	328-1-1-1	50.2	2
11	353-6-2	100,0	2
12	354-13-1	71.0	2
13	355-6-1	44.0	2
14	355-9-1	80.9	2
15	355-16-2	72.9	3
16	361-4-2-2	61.4	2
17	361-6-2	70.3	2
18	361-7-2	41.3	2
19	361-7-3-2-1	100.0	3
20	361-4-2-2	60.0	2
21	363-12-2	43.1	2
22	363-19	41.1	2
23	365-26	46.0	2
24	369-2-2	42.9	2
25	369-3-2	72.2	2
26	369-5	50.0	2
27	369-12	100,0	2
28	373-3	71.3	2
29	373-6	93.2	2

30	373-7	53.4	2
----	-------	------	---

3) притежава образецът със селекционен номер 361-7-3-2-1. Другите два образци не отделят семената си след прилагане на инерционно натоварване. За да се отделят семената е необходимо върху кутийките да се приложат сили на удар и притриване (висок индекс 2).

Образците, които запазват семената си от 70 до 100% са 9. В групата, която запазва семената си от 50 до 70% също включва 9 образци. Останалите 9 образци задържат семената си от 10 до 50% . Най-слаба способност за това притежават сортовете Аида – 10% и Валя – 24%. Те отделят семената си, когато са подложени на инерционно въздействие (висок индекс 3).

Добивът на семена и елементите, които го формират също е важен при избора на генотипове, които да са подходящи за механизизирано прибиране.

Най-висок добив от едно растение формира сорт Невена - средно 13.7 грама. Над 10 грама от растенни формират още 5 образци. Между 5 и 10 g формират повечето от образците.

С най-нисък добив от растение се характеризират интродуцираните образци с номера 463 и 464, съответно 1,7 и 1,2 g. Растенията в групата са с височина от 101.6 до 138,0 cm, формират от 0,4 до 4 броя разклонения от първи порядък. Кутийките, които се формират по централното стъбло варират от 29 до 48,6 броя, а по разклоненията от 1,8 до 119,8.

Анализът на зависимостите показва, че съществува пряка положителна връзка между елементите на добива. Получените корелационни коефициенти доказват, че за повишаване на добивния потенциал в хибридните потомства е възможно отборът да се извършва независимо чрез признаците - брой кутийки по централното стъбло и разклоненията. Това постижение в българската селекция е получено и продължено от работата на Дешев (2015).

Разлагането на корелационните коефициенти чрез тяхното пряко и косвено влияние дава възможност да се оценят скритите връзки между проучваните показатели. Данните от Path-коефициентния анализ показват, че

съществува пряка положителна връзка между полския тест и индексите на субективно-независимия метод. Генотиповете които задържат семената си в кутийките са с по-нисък добив на семена от растение. Непрекият коефициент -0,273 се получава от корелацията, която съществува между височината на централното стъбло и масата на семената от растение. В такъв случай генотиповете, задържащи семената трябва да притежават по-голям брой кутийки по разклоненията (косвен коефициент 0,215) получен от корелацията, която съществува между брой кутийки по разклоненията и броя на разклоненията.

Разглежданите групи показатели се разделят на два значими компонента обяснени на 70,842% (таблица 9). Първият от тях е обяснен на 50,188% и обхваща елементите на продуктивност – маса на семената в растение, височина на централното стъбло, брой разклонения, брой на кутийките по централното стъбло и по разклоненията.

Във втория компонент са включени процента на задържаните семена и индексите получени чрез субективно-независимата оценка (Таблица 10).

Таблица 9. Значими компоненти

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.6241	51.7727	51.7727	3.624091	51.7727	51.773	3.513164	50.18805	50.1881
2	1.3349	19.0700	70.8427	1.334899	19.07	70.843	1.445827	20.65467	70.8427
3	0.7158	10.2255	81.0682						
4	0.6901	9.8581	90.9263						
5	0.3271	4.6725	95.5988						
6	0.2383	3.4045	99.0034						
7	0.0698	0.9966	100.0000						

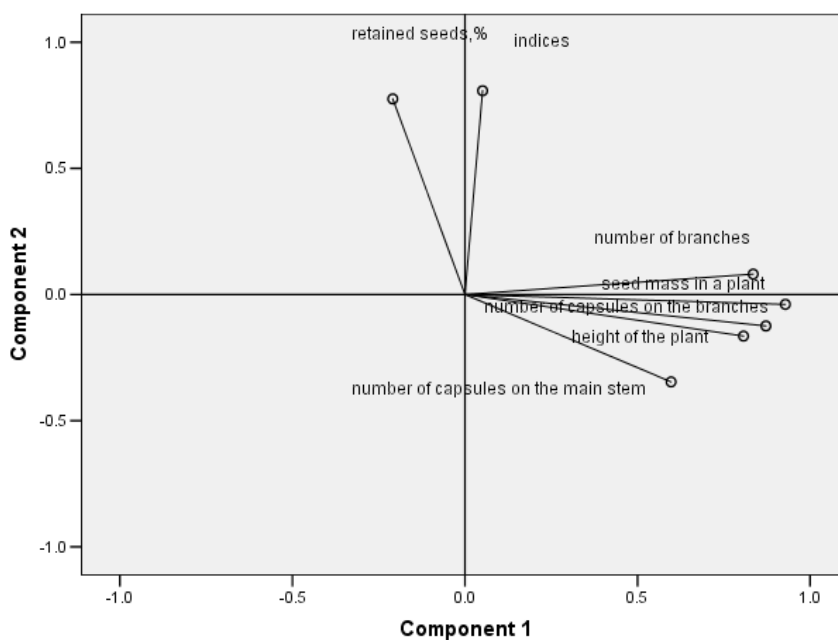
Extraction Method: Principal Component Analysis

Индексите получени от субективно независимия метод и броя на разклоненията се отнасят положително и към двата значими фактора в компонентната равнина. Останалите елементи на продуктивността са положителни спрямо компонент 1 и отрицателни спрямо компонент 2, а показателят - процент запазено семе в кутийките е положително насочен към компонент 2 и отрицателно към компонент 1 (фигура 5).

Таблица 10. Компонентна матрица

	Component	
	1	2
Полски тест	-.178	.814
Индекс	.027	.784
Маса на семе в растение	.895	-.135
Височина на централното стъбло	.809	-.193
Брой разклонения	.854	.119
Брой кутийки централно стъбло	.638	-.314
Брой кутийки разклонения	.943	.009

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.  
 a. Rotation converged in 3 iterations.



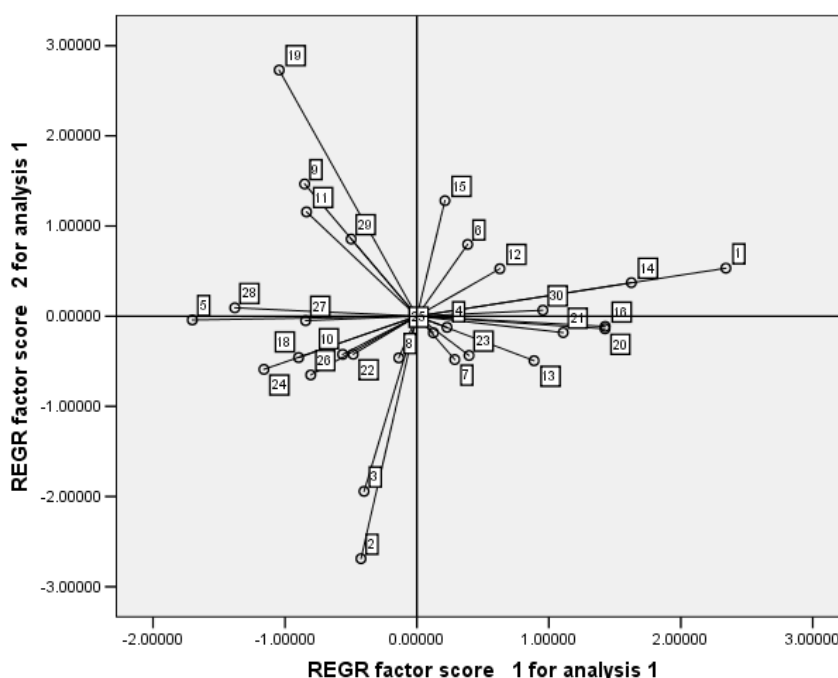
Фигура 5. Компонентна равнина на проучваните показатели

Разположението на проучваните образци в компонентната равнина е показано на фигура 6. От нея се установява, че образците, които задържат семената си в най-голяма степен са разположени в квадранта на процент запазени семена. Образците, характеризиращи се с висок добив и добра способност да задържат семената си формират сърцевидната колекция. Те са разположени в десните квадранти на компонентната равнина, която обхваща

индексите получени от субективно-независимия метод и елементите на продуктивност. Образците, заемащи долния ляв квадрант от компонентната равнина се характеризират със слаба способност да задържат семената си и продуцират нисък добив от растение.

Компонентният и клъстерният анализ (фигура 7) позволяват да се изберат родителските двойки за хибридизация.

От дендрограмите се установява, че сортовете Валя, Аида и Невена биха могли да бъдат кръстосани със селекционните линии 361-7-3-2, 369-12 и 353-6-2. Всички те са добри източници на вариране поради отдалечеността им от центъра на компонентната равнина. Допълнителен показател за това е, че



Фигура 6. Компонентна равнина на проучваните образци

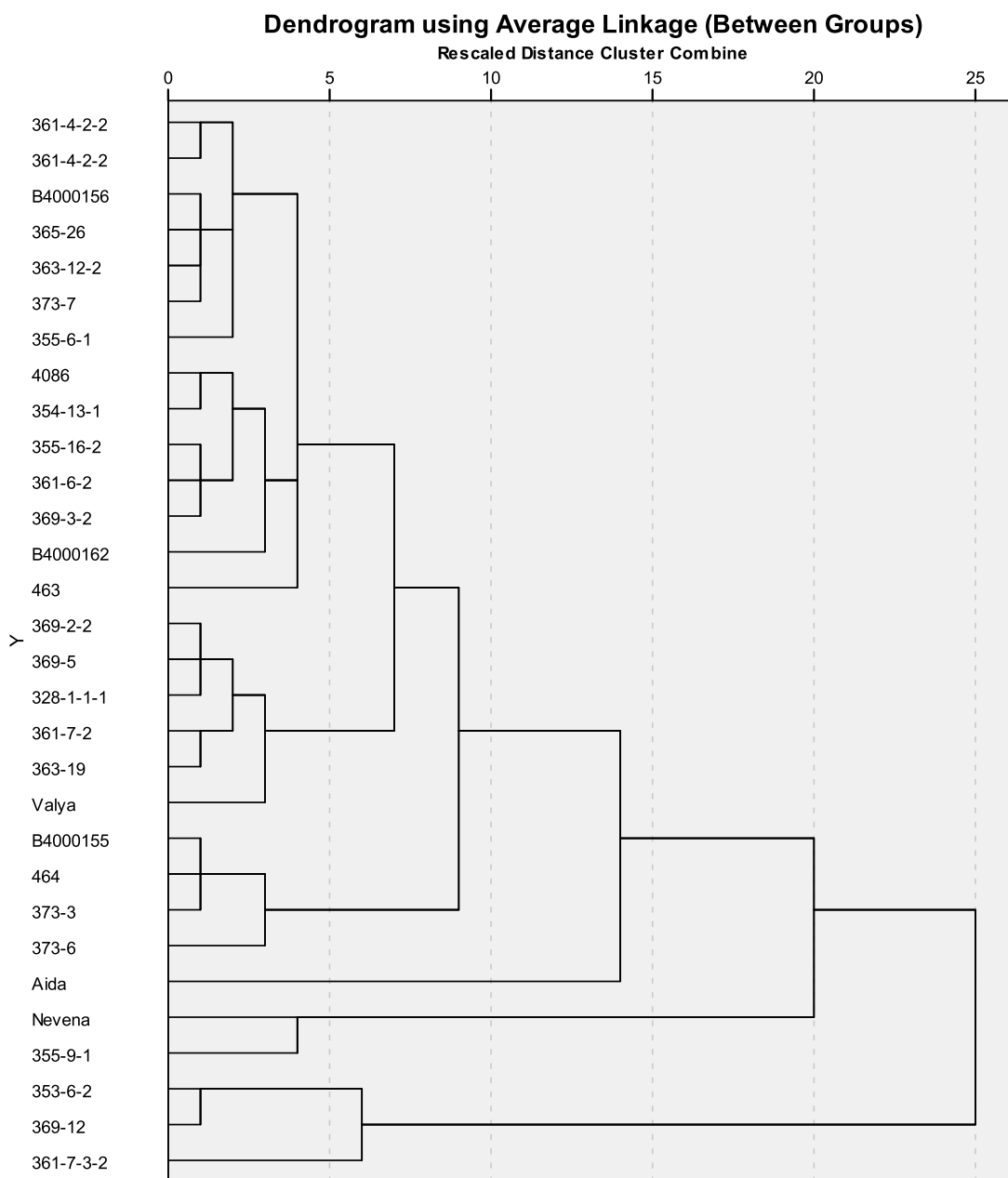
родителите са достатъчно генетически отдалечени и биха продуцирали потомства с висок добив, които не разпиляват семената си при узряване.

#### 4.2.3. Проучване на генетичния контрол на механизмите за задържане на семената от сусамовата кутийка.

От получените потомства в  $F_1$  генерация на кръстоска 373, 69% са с висок  $i_1$ , а 31% са с висок  $i_2$ . В тази генерация липсват потомства с висок  $i_3$ , т.е

няма проява на признака “прикачена плацента”. 75% от потомствата в  $F_2$  генерация са с висок  $i_2$ , а останалите 25 % притежават “прикачена плацента”. Разпиляващи потомства се появяват отново в  $F_3$  генерация и такива са 72% от тях. Потомства, които задържат семената си благодарение на анатомични особености на кутийката (висок  $i_2$ ) са 21%, а такива със здрава “прикачена плацента” (висок  $i_3$ ) са останалите 7%.

От направения генетичен анализ в  $F_1$  поколение се установява, че  $i_1$  се унаследява чрез непълно доминиране спрямо родителя с по-ниско проявление на индекса  $i_1$ . Липсва хетерозисен ефект при унаследяване на



Фигура 7. Клъстериране на образците

признака. Проверката на нулевата хипотеза показва, че тя е валидна, което означава че индексът се проявява чрез адитивно-доминантен модел.

Унаследяването на  $i_2$  става чрез непълно доминиране на родителя с по-висок индекс  $i_2$ . Хетерозисният ефект при унаследяване на този признак е със стойност 14,1%. Доказаната нулева хипотеза показва, че и при този признак унаследяването става посредством адитивно-доминантен модел.

Унаследяването на индекса  $i_3$  става чрез непълно доминиране на родителя с по-здрава “прикачена плацента”. Липсва изява на хетерозисен ефект и унаследяването става с адитивно-доминантен модел.

Фенотипните коефициенти на вариация (PCV) и за трите индекса надвишават генотипните (GCV). По-високата стойност на фенотипния вариант ни дава основание да твърдим, че проявата на признака (индексите) се контролира от генотипа (наследственото вариране), околната среда и взаимодействието на генотипа и околната среда .

От направения генетичен анализ в  $F_1$  поколение на кръстоската 374 се установява, че  $i_1$  се унаследява чрез свръхдоминиране на родителя с по-нисък  $i_1$ . Хетерозисът е явно изразен с 36,6%. Проверката на нулевата хипотеза показва, че тя е невалидна, което означава че признакът се проявява чрез епистаз. Унаследяването на  $i_2$  става чрез свръхдоминиране на родителя с по-нисък  $i_2$ . Липсва хетерозисен ефект при унаследяване на този индекс. Не е доказана нулевата хипотеза, което показва, че и при този признак унаследяването става чрез епистаз. Унаследяването на  $i_3$  е чрез свръхдоминиране на родителя с по-слабо “прикачена плацента”. Липсва изявата на хетерозисен ефект и унаследяването на признака е чрез епистаз.

Фенотипните коефициенти на вариация (PCV) за  $i_1$  и  $i_2$  надвишават генотипните (GCV). По-високата стойност на фенотипния вариант дава основание да се твърди, че проявата на признака (индексите) се контролира от генотипа (наследственото вариране), околната среда и взаимодействието на генотипа и околната среда. Фенотипният коефициент на вариация е с по-ниска стойност от генотипния при проявлението на  $i_3$ , това показва по-силен генетичен контрол. И в тази кръстоска отборът може да бъде ефективен въз основа на тези признаци и тяхното фенотипно проявление. Този факт е добър показател за генетичния потенциал.

### **4.3. Използване на признака “прикачена плацента” за селекционни цели.**

#### **4.3.1. Приложение на методите за оценка на образците.**

През 2017 г. в резултат на лична кореспонденция са внесени 11 образци сусам от Португалия с произход САЩ. Те са предназначени за директно комбайниране (DC) по класификацията на Sesaco. Образците с каталожни номера 240, 460, 463, 464, 816 и 465 са с неразцепващи се плодни кутийки и семената са здраво закрепени за плацентата.

Образецът с каталожен номер 504 е с неразпукващи се кутийки. Всички интродуцирани образци са с кутийки почти два пъти по-дълги от местните форми. Кутийките им достигат дължина от 5,2 до 5,4 cm.

От изпитаните единадесет образци, интродуцирани от Португалия, десет имат способност да задържат семената си в кутийките. Единствено образец 816 не е подходящ за механизирано прибиране поради саморазпиляване на семената.

Трите български сорта Аида, Валя и Невена задържат семената в кутийките си благодарение на признака “прикачената плацента” и затова са най-пригодни за инерционно овършаване. Останалите образци задържат семената си поради стесняване на кутийките с понижение на влажността и за това са пригодни за прибиране чрез класическо овършаване при влажност на семената под 7 %, но с вероятност за загуби от недобро овършаване. Двата начина за задържане на семената в кутийките са показатели за направленията на селекция на сусам, предназначен за механизирано прибиране в България и в другите държави.

#### **4.3.2. Връзка на признака „прикачена плацента“ с анатомичните особености на кутийката да задържа семената.**

Определено е наличието и степента на стеснение на семенната камера в българската колекция сусам, подходящ за механизирано прибиране. Доказано е, че неговата дистанция спрямо основата на кутийката влияе значително за

задържане на семената в кутийките при узряване. Средният брой на разклоненията в едно растение, които формират образците от българската селекция на неразпиляващите генотипи е 2.2. Установена е пряка връзка между броя на разклоненията и ширината на семенната камера в средната ѝ част. При увеличен брой разклонения се наблюдава по-голяма степен на стеснение на камерата. Получен е статистически адекватен регресионен модел с висока стойност на коефициента за множествена корелация, който включва всички фактори, които влияят значително върху дела на семената, които се задържат в кутийките, когато са позиционирани с върха надолу до достигане на 12 % влажност в естествени условия и при скорост на вятъра от 2 до 10,3 m/s. Моделът свидетелства, че най-силно върху дела на задържаните семена влияе дистанцията на стеснението на кутийката спрямо нейната основа, следвано от силата, с която плацентата задържа семената. Най-слабо, но значително и право пропорционално влияние върху дела на задържаните семена в кутийките оказва средният брой на разклоненията от едно растение.

#### **4.3.3. Създаване на признакови колекции.**

Анатомични особености на кутийката да задържа семената си при узряване и “прикачена плацента” притежават 30 образци. Останалите 70 образци в проучената колекция нямат способност да задържат семената си и не са обект на по-нататъшно разглеждане. Запазените семена в кутийките според полския тест варират от 10 до 100%. Оценката на тези образци по субективно-независимия метод показва, че повечето от тях притежават висок индекс 2.

В най-голяма степен запазват семената си (100%) хибридните потомства със селекционни номера 353-6-2, 361-7-3-2-1 и 369-12. От тях способност да отделя голяма част от семената си след приложено инерционно натоварване (висок индекс 3) притежава образецът със селекционен номер 361-7-3-2-1. Другите два образци не отделят семената си след прилагане на инерционно натоварване. За да отделят семената е необходимо върху

кутийките да бъдат приложени удари и притриване (висок индекс 2), (Ishpekov and Stamatov, 2015 b; Ishpekov et al., 2015 a).

Образците, които запазват семената си от 70 до 100% са 9. В групата, която запазва семената си от 50 до 70% влизат също 9 броя. Останалите 9 образци задържат семената си от 10 до 50% . Най-слаба способност за това качество притежават сортовете Аида – 10% и Валя – 24%. Те отделят семената си, когато са подложени на инерционно въздействие (висок индекс 3).

Добивът на семена и елементите, които го формират също е важен при избора на генотипове подходящи за механизизирано прибиране.

Най-висок добив от едно растение формира сортът Невена, средно 13.7 грама. Над 10 грама от растенни формират още 5 образци. Между 5 и 10 грама формират повечето от образците.

С най-нисък добив от растение се характеризират интродуцираните образци с номера 463 и 464 (1,7 и 1,2 грама). Растенията в групата са с височина от 101.6 до 138,0 cm и формират от 0,4 до 4 броя разклонения от първи порядък. Кутийките, които се образуват по централното стъбло варират от 29 до 48,6 броя, а по разклоненията от 1,8 до 119,8.

Съществува пряка положителна връзка между елементите на добива. Установи се, че с цел повишаване на добивния потенциал в хибридните потомства е възможно отборът да се извършва независимо чрез признаците - брой кутийки по централното стъбло и разклоненията. Съществува пряка положителна връзка между полския тест и индексите на субективно-независимия метод.

Образците, характеризиращи се с висок добив и добра способност да задържат семената си формират сърцевидната колекция. Те притежават високи индекси получени от субективно-независимия метод.

#### 4.3.4. Сравнение на методите за оценка на образците.

За да бъде избран най-удачният метод за оценка на родителските двойки и хибридите по отношение на признака “прикачена плацента” е необходимо да се направи сравнение между използваните методи.

Резултатите от факторния анализ показват принципното влияние на всеки показател (Brejda, 1998; Seiler and Stafford, 1979).

Въз основа на това проучваните генотипове се разделят в две групи (таблици 11 и 12). Първата група описва 41.792% от общото разсейване и обединява показателя SRA и индексите  $i_2$  и  $i_3$ . Те нарастват с увеличаване на устойчивостта за задържане на семената в кутийките. Втората група включва полския тест и  $i_1$ , с което се описват 58.208% от разсейването. Двата индекса нарастват с увеличаване на податливостта към разпиляване на семената.

Таблица 11. Резултати от факторния анализ

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1.743	34.854	34.854	1.743	34.854	34.854	1.738	34.760	34.760
2	1.168	23.354	58.207	1.168	23.354	58.207	1.172	23.448	58.207
3	0.993	19.862	78.069						
4	0.814	16.283	94.352						
5	0.282	5.648	100.000						

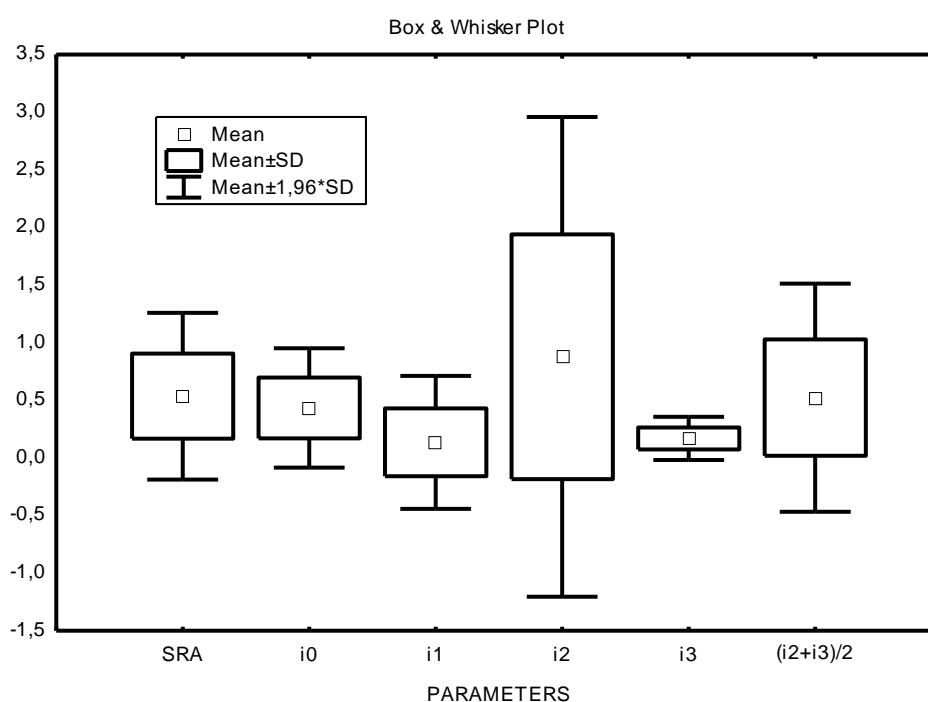
Таблица 12. Значими компоненти

Показател	Component	
	1	2
$i_0$		-0.609
$i_1$		0.760
$i_2$	0.835	
$i_3$	-0.886	
SRA	0.504	

При равнище на значимост  $\alpha = 0,05$  статистически значими са разликите между показателя SRA и всички индекси на Българския метод (таблица 13). Няма значителна разлика между SRA и усреднената стойност на  $i_2$  и  $i_3$  по отношение на средната стойност, така и по средното квадратично отклонение. Това е очевидно и от Box and Whiskers Plot (фигура 8)

Таблица 13. Резултати от T-test за доказване на разлики между проучваните показатели

Compared parameters	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
<i>SRA</i>	0,535622	0,369250	203	0,102055	0,482296	3,01488	202	0,002901
<i>i0</i>	0,433567	0,264333						
<i>SRA</i>	0,535622	0,369250	203	0,400683	0,469832	12,15085	202	0,000000
<i>i1</i>	0,134939	0,294212						
<i>SRA</i>	0,535622	0,369250	203	-0,341487	1,105858	-4,39970	202	0,000018
<i>i2</i>	0,877109	1,061784						
<i>SRA</i>	0,535622	0,369250	203	0,366491	0,379195	13,77045	202	0,000000
<i>i3</i>	0,169131	0,095362						
<b><i>SRA</i></b>	<b>0,535622</b>	<b>0,369250</b>	<b>203</b>	<b>0,012502</b>	<b>0,608543</b>	<b>0,29271</b>	<b>202</b>	<b>0,770047</b>
<b><i>(i2+i3)/2</i></b>	<b>0,523120</b>	<b>0,505182</b>						



Фигура 8. Box and Whiskers Plot for the investigated parameters

От таблица 13 и фигура 8 се установява, че средите стойности и средните квадратични отклонение на полския метод *i0* и *i1* и на показателя *SRA* са близки и създават впечатление, че еднозначно оценяват податливостта за механизизирано прибиране на сортовете сусам. Това впечатление е погрешно, защото индексите и показателят *SRA* оценяват различни и противоположни свойства.

Двата индекса оценяват податливостта на сортовете към саморазпиляване, а показателят *SRA* – устойчивостта към задържане на семената в кутийките. Затова в настоящото изследване близките

статистически характеристики на полския тест и  $i_1$  и на показателя SRA са случайни.

Най-малко е средното квадратично отклонение на експерименталните данни за индекса  $i_3$ . Той е показателен само за един признак на сорта и то е силата, с която “прикачената плацента” задържа семената в кутийките.

Индексът  $i_2$  е показателен за задържането на семената породено от анатомичните особености на кутийката. Неговите стойности имат най-голямото средно квадратично отклонение (разсейване) поради големият брой признаци, които го обуславят. Едно от тях е силата, с която мембраната притиска семената, второто е степента на стесняване на кутийката и третото е височината, на която е разположено стесняването спрямо основата на кутийката.

След усредняване на експерименталните данни за  $i_2$  и  $i_3$  се получава обобщен индекс, който не се отличава значително от параметъра SRA, както по отношение на техните средни стойности, така и по средните квадратични отклонения. Този резултат доказва, че когато елиминираме признаците, които обуславят освобождаването на семената от кутийките, тогава българският метод става съпоставим с метода на Sesaco.

Трябва да се отчетат и условията за прилагане на двата метода. Тестът на Sesaco се прилага без никакво експериментално оборудване, докато българският метод изисква пенделов апарат (Ishpekov et al., 2015).

## **5. ИЗВОДИ**

1. Разбирането на причините за способността на кутийките да задържат семената, особеностите в архитектурата и морфологията на кутийките, както и тяхната генетична природа, ще спомогнат за подходите в избора на родителски двойки и отбора на потомствата.
2. Белега прикачена плацента се усилва във следващите след  $F_1$  поколения.

3. Проучена е колекцията от сортове сусам, интродуцирани образци и хибридни материали по отношение способността им да запазват семената си при узряване и техния продуктивен потенциал.
4. Направен е модел на растение подходящо за механизирано прибиране от съществуващата колекция образци.
5. Съставена е сърцевидна колекция от образци подходящи за механизирано прибиране. Българската колекция сусам показва отлични възможности за избор на генотипи, които задържат семената си при узряване. Тя разкри широка генетична основа на различни механизми, с помощта на които отделните генотипи задържат семената в плодните си.
6. Увеличаването на разцепването на върха на кутийката не води до отслабване на прикачената плацента.
7. Определено е наличието и степента на стеснение на семенната камера в българската колекция сусам, подходящ за механизирано прибиране. Доказано е, че неговата дистанция спрямо основата на кутийката влияе значително за задържане на семената в кутийките при узряване.
8. Средния брой на разклоненията в едно растения, които формират сусамите от българската селекция на неразпиляващите генотипи е 2.2.
9. Установена е пряка връзка между броя на разклоненията и ширината на семенната камера в средната и част. При увеличен брой разклонения се наблюдава по-голяма степен на стеснение на камерата.
10. Получен е статистически адекватен регресионен модел с висока стойност на коефициента за множествена корелация, който включва всички фактори, които влияят значително върху дела на семената, които се задържат в кутийките, когато са позиционирани с върха надолу до достигане на 12 % влажност в естествени условия и при скорост на вятъра от 2 до 10,3 m/s.
11. В новите материали е запазена възможността за независим отбор по броя на кутийките по централното стъбло и разклоненията

12. Показателят SRA от Shattering test на Sesaco и индексите на Българския метод дават близки оценки, между които съществуват статистически значими разлики при равнище на значимост  $\alpha = 0,05$ , което се обяснява с различните начини на тяхното определяне.
13. От селекционна гледна точка българския метод е по-информативен, защото разграничава причините, които водят до задържане на семената. Те може да бъдат както прикачената плацента, така и многобройните анатомични особености на кутийката. Затова прилагането на българския метод улеснява селекцията на сортове сусам, които са предназначени за механизирано прибиране.

## **6. ПРИНОСИ**

### **6.1. Приноси с оригинален характер.**

1. В оригинална българска ген-плазма сусам е открит признака “прикачена плацента”;

2. Обосновани са български методи за оценка на силата, с която “прикачената плацента” задържа семената в сусамовата кутийка до навлизането им в овършаващия механизъм;

3. Доказана е връзката между признака и други анатомични особености на кутийката;

4. Дефиниран е морфологичен признак, който способства за закрепването и усилването на признака “прикачена плацента”. Установено е, че увеличеният брой разклонения в растенията засилва здравината на “прикачената плацента”.

### **6.2. Приноси с научен характер.**

1. Образците с неразпукващи се кутийки сусам не могат да покрият напълно изискванията за механизирано прибиране на културата;

2. Установено е, че линиите с неразпукващи се кутийки са отличен донор за реализиране на признаците - “прикачена плацента” в потомствата и подходяща архитектура на растенията, пригодни за механизирано прибиране;

3. Потвърдено е, че признакът “прикачена плацента” се контролира от рецесивни гени;

4. Наследяването на признака става, чрез доминантен или рецесивен епистаз;

5. Доказано е, че освен “прикачената плацента” роля за задържането на семената в кутийките оказват влияние и признаците – стесняване на кутийката, както и покриващата ги мембрана;

6. Доказана е ролята на генетически отдалечените образци в заздравяване и усилване на признака “прикачена плацента”.

### **6.3. Приноси с приложно значение.**

1. Разработен е и е приложен научно-обоснован метод за избор на родителски двойки и отбор в хибридните потомства;

2. За механизирано прибиране на сусама е необходимо работните органи за отрязване и подаване на стъблата от всеки прибиран ред да имат пропускателна способност над 2,69 kg/s, а тези за овършаване и първично почистване на реколтата - над 0,35 kg/s.

## **СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА**

**1. Ishpekov S., N. Naydenov, R. Zaykov, St. Stamatov, D. Rushev (2017).** Releasing of seeds by a lateral mechanical impact for feeding sesame stems into harvester. AgricEngInt: CIGR Journal Open access at <http://www.cigrjournal.org> .19 (4): 54-60.

**2. Stamatov St., M. Deshev (2018).** Review of the Methods for Breeding of Sesame (*Sesamum indicum* L.) in Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science, ISSN 1310-0351, 24 (3): 411-416.

**3. Stamatov St., N. Velcheva, M. Deshev (2018).** Introduced sesame accessions as donors of useful qualities for breeding of mechanized harvesting cultivars. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (5): 820–824.

**4. Rui Nobre, Stanislav Stamatov, Manol Deshev, Stoyan Ishpekov 2019.** Evaluation of suitability for mechanized harvesting of sesame genotypes, introduced in Portugal. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (No 4) 2019, 810–815

**5. Stanislav STAMATOV, Stoyan ISHPEKOV, Manol DESHEV, Elena VANKOVA, Manol DALLEV 2020.** Seed Retaining Model of Non-Dehiscence Sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes at Ripening. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXIII, No. 1, 2020 ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785, p 541-546 web of science, web of science