

## *ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР, ВАЖНЫЕ В ПРОЦЕССАХ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ*

**Г.Х. МИРЗОЕВ, В.В. ДЕРЕВЕНКО, А.А. ЛОБАНОВ**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: gulmahmad-x@mail.ru; ekotechprom@mail.ru;  
lobanov-alex2003@mail.ru*

Для расширения ассортимента растительных масел линолевой группы актуальной является разработка технологии и оборудования для переработки масличных семян бахчевых культур с получением ценного растительного масла и кормового жмыха. Поэтому необходимы достоверные сведения по основным свойствам семян. Изучены и обобщены основные физико-механические свойства семян бахчевых культур тыквы, дыни и арбуза: линейные размеры, объемная масса семян, масса тысячи семян, масса семян, их угол трения покоя, коэффициент внешнего трения, удельная работа разрушения, важные при разработке основного и вспомогательного технологического оборудования в процессах переработки семян.

**Ключевые слова:** бахчевые культуры, линейные размеры семян, угол трения покоя, масса семян, удельная работа разрушения.

В КубГТУ разработана технология получения растительного масла и высокопротеинового жмыха из откалиброванных и очищенных семян бахчевых культур с предварительной подготовкой семян ИК-облучением, обрушиванием в центробежной рушке, отделением свободной плодовой оболочки и однократным отжимом масла из ядровой фракции.

При разработке основного и вспомогательного технологического оборудования, реализующего данную технологию, предназначенного для очистки масличных семян от сорных примесей, сушки, калибровки и обрушивания требуются достоверные сведения по основным физико-механическим свойствам семян, таким как линейные размеры и форма, объемная масса, масса тысячи семян, коэффициент внешнего трения, а также сведения об удельной работе разрушения.

Для решения поставленной задачи экспериментально изучены [1 - 4] и обобщены основные физико-механические свойства семян бахчевых культур тыквы, дыни и арбуза [5 - 7]. В таблицах 1 и 2 представлены основные физико-механические свойства семян тыквы сортов «Мускатная» и «Кормовая», дыни

сорта «Азиатская овальная» и арбуза сорта «Астраханский» урожая 2011 г., выращенных в Таджикистане, а также сортов дыни «С. Edulis», «Egusi», «Sarakhi», выращенных в странах Африки и Азии.

Таблица 1 – Линейные размеры семян бахчевых культур

Сорт семян	Линейные размеры, мм		
	длина	ширина	толщина
тыква «Мускатная»	16,1 – 26,6	10,0 – 16,10	4,0 – 7,7
тыква «Кормовая»	12,4 – 19,2	7,2 – 12,3	1,9 – 3,9
дыня «Азиатская овальная»	10,36 – 14,35	4,58 – 6,16	1,11 – 2,49
дыня «С. Edulis» [5]	14,50	8,47	2,49
дыня «Egusi» [6]	13,20	7,92	1,85
дыня «Sarakhi» [7]	15,62 – 17,05	9,15-10,07	3,10 – 3,16
арбуз «Астраханский»	11,04 – 14,60	6,68 – 9,12	1,78 – 3,39

Таблица 2 – Объемная масса, масса тысячи семян и масса отдельных семянок бахчевых культур

Сорт семян	Влажность, %	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Масса тысячи семян, г	Масса отдельных семянок, г
тыква «Мускатная»	5,7	320	482,31	0,14 – 0,56
тыква «Кормовая»	6,3	560	172,65	0,32 – 0,90
дыня «Азиатская овальная»	5,3	412	54,14	0,03 – 0,08
дыня «С. Edulis» [5]	6,33	446	110,0	-

дыня «Egusi» [6]	7,11	414,0	95	-
дыня «Sarakhi» [7]	4,55– 45,22	337 – 540	-	-
арбуз «Астраханский»	6,0	458	126,38	0,12 – 0,42

Как видно из таблиц 1 и 2, основные физико-механические свойства семян заметно отличаются для разных сортов бахчевых культур. Сорта дыни, выращенные в Африке и в Азии, имеют большие линейные размеры, чем семена дыни, выращенные в Таджикистане, что, очевидно, связано с сортовыми особенностями и природно-климатическими условиями выращивания.

В таблице 3 приведены значения угла трения покоя семян бахчевых культур в зависимости от их влажности по следующим поверхностям: железу, сити с отверстиями диаметром 7 мм и сити с отверстиями диаметром 4 мм.

Таблица 3 – Значения угла трения покоя семян бахчевых культур в зависимости от их влажности

Сорт семян	Влажность, %	Угол трения покоя, °		
		железо	сито d = 7мм	сито d = 4мм
тыква «Мускатная»	5,7 – 36,9	26,6 – 47,5	29,4 – 54,5	28,9 – 51,6
тыква «Кормовая»	6,3 – 40,1	26,5 – 51,8	28,3 – 54,5	27,6 – 52,2
дыня «Азиатская овальная»	5,3 – 23,1	26,5 – 51,8	28,3 – 54,5	27,6 – 52,2
дыня «C. Edulis» [5]	6,25	36,0	-	-
дыня «Egusi» [6]	7,11	23,7	-	-
дыня «Sarakhi» [7]	4,55-45,22	17,12-30,57	-	-
арбуз «Астраханский»	6,0 – 43,0	26,0 – 52,4	29,6 – 56,3	27,6 – 54,5

Экспериментально установлены значения коэффициентов внешнего трения семян бахчевых культур по известной методике [8]. Зависимость коэффициента внешнего трения семян  $f_{mp}$  от их влажности  $W$ , % аппроксимирована линейным уравнением вида

$$f_{mp} = a + b \cdot W, \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты уравнения 1 (таблица 4).

Как видно при увеличении влажности семян бахчевых культур коэффициент внешнего трения увеличивается, что также характерно для семян зерновых культур [9].

Таблица 4 – Значения коэффициентов в уравнении 1 и расхождения между экспериментальными значениями коэффициентов внешнего трения и рассчитанными по уравнению 1.

Сорт семян	Тип поверхности	Значения коэффициентов		Расхождение $\Delta$ , ±%
		$a$	$b$	
тыква «Мускатная»	железо	0,423	0,014	1,3
	сито d=7мм	0,531	0,011	3,3
	сито d=4 мм	0,527	0,011	3,3
тыква «Кормовая»	железо	0,421	0,017	4,7
	сито d=7мм	0,512	0,02	6,5
	сито d=4 мм	0,436	0,019	4,4
дыня «Азиатская овальная»	железо	0,277	0,031	7,6
	сито d=7мм	0,481	0,025	4,7
	сито d=4 мм	0,426	0,026	4,7
арбуз «Астраханский»	железо	0,356	0,021	8,3
	сито d=7мм	0,403	0,024	5,3
	сито d=4 мм	0,372	0,023	2,8

Экспериментально изучена средняя удельная работа разрушения семян бахчевых культур. Среднюю удельную работу разрушения семян арбуза и дыни определяли по известной методике [10, 11].

Так как при обрушивании семян бахчевых культур внешние силы могут действовать в различных направлениях, то исследовали влияния динамических нагрузок, направленных на семянку при положении “плашмя”, “на ребро” и вдоль длинной оси до полного разрушения.

Полученные экспериментальные данные по удельной работе разрушения смеси семян арбуза при динамических разрушающих усилиях в направлениях трех осей в зависимости от их влажности хорошо описываются полиномом третьей степени [4]:

$$A_p = a \cdot W^3 + b \cdot W^2 - c \cdot W + d, \tag{2}$$

где  $A_p$  – средняя удельная работа разрушения семян арбуза или дыни, Дж/кг;  $W$  – влажность семян, % (для семян арбуза  $W = 6,1 - 31,5$  %, для семян дыни  $W = 5,6 - 28,6$  %);  $a, b, c, d$  – коэффициенты, значения которых зависят от направления разрушающих усилий (таблица 5).

Таблица 5 – Коэффициенты для расчета удельной работе разрушения семян арбуза и дыни при различных направлениях динамических нагрузок.

Семена	Направление динамической нагрузки	Значения коэффициентов в уравнении 2				Расхождения между экспериментальными и рассчитанными данными $\Delta, \%$
		$a$	$b$	$c$	$d$	
Арбуза сорта «Астраханский»	“Плашмя”	0,10	-7,75	162,4	363,61	2,0
	“На ребро”	0,07	-5,73	124,3	503,14	2,3
	Вдоль длинной оси	0,07	-6,10	132,32	428,51	3,1

Дыни сортов	“Плашмя”	0	-1,74	50,78	371,1	6,1
“Азиатская овальная” и «Амири»	“На ребро”	0	-1,75	51,08	335,5	6,5
	Вдоль длиной оси	0	-1,63	46,93	328,3	7,3

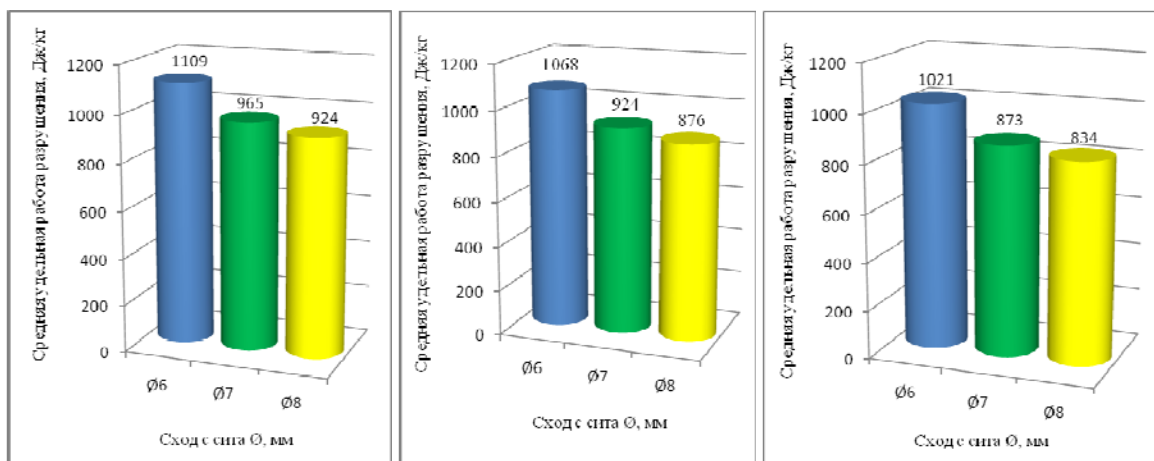
Установлено, что экспериментальные данные по удельной работе разрушения смеси семян дыни сорта “Азиатская овальная” и смеси семян дыни сорта «Амири» в зависимости от их влажности, с достаточной точностью для инженерных расчетов описываются полиномом второй степени, то есть в этом случае в уравнении (2) первый член равен нулю [12].

Расхождения рассчитанных по уравнению (2) значений средней удельной работы разрушения смеси семян арбуза и экспериментальными данными не превышают  $\pm 3,1$  %, а для смеси семян дыни не более 7,3 %, (таблица 5). По уравнению (2) определена максимальная средняя удельная работа разрушения товарной смеси семян арбуза, которая соответствует их средней влажности 15,8 %, а для смеси семян дыни она достигается при их средней влажности 14,4 %.

Следует отметить, что удельная работа разрушения семян арбуза почти в два раза больше, чем удельная работа разрушения семян дыни, и в несколько раз больше, чем для семян подсолнечника [10] и конопли [13], что, очевидно, связано с более высокими прочностными характеристиками их плодовой оболочки.

На рисунках 1 и 2 представлены графики средней удельной работы разрушения семян арбуза и дыни при различных положениях семянки по отношению к разрушающему усилию.

Как видно из рисунков 1 и 2, минимальная средняя удельная работа разрушения достигается при разрушении семянок арбуза и дыни вдоль их длинной оси. Поэтому целесообразно калибровать семена арбуза и дыни и производить раздельное обрушивание полученных фракций семян.

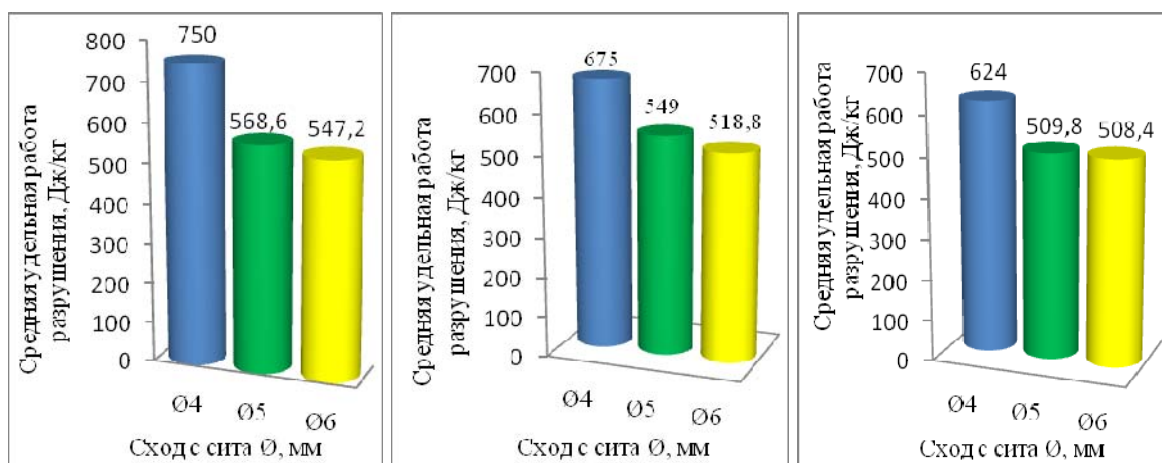


а)

б)

в)

Рисунок 1 – Средняя удельная работа разрушения фракций семян арбуза при положении семянки по отношению к разрушающему усилию: а) «плашмя», б) «на ребро»; в) вдоль длинной оси



а)

б)

в)

Рисунок 2 – Средняя удельная работа разрушения фракций семян дыни при положении семянки по отношению к разрушающему усилию: а) «плашмя»; б) «на ребро»; в) вдоль длинной оси.

Полученные данные по основным свойствам семян бахчевых культур могут быть использованы при проектировании оборудования для их переработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деревенко В.В. Основные физико-механические свойства семян тыквы, выращенной в Таджикистане / В.В. Деревенко, Г.Х. Мирзоев, А.А. Лобанов, О.В. Дикова, А.Д. Климова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. № 4. – С. 120 - 121.
2. Деревенко В.В. Основные физико-механические свойства семян дыни, выращенной в Таджикистане / В.В. Деревенко, Г.Х. Мирзоев, А.А. Лобанов, Е.А. Калиенко, С.Е. Назарько // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. № 1. – С. 120 - 121.
3. Деревенко В.В. Основные физико-механические свойства семян арбуза, выращенного в Таджикистане / В.В. Деревенко, Г.Х. Мирзоев, А.А. Лобанов, Е.А. Калиенко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. № 2 – 3. – С. 116 - 117.
4. Деревенко В.В. Прочность плодовой оболочки семян арбуза и дыни / В.В. Деревенко, Г.Х. Мирзоев, Е.А. Калиенко // Масложировая промышленность. – 2013. № 4. – С. 20 - 21.
5. Davies R.M. Engineering properties of three varieties of melon seeds as potentials for development of melon processing machines // Advance journal of food science and technology. – 2010. – Vol 2(1). – P. 63-66.
6. Determination of selected physical properties of Egusi melon (*Citrullus colocynthis lanatus*) seeds / Bande Y.M., Adam N.M., Azmi Y., Jamarei O. // Journal of basic & applied sciences. – 2012. – Vol. 8. – P. 257-265.
7. Physical properties of watermelon seed as a function of moisture content and variety/ Koocheki A., Razavi S.M.A., Milani E., Moghadan T.M., Abedini M, Alamediyan S, Izadikhah S // Int. Agrophysics. – 2007. – Vol. 21. – P. 349-359.



8. Арет В.А. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов [Текст]: учебное пособие / В.А. Арет, С.Д. Руднев; СПб.: ИЦ Интермедия, 2014. – 246 с.

9. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия) / Глебов Л.А., Демский А.Б., Веденьев В.Ф. и др. – М.: ДеЛи принт. – 2006. – 816 с.

10. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров., т.1 / под ред. А.Г.Сергеева.–Л.: ВНИИЖ, – 1975. –728с.

11. Запорожченко С.Д. Удельная работа разрушения бобов сои / С.Д. Запорожченко, В.В. Деревенко, Е.Н. Константинов. – деп. ВИНТИ. – 2004. № 71 – В.

12. Мирзоев Г.Х. Удельная работа разрушения семян дыни / Г.Х. Мирзоев, В.В. Деревенко, А.А. Лобанов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. № 4. – С. 122 - 123.

13. Деревенко В.В. Удельная работа разрушения семян конопли / В.В. Деревенко, С.Д. Запорожченко. – Деп. в ВИНТИ. – 2005. – № 444-В.

#### REFERENCES

1. Derevenko V.V. Osnovnye fiziko-mekhanicheskie svoystva semyan tykvy, vyrashchennoy v Tadzhiqistane / V.V. Derevenko, G.Kh. Mirzoev, A.A. Lobanov, O.V. Dikova, A.D. Klimova // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2012. № 4. – S. 120 - 121.

2. Derevenko V.V. Osnovnye fiziko-mekhanicheskie svoystva semyan dyni, vyrashchennoy v Tadzhiqistane / V.V. Derevenko, G.Kh. Mirzoev, A.A. Lobanov, E.A. Kalienko, S.E. Nazarko // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2013. № 1. – S. 120 - 121.

3. Derevenko V.V. Osnovnye fiziko-mekhanicheskie svoystva semyan arbuza, vyrashchennogo v Tadzhiqistane / V.V. Derevenko, G.Kh. Mirzoev, A.A. Lobanov, E.A. Kalienko // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2013. № 2 – 3. – S. 116 - 117.

4. Derevenko V.V. Prochnost plodovoy obolochki semyan arbuza i dyni / V.V. Derevenko, G.Kh. Mirzoev, E.A. Kalienko // Maslozhirovaya promyshlennost. – 2013. № 4. – S. 20 - 21.

5. Davies R.M. Engineering properties of three varieties of melon seeds as potentials for development of melon processing machines // Advance journal of food science and technology. – 2010. – Vol 2(1). – P. 63-66.

6. Determination of selected physical properties of Egusi melon (*Citrullus colocynthis lanatus*) seeds / Bande Y.M., Adam N.M., Azmi Y., Jamarei O. // Journal of basic & applied sciences. – 2012. – Vol. 8. – R. 257-265.

7. Physical properties of watermelon seed as a function of moisture content and variety/ Koocheki A., Razavi S.M.A., Milani E., Moghadan T.M., Abedini M, Alamiyan S, Izadikhah S // Int. Agrophysics. – 2007. – Vol. 21. – R. 349-359.

8. Aret V.A. Reologiya i fiziko-mekhanicheskie svoystva pishchevykh produktov [Tekst]: uchebnoe posobie / V.A. Aret, S.D. Rudnev; SPb.: ITs Intermediya, 2014. – 246 s.

9. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatiy otrasli (zernopererabatyvayushchie predpriyatiya) / Glebov L.A., Demskiy A.B., Vedenev V.F. i dr. – M.: DeLi print. – 2006. – 816 s.

10. Rukovodstvo po tekhnologii polucheniya i pererabotki rastitelnykh masel i zhиров., t.1 / pod red. A.G.Sergeeva.–L.: VNIIZh, – 1975. –728s.

11. Zaporozhchenko S.D. Udelnaya rabota razrusheniya bobov soi / S.D. Zaporozhchenko, V.V. Derevenko, E.N. Konstantinov. – dep. VINITI. – 2004. № 71 – V.

12. Mirzoev G.Kh. Udelnaya rabota razrusheniya semyan dyni / G.Kh. Mirzoev, V.V. Derevenko, A.A. Lobanov // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2013. № 4. – S. 122 - 123.

13. Derevenko V.V. Udelnaya rabota razrusheniya semyan konopli / V.V. Derevenko, S.D Zaporozhchenko. – Dep. v VINITI. – 2005. – № 444-V.

*THE MAIN PROPERTIES OF SEEDS OF MELON CULTURES IMPORTANT IN PROCESSES OF THEIR PROCESSING*

**G.H. MIRZOEV, V.V. DEREVENKO, A.A. LOBANOV**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;  
e-mail: gulmahmad-x@mail.ru; ekotechprom@mail.ru;  
lobanov-alex2003@mail.ru*

For expansion of the range of vegetable oils of linoleic group development of technology and the equipment for processing of oilseeds of melon cultures with receiving valuable vegetable oil and fodder cake is actual. Therefore authentic data on the main properties of seeds are necessary. The main physicommechanical properties of seeds of melon cultures of pumpkin, a melon and water-melon are studied and generalized: the linear sizes, volume mass of seeds, weight are thousands of seeds, the mass of seeds, their corner of static friction, coefficient of external friction, specific work of destruction important at development of the capital and auxiliary processing equipment in processes of processing of seeds.

**Keywords:** melon cultures, linear sizes of seeds, static friction corner, mass of seeds, specific work of destruction.