

УДК 633.854

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН КЛЕЩЕВИНЫ НА МАЛОТОННАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Дидур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.

Ткаченко В.А., к.т.н., доц.

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина

Тел. (0619) 44-02-74

e-mail: didurva@mail.ru, tba34@mail.ru

Аннотация. Предложена безотходная технология переработки семян клещевины по схеме двухступенчатого отжима и химической детоксикации клещевинного жмыха. Отказ от экстракции масла позволяет применить технологию в малотоннажном производстве, а отделения лузги, химическая детоксикация жмыха даёт возможность получить не только качественное масло, но и высокобелковые кормовые добавки. Отделяемая лузга используется для производства технологического пара.

Ключевые слова: клещевина, обрушивание, двухступенчатый отжим, влаготепловая обработка, химическая детоксикация, кормовые добавки.

Постановка проблемы. Касторовое масло уникальное по своему составу, в котором на рицинолевуую кислоту приходится 90% и более всех жирных кислот, поэтому оно является важным стратегическим сырьём. Масло клещевины используется в военной, химической, машиностроительной, радиоэлектронной, полиграфической, лакокрасочной, медицинской, косметической и других отраслях промышленности. На Украине основным потребителем касторового масла был ОАО «Азмол», который выпускает высококачественные смазочные материалы для машин и механизмов, работающих в тяжелых условиях. Поставщиком касторового масла для ОАО «Азмол» является Индия. В Украине ранее для получения касторового масла высевали 100...110 тыс. га клещевины. Главной причи-

ной прекращения производства клещевины является отсутствия базы для её переработки.

В результате большого отличия физико-механических и химических свойств этой культуры от свойств других семян масличных культур, без капитальной реконструкции предприятий переработку клещевины осуществить невозможно. Для возрождения производства и переработки клещевины целесообразно параллельно расширению площадей под эту культуру создавать мини-заводы по её переработки.

Анализ последних исследований. Ранее переработка семян клещевины осуществлялась по схеме предварительное прессование – экстракция с отделением лузги на шелушильной машине и обезвреживания клещевинного жмыха [1]. Предварительный съём масла осуществлялся в аппаратах Скипина и последующий отжим на шнековых прессах. Обезвреживание клещевинного жмыха производилось в пятичанной жаровне за счёт пропаривания острым насыщенным паром с одновременным вводом горячей воды до влажности 15 – 18% и температуры 105 – 110⁰ в верхнем чане. Последующая сушка осуществлялась глухим паром с доведением температуры до 130 – 135⁰ и снижением влажности до 7,0 – 10%. Обезвреженный жмых, предназначенный для кормовых целей, должен иметь отрицательную реакцию (агглютинации эритроцитов) на присутствие рицина. Содержание металла в пределах 20 – 40 мг/кг и лузги не более 11,0%.

В 1968 году выходит временная инструкция по переработке необрушенных семян клещевины по схеме форпрессования – экстракция [2] Предварительный съём масла в аппарате Скипина был снят с производства. Последующие исследования подтвердили необходимость отказаться от обрушивания семян из-за несовершенства шелушильной машины и технологии подготовки семян к обрушиванию, что вызывало, повышенную масличность отделённой лузги и соответственно потерю масла [3,4].

Рицин инактивируется нагреванием паром и введением влаги. Однако, аллерген клещевины не разрушается при обычном способе детоксикации, и люди, имеющие дело с клещевинным шротом или жмыхом могут приобрести повышенную чувствительность к нему и страдать от аллергических реакций

[5]. Исследования по детоксикации аллергена клещевины производится химическими реагентами.

В настоящее время в Украине создана целая сеть малотоннажных цехов по производству подсолнечного масла (маслобоек). Оборудование этих цехов имеет ряд существенных недостатков. Самым большим недостатком является применение влаготепловой обработки мятки в огненных жаровнях при контактной температуре $400-700^{\circ}\text{C}$, с большой неравномерностью температурного поля в пространстве и во времени, отсутствием возможности управлять тепловыми режимами и невозможностью инактивации ферментной системы разрушенного семени.

Исследованиями, проведенными в США, Англии, СССР [6] и других странах, установлено, что уже при температуре $115 - 135^{\circ}\text{C}$ в растительных маслах интенсивно протекают окислительные и гидролизные процессы. Окисление масел, начавшиеся в процессе переработки семян, продолжают в готовом продукте в процессе хранения, насыщая его канцерогенными и мутагенными продуктами окисления.

Жесткие режимы влаготепловой обработки резко снижают переваримость и усвояемость белков, вызывая гидролиз незаменимых дефицитных аминокислот, прежде всего лизина [7]. Резко снижается качество жмыхов, как высокобелковых кормовых добавок.

Цель исследования. Целью представленной работы является обоснование технологии глубокой переработки клещевины на мини-заводах, которая обеспечит получение высококачественного медицинского, технического касторового масел и клещевинного жмыха – высокобелковой кормовой добавки.

Основная часть. Анализ работ по переработке семян клещевины, проведенных отечественными и зарубежными исследователями и авторами статьи [8,9,10,11,12], позволили разработать для малотоннажных предприятий технологию переработки семян клещевины по схеме двукратное прессование без экстракции и обезвреживание токсических веществ клещевинного жмыха.

Технологическая схема переработки семян клещевины, которая предлагается авторами, представлена на рис. 1. Семена клещевины имеют очень хрупкую оболочку и высокомасличное ядро с очень малой механической прочностью. Ввиду этих специфических особенностей семена клещевины предва-

рительно перед обрушиванием предлагается кондиционировать (подсушивать) до влажности 7,0 – 8,0% и сортировать по размерам на три сорта. Обрушивание семян, сепарирование полученной рушанки, и предварительное грубое измельчение ядра целесообразно производить в комбинированной машине – шельмашине.

Совмещение трёх операций в одной машине сокращает время контакта оболочки с частично разрушенным высоко-масличным ядром, что снижает потери масла в производстве. Откалиброванные семена клещевины из приёмного бункера 1, элеватором 2 со специальными ковшами подаются в бункер шельмашины 3. Семена из бункера через питающий валик поступают в однопарные валцы 4 в зазор между валками, где осуществляется их обрушивание. Чтобы сохранить целостность ядра семени, зазор между валками устанавливается на 0,5 – 1,0 мм меньше средней толщины зерна клещевины. Полученная рушанка поступает на колеблющееся решето 5 с диаметром отверстий 3 мм. Проход через решето, представленный в основном мелкой оболочкой, транспортируется колеблющимся наклонным днищем 6, собирается в желоб и выводится за пределы шельмашины. Ядро и крупная оболочка движется сходом с решета и попадает в пневмосепарирующий канал 7. Ядро, как более тяжелая фракция, падает вниз на однопарные валцы 8.

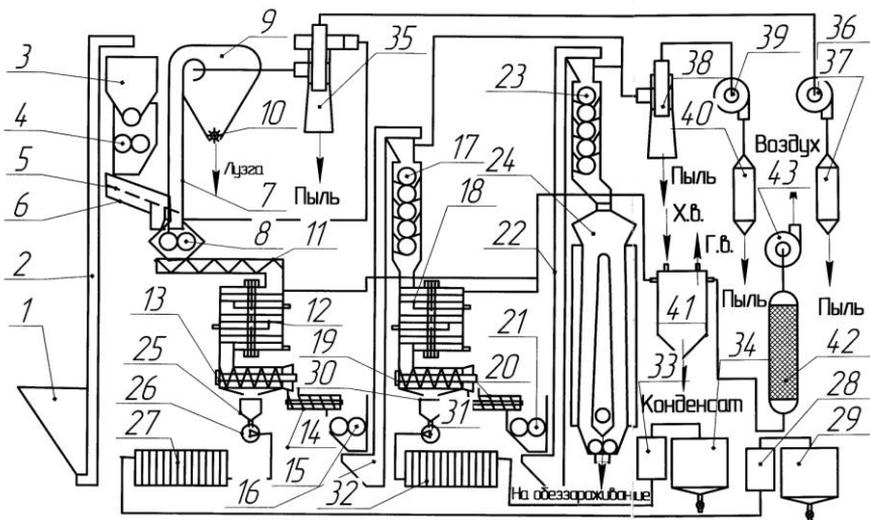


Рисунок 1 – Технологическая схема переработки семян клещевины:

1 – приёмный бункер, 2 – элеватор, 3 – бункер шельмашины, 4, 8, 15, 21 – однопарные вальцы, 5 – колеблющее решето, 6 – колеблющее днище, 7 – пневмосепарирующий канал, 9 – осадочная камера, 10 – вакуумный затвор, 11 – шнеки-инактиватор, 12 – многочанная жаровня, 13 – форпресс, 14, 20 – ломальный шнек, 16, 22 – нория, 17, 23 – пятивалковый станок, 18 – многочанная жаровня, 19 – экспеллерный пресс, 24 – охладительная колонка, 25, 30 – сдвоенная гущеловушка, 26, 31 – насос, 27, 32 – фильтр-пресс, 28, 33 – трубчатый теплообменник, 29, 34 – бак, 35, 40 – регулируемый циклон, 36, 39, 43 – центробежный вентилятор, 37 – рукавный фильтр, 38 – циклон, 41 – теплообменник, 42 – адсорбер.

Ядро семян клещевины вследствие его высокой масляности при тщательном измельчении превращается в мазеобразный, комкающийся, почти нетранспортабельный продукт, в котором равномерное распределение влаги на последующей операции (влаготепловая обработка) практически невозможно. Поэтому ядро семян клещевины подвергают грубому дроблению на однопарных плющильных вальцах 8. Зазор между вальцами устанавливают на 1,0 – 2,0 мм меньше, чем толщина средней фракции ядра.

Отделённая лузга подхватывается струёй воздуха, создаваемой вентилятором 36 и уносится в центробежную осадочную камеру 9 шельмашины, где за счёт центробежных сил и увеличения объёма осаждаётся и выводится через вакуумзатвор 10 за пределы шельмашины. Лузжистость ядра не должна превышать 8,0 – 10,0%, вынос ядра в оболочку 0,3 – 0,4%, масляность отходящей лузги не более 1,5 – 1,8%.

Лузга с осадочной камеры 9 и проход с колеблющегося решета шельмашины пневмотранспортом подаётся в приёмный бункер парового котла для обеспечения технологического пара.

Семена клещевины имеют наиболее активную (сравнительно с другими масляными культурами) липазу, поэтому после измельчения ядра необходимо проводить инактивацию ферментного комплекса, для чего используется шнеки-инактиватор 11. Инактивацию ферментной системы полученной мятки необходимо производить увлажнением и нагревом в

течение 30 – 40 с насыщенным острым паром до влажности 9,0 – 10,0% и температуры 85 – 90°C. При этом кислотное число прессовых масел снижается в среднем на 0,6-0,8 мг КОН сравнительно с маслами, которые получают с применением обычного способа жарения.

Из шнека-инактиватора мятка поступает в многочанную жаровню 12. В верхнем чане жаровни влажность мятки доводят до 13,0 – 13,5 %. Увлажнённую мятку подвергают дальнейшей тепловой обработке в самопропаривающихся слоях толщиной 350 – 450 мм с доведением влажности при входе в пресс до 5,0 – 6,0 % и температуры 100 – 105°C. Продолжительность жарения мезги при нормальном заполнении жаровен должна составлять 45 – 60 мин. Давление зарубашечного пара в жаровне должно быть 0,5 МПа. Отвод влаги из жаровни производится с помощью естественной аспирации через вытяжные трубы, не допуская подсоса воздуха в чаны жаровни.

Предварительный отжим мезги производится на форпрессе 13. Величина зазора между зерными пластинами должна составлять: на I ступени – 1,5 мм, на II – 1,0, на III – 0,75 и на IV – 0,45 мм, частота вращения шнекового вала 18 об/мин. Масличность ракушки на выходе из форпресса 17 – 20%, влажность форпрессового жмыха 6 – 6,5%.

Измельчение форпрессового жмыха производят последовательно в ломальном шнеке 14 для жмыха, однопарных вальцах 15 и на пятивалковом станке 16. Измельчённый форпрессовый жмых по степени измельчения должен быть максимально однородным с содержанием прохода через одномиллиметровое сито не менее 80%. Подачу предварительно измельчённого форпрессового жмыха осуществляют норией 16. Пятивалковый станок 17 устанавливается над многочанной жаровней 18 экспеллерного пресса 19.

Измельчённый форпрессовый жмых подаётся в верхний чан экспеллерной жаровни 18. В верхнем чане жаровен шнековых форпрессов мезга подвергается вторичному увлажнению до 7 – 7,5% водой, и насыщенным острым паром. Увлажнённая мятка проходит дальнейшую тепловую обработку в самопропаривающихся слоях толщиной 250 – 350 мм с доведением влажности при входе в пресс до 3,7 – 4,2% и температуры 115 – 120°C. Продолжительность жарения мезги при нормальном заполнении жаровен должна составлять 45 – 60

мин. Давление зарубашечного пара в жаровне должно быть 0,5 МПа.. Отвод излишней влаги из второго и третьего чанов регулируют задвижками вытяжных окон без принудительной вентиляции.

Окончательный отжим производится в экспеллерном прессе 19. Зазоры между зерными пластинками (мм): I секции – 0,8 – 1,0; II секции – 0,5 – 0,7; III секции – 0,25; IV секции – 0,15. Частота вращения шнекового вала 4,5 – 5,5 об/мин. Масличность жмыха при фактической влажности, не выше 6,0%.

Измельчение экспеллерного жмыха производят последовательно в ломальном шнеке 20 для жмыха, однопарных вальцах 21 и на пятивалковом станке 23, подача в который осуществляется норией 22. Измельчённый экспеллерный жмых по степени измельчения должен быть максимально однородным с содержанием прохода через одномиллиметровое сито не менее 80%. Измельчённый экспеллерный жмых далее поступает в охлаждающую колонку 24 и в цех детоксикации рицина, рицинина и аллергенов.

Форпрессовое масло с пресса 13 поступает в сдвоенную гуцеловушку 25, с которой насосом 26 подаётся в фильтрпресс 27 и далее в трубчатый теплообменник 28, бак 29 склада готовой продукции. Экспеллерное масло с пресса 19 поступает в сдвоенную гуцеловушку 30, с которой насосом 31 подаётся в фильтрпресс 32 и далее в трубчатый теплообменник 33, бак 34 склада готовой продукции.

Фильтрацию касторового масла следует проводить при 90 – 95°C и давлении 0,2 – 0,3 МПа через два слоя бельтинга ГОСТ 332. Получаемое по такой схеме очистки, масло содержит 0,1 – 0,25% весового отстоя и не более 0,09% фосфора в пересчёте на стеароолецитин, что позволяет полностью отказаться от паровой гидратации.

Для улавливания пыли семян клещевины предусмотрена полужамкнутая система очистки воздуха в шельмашине 4-10. Для разделения потока применяется регулируемый циклонный аппарат РЦР 35 с дополнительно устроенным улиточным разделителем потока. Запылённый воздух аспирируется из центробежной осадочной камеры шельмашины и зоны отвеивания и направляется в регулируемый циклонный аппарат. Здесь отделяется свыше 91% пыли и происходит разделение потока на две части. Один поток (выходящий из раскручи-

вающей улитки) возвращается в пневмосепарационный канал шельмашины, а другой поток подаётся центробежным вентилятором 36 на вторую ступень очистки – рукавный фильтр 37. Степень очистки в рукавном фильтре свыше 96 %.

Отсос воздуха от остального оборудования, выполняющего механические процессы переработки семян клещевины, происходит вентилятором 39 с двухступенчатой очисткой воздуха в циклонном аппарате 38 и рукавном фильтре. 40.

Таким образом, применение полужамкнутой системы очистки воздуха в шельмашине с использованием регулируемого циклонного аппарата с дополнительно устроенным улиточным разделением потока, двухступенчатая очистка воздуха при механической обработке семян клещевины циклон и матерчатый фильтр, а при влаготепловой обработке трубчатый теплообменник и адсорбер с активированным углём обеспечивают надёжную защиту окружающей среды.

Отсос паровоздушной смеси из жаровен 12 и 18 осуществляется вентилятором 43 и проходит двухступенчатую очистку конденсацией паров в трубчатом теплообменнике 41 и в адсорбере 42 с активированным углём.

Получаемый при производстве отжим – экстракция шрот, а при двухступенчатом отжиге жмых являются ценными кормовыми продуктами. Так в шроте масличность составляет 1,34 – 2,81%, содержание в нём протеина достигает 41,00 – 50,00%, золы 4,30 – 10,70%, клетчатки 24,60 – 37,50, безазотисто-экстрактивных веществ 41,00 – 50,00%. Однако, шрот и жмых клещевины недопустимы для кормления сельскохозяйственных животных из-за наличия в нём растительного токсальбумина – рицина и алкалоида – ризицина. По биологическим свойствам ризин представляет собой клеточный яд, ингибирующий энзиматическую активность некоторых систем. Ризин отличается высокой токсичностью. Особенно он ядовит для теплокровных животных.

Подобно другим токсинам, ризин способен вызывать агглютинацию красных кровяных телец. Денатурация рицина при нагревании сопровождается потерей им токсических свойств. Наиболее часто для обезвреживания шрота используется влаготепловая обработка в чанных тостерах не менее 1,5 – 2,0 ч при исходной влажности 24 – 26 % и конечной температуре не ниже 135⁰. Обработка считается законченной при от-

рицательной пробе на рицин. Рицинин гораздо легче обезвреживается, поэтому при обезвреживании рицина, считается полностью обезвреживается и рицинин. Жесткие режимы влаготепловой обработки резко снижают переваримость и усвояемость белков, вызывая гидролиз незаменимых дефицитных аминокислот, прежде всего лизина и метионина. Снижение растворимости белков является следствием их денатурации. Кроме того, при жесткой влаготепловой обработке происходит реакция меланоидинообразования – взаимодействия белков и углеводов, в результате чего ухудшается аминокислотный состав белков. Резко снижается качество жмыха или шрота, как высокобелковых кормовых добавок.

Учитывая, что применяемые в настоящее время способы обеззараживания клещевинного шрота сложны и энергоёмки, а также их применение не всегда даёт полное обезвреживание, крайне важна разработка химического способа обеззараживания шрота и жмыха клещевины с целью их использования в кормлении животных. В связи с этим определённый интерес представляют исследования при обработке шрота щелочными растворами аммиака или гидроксила натрия. После такой обработки достигается почти полная детоксикация шрота. Принципиальным отличием такого способа обработки есть обеззараживания водорастворимой фракции белка рицина гидролизом, а не денатурацией белка. Возможно, химическая обработка обезвреживает гидролизом и белково-полисахаридную фракцию аллергена. К сожалению, в данных исследованиях содержание аллергена не определялось.

В институте механизации животноводства были проведены исследования химических способов обеззараживания шрота клещевины с целью его последующего использования в кормлении животных. Для определения степени детоксикации шрота использовали реакцию агглютинации эритроцитов. Для определения токсичности шрота, различных способов обеззараживания проводилось подкожное введение экстракта исследуемого образца шрота кроликам. Лучшие результаты были получены при обработке клещевинного шрота 40% раствором едкого натрия *NaOH* в количестве 4 – 5% от массы шрота за счёт выдержки обработанного шрота в течение 5 – 7 суток. Изучение переваримости питательных веществ рационов при

включении 33,6 – 33,8% клещевинного шрота обезвреженного химическим методом показало, что применение едкого натрия повышает переваримость протеина, жира и золы по сравнению с использованием кальцинированной соды.

Полученные результаты позволили авторам статьи разработать технологическую линию по обезвреживанию клещевинного жмыха химическим способом. Технологическая схема детоксикации клещевинного жмыха представлена на рис.2

Измельчённый, охлаждённый жмых поступает в приёмный бункер 1 линии детоксикации. Далее жмых подаётся в смеситель СКО-Ф-3 2, куда подаётся 40% раствор $NaOH$ в количестве 4 – 5% от массы жмыха. Раствор готовится на специальной линии. Здесь сухой порошок щёлочи подаётся транспортёром 7 в смеситель 8, где готовится раствор, который поступает в накопительную ёмкость 9, а затем насосом-дозатором 10 распыливается в смесителе СКО-Ф-3 2. Готовая смесь раздаточным транспортёром 3 подаётся в один из бункеров-детоксикаторов 4. Здесь в течение 5 – 7 суток при температуре 55 – 60⁰ происходит гидролизация рицина и рицинина. Готовый жмых после охлаждения подаётся в сборный транспортёр 5, а оттуда через норрию 6 на склад готовой продукции или в транспортное средство непосредственно заказчику.

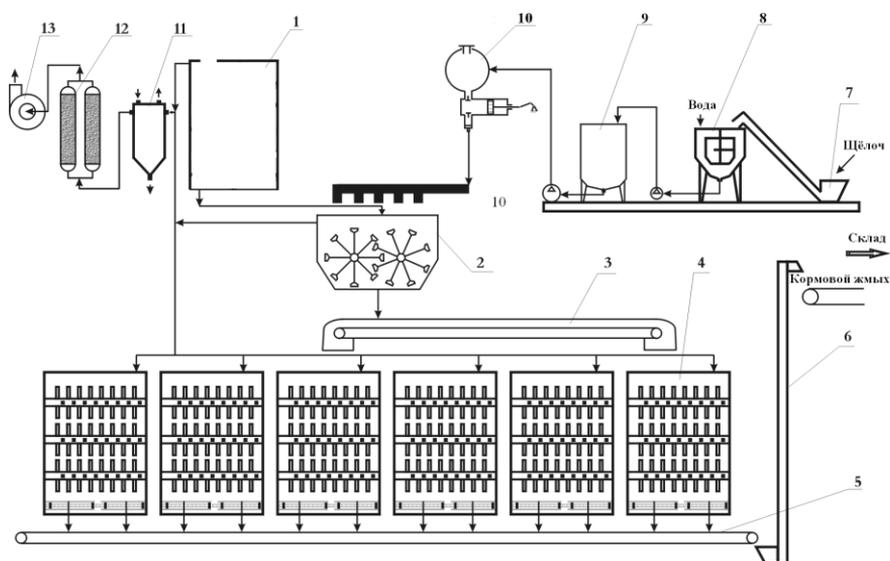


Рисунок 2 – Технологическая схема детоксикации клещевинового жмыха:

1 – приёмный бункер, 2 – смеситель, 3 – раздаточный транспортёр, 4 – бункер –детоксикатор, 5 – сборочный транспортёр, 6 – нория, 7 – загрузочный транспортёр, 8 – смеситель, 9 – накопительная ёмкость, 10 – насос-дозатор, 11 – трубчатый теплообменник, 12 – адсорбер с активированным углём, 13 – центробежный вентилятор

Отсос паровоздушной смеси из системы детоксикации осуществляется вентилятором 13 и проходит двухступенчатую очистку конденсацией паров в трубчатом теплообменнике 11 и в адсорбере 12 с активированным углём.

По нашим данным конструкция шельмашин, изготовленных по чертежам СКБ «Продмаш», позволила достичь большого съёма лузги. Однако увеличение съёма лузги до 7 – 10% приводит к росту её масличности до 3,5 – 4,3%. Это оправдало отказ отделения лузги вообще.

Поэтому в предлагаемой технологии мы ввели дополнительные операции перед обрушиванием: кондиционирования влажности семян до 7,0 – 8,0% и сортировку их по размерам на три сорта, а также совмещение в шельмашине третьей операции грубого измельчения. Кроме этого, для снижения масличности отделяемой лузги проведена оптимизация процесса сепарирования рушанки на колеблющемся решете и в вертикальном пневмосепарирующем канале.

Технологические расчёты показали, что предлагаемая технология переработки при исходной масличности семян клещевины 55% позволит получить выход форпрессового масла 48,66%, экспеллерного масла 1,49% с потерей масла в жмыхе 1,49% и в лузге 0,31%. Выход жмыха 24,77%, лузги 15,53%. Содержание лузги в жмыхе 8 – 10%.

Выводы.

1. Предлагаемая технология со шнеком-инактиватором паровыми жаровнями двухступенчатым отжимом позволяют на мини-заводах отказаться от экстракции и получать касторовое масло высокого качества, а обеззараживания клещевинового жмыха обработкой 40% раствором гидроксила натрия с последующей выдержкой получить высокобелковую кормовую добавку и снизить энергоёмкость процесса.

2. В предлагаемой технологии за счёт введения дополнительных операций перед обрушиванием: кондиционирования влажности семян 7,0 – 8,0% и сортировка их по размерам на три сорта, а также совмещение с шельмашиной третьей операции грубого измельчения и оптимизация процесса сепарирования рушанки снижают потери масла в производстве. Технологические расчёты показали, что предлагаемая технология переработки при исходной масличности семян клещевины 55% позволит получить выход форпрессового масла 48,66%, экспеллерного масла 1,49% с потерей масла в жмыхе 1,49% и в лузге 0,31%. Выход жмыха 24,77%, лузги 15,53%. Содержание лузги в жмыхе 8 – 10%.

3. Применение полужамкнутой системы очистки воздуха в шельмашине с использованием регулируемого циклонного аппарата с дополнительно устроенным улиточным разделением потока, двухступенчатая очистка воздуха при механической обработке семян клещевины циклон и матерчатый фильтр, а при влаготепловой обработке трубчатый теплообменник и адсорбер с активированным углём обеспечивают надёжную защиту окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Переработка семян клещевины // Технологические инструкции масло-жировой промышленности. том 1. Хранение и переработка масличных семян. – М. Пищепромиздат, 1956. – С. 225 – 232.

2. Переработка необрушенных семян клещевины по схеме форпрессование – экстракция (временная инструкция) // Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров, том IV, вып.4. – Л.: ВНИИЖ. 1968. – С. 64 – 72.

3. Стам Г.Я. Переработка семян клещевины по схеме предварительное прессование – экстракция /Г.Я Стам.- Масложировая промышленность, 1977. – №2. – С. 16 – 19.

4. Кошкарлова В.А. Переработка семян клещевины экстракционным способом без отделения лузги / В.А.Кошкарлова. -Масложировая промышленность, 1974. – №6. – С. 8.

5. Бетскарт А.А. Белок подсолнечника, сафлора, кунжута и клещевины / А.А. Бетскарт, К.К. Лайон, Г.О. Колер:

пер. с англ Н.И. Яковлевой; под ред. и с предис. В.Н.Сойфера // Источники пищевого белка – М.: Колос, 1979. – С. 104 – 133.

6. Маркелова С.Н. Исследование влияния технологических воздействий при переработке семян подсолнечника на течение окислительных гидролитических процессов в липидной фракции / С.Н. Маркелова, В.А Ткаченко // Збірник наукових праць ІОК УА-АН. – Запоріжжя, 1997. – Вип. II – ювілейний – С. 27 – 33.

7. Щербаков В.Г. Химия и биохимия переработки масличных семян /В.Г. Щербаков. – М.: Пищевая промышленность, 1977–168 с.

8. Дідур В.А. Технологія безвідходної (глибокої) переробки насіння рицини /В.А. Дідур, В.О. Ткаченко, С.М. Маркелова //Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2003. – Вип. 15. – С. 3 – 10.

9. Ткаченко А.В. Математическая модель влаготепловой обработки мятки семян масличных культур в многочанной жаровне / А.В.Ткаченко, В.В. Дидур, В.А. Дидур, В.А. Ткаченко // Праці ТДАТУ – Мелітополь.. 2012. – Вип. 12, том 1. – С. 23 – 34.

10. Ткаченко В.А. Моделирование процесса отжима мезги масличных семян в шнековых прессах / В.А.Ткаченко, В.А. Дидур, А.В.Ткаченко, В.В. Дидур// Праці ТДАТУ. Мелітополь. 2011. – Вип. 11, том. 2. – С. 3 – 14.

11. Дидур В.А, Влияние противотоков в шнековом прессе на эффективность его работы /В.А. Дидур, В.А. Ткаченко, А.В. Ткаченко, В.В. Дидур // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11, том 4. – С. 20 – 34.

12. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел /Белобородов В.В. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 478 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Castor-oil plant seeds processing // Tehnologicheskie instruktsii maslo-zhirovoy promishlennosti. Tom1. Hranenie i pererabotka maslichnyh semyan. – М. Pishchepromizdat, 1956. – S. 225 – 232.

2. Raw castor bean processing under the scheme prepressing- extraction (temporary instruction) // Rykovodstvo po

tehnologii polucheniya i pererabotki rastitel'nih masel i zhirov, tom IV, vyp.4. – L.: VNIIZH. 1968. – S. 64 – 72.

3. Stam G.Ya. Castor-oil plant seeds processing under the scheme preforming- extraction / G.Ya. Stam. – Maslozhirovaya promishlennost', 1977. – №2. – S. 16 – 19.

4. Koshkarova V.A, Castor-oil plant seeds processing by extraction method without husk separation / V.A. Koshkarova// Maslozhirovaya promishlennost', 1974. – №6. – S. 8.

5. Betskart A.A. Protein of sunflower, safflower, sesame and castor bean/ A.A. Betskart, K.K. Laion, G.O.Koler; per. s angl. N.I. Yakovlevoy; pod. red. i s predis. V.N.Soifera // Istochniki pishchevogo belka/ – M.: Kolos, 1979. – S. 104 – 133.

6. Markelova S.N. Investigation of the impact of technological influence under sunflower seed processing on the course of oxidizing hydrolytic processes in lipidic fraction / S.N. Markelova, V.A. Tkachenko // Zbirnyk naukovykh prats IOK UAAN. – Zaporizhya, 1997. – Vyp. II – uyvileiny – S. 27 – 33.

7. Shcherbakov V.G. Chemistry and biochemistry of oilseeds/ V.G. Shcherbakov. – M.: Pishchევaya promishlennost', 1977–168 s.

8. Didur V.A. Technology of waste-free (deep) castor bean processing / V.A. Didur, V.O. Tkachenko, S.M. Markyelova // Pratsi TDATA. – Melitopol, 2003. – Vyp. 15. – S. 3 – 10.

9. Tkachenko A.V. Mathematical model of moisture thermal processing of oilseed meal in multi-vat brazier / A.V.Tkachenko, V.V. Didur, V.A. Didur, V.A. Tkachenko // Pratsi TDATU.– Melitopol, 2012. – Vyp. 12, tom 1. – S. 23 – 34.

10. Tkachenko V.A. Modelling of oilseed pulp extraction process in expeller / V.A. Tkachenko, V.A. Didur, A.V.Tkachenko, V.V. Didur// Pratsi TDATU.– Melitopol, 2011. – Vyp. 11, tom 2. – S. 3 – 14.

11. Didur V.A. The impact of countercurrents in expeller on efficiency of its operation / V.A. Didur, V.A. Tkachenko, A.V.Tkachenko, V.V. Didur // Pratsi TDATU.– Melitopol, 2011. – Vyp. 11, tom 4. – S. 20 – 34.

12. Beloborodov V.V. General processes of plant oil production/ V.V.Beloborodov. – M.: Pishchევaya promishlennost', 1966. – 478 s.

TECHNOLOGY OF CASTOR-OIL PLANT SEEDS PROCESSING AT SMALL-CAPACITY PLANTS

V.A. Didur , V.A. Tkachenko

Summary

The waste-free technology of processing under the scheme of two-stage extraction and chemical detoxication of castor-oil plant oilcake has been suggested.

The refusal from oil extraction permits to apply the technology at small-capacity plants and husk separation, chemical detoxication provides an opportunity to produce not only oil but high-protein feed additives. The separated husk is used to produce process steam.

Key words: castor-oil plant, hulling, two-stage extraction, wet-heat treatment, chemical detoxication, feed additives.