

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ИЗ ПЛОДОВ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

ЕЛИСЕЕВ Михаил Семенович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛЕОНТЬЕВ Алексей Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РЫБАЛКИН Дмитрий Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

АГАФОНОВА Эльвира Алексеевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

При первичной переработке плодов бахчевых культур сложилась проблема разработки средств механизации с целью получения семян. Исследование состояния данного вопроса позволило на основании существующих способов разработать технологическую линию для выделения семян из плодов бахчевых культур. Производительность предлагаемой линии составляет 15...17 т/ч, чистота семян 95–98 %, повреждение семян менее 0,5 %, а общие потери семян не превышают 2,5 %, что соответствует агротехническим требованиям.

Бахчевые культуры (арбуз, дыня, тыква) имеют большое пищевое, кормовое, техническое и агротехническое значение. Продукция этих культур может употребляться как в натуральном виде, так и в виде продуктов переработки.

Одной из ценных бахчевых культур является тыква. Мякоть ее плодов в значительном количестве содержит углеводы, витамины, минеральные соли, необходимые для организма человека, а также пектин [4].

В промышленном секторе (сельхозорганизации и крестьянские (фермерские) хозяйства) валовые сборы тыквы в 2015 г. составили 197,7 тыс. т, по сравнению с предыдущим

годом сборы увеличились на 37,3 тыс. т (рис. 1) [3].

Лидером по производству тыквы в 2015 г. являлась Саратовская область (70,0 тыс. т). В число крупнейших регионов-производителей тыквы также входят Краснодарский край, Пензенская, Волгоградская, Астраханская, Ростовская, Самарская области, Приморский край, Республика Татарстан, Республика Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика, Рязанская область и Республика Адыгея [3].

Ценным свойством тыквы является ее хорошая лежкость. При соблюдении правил хранения плоды тыквы могут храниться вплоть до нового урожая. Вследствие того, что тыквенные культуры возделываются с большими междурядьями и междугнездьями, они являются хорошими предшественниками и введение их в севооборот способствует сохранению и повышению плодородия земли [2, 5].

Тыква – ценная, высокоурожайная (до 300–400 ц/га) кормовая культура, хорошо силосуется [4, 5]. С использованием тыквы получают хороший комбинированный силос, который содержит в два раза больше протеина, чем традиционный кукурузный.

Большую ценность представляют и семена тыквы. Они богаты жирами, составляющими до 40 % массы семян, и используются для производства высококачественных пищевых масел [2, 4]. Широкое распространение лекарственных пре-

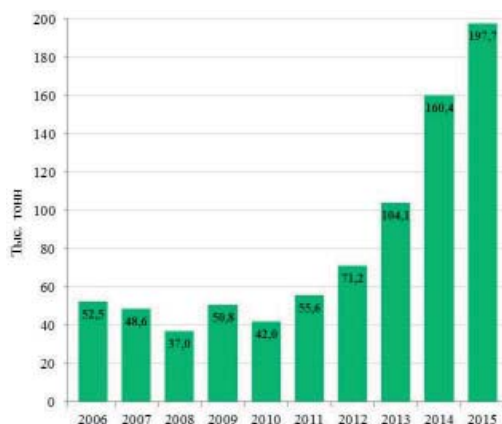


Рис. 1. Валовые сборы тыквы промышленного выращивания в России в 2000–2015 гг., тыс. т





паратов на основе тыквенного масла объясняется тем, что они стоят дешевле, действуют мягче, чем синтетические, обладают малой токсичностью и не оказывают побочных действий.

Семена плодов тыквы составляют до 2 % от общей массы плода. На сухую массу семян в среднем приходится 30 % сырого белка, 28...35 % сырого жира, 9 % растворимых углеводов, 18 % целлюлозы и 3,4 % золы [4, 6].

В связи с широкой областью применения продуктов переработки плодов бахчевых культур различают три основных направления переработки плодов: на технические цели, на семенной материал и комплексная переработка [4, 5].

Каждое из этих направлений подразделяется на ряд операций (мойка плодов, очистка от коры, выделение семян, разделение на фракции), но наиболее сложной и трудоемкой операцией из этого ряда является выделение семян.

Процесс выделения семян из плодов можно представить в виде трех операций: разрушение плода, отделение семян от плаценты мякоти и коры и отделение семян от остатков плаценты.

В настоящее время используется широкий ряд машин и рабочих органов для выделения семян из плодов тыквенных культур (рис. 2) [5, 6].

Самую крупную и распространенную группу выделителей с отделяющими аппаратами ударного действия составляют выделители с разделением вороха на сепараторах.

Устройства данного типа выделителей семян основаны на принципе полного измельчения плодов, в результате которого происходит отделение семян от плаценты, а затем отделение от крупной корки на виброрешетном грохоте или цилиндрически-коническом сепараторе.



Рис. 2. Классификация выделителей

Измельченная корка может быть использована в качестве корма скоту, а также сырья для кондитерской и консервной отраслей промышленности.

При выборе технологической схемы выделителя семян необходимо учитывать следующие технологические требования [2]:

обеспечить наиболее полное отделение семян от мякоти, при этом суммарные потери семян не должны превышать 2,5 %;

оказывать минимальное воздействие на мякоть плодов с целью получения высокой чистоты семян;

повреждение семян рабочими органами не должно быть более 0,5 %.

Данный принцип действия позволяет обеспечить выполнение всех технологических требований, учитываемых при разработке выделителей семян из плодов бахчевых культур.

С учетом вышесказанного на базе Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова был разработан и изготовлен образец линии для выделения семян из тыквенных культур (рис. 3) [1].

Общая конструктивно-технологическая схема линии представлена на рис. 4.

Линия включает следующие основные узлы и агрегаты: транспортер 1 для подачи плодов из бурта, бункер-накопитель плодов 2 с мотовилом 3, подающий транспортер 4, измельчающее устройство 5, включающее в себя два барабана,



Рис. 3. Общий вид линии

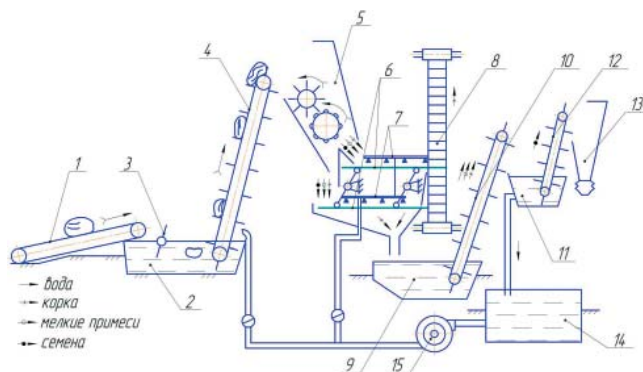


Рис. 4. Конструктивно-технологическая схема линии



сепаратор 6 с душевым устройством 7, транспортер отходов 8, пульпосборник 9, подъемный транспортер 10, отмывочную емкость 11, транспортер семян 12, бункер-накопитель семян 13, сливную емкость 14, насос 15. Бункер-накопитель 2 применяется в зависимости от назначения линии.

Технологический процесс переработки тыквы осуществляется следующим образом.

Плоды тыквы из бурта подаются на транспортер 1 для подачи плодов. Транспортером 1 плоды перемещаются в бункер накопитель плодов 2, заполненный водой. Далее плоды при помощи мотвила 3 попадают на подающий транспортер 4, который подает их в измельчающее устройство 5, где они измельчаются с помощью штифтового барабана (рис. 5).

При измельчении твердокорых сортов тыквы, например, Волжская серая включает-ся второй бичевой барабан с индивидуальным приводом. С помощью подвижного подбарабана осуществляется регулировка зазора между барабанами и деками, а следовательно, и степени дробления плодов. Измельченная масса поступает на сепаратор 6. В результате трения измельченной массы об решета сепаратора, а также действия душевого устройства 7 измельченная масса сепарируется с разделением на две фракции: семена, вода и мелкая фракция мезги; отходы в виде корок и мякоти. Крупные фракции, т.е. отходы в виде корок и мякоти перемещаются по поверхности решета до приемного лотка, откуда транспортером отходов 8 перемещаются в транспортное средство.

Семена и мелкая фракция мезги вместе с водой, пройдя через отверстия решет, перемещаются по направляющему лотку в пульпосборник 9 и накапливаются там. Из пульпосборника семена вместе с водой и мелкой мезгой подъемным транспортером 10 периодически подаются в отмывочную емкость 11, заполненную водой. В емкости осуществляется разделение этих фракций за счет разности плотности мезги и семян. Семена, имея более высокую плавучесть, находятся на поверхности и периодически забираются транспортером

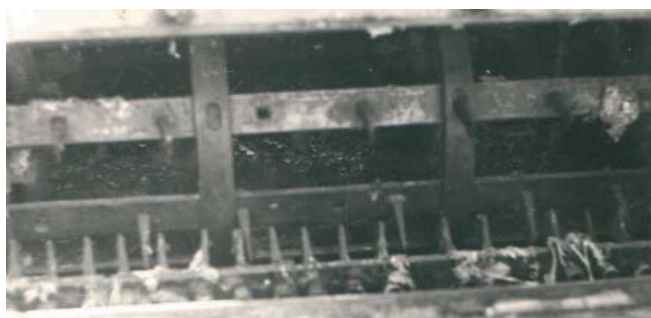


Рис. 5. Штифтовый барабан

семян 12, который перемещает их в бункер-накопитель семян 13. В этом бункере семена обезвоживаются и по мере накопления отгружаются в контейнер или транспортное средство и далее на сушку. Мелкая фракция мезги по центральной воронке и сливному патрубку отводится в отстойник, откуда забирается на корм скоту.

Уровень жидкости в отмывочной емкости 11 поддерживается постоянным за счет перелива избытка воды через сифон с фильтром в сливную емкость 14. Из сливной емкости 14 вода насосом 15 подается к душевому устройству 7 и при необходимости в бункер-накопитель плодов 2. Замкнутая система водоснабжения позволяет значительно снизить расход воды. Управление линией осуществляется с пульта управления.

Как показал анализ, любая технология переработки плодов тыквенных культур включает в себя операцию разрушения плода.

Разрушение плодов тыквенных культур и дальнейшее их выделение по разработанной авторами технологической схеме происходит в результате воздействия на плоды штифтового барабана и дальнейшего разделения вороха на виброрешетном грохоте.

Технологический процесс разрушения плодов тыквенных культур в измельчающем устройстве, заключается в том что вращающийся барабан с закрепленными на нем штифтами, встречая подаваемые к нему плоды тыквенных культур, наносит по ним удар, в результате чего плод разрушается на многочисленные частицы, которые протаскиваются между штифтами неподвижного подбарабана, попадая в сепаратор. В связи с тем, что зазор между барабанами и декой подбарабана может изменяться, может изменяться и степень измельчения.

Процесс выделения семян из плодов тыквенных культур штифтовым барабаном отличается от процесса обмолота зерновых культур. Поэтому расчет имеет некоторые особенности. В работе определяли такие параметры, как длина ротора барабана и число штифтов на барабане, поскольку они обуславливают эффективность процесса выделения семян из плодов бахчевых культур. Так, чем больше длина ротора барабана, тем выше производительность.

Длину ротора барабана находят по формуле

$$L_p = \frac{2(t + \delta)z_6}{K}, \text{ мм}, \quad (1)$$



где t – толщина штифтов, $t = 68$ мм; δ – зазор между штифтами барабана и подбарабannya, $\delta = 12 - 20$ мм; z_6 – число штифтов на барабане; K – число заходов барабана в зависимости от его размеров, $K = 3$.

Определим число штифтов на барабане:

$$z_6 = \frac{Q}{q}, \quad (2)$$

где Q – полная секундная производительность барабана, кг/с; q – производительность ряда штифтов, кг/с.

В измельчающем устройстве плоды тыквенных культур разрушаются на многочисленные куски. Ряд штифтов, проходя по дну подбарабannya измельчающего устройства, отделяют порцию мякоти массой

$$q = h_c S L_p \rho, \quad (3)$$

где h_c – толщина слоя измельченных плодов, м; S – длина нагруженной части штифтового барабана, м; ρ – плотность плодов тыквы, кг/м³.

Производительность предлагаемой линии для выделения семян из плодов тыквенных культур с применением одного штифтового барабана составляет 15...17 т/ч. Чистота семян 95–98 %, повреждение семян менее 0,5 %. Общие потери семян не превышают 2,5 %, что соответствует агротехническим требованиям. Наилучшие качественные показатели предлагаемой линии достигаются при переработке плодов тыквы в оптимальные агротехнические сроки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. 1703045. Устройство для выделения семян из плодов бахчевых культур / В.М. Царев, М.С. Елисе-ев, А.Е. Филоненко, Ю.Е. Трушин; заявл. 08.06.1989, опубл. 07.01.1992.

2. Белик В.Ф. Бахчеводство. – М.: Колос, 1982. – 175 с.

3. Посевные площади и валовые сборы тыквы в России в 2001–2015 гг. – Режим доступа: <http://ab-centre.ru/articles/posevnye-ploschadi-i-valovye-sbory-tykvy-v-rossii-v-2001-2015-gg>.

4. Трушин Ю.Е. Повышение эффективности технологического процесса выделения семян тыквы с обоснованием параметров сепарирующего рабочего органа: дис. ... канд. техн. наук. – Саратов, 2003. – 186 с.

5. Цепляев В.А. Повышение безотказности щеточных выделителей семян из плодов бахчевых культур: дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2006. – 206 с.

6. Шанров М.Н. Механико-технологическое обоснование эффективных технологий и технических средств для первичной переработки плодов тыквы: дис. ... д-ра техн. наук. – Волгоград, 2010. – 393 с.

Елисеев Михаил Семенович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Леонтьев Алексей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Рыбалкин Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Агафонова Эльвира Алексеевна, студентка, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-51.

Ключевые слова: бахчевые культуры; семена тыквы; выделители; разрушение плодов; штифтовый барабан.

MECHANIZATION OF THE PROCESS OF SEEDS' EXTRACTION FROM FRUITS OF GOURDS

Eliseev Mikhail Semenovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Leontiev Aleksey Alekseevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Rybalkin Dmitry Alexeyevich, Post-graduate Student of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Agafonova El'vira Alekseevna, student, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: gourds; pumpkin seed; extractor; fruit destruction; peg-tooth drum.

With the primary processing of fruits of gourds there is a problem of developing means of mechanization to obtain seeds. The study allowed developing a technological line for isolating seeds from gourds fruits on the basis of existing methods. The productivity of the proposed line is 15...17 t /h, the purity of seeds is 95-98%, the seed damage is less than 0.5%, and the total seed losses do not exceed 2.5%, which corresponds to agrotechnical requirements.