

SAT- 8.121-1-AMT-05

## Opportunities for Mechanical Feeding of Sesame Plants in Harvesting Machine

*Nayden Naydenov, Stoyan Ishpekov, Rangel Zaykov*

### Обзор на резултатите от изследванията за механизирано прибиране на сусамени семена

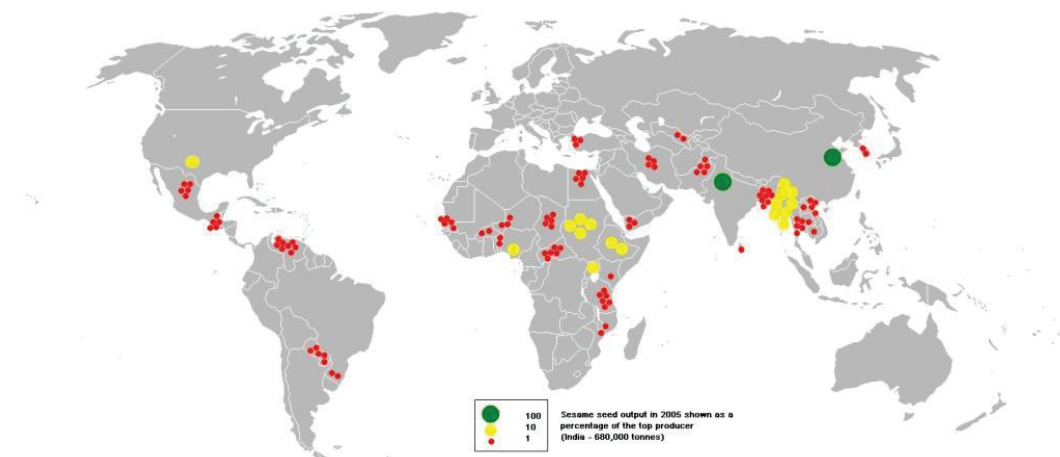
Найден Найденов, Стоян Ишпеков, Рангел Зайков

*A review of research results for mechanized harvesting of sesame seeds: The existing studies for losses of seeds at mechanized harvesting of sesame have been reviewed. It is determined that already exist technical and technological solutions for threshing of sesame stems without losses and mechanical damage. There is lack of appropriate working unit for feeding of sesame plants into harvester without significant scattering of seeds. The reel of a combine harvester is considered for the most perfect unit for this purpose, but it also does not show good results. For this reason additional requirements for feeding of sesame plants in the harvester are proposed. There is a clear need to adapt the existing working bodies or to develop a new one for feeding of sesame plants into harvester without significant scattering of seeds. It should first feed plants in the combine and then to cut the stems from the root.*

**Key words:** Sesame harvesting, Mechanization, Losses.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

В света площите засети със сусам през 2013 г. произлизат на 9398770 хектара, от които се добиват 4948366 тона семена. Най-голям производител на семена е Индия - 636000 тона, следвана от Китай - 623492 тона, Нигерия - 584980 тона, Судан – 562000 тона и Мианмар – 539800 тона (фиг.1). По отношение на пазара, световният внос и износ на сусам за периода 2000 г. - 2013 г. бележи ръст съответно от 49,19 % и 47,83 % [10].



Фиг.1 Сусамени площи в света през 2013 г [10]

В световен мащаб площите засети със сусам остават статистически стабилни през годините, но в някои страни културата започва да се ограничава. Причината за това е необходимостта от работна ръка, което оскъпява производството и повишава себестойността на получената продукция [8].

На няколко международни конференции за проблемите по сусам е установено, че основната причина за намаляване на площите засети със сусам е липсата на подходящи машини за механизирано прибиране на културата [8, 10].

По данни на FAO, за период от 23 години, площите засети със сусам в България намаляват драстично и от 60 хил. дка през 1978 г. те спадат под 10 хил. дка през 2001 г. През последните години сусамните площи у нас се увеличават и вече са около 20 хил. декара [12].

Целта на обзорното проучване е дефиниране на причините за загуби на семена при механизиранието прибиране на сусам.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

В последните години у нас и в чужбина са селектирани сортове сусам, предназначени за механизиранието прибиране на семената [12]. Това дава тласък на научните изследвания за механизиранието на прибирането на сусам. Изпитани са няколко технологични варианта и експериментални образци за механизиранието прибиране на семената на сусам [4].

Опитите започват с определяне на възможностите на конвенционалния зърнокомбайн [6, 8, 9]. Такива са проведени в САЩ, Южна Корея, Португалия и у нас. Резултатите свидетелстват за загуби над 50 %, които са от две групи:

- Загуби от жътварката, които са съставени от  $20 \div 22$  % разпилени семена.
- Загуби от вършачката, които са съставени от  $7 \div 10$  % неовършани семена и до 50 % механично повредени семена [6].

Установено е, че при влажност на семената над 10 % преобладават загубите от овършаването и се състоят главно в тяхното механично повреждане. При влажност под 10 % доминират загубите от разпиляване на семена от жътварката [6].

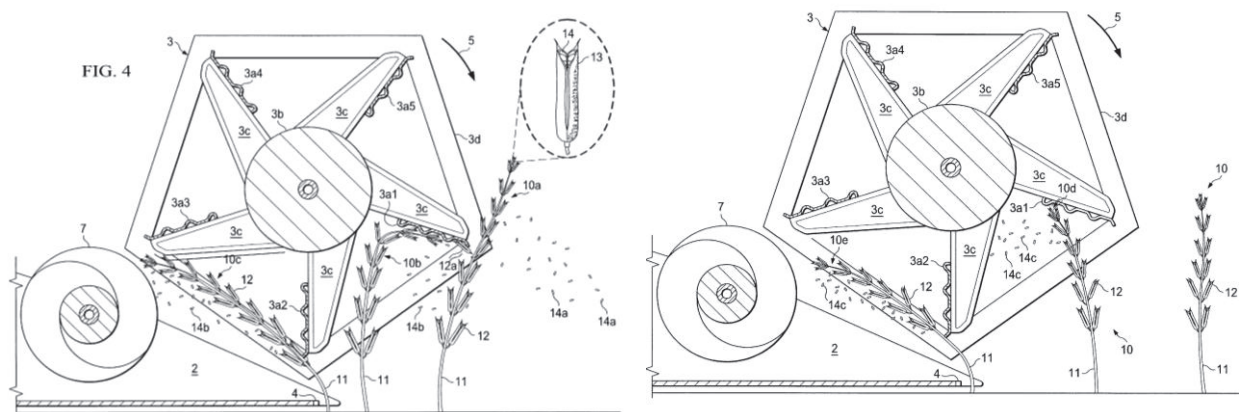
### 1. Резултати от изследванията за жътвата на сусам

Съществуват технически решения за еднофазна и двуфазна жътва на сусам.

#### 1.1. При еднофазно прибиране

Мотовилото се счита за един от най-съвършените работни органи за подаване на растения в прибираща машина. Неговите перки навлизат успоредно между растенията преди да ги наклонят към режещия апарат. При жътва на сусам те заклинват между централното и страничните стъбла, огъват ги и рязко ги разклащат преди тяхното подаване в хедера (фиг.2). Това води до значително разпиляване на семена пред зърнокомбайна. Разклоненията и кутийките на сусам склучват остър ъгъл с централното стъбло, затова мотовилото не е подходящо за подаване на сусамени стъбла в прибиращата машина.

За да преодолее този проблем Langham предлага отглеждането на нискостъблени "нигмеивидни" сортове сусам, които имат много нисък добив. Той отчита, че при тези сортове загубите от мотовилото намаляват от 22 % на 17 % [8] (фиг.2).



**Фиг.2** Влияние на височината на сусамните растения върху работата на мотовилото: а) при високостъблени неразпиляващи сортове; б) при нискостъблени неразпиляващи сортове [8]

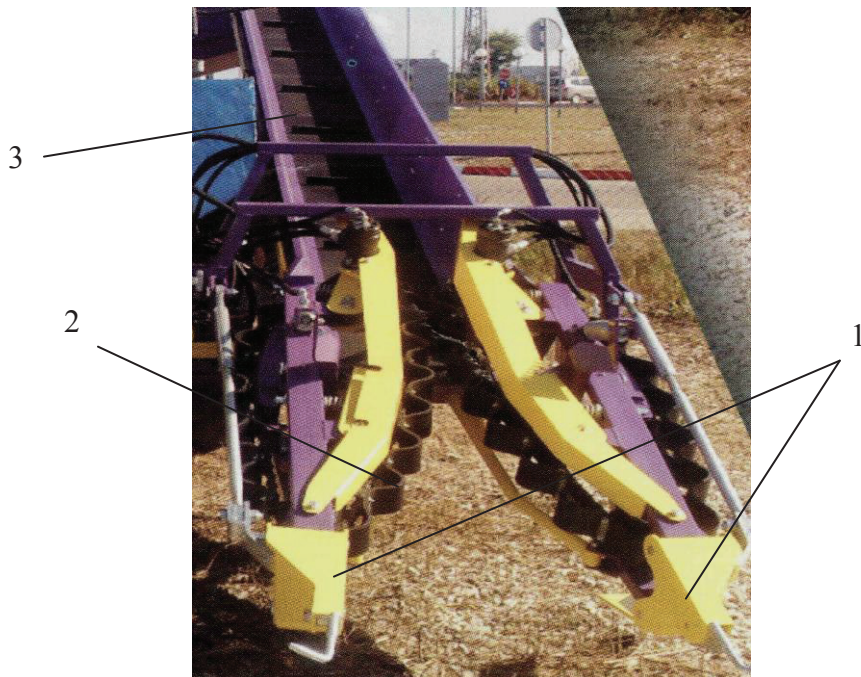
Значително разпиляване на семената от жътварката са установени и при изследванията в Португалия [9] (фиг.3). Там разпиляването на семената е определено чрез застилане на полиетиленово фолио в междуредията. За условията на Португалия се отчитат 21 % загуби от разпиляване на семена от жътварката. Аналогични са резултатите и при използване на приспособления за прибиране на рапица, слънчоглед и соя [9].



**Фиг.3** Загуби от разпиляване на семена след въздействието на хедера на зърнокомбайн [9]

В приспособленията за прибиране на соя, слънчоглед, а също в машините за прибиране на зеленчуци съществуват работни органи, които удовлетворяват частично тези извиквания и може да се заимстват някои техни принципи на работа и компоненти.

Машината, която в най-голяма степен, но не напълно покрива споменатите извиквания е косачката за лавандула на Металагро (фиг.4). Стъблоповдигачите 1 повдигат полегналите растения и ги насочват към подаващите транспортъри. Двата подаващи транспортъра 2 са разположени под ъгъл един спрямо друг. Те формират полусферичната туфа във вертикален храст и ги наклоняват към зоната на срязване. Срязаните стъбла попадат върху лентово-планков транспортъор 3, който ги натоварва в бункер или в транспортен агрегат.



**Фиг.4** Подаващ механизъм от косачка за лавандула на Металагро (Добрич)  
1 - стъблоповдигачи, 2 - подаващи транспортъри, 3 - транспортна лента

Явно, след преустройство или с компоненти от косачката за лавандула може да се разработи работен орган за подаване на сусамовите растения в прибираща машини, който удовлетворява споменатите изисквания.

### 1.2. При двуфазно прибиране

В случая съществуват два технологични варианта за жътвата - на кутийки и на стъбла.



### 1.2.1. За прибиране на кутийки

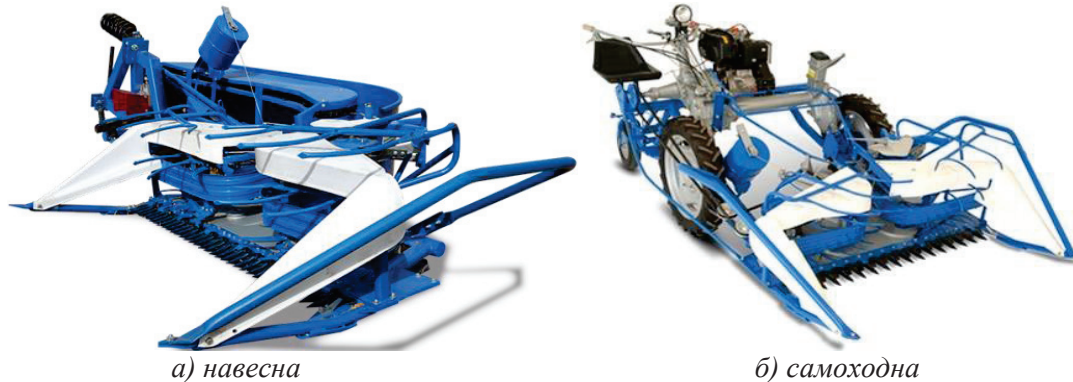
В Аграрния университет - Пловдив е разработен експериментален стенд за прибиране на плодните кутийки на сусама докато растенията са на корен (фиг.5). Стендът работи на ударно - очесващ принцип и прибира 87,8 % от кутийките. С приложеното въздействие мнозинството от кутийките освобождават семената си, въпреки че се използват сортове, които запазват кутийките си затворени при узряване.



Фиг.5 Експериментален стенд за прибиране на сусам на кутийки

### 1.2.2. За прибиране на стъбла

Широко разпространение за прибиране на плододайната зона на стъблата на сусама са получили косачките - сноповръзвачки (фиг.6).



Фиг.6 Косачки - сноповръзвачки

Те се задвижват от дизелов двигател с мощност 7,5 kW и имат производителност 0,3 ÷ 0,8 ha/h [11]. Те не разпиляват семена, защото се използват, когато сусамните растения са в биологична зрялост. Овършаването се извършва след изсушаване на снопите.

Явно, за сега няма задоволително техническо решение за еднофазната жътва на сусама.

## 2. Резултати от изследванията за овършаване на сусама

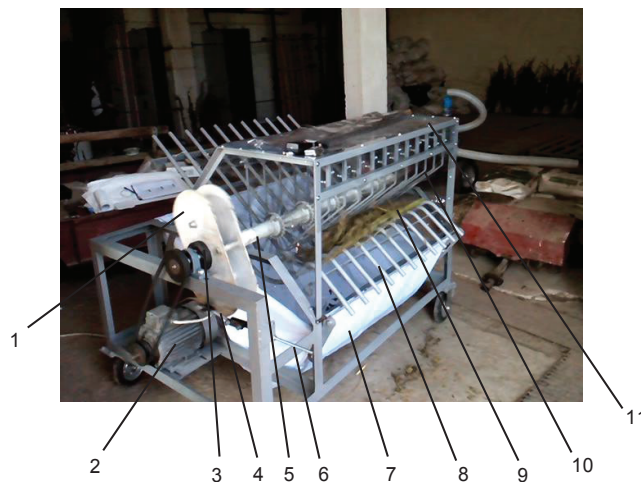
За овършаването на сусама също има два технологични варианта - за еднофазно (директно) прибиране и за двуфазно прибиране, което се провежда след изсушаване на сусамните стъбла или на кутийките [4].

### 2.1. При еднофазно прибиране

Опити през 2015 при овършаване на сусамени стъбла от сорт Аида с влажност на семената 13 % със зърнокомбайн Wintersteiger - classic свидетелстват че неговата вършачка понижава

с 27 % кълняемостта на семена [12], (фиг.9). Примесите в овършаната смес са 56,5 %, половината от които не позволяват сепариране с конвенционална зърночистачна машина (фиг.8).

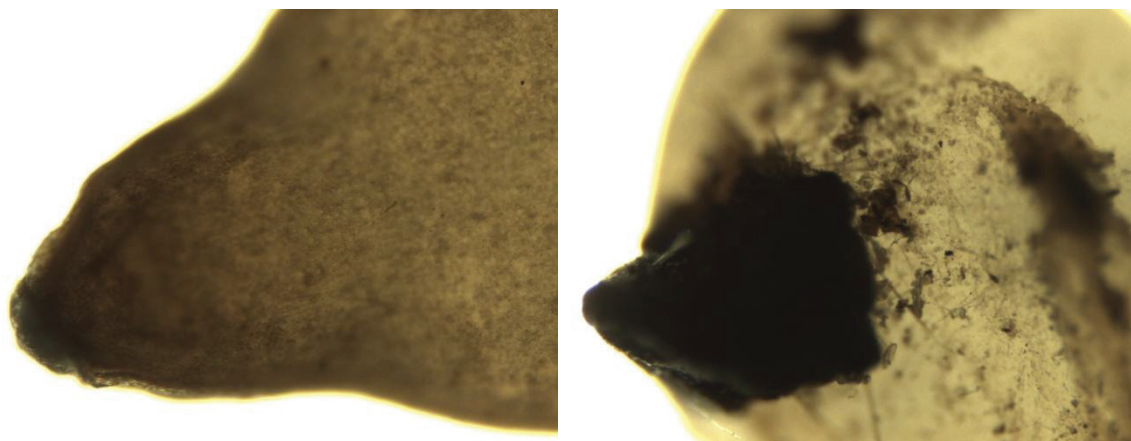
В Аграрния университет - Пловдив са постигнати добри резултати при инерционно овършаване на сусам с отворени кутийки, които при узряване задържат семената си за плацентата до влажност 7 - 8 % [7, 12]. Разработеният стенд (фиг.7) овършава до 95 % от семената на неразпиляващите сортове Аида и Невена, без да понижава тяхната кълняемост [5]. Делът на примесите в овършаната смес е от 20,99 до 38,41 %. Стендът постига 225 пъти по-голяма производителност на овършаване от колкото на един човек. Приведената производителност на шинен вършачен барабан е 1,4 пъти по-висока от тази на стенда и се дължи на различните принципи на овършаване. Енергоемкостта на стенда е 4,81 пъти по-малка от колкото на шинен вършачен апарат със същата приведена пропускателна способност. Стендът постига тези резултати при влажност на семената 11 - 12 %, която е двукратно по-голяма от препоръчаната за прибиране на сусам със зърнокомбайн [7, 8]. Получените резултати са приложими за еднофазно и двуфазно прибиране на сусам.



**Фиг.7. Експериментален стенд за инерционно овършаване на сусам:**  
1 - импулсен механизъм на Чалмерс, 2 - електродвигател, 3 - еднопосочен съединител, 4 - пружина, 5 - вал с палци, 6 - обтяжен винт, 7 - торба за овършана маса, 8 - скара, 9 - сусамени стъбла, 10 - чистачи, 11 - капак



**Фиг.8 Овършани семена с разработения стенд (в ляво) и със зърнокомбайн Winterstreiger (в дясно) и почистени със зърночистачна машина CM - 0,15**



*Фиг.9 Зародиш на сусамено семе, което е овършано механизирано:  
а) овършано с поточен ротационен плоодоотделител; б) овършано  
с вършачен апарат на зърнокомбайн Winterstreiger - classic*

## 2.2. При двуфазно прибиране

Много добри резултати са постигнати и при двуфазно прибиране на сусам от сортове със затворени при узряване кутийки в РУ "Ангел Кънчев" [3], (фиг.10). Разработената вършачка МССЗК постига следните показатели при овършаване на кутийки:

- Дял на овършаното зърно до 91,07 %;
- Чистота на овършаното зърно 92 - 94 %;
- Кълняемост на прибраните семена 65 - 85 %.



*Фиг.10 Вършачка МССЗК, разработена в РУ "Ангел Кънчев"*

Със същата вършачка в Русенския университет са постигнати много добри показатели при целорастенийно овършаване на сухи сусамени снопи [1, 2]. Овършаните семена са 91,07 %, чистота на овършаното зърно е 92 - 94 %, а кълняемостта на прибраните семена е 85 %. Тези резултати са приложими за двуфазно прибиране на сусам на семена.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Селекционирването на български сортове сусам, предназначени за механизизирано прибиране на семената дава тласък на научните изследвания за механизизиране на прибирането на сусама у нас. Разработени и изпитани са възможностите на няколко технологични варианта за еднофазно и двуфазно прибиране на сусамните семена. Вече са създадени експериментални стендове и прототипи за овършаване както при еднофазно, така и при двуфазно прибиране, които постигат агротехническите изисквания. Понастоящем в световен мащаб липсва задоволително техническо решение за подаване на сусамните растения без разпиляване в прибиращата машина при еднофазно прибиране. За решаване на този проблем са формулирани следните изисквания:

- Подаващите работни органи трябва да контактуват с растенията на възможно по-голяма височина. Не бива да навлизат между растенията отгоре. По-добре да ги подвеждат странично и без да ги разклащат рязко.

- Срязването на стъблата да бъде безударно и без рязко разклащане. Да се извършва след наклоняване на стъблата под ъгъл  $45^\circ$  над платформа или над транспортър от прибираща машина. Височината на стърнището да бъде 0,3 m.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Кенанска А. Възможност за механизизирано прибиране на сусам. Научни трудове на Русенския университет, том 54, серия 1.1. ISSN 1311-3321. Доклад, изнесен на научната конференция РУ&СУ'15, 2015.

[2] Кенанска А. Борисов Б., Колев Б. Метод и устройство за овършаване на сусам. Списание Механизация на земеделието, бр. 5, ISSN 1310-3946, София, 2014.

[3] Колев Б., Ст. Ишпеков, Ст. Стаматов. Механизизирано овършаване на семенни кутийки от сусам. сп. Селскостопанска техника, ISSN 0037-1718, София, бр. 3, 2012;

[4] Ишпеков С., Петров П., Трифонов А, Колев Б. Технологии за механизизирано прибиране на сусам в България. Сп. Механизация на земеделието, година LXI, ISSN 0861-9638, 4, Bulgaria, ст. 13-15, 2015.

[5] Ишпеков Ст., П. Петров, Д. Русчев, Р. Зайков. Поточен ротационен плодоотделител с несиметрични ъглови трептения. Заявка за патент. Заведена в БПВ с вх. No 3143 от 05.11.2015.

[6] Трифонов А. , Петров П., Ишпеков С., Георгиев С., Стаматов С., Дешев М. Прибиране на сусам със зърнокомбайн в условията на България. Сп. Механизация на земеделието, бр. 4, ISSN 0861-9638, София, 2013.

[7] Ishpekov S, R. Zajkov, P. Petrov, D. Rushev. Indices of flow fruit detacher with angular vibrations at inertial threshing of sesame. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 18 (2):94-102. ISSN 1682-1130, Japan, 2016.

[8] Langham, D. R. Патент № US 2014/0182008 A1. United States, 2014.

[9] Nobre, R. Portugal sesame seed project. Instituto Politecnico de Beja, Portugal (лична кореспонденция), 2015.

[10] FAOSTAT, 2016, [www.faostat3.fao.org](http://www.faostat3.fao.org).

[11] <http://www.alvanblanchgroup.com/tractor-mounted-harvester-reaper-binder-th1400>.

[12] Stamatov S., M. Deshev. Selection approaches for the sesame forms suitable for mechanized harvesting. Bulgarian Journal for Agricultural Sciences, Bulgarian Journal for Agricultural Sciences, бр. 6, p 1435-1438, 2014.

## За контакти:

Доц. Стоян Ишпеков, катедра Механизация на земеделието, Аграрен Университет - Пловдив, e-mail: [sishpekov@au-plovdiv](mailto:sishpekov@au-plovdiv).