

# ЪГЛИ НА ТРИЕНЕ ПРИ ПЛЪЗГАНЕ НА СУСАМЕНИТЕ РАСТЕНИЯ

## FRICTION ANGLES OF SESAME PLANTS УГОЛИ ТРЕНИЯ КУНЖУТА

Асистент Зайков Р., докторант Найденов Н., доц. д-р Ишпеков С.  
Катедра Механизация на земеделието, Аграрен университет – Пловдив, България;  
sishpekov@abv.bg

Assist. prof. Zaykov R., PhD student Naydenov N., assoc. prof. Ishpekov S.,  
Department of Agricultural Mechanization, Agricultural University - Plovdiv, Bulgaria  
sishpekov@abv.bg

**Abstract:** The friction angles of sesame plants of perspective Bulgarian varieties toward steel and plastic surface have been examined through a specially designed stand. It was determined that the angles of sliding friction vary depending on the variety, maturity and direction according the slope and type of surface. The angle of friction of the stems according steel plate varied from 21,8 to 44,5 degrees and of the seeds from 22,4 to 33,3 degrees. The average angle decreases from 4,47 % to 8,27 % from technological to conditional maturity. The friction angles of stems against different types of plastics vary in wide range. The difference between the angles of friction is from 40,9 % to 44,5 % in the longitudinal orientation of the stems to tilt and from 36,9 % to 64,9 % in the cross-targeting orientation.

**Keywords:** SESAME, BIO-MECHANICAL PROPERTIES, MECHANIZATION.

### 1. Увод

Един от важните био-механични показатели на растенията е ъгълът на триене при плъзгане на техните основни части спрямо стоманени и пластмасови плоскости. Той влияе съществено върху тяхното взаимодействие с работните органи на машините и зависи от вида на културата, сорта, фазата на развитие, степента на зрялост и прилагана агротехника.

Стъблата, плодните кутийки и семената на сусама променят значително своята повърхност и съдържание на влага при узряване, а те влияят върху ъглите на триене. Техните стойности в технологична зрялост на растенията са необходими при проектирането на прибиращи машини, а в кондиционна зрялост - на чистачни машини и на съоръжения за дългосрочно съхранение.

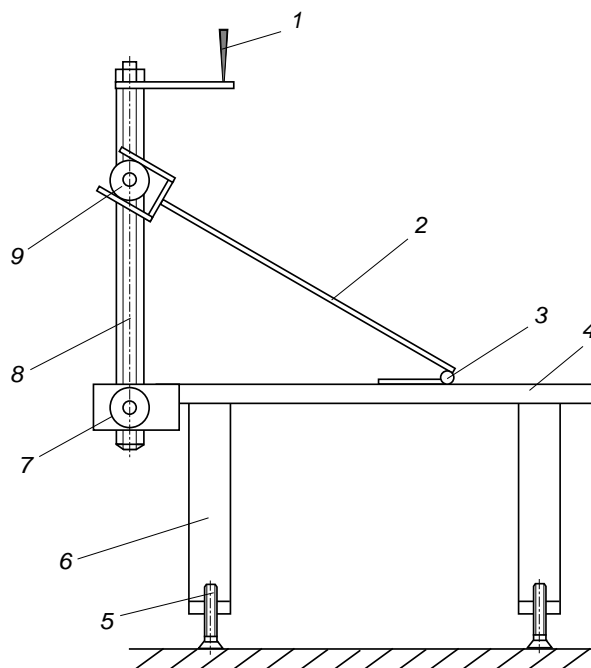
Целта на изследването е определяне на ъглите на триене при плъзгане спрямо стоманена и пластмасови плоскости на основните части на сусамните растения в технологична и кондиционна зрялост.

### 2. Метод и материали

Измерват се ъглите на триене при плъзгане на основните части на сусамните растения - стъбла, плодни кутийки и семена от перспективни Български сортове (Stamatov, St., M. Deshev, 2014).

Измерванията се извършват в катедра Механизация при Аграрен университет - Пловдив чрез специално разработен стенд (Фигура 1). Той е съставен от маса 4, върху която чрез два шарнира 3 е закрепена стоманена плоча 2 и винт 8, който се навива в гайката 7. Чрез скоби върху плочата 2 се закрепнат листове от други материали (Снимка 1).

Измерването започва след хоризонтиране на масата 4 при хоризонтално положение на плочата 2. Върху нея еднослойно се поставят семена, стъбла или кутийки. Чрез плавно въртене на винта 8 се наклонява плочата 2 докато започне плъзгането на материала върху нея. Посредством приспособлението, показано на снимка 1 се извършва бързо и точно измерване на двата катета, между които е заключен ъгъл на триене. Определя се неговата стойност при плъзгането на единични частици и тази, при която се свлича целия материал. След всяко измерване плоскостта се почиства от прах и други частици. Всички измервания се извършват в три повторения, по които се пресмята средната стойност -  $\bar{X}$  и средното квадратично отклонение -  $\sigma$  на търсения ъгъл.



**Фигура 1.** Схема на стенд за определяне на ъгъла на триене при плъзгане

1 - ръкохватка, 2 - стоманена плоча, 3 - шарнири, 4 - маса, 5 - винтове за хоризонтиране на масата, 6 - крака, 7 - гайка, 8 - винт, 9 - вилка с шарнир.

Ъглите на триене се определят в технологична и кондиционна степен на зрялост на растенията (Зайков Р. и др., 2016) при напречно и надлъжно разполагане на стъблата спрямо наклона на плоскостта. Резултатите се сравняват с ъглите на триене на зърнено-житните култури по време на прибиране на реколтата.



а) на сусамени кутийки спрямо стомана



б) на сусамени семена спрямо пластмаса плоскост

Снимки 1. Стенд и приспособление за измерване на ъгъла на триене при плъзгане.

### 3. Резултати

Влажността на сусамените растения, при която са направени измерванията е представена в таблица 1. При преминаване от технологична в кондиционна зрялост тя намалява с 44,79 % за стъблата с 40,15 % за плодните кутийки и с 55,15 % за семената.

Получените ъгли на триене при плъзгане на стъблата спрямо стомана са представени в таблица 2. Средната стойност на ъгъла се изменя от 21,8° за Невена до 44,5° за Аида, което е разлика от 51,0 %. При преминаване от технологична в кондиционна зрялост, средни стойности намаляват от 4,47 % до 8,27 %.

Ъгълът на триене на стъбла, които са разположени надлъжно спрямо наклона на плочата е по-голям от ъгъла при напречно разполагане със 7,82 % в технологична зрялост и с 10,44 % в

кондиционна зрялост. Минималните стойности на ъглите на триене не зависят от начина на разполагане на стъблата спрямо наклона на плочата в кондиционна зрялост.

Средното квадратично отклонение на ъгъла на триене на стъблата в кондиционна зрялост е от 2,48 до 3,28 пъти по-малко, от колкото в технологична зрялост. Вариацията на ъгъла на триене на стъблата намалява с понижаване на тяхната влажност, което се дължи на промяната на състоянието на техните власинки. В технологична зрялост те са гъвкави, а в кондиционна стават твърди и чупливи.

Ъгълът на триене на кутийките в технологична зрялост се изменя от 26,9° за Аида до 39,2° за Невена, което е разлика от 31,4 % (Табл. 3). При преминаване в кондиционна зрялост тези ъгли не се променят значително.

Таблица 1. Влажност на сусамените растения, при която са направени измерванията, [%].

сортове	в технологична зрялост			в кондиционна зрялост		
	стъбла	кутийки	семена	стъбла	кутийки	семена
Аида	22,3	18,3	13,7	13,7	11,3	6,2
Невена	22,9	18,9	13,1	13,2	11,6	6,3
Валя	23,1	19,1	13,5	13,9	10,8	5,8

Таблица 2. Ъгли на триене при плъзгане на сусамени стъбла спрямо стоманена плоскост, [°].

генотип	напречно		надлъжно	
	минимален	максимален	минимален	максимален
В технологична зрялост				
Аида	27,0	44,5	24,7	38,2
Невена	21,8	29,4	23,8	35,7
Валя	27,4	28,7	26,6	37,5
$\bar{X}$	25,4	34,2	25,0	37,1
$\sigma$	2,90	8,05	1,43	1,29
В кондиционна зрялост				
Аида	24,1	33,9	24,0	36,3
Невена	22,8	32,3	22,7	37,1
Валя	23,0	32,1	23,0	35,6
$\bar{X}$	23,3	32,6	23,3	36,4
$\sigma$	1,17	2,45	1,17	1,76

**Таблица 3.** Ъгли на триене при плъзгане върху стоманена плоскост на сусамени кутийки и семена, [°].

генотип	кутийки		семена	
	минимален	максимален	минимален	максимален
В технологична зрялост				
Аида	26,9	37,7	23,7	33,3
Невена	27,2	39,2	26,8	31,4
Валя	29,1	36,8	22,4	29,8
$\bar{X}$	27,75	37,90	24,33	31,52
$\sigma$	1,3967	1,2139	2,9735	2,0083
В кондиционна зрялост				
Аида	26,4	40,7	25,0	29,1
Невена	28,6	36,2	24,6	30,7
Валя	27,2	36,1	22,4	27,5
$\bar{X}$	27,43	37,66	23,99	29,11
$\sigma$	2,4241	2,8062	1,2719	1,5665

При преминаване от технологична в кондиционна зрялост, влажността на семена спада от 18 % до 8 %. Първоначално техният ъгъл на триене е висок, след което спада, а в последствие слабо нараства. Микроскопски изследвания обясняват тази промяна с поява на пори по повърхността на семената при узряване, които стават по-дълбоки при изсушаване.

Ъгълът на триене на семената в технологична зрялост се изменя от 22,4° за Валя до 33,3° за Аида, което е разлика от 32,7 % (Табл. 3). При преминаване в кондиционна зрялост максималната стойност на този ъгъл става 30,7°, което е понижение от 6,1 %. Средното квадратично отклонение на ъгъла на триене на семената при преминаване от технологична в кондиционна зрялост намалява от 1,28 до 2,24 пъти.

Ъглите на триене при плъзгане на стъблата по стомана се различават съществено от ъглите на триене по пластмаса и зависят силно от нейния вид. Средните стойности на тези ъгли спрямо полиетиленова плоскост достигат 32,9° при надлъжно разполагане на стъблата спрямо наклона и до 38,0° при напречно. Те са 0,8 % до 4,5 % по-големи от съответните ъгли на триене по стомана. Близки до тези стойности са ъглите на триене на пластмасите полиетилен - тефлон и полиацетал.

Средните стойности на ъглите на триене на стъблата спрямо полипропилен достигат 27,0° при надлъжно разполагане на стъблата спрямо наклона и до 19,9° при напречно. Сравнени със съответните ъгли на триене спрямо стомана те са с 25,8 % и 38,9 % по-малки съответно. Близка стойност на ъгъла на триене има пластмасата полиетилен - терелавтилат.

Средните стойности на ъглите на триене на стъблата спрямо различните пластмаси се различават съществено. При надлъжно насочване на стъблата спрямо наклона тази разлика е от 40,9 % до 44,5 %, а при напречно насочване - от 36,9 % до 64,9 %.

Значителната разлика между ъглите на триене спрямо различните пластмаси се обяснява със статичните заряди, които възникват между плоскостите и растенията. Полиетиленът привлича семената и стъблата, а полипропиленът ги отблъсква. Статичните заряди, които възникват между споменатите пластмаси и семената са толкова големи, че правят невъзможно измерването на ъглите на триене между тях.

#### 4. Заключение

Ъгълът на триене при плъзгане се изменя в зависимост от сорта, степента на зрялост, разположението спрямо наклона и вида на повърхността. Ъгълът на триене на стъблата спрямо стоманена плоскост се изменя от 21,8 до 44,5 градуса, а на семената от 22,4 до 33,3 градуса. При преминаване от технологична в кондиционна зрялост, средните стойности на ъгъла намаляват от 4,47 % до 8,27 %.

Ъглите на триене на стъблата спрямо пластмасови плоскости варират в широки граници в зависимост от тяхния вид. Разликите между стойностите на ъглите на триене е от 40,9 % до 44,5 % при надлъжно разполагане на стъблата спрямо наклона и от 36,9 % до 64,9 % при напречно.

#### 5. Литература

1. Зайков Р., Ишпеков С., Стаматов Ст., Дешев М., 2016. Показатели на български неразпиляващи сортове сусам, които отварят кутийките си при узряване. Международен научен конгрес "Машини за селското стопанство - 2016", 22 - 25 юни, Варна.
2. Красниченко А. В., 1960. Справочник на конструктора селскохозияственых машин - том I. Издательство Машиностроительной литературой, Москва.
3. Stamatov, St., M. Deshev, 2014. Selection approaches for the sesame forms suitable for mechanized harvesting. Bulgarian journal of agricultural science, vol. 6, pp. 1435-1438.

*Изследванията са финансирани по договор 06-14 с НИЦ при Аграрен университет - Пловдив.*