

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

*Дмитрий Бабенко, Елена Горбенко, Наталья Доценко, Наталья Ким*

*Николаевский национальный аграрный университет*

*Ул. Парижской коммуны, 9, г. Николаев, Украина. E-mail: [gorbenkoelena@rambler.ru](mailto:gorbenkoelena@rambler.ru)*

*Dmitry Babenko, Elena Gorbenko, Natalya Dotsenko, Natalya Kim*

*Nikolaev National Agrarian University*

*St. Paris Commune, 9, Nikolaev, Ukraine. E-mail: [gorbenkoelena@rambler.ru](mailto:gorbenkoelena@rambler.ru)*

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований механико-технологических свойств семян бахчевых культур.

Одним из важнейших направлений развития семеноводства является внедрение современных технологий, механизация и автоматизация производства, создание принципиально новых рабочих процессов, машин и технологических линий, обеспечивающих значительное сокращение затрат труда.

Решение таких задач возможно при наличии специализированных хозяйств, которые могут применять интенсивные технологии, рассчитанные на комплексную механизацию и автоматизацию процессов.

Семеноводство овощебахчевых культур по всем отраслям агропромышленного комплекса является наименее механизированным и не соответствует требованиям современного производства.

Сейчас проблемам семеноводства овощебахчевых культур не уделяется достаточно внимания. На смену районированным семенам пришли гибридные, которые закупают за рубежом.

Отсутствие специализированных хозяйств по производству семян овощебахчевых культур, которые могли бы реализовать его для отечественных производителей, усложняет процесс производства.

Одним из основных направлений дальнейшего повышения уровня семеноводства можно считать применение текущих технологических линий для выделения и доработки семян овощебахчевых культур.

Изучение данного вопроса и является целью настоящих исследований.

Изучение размерно-массовых характеристик семян свидетельствует о возможности выделения их из технологической массы по принципу дифференцирования по длине семени.

В процессе исследований определены величины коэффициентов восстановления семян: при ударе по резиновой пластине имеют величину 0,502 ... 0,639, при взаимодействии с оцинкованным железом 0,300 ... 0,472. Величины коэффициентов можно использовать при дальнейших уточняющих расчетах конструктивных параметров и кинематических режимов технологического оборудования.

**Ключевые слова:** бахчевые культуры, семеноводство, арбуз, дыня, семена, механико-технологические свойства, размерно-массовые характеристики.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Природно-климатические условия юга Украины являются максимально пригодными для выращивания большого количества разнообразных овощных и бахчевых культур.

Для обеспечения интенсификации и гарантированного производства такой продукции большое значение имеет хорошо налаженное семеноводство овощебахчевых культур.

Одним из важнейших направлений развития семеноводства является внедрение современных технологий, механизация и автоматизация производства, создание принципиально новых рабочих процессов, машин и технологических линий для выделения семян, обеспечивающих значительное сокращение затрат труда [1-2].

Решение таких задач возможно при наличии специализированных хозяйств, которые могут применять интенсивные технологии, рассчитанные на комплексную механизацию и автоматизацию процессов [3].

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Семеноводство овоще-бахчевых культур по всем отраслям агропромышленного комплекса является наименее механизированным и не соответствует требованиям современного производства, но несмотря на это, ряд ученых внесли заметный вклад в решение этой проблемы. Над разработкой технологических линий для выделения, промывки и сушки семян томатов ЛСТ-10; линии для выделения, промывки и сушки семян огурцов и бахчевых культур ЛСБ-20, конструкций отдельных машин для выделения семян бахчевых культур разработаны учеными Николаевского филиала главного специализированного конструкторского бюро по машинам для овощеводства, а также Киевского специализированного проектного конструкторского бюро. Ведущим ученым, что в то время обобщил результаты теоретических и экспериментальных

исследований машин и поточных линий для выделения семян овощебахчевых культур считается Анисимов И.Ф. [3].

Известны конструкции специальных машин для выделения и доработки семян овощебахчевых культур МПД-1.5; ВСТ-1,5; НБК-5М; МОС-300, которые являются малопродуктивными и допускают большие потери семян, а технологические линии характеризуются несовершенством технологического процесса [3,4].

Проведённый анализ информации относительно использования машин для выделения семян овощебахчевых культур за рубежом свидетельствуют о том, что разработкой таких машин занимаются следующие страны: США, Канада, Китай, Италия, Швеция, Франция, Голландия.

Информации относительно конструктивных характеристик, режимных параметров в изученных источниках представлено недостаточно [5].

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Одним из основных направлений дальнейшего повышения уровня семеноводства можно считать применение современных технологических линий для выделения и доработки семян овощебахчевых культур.

Создание современных конструкций машин для выделения семян, обоснование конструктивных и режимных параметров рабочих органов требует глубокого изучения такого объекта, как технологическая масса, получаемая в процессе измельчения семенников и состоящая из кожуры, сока, мякоти и семян.

При проведении исследований механико-технологических свойств семенных плодов и технологической массы, основное внимание уделялось бахчевым культурам – арбуз и дыня [6].

От качества полученных семян зависит будущий урожай, поэтому потери и влияние рабочих органов на семена должны быть минимальными. Это в свою очередь, делает необходимым исследование механико-технологических свойств семян.

Целью исследований механико-технологических свойств семян является: изучение размерно-массовых, физико-механических и прочностных характеристик.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

На процесс сепарации влияют следующие физико-механические свойства семян как форма, размеры, абсолютная и объемная масса, сопротивление оболочки к проколу [7-9].

Семена арбуза «Огонек» плоские, овальные с длинным носиком, окрас черный. Семена дыни «Колхозница» по внешнему виду напоминают огуречные. По форме - плоские, овальные. Окраска - кремовая, носик семян - вытянутый.

При исследовании размерно-массовых характеристик проводятся измерения длины, ширины и толщины семян арбуза и дыни с

помощью штангенциркуля ШЦ-1 с ценой деления 0.05. Обобщенные статистические показатели экспериментальных данных сведены в таблице 1.

В процессе получения семян на стадии выделения важно иметь данные значений абсолютной массы свежесвыделенных семян [10]. Посевные качества семян и их продуктивные свойства находятся в прямой зависимости от абсолютной массы семян [11, 12]. Нами определяется абсолютная масса 100 семян в граммах при стандартной влажности после их обезвоживания и естественной сушки в течение 0,5 часов. Взвешивания выполнялось на весах ВНЦ-10. Обобщенные статистические показатели экспериментальных данных по исследованию абсолютной массы семян арбуза «Огонек», дыни «Колхозница» сведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Размерно-массовые характеристики семян бахчевых культур

**Table 1.** Size-mass characteristics of the seeds melons

Культура	Значения исследуемого параметра					
	Длина, мм			Ширина, мм		
	min.	max.	ср.	min.	max.	ср.
Арбуз	6,10	7,95	6,89	5,82	6,75	6,24
Дыня	10,4	12,4	11,3	4,56	6,45	5,23

Культура	Значения исследуемого параметра					
	Толщина, мм			Абс. масса, г		
	min.	max.	ср.	min.	max.	ср.
Арбуз	0,82	1,75	1,28	5,4	8,8	6,7
Дыня	1,10	2,05	1,56	4,2	6,8	5,5

Трение скольжение свежо выделенных семян изучалось и ранее [13]. Однако в последнее время в сельскохозяйственном машиностроении появились новые материалы, а в сельскохозяйственном производстве появились новые сорта бахчевых культур. Исследование коэффициента трения производится следующим образом: предварительно определяется угол трения скольжения, который затем перечисляется в коэффициент трения. В качестве поверхностей трения также были выбраны резиновая пластина, оцинкованное железо и решето сепаратора. Для повышения точности эксперимента, семена скреплялись иглой по 4-5 штук. Такой прием полностью исключает вероятность качения семян. Обобщенные данные после статистической обработки сведены в табл. 2.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о значительном влиянии материала поверхности на коэффициент трения скольжения семян. При скольжении семян исследуемых культур по металлической поверхности коэффициент трения скольжения находится в пределах от 0,16 до 0,18; по

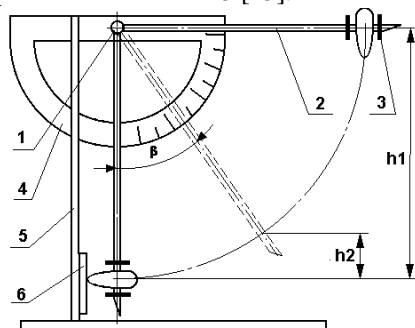
резиновой пластине - от 0,30 до 0,31; по решетчатому полотну - от 0,25 до 0,26.

**Таблица 2.** Углы и коэффициенты трения скольжения семян

**Table 2.** Angles and coefficients of friction seeds

Материал поверхности трения	Сорт исследуемых культур			
	Арбуз		Дыня	
	Угол трения	К-т трения	Угол трения	К-т трения
Металлическая пластина	10° 30'	0,18	9°	0,16
Резиновая пластина	17° 30'	0,31	17°	0,30
Решетчатое полотно	14°30'	0,26	14°	0,25

При выполнении технологического процесса сепарации семян может происходить удар об элементы конструкции. Для исследования данного процесса проведены опыты по определению коэффициентов восстановления семян арбуза сорта «Огонек» и дыни сорта «Колхозница» при ударе о металлическую и резиновую поверхности по известной методике [14]. Для изучения исследуемого признака разработан и изготовлен прибор маятникового типа (рис. 1), представляющий собой стальной стержень 2 с зажимом 3 на одном конце, который свободно вращается в вертикальной плоскости на оси 1. Угол отклонения стержня от вертикали определяется по шкале транспорта 4. Все детали прибора смонтированы на штативе 5 [15].



**Рис. 1.** Схема прибора для определения коэффициента восстановления

**Fig. 1.** Scheme of device for recovery definitions factor

В процессе опыта к свободному концу стержня 2 крепилось семя исследуемого образца и фиксировалось зажимом 1. В месте удара о материал, то есть в крайней нижней точке траектории движения семени на стойке штатива 5 устанавливалась отражающая поверхность 6. Стержень с семем отводился от отражающей поверхности на угол 90°, отпускался, семя ударялось об отражающую поверхность и отскакивало от нее.

При этом фиксировался угол отражения β и определялся коэффициент восстановления R. Из литературы по исследованию сельскохозяйственных материалов и техники известно, что коэффициент

восстановления экспериментально определяется как:

$$R = \sqrt{h_2 / h_1}, \quad (1)$$

где: h<sub>1</sub>; h<sub>2</sub> - соответственно высоты падения и отражения семян.

Преобразовав формулу (1) получим:

$$R = \sqrt{h_2 / h_1} = \sqrt{h_1 - h_1 \cdot \cos \beta / h_1} = \sqrt{1 - \cos \beta}, \quad (2)$$

где: β - угол отражения семени при ударе об исследуемый материал.

Результаты экспериментов после их статистической обработки приведены в табл. 3.

**Таблица 3.** Углы отражения и коэффициенты восстановления семян

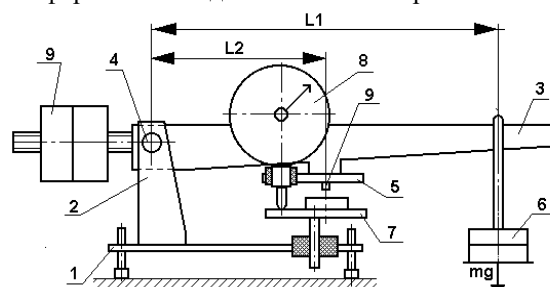
**Table 3.** The angles of reflection and recovery factors seeds

Наименование культуры	Поверхность соударения								
	Резиновая пластина			К-т восстановления	Оцинкованное железо			К-т восстановления	
	Угол отражения				Угол отражения				
min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	
Арбуз	36°	46°	41°55'	0,502	20°	30°	24°44'		0,300
Дыня	43°	53°	48°21'	0,578	43°	53°	33°83'		0,413

В ходе исследования физико-механических и технологических свойств семян нами изучалась прочность оболочки свежевыделенных семян на прокол и зависимость деформации семени от приложенного усилия, являющиеся прочностными характеристиками семян. Для проведения экспериментов использовался прибор аналогичный прибору Знаменского [14-16], конструктивная схема которого приведена на рис. 2. Изменение нагрузки, действующей на семя, осуществлялось увеличением числа разновесов, установленных на тарелке или ее перемещением по длине коромысла. Балансиры служили для уравновешивания коромысла, при установке нулевого значения сжимающего усилия в начале нагружения. Фактически действующая на семя сжимающая нагрузка F<sub>сж</sub> рассчитывалась по выражению:

$$F_{сж} = g \cdot m \cdot \frac{L_1}{L_2}, \quad (3)$$

где: m - масса грузов, установленных на тарелке, L<sub>1</sub> - расстояние от тарелки с грузами до оси качения коромысла, L<sub>2</sub> - расстояние от установленного на платформе семени до оси качения коромысла.



**Рис. 2.** Схема прибора для определения прочностных характеристик семян

**Fig. 2.** Scheme of device for definitions strength characteristics of seeds

При проведении экспериментов по определению величины прокалывающего усилия, на сжимающую пластину 5, закреплялась цилиндрическая игла 9 диаметром 2 мм. Семя помещалось между платформой и иглой после чего проводилось его нагружение путем перемещения тарелки с грузами вдоль коромысла. При переходе от одного уровня нагружения к последующему проводился визуальный осмотр семени на наличие в нем поврежденных оболочек. После определения среднего значения прокалывающего усилия рассчитывалась удельная сила прокалывания  $P_{уд}$  по формуле:

$$P_{уд} = 4 \cdot F_{cm} / \pi \cdot d_{гол}^2, \quad (4)$$

где:  $d_{гол}$  - диаметр иглы, установленной на сжимающей пластине.

Средние значения прокалывающего усилия и силы прокалывания приведены в табл. 4

**Таблица 4.** Значение прокалывающего усилия и удельной силы прокалывания

**Table 4.** Value piercing efforts and specific strength piercing

Наименование культуры	Значения показателей			Удельная сила
	Усилие прокалывания, (Н)			
	min	max	ср.	
Арбуз «Огонек»	36	60	46,95	14,95
Дыня «Колхозница»	26	46	36,48	11,40

При изучении зависимости деформации от величины приложенного усилия нагружения семени проводилось путем сжатия его между платформой 7 и пластиной 5 без установки игл. В процессе нагружения объекта по индикатору 8 замерялась величина его деформации, соответствующая приложенному сжимающему усилию. Нагружение вводилось с шагом 2,5 Н в шести точках с пятикратной последовательностью, причем нулевому сжимающему усилию соответствовала нулевая деформация.

Сопrotивление семян ударным нагрузкам определялось по известной методике [17-20] при их падении на отражающую поверхность. В качестве критериев травмирования принимались трещины в разрывы в оболочке семени, проколы поверхности длиной более 1,5 мм, т.е. повреждения недопустимые исходными требованиями на разработку технологического оборудования получения семян.

В качестве материалов для отражающей поверхности выбраны решетное полотно и стальная пластина. Критическая скорость соударения, при которой возникало травмирование объекта исследований, рассчитывалась с учетом сопротивления воздуха по формуле:

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{g \cdot m_c}{\alpha} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot \alpha \cdot h}{m_c}}\right)}, \quad (5)$$

где:  $m_c$  - масса семени,  $\alpha$  - коэффициент пропорциональности,  $h$  - высота падения, при которой возникало травмирование семени.

Однако в ходе проведения опытов установить диапазон высот, при падении с которых наблюдалось травмирование семян, установить не удалось. Так, например, при падении с высоты 5 м повреждения семян не наблюдалось. Это свидетельствует о высокой стойкости семян к ударным нагрузкам и о значительной парусности семян, из-за которой скорость падения не достигая критической величины, стабилизируется на уровне скорости витания.

## ВЫВОДЫ

Исследование механико-технологических свойств семян бахчевых культур дает возможность сделать следующие выводы:

1. Изучение размерно-массовых характеристик семян свидетельствует о возможности выделения их из технологической массы по принципу дифференцирования по длине семени.

2. В процессе исследований определены величины коэффициентов восстановления семян: при ударе по резиновой пластине имеют величину 0,502 ... 0,639, при взаимодействии с оцинкованным железом 0,300 ... 0,472. Величины коэффициентов можно использовать при дальнейших уточняющих расчетах конструктивных параметров и кинематических режимов технологического оборудования.

3. Определено, что свежесодержанные семена обладают высокой стойкостью к статическим и динамическим (ударным) нагрузкам. Стойкость к восприятию статических нагрузок возрастает по мере высыхания семян. Величина прокалывающего статического усилия у исследуемых культур колеблется в пределах 22,0...60,0 Н. Определить критическую скорость соударения семян с металлической поверхностью в процессе исследований не удалось. Это позволяет сделать вывод о не критичности кинематических параметров сепаратора к травмированию семян.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбенко Е., Норинский А., Ким Н. 2013. Анализ средств механизации получения семян бахчевых культур. / Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Vol.15, No.2, 191-196.
2. Горбенко Е., Норинский А., Ким Н. 2014. Анализ исследований процесса сепарации семян овощебахчевых культур. / Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Vol.16, No.2, 203-208.
3. Анисимов И. Ф. 1987. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур. Кишинев: Штиинца, 292.
4. Летошнев. 1953. Сельскохозяйственные машины. М.: ГИСХЛ, издание 3, 442-637.
5. <http://ovoschevodstvo.com/journal/browse/201010/article/369/>
6. Бабенко Д.В., Горбенко Е.А., Доценко Н.А., Ким Н.И. 2015. Методика и результаты исследований размерно-массовых характеристик семенных плодов бахчевых

культур (арбуз, дыня) / Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Vol. 17, No. 2, 49.

7. **Нетёсов В.П., Гольдшмидт О.А. 1998.** Экспериментальные исследования физико – механических свойств семян бахчевых культур / Николаев: Вестник аграрной науки Причерноморья. Вып. 5, 99-103.
8. **Хайлис Г.А., Горбовский А.Ю., Гошко З.О., Ковалёв М.М. 1998.** Механико – технологические свойства сельскохозяйственных материалов / под ред. Г.А. Хайлиса. Луцк, 267.
9. **Лудилов, В.А. 1987.** Семеноводство овощных и бахчевых культур. М. : Агропромиздат, 222.
10. **Дьяченко В.К. 1972.** Физико-химические свойства семян основных овощных культур. Республиканский межведомственный тематический научный сборник. К.: Урожай, вып. 13.18-24.
11. **Голян В.П. 1981.** Справочник по овощеводству и Бахчеводству / Под ред. В.П. Голяна. Киев: Урожай, 295.
12. **Брызгалов В.А. 1971.** Справочник по овощеводству / Под ред. В.А. Брызгалова. Л.: Колос, 472.
13. **Заика П.М., Мазнев Г.Е. 1978.** Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. М.: Колос, 270.
14. **Нетёсов, В.П., Пастушенко С.И., Гольдшмидт О.А. 1999.** Исследование прочностных свойств семян бахчевых культур / Николаев: Вестник аграрной науки Причерноморья. Вып.6, 98-103.
15. **Храпач, Е.И. 1967.** Приборы для изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных материалов / М. : ОНТИПрибор, 209-217.
16. **Ткаченко Р.А. 1972.** Справочник по семеноводству овощных и бахчевых культур / Под ред. Р.А. Ткаченко. К. : Урожай, 204.
17. **Лукьяненко Д.С., Павлюченко О.О. 1972.** Бахчеводство. К.: Урожай, 204.
18. **Кленин Н.А. 1980.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / М.: Колос, 670.
19. **Листопад Г.Е. 1986.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Под общ. редакцией Листопада Г.Е. М.: Агропромиздат, 561.
20. **Кукта, Г.М. 1964.** Испытания сельскохозяйственных машин. М. : Машиностроение, 277.

## RESULTS MECHANICAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES SEEDS MELONS AND GOURDS

**Summary.** In article results of researches of the mechanical-technological properties of the seeds of melons.

One of the most important directions of development of seed production is the introduction of modern technology, mechanization and automation of production, the creation of fundamentally new working

processes, machines and production lines, enabling a significant reduction of labor costs.

The solution of such problems is possible in the presence of specialized farms, which can use intensive technology, designed for the comprehensive mechanization and automation of processes.

Seed production of vegetable and melon crops in all branches of agro-industrial complex is the least mechanized and does not meet the requirements of modern production.

Now the problems of seed production of vegetable and melon crops are neglected. Replaced zoned hybrid seeds come that purchase abroad.

The lack of specialized farms for production of seeds of vegetable and melon crops, which could implement it for domestic manufacturers, complicates the production process.

One of the main directions of further improvement of seed production can be considered as the application of the current technological lines for separation and refinement of seeds of vegetable and melon crops.

The study of this question is the aim of the present study.

The study of the size-mass characteristics of the seeds suggests the possibility of separating them from technological mass on the principle of differentiation along the length of the seed.

During researches the values of the coefficients of restoring seed: when you hit the rubber plate has value 0,502 ... 0,639, when interacting with galvanized iron 0,300 ... 0,472. The coefficients can be used in further calculations of structural parameters and kinematic modes of technological equipment.

**Key words:** melons, seed, watermelon, melon, seeds, mechanical and technological properties, size-mass characteristics.