

ФГБОУ "

"

Агропромышленный

Кафедра

Конспект

Использование вторичных ресурсов отрасли

Ростов-на-дону 2018

Составитель:

. .

Представлены номенклатура и классификация отходов растениеводства. Содержит сведения объемов образования отходов, основные направления использования, современные технологии и оборудование по переработке вторичных сырьевых ресурсов и отходов на пищевые, кормовые и технические цели.

Издание предназначено для специалистов агропромышленного комплекса (в том числе сельскохозяйственных товаропроизводителей), специалистов перерабатывающих отраслей и инженерно-технической сферы АПК.

ВВЕДЕНИЕ

В Законе Российской Федерации от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды», в Федеральном законе «Об отходах производства и потребления», в задачах, поставленных Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», определена стратегия решения вопросов охраны окружающей среды на данном этапе развития научно-технического прогресса. Реализация программы связана с организацией экологически безопасного и безотходного производства, расширением ресурсных возможностей за счет внедрения энергоресурсосберегающих технологий, позволяющих рационально использовать первичные сырьевые ресурсы, комплексно перерабатывать вторичные сырьевые ресурсы с превращением их в новые полезные продукты с максимальным сохранением в них баланса ценных компонентов сырья.

На заседании Совета Безопасности в январе 2008 г. Президент России Дмитрий Медведев заявил: «Сектор чистых технологий невозможен без решения вопросов утилизации и вторичного использования отходов. Считаю, что действительно современный вариант ответа на ситуацию – создание в стране целой отходоперерабатывающей индустрии». Это высказывание в полной мере относится и к агропромышленному сектору страны.

По данным Минсельхоза России в АПК ежегодно генерируется более 770 млн т отходов.

Предприятиями перерабатывающего подкомплекса АПК ежегодно в атмосферу выбрасывается в среднем около 300 тыс. т загрязняющих веществ (ЗВ). Из них твердые составляют 109 тыс. т (36,5%), газообразные и жидкие – 190 тыс. т (63,5%). Среди выбросов наибольший удельный вес занимают выбросы азотной кислоты (8,4%), аммиака (8,5%), фтористых соединений (5-6%), сажи (3,2%).

Загрязнения, поступающие в почву, по источникам образования делятся на промышленные и сельскохозяйственные. Основ-

ные промышленные отходы – это транспортные, шламы, моечно-транспортные осадки, фильтрационный осадок, активный ил, отходы при фильтрации и упаковке зачистки и др. К сельскохозяйственным отходам относятся органические отходы отраслей растениеводства, животноводства и перерабатывающей промышленности.

Основными направлениями сокращения и вовлечения в хозяйственный оборот вторичных сырьевых ресурсов и отходов агропромышленного комплекса могут стать:

- оптимизация технологий растениеводства и животноводства с целью уменьшения отходов и потерь производства;
- переход на мало- и безотходные, а также маловодные циклы переработки сельскохозяйственной продукции;
- разработка прогрессивных технологических процессов получения новых видов пищевых продуктов и добавок, улучшающих пищевую и биологическую ценность продуктов, замена традиционных видов первичного сырья вторичным;
- разработка и совершенствование технологий по производству полноценных, обогащенных полезными компонентами, кормов для сельскохозяйственных животных на основе отходов;
- разработка новых технологических процессов производства из отходов продукции технического назначения;
- разработка технических средств и процессов, обеспечивающих сокращение выбросов и переводение их в экологически чистые формы, уменьшение загрязненности сточных вод, извлечение из них и концентрация продуктов очистки, их дальнейшая переработка;
- организация вертикально-интегрированных компаний, объединяющих в едином комплексе производство растительного сырья, животноводческие фермы, перерабатывающие предприятия и установок по переработке отходов.

Только комплексная переработка сельскохозяйственного сырья, наиболее полное извлечение из него ценных компонентов, рецилинг отходов производства станут резервами увеличения выработки продукции, повышения эффективности производственной сферы и сохранения экологического природного равновесия.

1. ВТОРИЧНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ И ОТХОДЫ АПК

Агропромышленный сектор экономики представляет собой отходоемкую отрасль. Производство основного сельскохозяйственного продукта связано с образованием большого количества отходов. Выход основного продукта иногда составляет 15-30% от массы исходного сырья. Остальная часть, содержащая значительное количество ценных веществ, в данном производственном процессе не используется, переходит в так называемые отходы производства, которые часто являются вторичным сырьем для производства дополнительной продукции.

В результате сельскохозяйственного производства образуются следующие виды продукции и отходов.

Основная продукция – та продукция, для получения которой создано и осуществляется данное производство. Основной продукт всегда является товарным, имеет стандарт и цену.

Побочный продукт – дополнительная продукция, образующаяся при производстве основной продукции и не являющаяся целью данного производства, но пригодная как сырье в другом производстве или для потребления в качестве готовой продукции.

Побочные продукты производства образуются в результате физико-химической переработки сырья наряду с основной продукцией в едином технологическом цикле и сохраняют максимум полезных веществ в неизменном виде.

Побочные продукты, как правило, являются товарными, имеют стандарт или технические условия и установленную цену.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий и продуктов, образовавшиеся в течение или по завершении производственного процесса, не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью и утратившие свои потребительские свойства.

Отходы делятся на используемые и неиспользуемые.

Используемые отходы производства – те отходы, относительно которых имеется возможность и целесообразность их использова-

ния непосредственно или после обработки. Используемые отходы рассматриваются как вторичные сырьевые ресурсы (ВСР).

К этой группе отходов относится наибольшее число отходов в АПК, которые могут быть реализованы в дальнейшем (после дополнительной подработки) в качестве сырья или добавок к нему при производстве новой продукции либо непосредственно (без переработки) как продукция другого назначения (например, корма).

Неиспользуемые отходы – отходы производства, для которых на сегодняшний день не установлена возможность или целесообразность использования как непосредственно, так и после обработки.

Однако с внедрением прогрессивных технологических процессов, передовой техники, новых видов сырья и с изменением спроса на вырабатываемую продукцию отходы производства могут менять свою общественную полезность. Так, неиспользуемое или малоиспользуемое сырье может стать исходным материалом для получения других конечных и промежуточных продуктов, приобрести качество товара и стать объектом купли-продажи.

В издании использованы материалы Минсельхоза России, научных организаций Россельхозакадемии, информационные ресурсы ФГБНУ «Росинформагротех» и другие. Для удобства изложения вторичные сырьевые ресурсы и отходы АПК будут именоваться единым термином – отходы.

1.1. Объемы образования отходов АПК

По разным источникам, общее количество сельскохозяйственных отходов достигает 630-650 млн т. Отходы лесо- и деревообработки составляют 700 млн т. Около 90 млн м³ – это твердые отходы, в основном пищевая упаковка (бумага, металл, картон, стекло, полимерные материалы и т.д.). Отходы пищевых и перерабатывающих производств составляют в среднем 30 млн т в год.

На рис. 1 представлена диаграмма объемов образования отходов в АПК.

Наибольшая часть отходов приходится на отрасль животноводства (56%), второе место занимают отходы растениеводства (35,6%). На долю перерабатывающих отраслей приходится 4,7% отходов [102].



Рис. 1. Структура образования отходов в АПК Российской Федерации

Вовлечение в сферу производства сырьевых отходов, повторное их использование называется рециклингом. Рециклинг обеспечивает расширение сырьевой базы агропромышленного комплекса при одновременной экономии затрат труда. Выпуск дополнительной продукции из вторичного сырья обеспечивает снижение издержек производства на единицу конечной продукции при тех же затратах на сырье.

1.2. Классификация вторичных ресурсов и отходов АПК

Классификация вторичных ресурсов и отходов производства дает первичную информацию о качествах и свойствах отдельных групп или классов ВСР и отходов.

ВСР и отходы АПК можно классифицировать по следующим признакам [100]:

- *по источникам образования:* растительные, например, стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, картофельная мезга, отходы сенажа и силоса, свекловичный жом, жмых (шрот),

зернокартофельная барда, виноградные выжимки и т.д.; животные – кровь, кость, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта, навоз и т.д.; минеральные – отходы соляной промышленности; химические – отходы производства синтетических моющих средств, парфюмерно-косметической отрасли и др.;

- *по отраслевой принадлежности*: например, в пищевой и перерабатывающей промышленности по этому признаку различают отходы сахарной, масложировой, спиртовой, крахмалопаточной, пивоваренной, чайной, табачной, зерноперерабатывающей, плодоовощной, пищевых концентратной, хлебопекарной, молочной, мясной промышленности;

- *по агрегатному состоянию*: твердые – солома, подсолнечная лузга, хлопковая шелуха, солодовые ростки, кукурузный зародыш, виноградные и плодоовощные семена, кость, жирсырье, шерсть, щетина и т.д.; пастообразные – фильтрационный осадок, навоз, меласса, шламы сепараторов; жидкие – соапсток, мелассная барда, клеточный сок картофеля, дрожжевые осадки, кровь, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта и др.; газообразные – углекислота брожения;

- *по технологическим стадиям получения*: получаемые при первичной переработке сырья – свекловичный жом, плодовые косточки, яблочные и виноградные выжимки, кровь, кость, шерсть, обезжиренное молоко и др.; получаемые на стадии вторичной переработки продукции – рафинадная патока, фосфатидные концентраты, отбельные глины, последрожжевая мелассная барда, молочная сыворотка и др.; получаемые при промышленной переработке отходов – косточковая крошка, отходы производства пищевых концентратов, фильтрат цитрата кальция и др.;

- *по возможности повторного использования без доработки*: крошка, брак, лом хлеба, хлебобулочных, мучных, кондитерских, макаронных изделий и т.д.;

- *по материалоемкости*: многотоннажные (условно свыше 100 тыс. т в год) солома, свекловичный жом; дефекат, шроты (жмых), картофельная и кукурузная мезга и др.; навоз, птичий помет, кровь, коллагенсодержащее сырье, сыворотка, пахта, обезжиренное молоко и т.д.; малотоннажные (условно до 100 тыс. т в год) – гудрон, остаточные пивные дрожжи, табачные отходы и др.;

- *по степени использования*: полностью используемые – меласса,

свекловичный жом, кровь, кость, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта и др.; частично используемые – дефекаат, углекислый газ, картофельный сок; отбельные глины, хмелевая дробина и др.;

• *по направлениям последующего использования:*

а) для производства пищевых продуктов путем промпереработки (как сырье в отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности) – меласса, хвостики и «бой» свеклы, фосфатидные концентраты, яблочные выжимки, кукурузные зародыши, плодовые косточки, кровь, кость, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта.

Здесь выделяют два направления – использование ВСП в традиционных продуктах питания и в качестве добавок и улучшителей для продукции нового поколения.

Второе направление использования явилось следствием общего пересмотра основных свойств и назначений пищевых продуктов. Если раньше основное внимание было обращено на калорийность и питательность продуктов, то в настоящее время в связи с ухудшением общей экологической обстановки и изменением науки о питании особое внимание уделяется производству продуктов функционального назначения.

Многие виды ВСП и отходов АПК по химическому составу отвечают этим требованиям, так как содержат небольшое количество жиров, сахаров и почти полностью состоят из растительных и животных белков, клетчатки и пищевых волокон – так называемых «балластных веществ»;

б) в качестве кормов в сыром или доработанном виде – солома и ботва сельскохозяйственных растений, сырой и сушеный свекловичный жом, зернокартофельная и мелассная барда, картофельная и кукурузная мезга, шрот (жмых), пивная дробина, костная мука, молочная сыворотка и др.;

в) в качестве сырья для производства продукции технического назначения (как сырье для переработки в смежных отраслях) – солома, древесные опилки, кукурузный экстракт, подсолнечная лузга и хлопковая шелуха, глютен, косточковая крошка, винно-кислая известь, кость, шерсть, перо и др.;

г) в качестве удобрений – навоз, птичий помет, дефекаат, клеточный сок картофеля, табачная пыль и др.;

д) в строительстве – отходы известняка, упаренная последрожде-

вая барда, стебли зерновых, подсолнечная и хлопковая лузга, гипсовый шлам и др.;

е) в качестве топлива – солома, растительные остатки, древесные опилки, навоз, куриный помет, отработанные растительные масла, подсолнечная лузга, жмых, шрот, кофейный шлам и др.;

• *по степени воздействия на окружающую среду*: опасные и безопасные.

Опасные отходы – отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичность, взрывоопасность, высокая реакционная способность) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, а также те, которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Существуют IV класса опасности: I класс – чрезвычайно опасные, II – высокоопасные, III – умеренно опасные и IV класс – малоопасные. Образование и движение этих отходов подлежат статистическому учету.

К опасным отходам также относят отходы, которые сами по себе, не являясь токсичными, попадая в окружающую среду, вступают с ней во взаимодействие, что приводит к экологически неблагоприятным воздействиям. Это – гудрон, сивушное масло, эфиральдегидная фракция, табачная пыль; зерновая пыль (при хранении взрывается); пыль кормовых дрожжей (при попадании в дыхательные пути человека вызывает заболевания микробиологического характера); диоксид углерода, образующийся при брожении, изменяет состав атмосферного воздуха и др.

Безопасные (или практически неопасные) отходы – древесные опилки, свекловичный жом, меласса, жмыхи и шроты, фосфатидные концентраты, зернокартофельная барда и др.

Представленная классификация в достаточной степени условна. Полный учет всех признаков возможен лишь при конкретном рассмотрении каждого вида ВСР и отходов.

1. РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА

1.1. Номенклатура и классификация отходов растениеводства

К отходам растениеводства относятся растительные компоненты сельскохозяйственных культур: стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, ботва картофеля и бобовых культур, отходы сенажа и силоса, солома, пожнивные остатки и др.

Отходы растениеводства классифицируют:

- по источникам образования – отходы растительного происхождения;

- по агрегатному состоянию – являются твердыми отходами;

- по технологической стадии получения – получаемые при первичной переработке сырья;

- по материалоемкости – являются многотоннажным сырьем;

- по степени использования – полностью используемые;

- по степени воздействия на окружающую среду – являются безопасными;

- по направлениям последующего использования – используются на кормовые, пищевые и технические цели.

1.2. Объемы образования отходов растениеводства

В растениеводческих отраслях АПК ежегодно образуется 150 тыс. т соломы; 3 тыс. т лузги риса, проса, гречихи, подсолнечника; 1 тыс. т стержней початков кукурузы; 100 тыс. т костры льна; 750 тыс. т семян рапса и других масличных культур; 350 тыс. т отходов сорго (сок, стебельная масса).

На рис. 12 представлена диаграмма структуры образования отходов растениеводства [95].

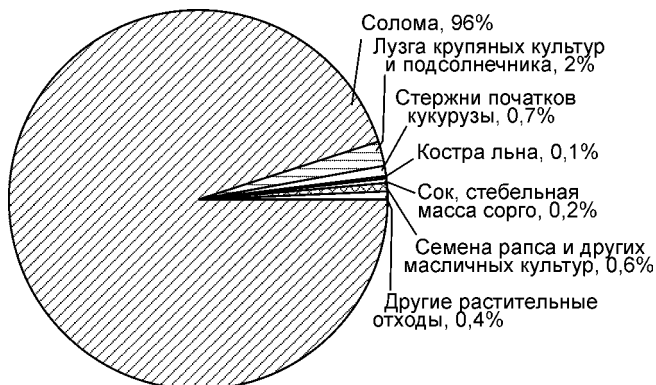


Рис. 12. Структура образования отходов растениеводства

1.3. Основные направления использования

Отходы растениеводства применяются в биоэнергетике, кормопроизводстве, в качестве подстилки для сельскохозяйственных животных, в качестве удобрений и почвозащитных средств, для производства строительных и утеплительных материалов, в декоративно-прикладном промысле и др.

1.1.1. Использование отходов растениеводства в кормопроизводстве

Отходы растениеводства традиционно используются в кормопроизводстве.

Солома заменяет до 20% сухого вещества в рационе коров в период лактации и до 30% – в рационе сухостойных животных и нетелей за две-четыре недели до отела. В чистом виде солому скармливают по 1,8-2,7 кг абсолютно сухого вещества на голову в сутки.

Листья и стебли кукурузы, остающиеся после уборки кукурузы на зерно, в измельченном виде скармливают молодняку и сухостойным коровам.

Стержни початков кукурузы после обмолота зерна являются хорошим источником ферментируемой клетчатки и могут использоваться в условиях нехватки кормов. Их включают в состав разнообразных кормосмесей.

Пожнивные остатки находят применение для силосования зернобобовых культур.

Перед скармливанием растительные отходы целесообразно подвергать термической и микробиологической обработке.

К биологическим способам обработки соломы относятся силосование и дрожжевание резки. В первом случае используют закваски из молочнокислых бактерий. Норма расхода закваски составляет 2-3 л на 1 т сухой соломы.

Для эффективности технологического процесса в силосуемую солому целесообразно добавлять по 25-30 кг/т фуражного зерна тонкого помола.

Влажность соломенной резки при силосовании должна составлять 65-70%, для чего ее увлажняют 1%-ной подсоленной водой или используют молочную сыворотку.

Хорошие результаты в силосовании дает добавление к резке измельченной тыквы, корнеплодов, зеленой массы трав, отходов овощеводства. Для этого на дно траншеи или ямы укладывают солому слоем 30-40 см и плотно трамбуют. Затем послойно закладывают силосуемую массу. Обязательным условием является герметичное укрытие заложенной для силосования растительной массы.

Возможно приготовление силоса без бактериальных добавок, при этом питательность корма будет ниже, чем с добавками (с добавкой в 1 кг силоса содержится 0,35-0,4 корм. ед., без добавки – 0,15-0,2 корм. ед.).

Дрожжевание повышает вкусовые и питательные свойства соломы, обогащает кормосмесь витаминами группы В и протеином. При дрожжевании содержание белка в кормовой смеси увеличивается в 1,5-2 раза.

Процесс дрожжевания соломы осуществляют опарным способом. Для приготовления опары ячменная дерть (зерно, измельчённое зернодробилками или на мельницах без специальной очистки) – (75%) и отруби (25%) заливают кипятком в соотношении 3:1. Полученная опара охлаждается до 25-28°C, после чего вносится 3% дрожжей от массы взятых концентратов. Длительность приготовления опары составляет 6 ч. Далее запаренную солому смешивают с опарой в соотношении 1:1 и выдерживают 3-4 ч. Сроки годности корма на опаре составляют один-два дня.

Существуют также химические способы обработки соломы на корм сельскохозяйственным животным. Они основаны на использовании щелочей: каустической соды, извести, едкого натрия, зольного щелока, аммиачной воды. Такие приемы повышают перевариваемость клетчатки до 75–80%.

Наибольшее распространение в практике получил способ обработки соломы малыми дозами извести (кальцинирование). При этом помимо повышения общей питательности (обогащение солями кальция), сырье обезвреживается от патогенной микрофлоры. По технологии резаную солому в течение нескольких суток вымачивают в известковом молоке (используют негашеную известь). Солому также обрабатывают аммиачной водой из расчета 12 л/ц при концентрации воды 25% и 17 л/ц при концентрации воды 17,5%. Резаную солому обрабатывают в цементированных ямах, натуральную – непосредственно в скирдах.

Для обработки скирд используются специальные трубы с отверстиями – спринцеватели. Спринцеватель вводится в скирду по всей ее длине на расстоянии 0,8-1 м от верха скирды, куда под давлением поступает аммиачная вода. Аммиачная вода подается с помощью шланга из цистерны аммиаковоза или АНЖ-2. Обработанная скирда плотно укрывается пленкой. Срок созревания корма составляет пять-шесть дней.

1.1.2. Использование отходов растениеводства на подстилку сельскохозяйственным животным

Солому традиционно используют для подстилки животным. Она отвечает всем требованиям, предъявляемым к подстилочному материалу:

- хорошо сохраняет тепло, обеспечивает комфортное сухое ложе;
- образует изолирующий и преграждающий слой между холодным и сырым полом помещения для содержания животных и самим животным;
- хорошо впитывает влагу, нейтрализует запахи, очищает воздух, защищает ноги животных от переохлаждения.

В качестве подстилки лучше использовать измельченную солому размером до 10 см. Такая солома лучше поглощает жидкость, получаемый подстилочный навоз – более однородный, его легче распре-

делять по полю и запахивать. Эффективность навоза на соломенной резке на 20–30% выше эффективности навоза, приготовленного на подстилке из целой соломы.

Лучшей подстилкой является ржаная солома. Она способна впитывать влаги в 2,5 раза больше собственной массы.

Пшеничная солома также является хорошей подстилкой, но по содержанию питательных веществ превосходит ржаную солому и ее целесообразнее использовать на корма. Ячменная солома из-за своей остистости используется в меньшей степени. Недостатком овсяной и ячменной соломы является свойство сбиваться в кучи во влажном состоянии.

1.1.3. Использование отходов растениеводства на удобрение

Отходы растениеводства широко применяются в земледельческой практике. Солома и другие растительные отходы являются важным источником органических удобрений.

Использование соломы в качестве удобрения имеет следующие предпосылки.

Солома улучшает физико-химические свойства почвы, повышает доступность фосфатов и биологическую активность почвы, является источником питательных элементов. Однако химический состав соломы зависит от почвенных и погодных условий. В среднем она содержит 0,5% азота, 0,25 – фосфора (P_2O_5), 0,8 – калия (K_2O), 35–40% углерода в форме различных органических соединений, а также серу, кальций, магний, микроэлементы (бор, медь, марганец, молибден, цинк, кобальт и др.).

Выход соломы, например ячменя, при среднем урожае (20 ц/га) составляет 35–40 ц/га. Пожнивные остатки при той же урожайности достигают 10–15 ц/га. Таким образом, при средней урожайности зерновых (20–30 ц/га) в почву с соломой будет возвращено 4,5–6 т/га растительных остатков, из них 10–15 кг азота, 5–8 – фосфора (P_2O_5), 18–24 кг калия (K_2O), 10–15 кг кальция, 4–6 кг магния, а также соответствующее количество микроэлементов.

Солома характеризуется низким содержанием азота. Для восполнения дефицита рекомендуется на каждую тонну соломы вносить дополнительно 7–10 кг аммонийного азота, наиболее усваиваемого

микроорганизмами. В почвенных процессах микроорганизмы выполняют работу по разложению органических остатков и высвобождению элементов питания.

Положительное действие соломы на плодородие почвы возможно при наличии условий для ее разложения. Интенсивность разложения соломы возрастает от дерново-подзолистых почв к серым лесным и черноземам. Оптимальная температура разложения соломенной клетчатки 28-30 °С, влажность почвы 60-70% от полной ее влагоемкости. Интенсивность разложения соломы в верхнем слое почвы заметно выше, чем в более глубоких слоях, что объясняется хорошей аэрацией верхних почвенных слоев, большой численностью и разнообразием видового состава микроорганизмов.

Особое значение удобрение соломой имеет для бобовых культур, фиксирующих молекулярный азот атмосферы.

Способы использования соломы на удобрение:

1. Сразу после уборки зерновых солому измельчают с помощью косилки-измельчителя до 5-10 см и разбрасывают по полю, после чего ее запахивают осенью при подъеме зяби или весной в районах достаточного увлажнения. Норма внесения соломы озимых 3-5 т/га, яровых – 2-3 т/га.

2. На почвах тяжелого гранулометрического состава и во влажных климатических условиях разбросанную по полю солому заделывают поверхностно лущильником, дисковой бороной или фрезой на глубину 5-8 см. Такой способ заделки в данных условиях дает лучший результат по сравнению с заделкой плугом. По соломе вносят аммиачные удобрения или мочевины из расчета 40-60 кг азота на 1 га пашни. На почвах, бедных фосфором, добавляют фосфорные удобрения. Там, где возможно, после поверхностной заделки соломы можно посеять промежуточную пожнивную, лучше бобовую культуру.

3. Солому не измельчают, оставляют в валках, затем заделывают в почву плоскорезом. В этом случае после обмолота зерновой культуры вносят расчетное количество азотных удобрений и проводят плоскорезную обработку почвы на глубину 12-15 см, при этом агрегат движется поперек валков соломы.

4. Солому используют в качестве поверхностной мульчи для борьбы с водной эрозией почвы. Мульчирование создает благоприятные условия для развития почвенной микрофлоры.

ятные условия для впитывания воды в почву, уменьшает опасность поверхностного стока, способствует более равномерному распределению воды по поверхности почвы, улучшает структуру пахотного горизонта, уменьшает испарение влаги.

5. Солому применяют для борьбы с ветровой эрозией. При оставлении стерни и соломы, в случае замены обычной обработки почвы безотвальной, снижается скорость ветра над поверхностью почвы на 40-60%, вследствие этого угроза ветровой эрозии уменьшается.

6. Солому используют в комбинации с зеленым удобрением. При этом могут быть задействованы различные виды зеленого удобрения: самостоятельные посевы, пожнивные или подсевные культуры. Лучшее действие отмечается при использовании на зеленое удобрение бобовых культур, так как солома оказывает положительное действие на рост бобовых и фиксацию ими азота из атмосферы.

Фактором, интенсифицирующим процессы гумификации растительных отходов, является их обработка специальными препаратами.

ООО «Петербургские биотехнологии» (г. Санкт-Петербург) предлагает способ гумификации соломы и растительных остатков с помощью гумификатора – Ризобакта СП. По технологии измельченную солому и пожнивные остатки обрабатывают препаратом в дозе 1-3 л/га. Этот агроприем запускает природный механизм гумификации растительных остатков, т.е. их разложение с образованием гумусоподобных веществ за счет трансформации целлюлозы и лигнина, содержащихся в сырье. Указанная доза препарата обеспечивает разложение 1-3 т/га сухих растительных остатков, а остальные делает ломкими при малейшем механическом воздействии. При этом подавляется патогенная и гнилостная микрофлора за счет развития на остатках полезных микроорганизмов.

Затраты на гумификацию составляют 200-300 руб/га и окупаются прибавкой урожая, например зерновых, в размере 1 ц/га.

Специалистами ГНУ ГОСНИТИ (Москва) разработана технология экспресс-компостирования растительных остатков с получением высокоэффективного удобрения – биокомпоста на установке УЭК-5. Полученный на основе аэробной микробиологической ферментации биокомпост содержит все необходимые питательные вещества для роста и развития растений. Дозы внесения удобрения в 2-3 раза меньше, чем обычного компоста, в 1,5-3 раза сокращается расход

минеральных (азотных) удобрений и гербицидов. Полученный продукт не содержит семян сорных растений, патогенной микрофлоры, способствует гумусообразованию, снижению кислотности почв. Техническая характеристика биоферментеров приведена в табл. 11.

Таблица 11

Техническая характеристика

Показатели	УЭК-5	УЭК-10	УЭК-0,25
Тип	Стационарный	-	-
Производительность по готовому продукту в сутки, м ³	5	10	0,25-1
Установленная мощность, кВт	22,5	30	4,4
Рабочий объем, м ³	25	48	3-7
Режим работы	Непрерывный	-	Периодический
Габаритные размеры, мм	7585х2690х х3190	16600х3200х х4500	2000х1500х х1000
Масса, кг	7000	11350	520

Применение технологии для экспресс-компостирования позволяет сократить затраты времени на приготовление компоста с трех-шести месяцев до шести-восьми дней, обеспечить круглогодичную переработку отходов в непрерывном режиме.

Среди перспективных направлений современного земледелия – восстановление и расширение площади плодородных земель путем создания искусственной почвы.

Перспективным сырьем для изготовления нового типа искусственной почвы являются лигно-целлюлозные отходы сельскохозяйственных растений, древесины, бумаги, картона и текстиля.

Компания «NanoAdd Ltd», Midgal HaEmek (Израиль) предлагает технологию производства искусственной почвы из лигнино-целлюлозных растительных отходов.

Технология включает в себя подготовку сырья – сбор, очистку от механических примесей и загрязнений, сортировку, нарезание и смешение; мокрый размол сырья с использованием специальных

реагентов до получения пульпы; отжим пульпы от избытка реагента; искусственный термо-биохимический катаболизм лигнино-целлюлозного сырья; смешение продукта катаболизма с модифицирующими добавками; упаковку.

На рис. 13 приводится технологическая схема инновационного процесса.

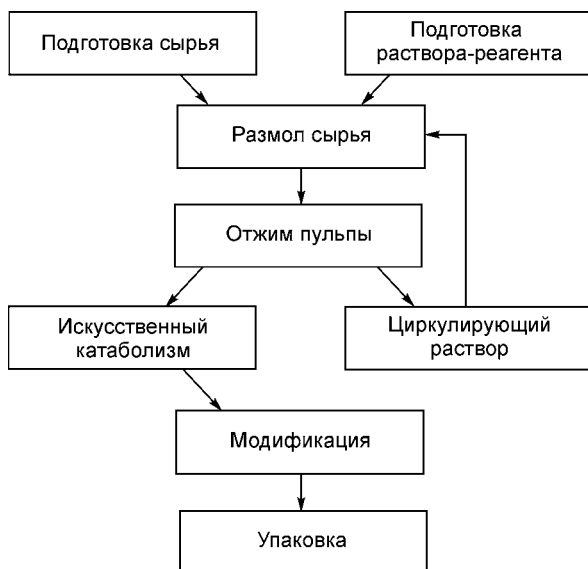


Рис. 13. Технологическая схема трансформации лигно-целлюлозных отходов в искусственную почву

Новый тип искусственной почвы может найти применение в следующих областях:

стерильная среда для выращивания здоровых растений и саженцев в теплицах и домашних условиях;

добавка для улучшения урожайности почвы огородов и садов;

модифицирующая добавка для восстановления плодородности полей;

искусственная почва для расширения площади плодородных земель;

улучшение плодородности солончаков;
 восстановление почв, загрязненных гербицидами;
 восстановление загрязненных нефтью почв после их очищения.

1.1.4. Использование отходов растениеводства в биоэнергетике

Основными видами отходов растениеводческого подкомплекса АПК, используемыми для производства твердого, жидкого или газообразного биотоплива, являются солома, сечка и шелуха зерновых и крупяных культур, лузга, стебли и листья сельскохозяйственных растений, стержни початков кукурузы и оболочка кукурузных зерен, костра льна и другое растительное сырье.

Потенциально возможные объемы растительного сырья и отходов для использования в энергетике России позволят уже в 2020 г. получить более 10600 тыс. т у.т. биотоплива.

В табл. 12 представлены объемы ежегодно образующихся запасов отходов растениеводства и потенциально возможные объемы их использования в биоэнергетике.

Таблица 12

Запасы растительного сырья и отходов, семян масличных культур и возможные объемы их использования в биоэнергетике [101]

Растительное сырье, отходы	Ежегодно образующиеся запасы растительного сырья, отходов, тыс. т	Потенциально возможные объемы использования сырья на топливо, тыс. т (на 2020 г.)	Потенциально возможное количество использования для получения топлива из растительного сырья, тыс. т у.т. (на 2020 г.)
1	2	3	4
Солома	150000	50000	8500
Лузга (риса, проса, гречихи, подсолнечника и др.)	3000	1500	370
Стержни початков кукурузы	1000	500	130
Костра льна	100	50	20
Древесные отходы (опилки, щепа, кора, стружка и др.)	5000	2500	1000

1	2	3	4
Торф	1000	400	170
Семена рапса и других масличных культур	750	700	260
Сорго (сок, стебельная масса)	350	250	150
Всего	161200	55900	10600

Производство твердых, жидких и газообразных видов топлива

Для утилизации отходов растениеводства и производства из них твердых, жидких и газообразных топлив используют различные термохимические технологии: прямое сжигание, пиролиз, быстрый пиролиз, газификация, синтез, каталитическая деполимеризация.

Наиболее распространенными являются технологии пиролиза и быстрого пиролиза.

Пиролиз представляет собой термическое разложение органических соединений без доступа воздуха. Продуктами пиролиза являются жидкое топливо, получившее название «бионефть», и газообразное топливо – пиролизный газ. Наиболее термоустойчивые компоненты растительной биомассы, основу которой составляет полимер – лигнин, остаются в твердом состоянии. По физическим свойствам лигнин близок к древесному углю и может использоваться как топливо или как сырье для производства различных материалов.

Бионефть является промежуточным продуктом, используется для производства разных видов автомобильного топлива, а также в качестве котельного топлива как альтернатива мазуту. Свойства бионефти приведены в табл. 13.

Таблица 13

Физические свойства бионефти

Показатели	Бионефть	Мазут
Плотность, кг/м ³	1200	980
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	16-19	40,5
Вязкость, сСт	13-80	59-118
Зольность, %	0,01-0,02	0,14

Показатели	Бионефть	Мазут
Температура, °С:		
вспышки	50-100	110
застывания	-20	10
pH	2-3,7	5,5

Наиболее существенными недостатками бионефти по сравнению с дизельным топливом являются пониженная теплотворная способность; повышенное содержание воды; высокие кислотность, коррозионная активность, вязкость; неустойчивость и расслоение при хранении.

Главным преимуществом является высокая экологичность. Небольшая добавка бионефти (в пределах 5%) к дизельному топливу заметно снижает дымность и вредность выхлопных газов двигателя. В этой связи наиболее целесообразно производить смеси на основе дизельного топлива с добавкой бионефти (до 20%), что позволит устранить некоторые недостатки бионефти и сделать топливо более экологичным.

В настоящее время интенсивно развивается технология быстрого пиролиза, позволяющая при умеренных температурах (450-550°С) получать до 70-80% жидкого топлива от массы сухого вещества.

В России ВИЭСХ Россельхозакадемии разработана установка для производства жидкого и газообразного топлива из органического сырья: соломы, лузги подсолнечника, гречневой шелухи, опилок методом быстрого пиролиза. Суточная производительность установки составляет 1 т перерабатываемого сырья с получением 400-500 кг жидкого и газообразного топлива.

Жидкое топливо может использоваться в качестве печного топлива в котельных, а после модификации – в качестве моторного топлива.

ГНУ ВИЭСХ совместно с опытным механическим заводом «Александровский» разработан экспериментальный образец мини-ТЭС для переработки в жидкое топливо растительной биомассы – отходов сельскохозяйственного производства, древесных опилок и стружки, отходов пищевой промышленности (экстрагированный кофе) и низкокалорийных горючих ископаемых (торф, бурый уголь и др.).

Производительность установки составляет 240 кг в сутки по жид-

кому топливу, до 700 кг в сутки по несконденсированному газу при средней теплотворной способности 5500 ккал/кг.

Выход готовой продукции из пиролизной установки по отношению к массе сырья представлен в табл. 14.

Таблица 14

Выход готовой продукции из пиролизной установки по отношению к массе сырья, %

Сырье	Температура нагрева, °С	Биотопливо	Газ	Уголь	Балласт (вода, неучтенные продукты)
Отходы кофе	600	18	60	8	14
Древесная стружка	550	60	22	6	12
Торф	650	5	72	8	15

Мировой опыт разработки и производства мини-ТЭС мощностью до 500 кВА и микроТЭС мощностью до 5-30 кВА ориентирован на использование дизельных или бензиновых двигателей внутреннего сгорания. Такие ТЭС могут быть адаптированы для работы на газообразном и жидком биотопливе, получаемом при пиролизе растительной биомассы.

Основными недостатками такого типа топлива являются присутствие в составе неразложившихся фрагментов лигнина, высокое содержание органических кислот, отсутствие компонентов качественных топлив нефтяного происхождения – аренов и алкенов.

Главным направлением повышения качества пиролизного продукта должно стать изменение химического состава исходной биомассы, например, за счет добавления в биомассу компонентов, улучшающих химический состав продукта путем его приближения к составу нефтяного происхождения. Однако проблему приготовления смесей биомассы с дополнительными реагентами невозможно решить прямым смешением. В ВИЭСХ разработана технология каталитической деполимеризации биомассы растительного происхождения. Процесс заключается в термическом растворении твердой биомассы в присутствии доноров водорода с участием катализатора. Основным продуктом термического растворения – жидкий субстрат, который можно перерабатывать в моторное топливо. Лучшие результаты были получены на древесине, соломе и торфе. Основная химическая задача

осуществления предлагаемой технологии – подбор наиболее эффективных реагентов.

Образование в продуктах вредного компонента – кислоты – может быть уменьшено введением восстановительных веществ – доноров водорода. Такими восстановительными веществами являются добавки, уже используемые при синтезе биотоплив, например, мазут, растительное масло, биоэтанол. Возможно также добавление реагентов: доноров водорода, тетралина и спиртов. Количество добавки, используемой для ожижения, составляет около 10% от исходной твердой фазы.

Процесс каталитической деполимеризации происходит в водной среде, в связи с чем в конечном жидком субстрате содержится до 30% воды. Для решения проблемы сжигания обводненного топлива – биогидротоплива – специалисты ВИЭСХ совместно с военно-инженерной корпорацией «ВИКОР» и энергоаудиторской компанией «ТЕХЭКСЕРГО» разработали технологию и аппаратуру для подготовки и устойчивого сжигания композитного горючего на основе водоуглеводородных соединений (гидробиотоплива).

Дальнейшее совершенствование технологии строится на принципах использования нанотехнологической активации жидкого биогидротоплива с помощью вихревых гидрокавитационных установок. Приготовление с их использованием водоуглеводородных эмульсий обеспечивает повышение КПД котлов в среднем на 5%, надежное распыление и горение таких эмульсий при низких температурах, устойчивое горение с влагосодержанием до 30%, снижение токсичности дымовых газов на 50–80% и хранение водомазутных эмульсий более года.

Производство биоэтанола

Одним из видов топлива, получаемого из растительного сырья, является биоэтанол – этанол, изготавливаемый из биомассы или из биологически разлагаемых компонентов отходов. В отличие от пищевого спирта, из которого производятся алкогольные напитки, топливный этанол не содержит воды и производится методом укороченной дистилляции, содержит метанол и сивушные масла, бензин, что делает его непригодным для применения на пищевые цели.

В табл. 15 представлены показатели выхода этанола из различного растительного сырья.

**Показатели выхода этанола из растительных отходов
(выход этанола из 1 т сырья (сухая масса))**

Сырье	Выход, л
Кукуруза (зерно)	470
Стебли кукурузы	427
Рисовая солома	415
Отходы очистки хлопка	215
Лиственные опилки	381
Багасса	421

На рис. 14 представлена схема производства биоэтанола из некондиционного зерна и зерновых отходов.

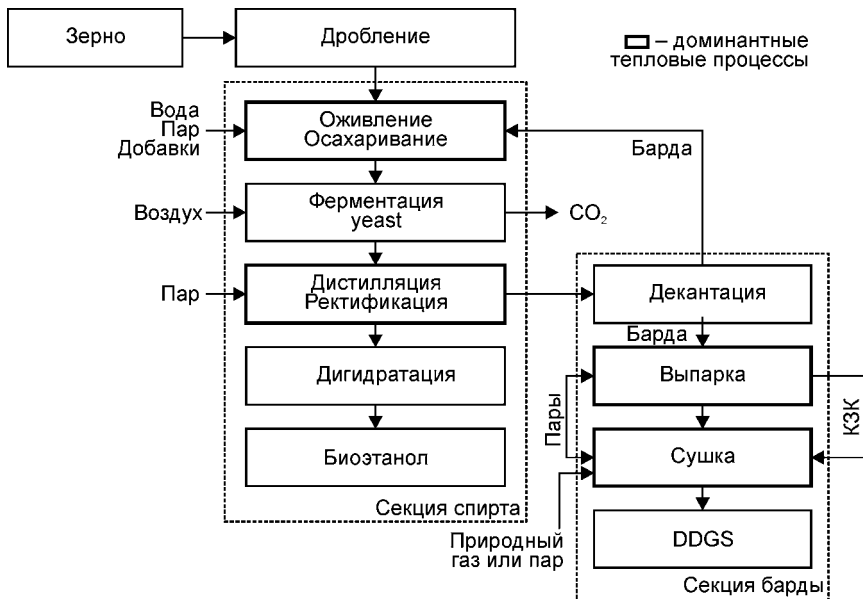


Рис. 14. Схема производства биоэтанола

Технологические процессы производства этанола постоянно совершенствуются. НПК «Экология» (Москва) предлагает технологию, согласно которой спиртовое брожение осуществляется в усло-

виях вакуума с одновременной отгонкой выделяющихся во время брожения спиртовых паров. Технология позволяет существенно снизить себестоимость биоэтанола и стоимость технологического оборудования для его производства.

По технологии обсахаренное сусло с содержанием сухих веществ 50% подается в камеру брожения (ферментер). В ферментере непрерывный процесс брожения осуществляется одновременно с дистилляцией под вакуумом.

По мере преобразования глюкозы в спирт и углекислый газ происходит их непрерывный отвод из ферментера с последующей конденсацией паров этанола. В результате концентрация спирта в браге на протяжении всего процесса брожения-дистилляции сохраняется на уровне 2,5-3,5%. Брожение под вакуумом позволяет сохранить жизнеспособность дрожжей и их высокую активность. Удалению спирта и CO_2 сопутствует процесс частичного испарения воды из браги. Это позволяет получить по окончании процесса брожения концентрированную барду (26-30% сухого вещества), которая направляется на сушку и дальнейшую переработку. Высокая конечная концентрация дистиллята и сухих веществ в барде является особенностью данного технологического процесса.

Полученный спиртовой дистиллят далее направляют на ректификацию для получения биоэтанола.

Применение данной технологии позволяет повысить скорость образования спирта; снизить водопотребление путем повышения концентрации сухих веществ в сбраживаемом сусле и барде, сократить стоимость потребляемых энергоресурсов до 40%.

Федеральный индустриально- финансовый союз по реализации президентских программ, ФГУП «Компомаш-ТЭК» и ФГУП «Красноярский машиностроительный завод» предлагают энергосберегающую технологию и оборудование по получению биоэтанола из любого растительного сырья и его отходов с использованием специального виброимпульсного параболитического измельчения (рис. 15).

Преимущества технологии:

исходным сырьем могут быть любые растительные и древесные культуры и их отходы;

применение специального динамически уравновешенного виброимпульсного дробильно-измельчительного комплекса позволяет

проводить раскрытие максимально возможного количества растительных клеток за счет внутрислойного вибрационного разрушения материалов сжатием со сдвигом, обеспечить доступ в клетках к углеводам, белкам, минеральным веществам, разрушить полисахаридные оболочки с образованием моносахаридов, увеличить выход сахаров в 2 раза и более в сравнении с традиционными технологиями;

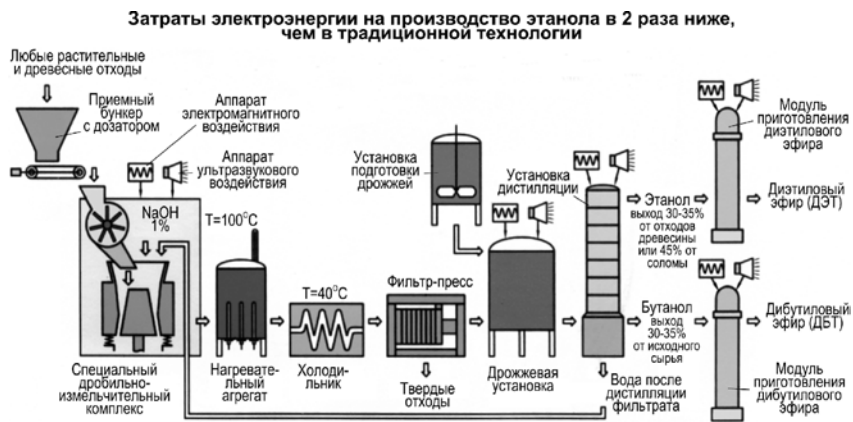


Рис. 15. Блок-схема получения этанола, диэтилового и дибутилового эфиров

все процессы подготовки и переработки исходного растительного сырья происходят при атмосферном давлении и температуре нагрева не выше 100°C , что исключает образование фурфурола и энергоемкие операции по его удалению;

благодаря тонкодисперсному измельчению растительного сырья улучшаются условия для высокоэффективного сбраживания всего объема сахаров гидролизата до 100%, по сравнению с существующими технологиями, где объемы сбраживания сахаров не превышают 40%;

использование эффектов ультразвукового и электромагнитного воздействия на исходное сырье ускоряет механо-химические и термические процессы со значительным снижением затрат электрической и тепловой энергии (в 2-3 раза) в сравнении с традиционными технологиями;

выход биоэтанола увеличивается в 2-2,5 раза.

Специалисты ГОУВПО Мордовского ГУ им. Н.П. Огарева (г. Саранск) разработали технологию получения биоэтанола из наноструктурированного растительного сырья.

По технологии исходное сырье, в том числе отходы растениеводства предварительно измельчаются до наноразмеров и далее перерабатываются без предварительной высокотемпературной или кислотной обработки. При данном технологическом решении, кроме снижения затрат на электроэнергию и природный газ, увеличивается выход спирта (в среднем до 1%), сокращается время брожения (в среднем на 6-9 ч), исключается оборудование подготовительных стадий, а следовательно, снижаются затраты на оборудование.

Производство биодизеля

Биодизельное топливо – это сложный метиловый эфир с качеством дизельного топлива, получаемый из масла растительного или животного происхождения и используемый как топливо (современные технологии и оборудование производства биодизельного топлива представлены в разделе «Отходы масложировой промышленности»).

Производство биогаза

Отходы растениеводства могут служить источниками получения биогаза.

Растительными сельскохозяйственными отходами для производства биогаза служат кукурузный силос, фруктовый и свекловичный жом, меласса, барда зерновая и мелассная, пивная дробина и др. Наиболее эффективно подвергать анаэробной обработке кукурузную зерностержневую смесь, силосную и зеленую массу, измельченную солому злаковых культур.

В табл. 16 представлены данные выхода биогаза из различных отходов растительного происхождения.

Таблица 16

Выход газа из различных растительных субстратов

Субстрат	Выход газа из 1 т субстрата, м ³
Силос кукурузный	400
Свежая трава	500
Фруктовый жом	70

Субстрат	Выход газа из 1 т субстрата, м ³
Свекольный жом	50
Меласса	430
Свекольная ботва	400
Барда зерновая	70
Барда мелассная	50
Пивная дробина	160
Корнеплодные отходы	400

Использование растительных отходов в качестве единственного или основного компонента сбраживаемого субстрата считается нецелесообразным. Наиболее выгодно анаэробное сбраживание субстратов, представляющих собой смесь, например, навоза или птичьего помета и кофферментов, которыми могут являться отходы растениеводства и пищепереработки.

В настоящее время существует около 60 разновидностей биогазовых технологий. На рис. 16 представлена схема производства биогаза из растительного сырья по технологии фирмы «Biogaz PlanET» (Германия).

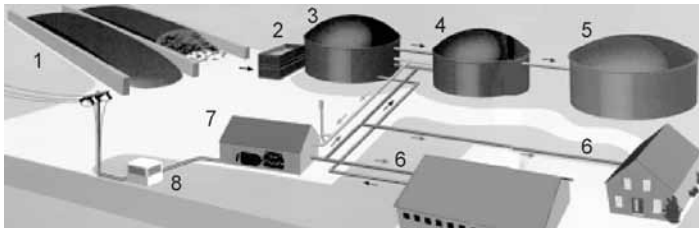


Рис. 16. Технологическая схема биогазовой установки «Biogaz PlanET»: 1 – емкость для накопления и хранения биомассы; 2 – воронкообразный бункер для загрузки биомассы; 3 – ферментер; 4 – пост- ферментер; 5 – емкость для дигестата; 6 – потребители тепловой энергии; 7 – машинный зал электростанции; 8 – энергопотребители

Основу технологии составляет биологическая реакция разложения субстрата на метан и углекислый газ в ферментере.

В емкости для дигестата субстрат преобразуется в высококачественное удобрение, которое может применяться на полях. Тепловая энергия от реакции может быть использована для отопления жилых домов и животноводческих помещений, а также на продажу, предварительно преобразованная в электрическую.

Технологический процесс существенно ускоряют активные микроорганизмы, задействованные в производстве биогаза.

Компания ООО «ГРИНТЕК» (Москва) предлагает линию типовых установок БЭУ различной производительности по производству биогаза (табл. 17).

Таблица 17

Техническая характеристика типовых установок

Показатели	Объем биореактора, м ³						
	5	10	25	50	100	200	400
Производительность в сутки, м ³ :							
по сырью	1	2	5	10	20	40	80
по газу	20-80	40-60	100-150	200-300	400-600	800-1200	1600-2400
Эквивалентная тепловая мощность, кВт	5-8	10-15	25-37	40-60	100-150	200-300	400-600

Биоэнергетические установки (БЭУ) предназначены для переработки отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. Позволяют утилизировать отходы в зонах производства и переработки сельхозпродуктов, улучшить экологическую обстановку, получить дополнительные энергетические ресурсы на основе местного возобновляемого сырья.

Производство твердого биотоплива

Отходы растениеводства являются сырьем для производства твердого топлива: топливных гранул или брикетов. В настоящее время мировой рынок потребляет 10 млн т гранул в год, из которых 8 млн т производится в Европе, 2 млн т – в Северной Америке, объемы производства топливных гранул в России в 2010 г. составили 1 млн т.

Основным сырьем для производства топливных гранул являются древесные отходы. Из отходов растениеводческого подкомплекса АПК для производства твердого топлива применяют солому злаковых культур, зерноотходы, лузгу подсолнечника, шелуху гречихи, проса, отходы сахарного тростника, костру льна и др.

Самый технологичный вид твердого биотоплива – топливные гранулы. Гранулированная биомасса позволяет в несколько раз сократить расходы на транспортировку и хранение, значительно повысить эффективность и автоматизировать технологию сжигания. По своим характеристикам топливные гранулы конкурируют с природным газом, а по экологическим показателям превосходят все остальные виды топлива.

Различные виды биомассы обладают разными свойствами, существенными с точки зрения использования их в качестве топлива или сырья для производства топлива (табл. 18.)

Таблица 18

Характеристика некоторых видов биотоплива

Вид топлива	Влага, % массы	Зола, % массы	Сера, % массы	Хлор, % массы	Теплота сгорания, сухая, б/зол., МДж/кг	Удельный вес, кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7
Опилки	8-60	0,4-0,6	0-0,3	0,05	16-18	200-350
Гранулы, брикеты	9-10	0,4-0,8	0-0,3	0-0,05	19-21	550-700
Энергетический лес	25-50	1-5	0,005-0,03	0,01-0,1	18-20	200-350
Кора	21-65	2-6	0-0,01	0-0,02	20-25	300-550
Солома	10-20	4-10	0,05-0,2	0,05-1,5	18-20	Низкий
Конопля	15-75	1,6-6,3	0,03-0,07	0,04-0,1	19	Низкий
Зерновые	14	2-4	0-0,5	0,02-2,3	17-22	250-390
Шелуха зерновых	12	10	0,2	0,2	20	Высокий
Оливковые отходы	0-21	0,4-16	0,01-0,3	0-0,04	19-25	Высокий

1	2	3	4	5	6	7
Зерна какао	7	5	0,3	0,02	30	495
Отходы цитру- совых	8-10	4-7	0,2	0,02	21	600
Орехи масляных деревьев	3,3-7,6	6-7	0,3	0,1	23	700
Навоз, помет	4-92	15-42	0,3-1,1	0,6-2,4	19-21	Низкий

Технологический процесс производства топливных гранул включает в себя несколько этапов (рис. 17).

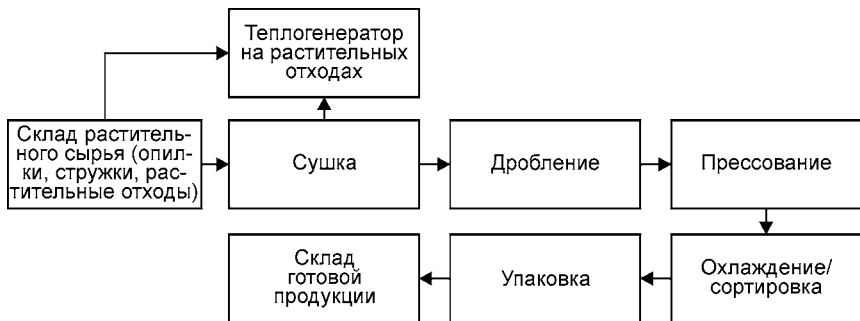


Рис. 17. Схема технологического процесса производства топливных гранул (пеллет)

Участок складирования сырья предназначен для своевременной подачи сырья на дальнейшую переработку. В состав оборудования участка входят сепарационная установка и транспортная система (шнековая и др.).

Крупнокусковые отходы измельчаются перед последующей сушкой. Крупное дробление позволяет быстро и качественно высушить сырье и подготовить его к дальнейшему мелкому дроблению.

Перед прессованием сырье направляют в сушилку, где доводят его влажность до 8–12%. Для этого используют ленточные или барабанные сушилки в зависимости от вида сырья и требований к его качеству.

Барабанные сушилки применяют на топочных газах или на теплоносителе, циркулирующем в нагревательных регистрах. В качестве

теплоносителя используются пар, горячая вода или горячее масло.

Прессование (пеллелирование) сырья проводят с помощью прессов с цилиндрической или плоской матрицей. Гранулы для частного потребления размером 6 мм производятся на прессах меньшей мощности. Для производства промышленных гранул размером 10 мм требуются более высокопроизводительные прессы.

В процессе прессования пеллеты нагревают до 70–90°C, иногда добавляют связывающее вещество, например, крахмал или другие добавки, после чего изделия охлаждают и отправляют на участок упаковки или в накопительный бункер. Мелкая фракция, образующаяся на стадии прессования брикетов, вновь возвращается на доработку, обеспечивая безотходность и непрерывность процесса.

Основным недостатком топливных гранул является сравнительно низкая теплота сгорания. По этому показателю топливные гранулы превосходят топливные брикеты.

Технология производства топливных брикетов разделяется на три способа. По первому способу производство брикетов RUF ведется на гидравлических прессах сверхвысокого давления. После обработки исходный материал превращается в топливный кирпичик. Такие топливные брикеты не устойчивы к влаге, длительной перевозке, для них нужна качественная плотная упаковка или они должны быть реализованы вблизи от места производства.

По второму способу NESTRO топливные брикеты изготавливаются с помощью гидравлических или кривошатунных прессов. Основным связующим воздействием является высокое давление. После соответствующей обработки топливный брикет приобретает форму цилиндра. Топливные цилиндры также не выдерживают силовых нагрузок и должны реализовываться рядом с местом производства.

Третий способ производства топливных брикетов PINI&KAY подразумевает механическую обработку сырья шнековыми прессами, при которой сочетаются два фактора – высокое давление и термическая обработка. Благодаря этому лигнин, содержащийся в сырье, становится своеобразным клеем, который формирует брикет в плотное изделие. Обычная форма изделия при таком способе – четырехгранник, шестигранник или восьмигранник с отверстием посередине. Брикет обладает высокой прочностью к механическим

воздействиям, что позволяет перевозить его на большие расстояния, не боясь влаги, хорошо хранится.

Компания НПК «АТЕК» (Москва) начала серийный выпуск компактной линии малой производительности для гранулирования в брикеты растительных отходов – соломы, лузги подсолнечника, гречихи и др. Линия предназначена для использования в крестьянских и фермерских хозяйствах. Ее производительность на травяной муке до 1000 кг/ч, на древесных отходах – до 500 кг/ч. Оборудование может использоваться для кормопроизводства, а сушильный комплекс линии – для эффективной сушки зерна.



*Рис. 18. Установка
брикетирования отходов УБО-2*

Компания «Жаско» (г. Волгоград) предлагает технологическое оборудование для переработки в топливные брикеты отходов растениеводства и предприятий перерабатывающей промышленности.

На установке УБО-2 (рис. 18) производят брикеты из лузги подсолнечника, шелухи, соломы, опилок и других отходов растениеводства.

В основе технологии лежит процесс непрерывного прессования в обогреваемой матрице. Связующие элементы – вещества, содержащиеся в клетках растений.

Брикет формируется шнеком, создающим удельное давление до 200 МПа в нагреваемой формующей втулке. В результате контакта с нагретыми стенками поверхность и внутреннее отверстие вдоль оси брикета обугливается, что создает защитный гидрофобный слой и улучшает условия горения брикета. Непрерывно выходящий шестигранный брус с гранью шириной 35 мм раскаивается на брикеты требуемой длины.

Пресс-грануляторы ПГ-600М, ПГ-500М, ПГ-300М и гранулятор малый ГМ-0,5М предназначены для получения высококачественных

топливных и сырьевых гранул различного диаметра из лузги, шелухи, опилок и других отходов растительного происхождения.

Инжиниринговая компания ООО «Альтернативные топливные технологии» (г. Екатеринбург) предлагает комплекс инженерных услуг по созданию предприятий, выпускающих топливные гранулы из отходов сельскохозяйственной продукции, лесопиления. Потребителям предлагаются мини-заводы производительностью 500 и 1000-1500 кг/ч, а также более 2000 кг/ч (табл. 19).

Таблица 19

Техническая характеристика мини-заводов

Показатели	Мини-завод производительностью 500 кг/ч	Мини-завод производительностью 1000-1500 кг/ч
Требуемая площадь, м ²	65-70	250 – на технологическую линию, 300 – склад сырья, 300 – склад готовой продукции
Требуемая высота помещения, м	Не менее 6	Не менее 6,5
Электрическая мощность, кВт:		
установленная	200-250	400-450
потребляемая	150-170	280-300
Обслуживающий персонал, человек	2	2-5
Потребность в сырье для производства pellets	3,5 м ³ насыпных или 1,5 м ³ плотных	-

ООО СП «Грантех» (г. Киев) предлагает линии гранулирования растительных отходов разной производительности.

Предприятием изготовлено и внедрено более 130 линий гранулирования. Диапазон производительности оборудования рассчитан как на потребности среднего хозяйства, так и мощных производственных объединений.

Процесс гранулирования на оборудовании «Грантех» включает в себя измельчение сырья на дробильных машинах, пропаривание продукта и спрессовывание в гранулы, охлаждение гранул с по-

мощью противоточных охладителей серии ГТО7. Датчики уровня контролируют процесс охлаждения и обеспечивают безаварийность работы. Просеивающие машины отделяют полученную гранулу. Просеянный продукт отправляют на склад, мелочь возвращают на повторное гранулирование.

1.1.5. Использование отходов растениеводства в строительной отрасли

Перспективно использование отходов растениеводства в строительной промышленности. Это направление получило название эко-технология.

Из прессованной соломы изготавливают строительные блоки. Для этих целей хорошо подходит солома ржи, льна или пшеницы, возможно также использование сена, камыша.

По технологии солома прессуется пресс-подборщиками или вручную на специальных прессах. Спрессованный блок перевязывается металлической проволокой или нейлоновым шнуром. Габаритные размеры блока (в среднем) 90×45×35 см, масса около 23 кг.

Преимущества соломенных блоков:

низкая стоимость (соломенный блок примерно в 1 тыс. раз дешевле кирпича), хорошие показатели теплопроводности и звукоизоляции (теплопроводность соломы в 4 раза ниже, чем дерева, и в 7 раз, чем кирпича, что приводит к сокращению затрат на отопление дома), доступность материалов, долговечность (сохраняет свойства до 100-150 лет), небольшая масса (зданию из соломенных блоков не требуется тяжелый фундамент, а для строительства – подъемные механизмы), низкие трудозатраты, соломенные стены выдерживают высокую нагрузку (по канадским исследованиям оштукатуренная стена из таких блоков высотой 2,5 м и шириной 3,5 м выдерживает вертикальную нагрузку до 8 тыс. и боковую до 325 кг. Данные цифры соответствуют следующим нагрузкам: полезная 220 кг/м², снеговая – 293, ветровая – 78, постоянные нагрузки – 234 кг/м². Блоки являются возобновляемым ресурсом, имеют высокие показатели экологичности.

К недостаткам относится высокая легковоспламеняемость и пожароопасность (строительство требует тщательного соблюдения

технологий и мер противопожарной безопасности); после укладки солома должна быть надежно закрыта от пламени (заштукатурена) снаружи и внутри дома, солома должна быть сухой, а блоки плотно спрессованы.

В практике строительства домов из соломенных блоков используют два метода: первый – каркасный, когда дополнительно применяется несущий каркас из дерева (иногда из металла), который плотно заполняется блоками. Возможно скрепление блоков между собой специальными приспособлениями или раствором.

Второй метод заключается в том, что несущие стены выкладываются из соломенных блоков. Блоки скрепляются между собой вертикальными кольями или раствором. Для прочности могут применяться металлические или пластиковые штанги – нижний конец штанги крепится к фундаменту, к верхнему концу штанги крепится гайка для стяжки соломенных блоков. Снаружи и изнутри на выложенные блоки наносится арматурная сетка и штукатурка толщиной до 75 мм. Штукатурка предохраняет соломенные блоки от воды, огня, вредителей.

В качестве штукатурного покрытия могут применяться различные составы: глиняный раствор, смешанный с мякиной или половой; раствор, состоящий из глины, извести и полове в соотношении 1:1:0,5 соответственно; цементно- известковый раствор средней жирности и др.

Выбор метода строительства в основном зависит от конкретных местных условий. Каркас придает сооружению дополнительную прочность. Преимуществом бескаркасного способа является низкий уровень затрат и простота возведения, однако дополнительные требования предъявляются к устройству крыши и ее массе, а также к плотности блоков.

Соломенные блоки могут использоваться как в сухом виде, так и обработанные глиняным раствором. В последнем случае блок перед укладкой обмакивается на короткое время в негустой раствор глины. Такая технология дает преимущества в прочности и пожарной безопасности, но более трудоемка, стены дольше сохнут и хуже держат тепло.

Разновидностью соломенных блоков являются прессованные и прошитые стальной проволокой соломенные плиты толщиной от 7

до 12 см. Для изготовления соломенных плит применяется хорошо просушенная солома (в основном ржаная или льняная) без колосьев и признаков гнили.

Плиты изготавливают на рычажных винтовых прессах с решетчатыми стенками. Солому обжимают в прессе и прошивают стальной проволокой между брусками решетчатой стенки через 10-15 см. Проволоку прокалывают насквозь через тело плиты с помощью шила-иглы и затягивают.

На рис. 19 представлен общий вид постройки из соломенных блоков.



Рис. 19. Строение из соломы

Строительство из соломенных блоков является перспективным направлением. Прежде всего это связано с низким уровнем строительных затрат, простотой возведения и высокой экологичностью.

1.1.6. Использование отходов растениеводства в производстве биоразлагаемой упаковки

В качестве упаковочных материалов широко применяют полимеры, ежегодный выпуск которых в мире составляет около 130 млн т. Сроки разложения полимерной упаковки – десятки и сотни лет. В связи с обострением экологической ситуации широкое распростра-

нение получает производство биоразлагаемой упаковки из природных биополимеров.

К наиболее распространенным биополимерам относятся полимеры молочной кислоты – полилактаты. Сырьем для производства молочной кислоты служат отходы кукурузы, сахарного тростника, риса и др.

Полимеры молочной кислоты получают методом ферментации растительных углеводов – гидролизатов сахарозы и крахмала. Полилактаты обладают хорошими физико-механическими свойствами: высокой жесткостью, прозрачностью, блеском; сохранением формы изделия после смятия или кручения (на 50% выше по сравнению с традиционными пластмассами); поддаются обработке на традиционном экструзионном и выдувном оборудовании; высокоэкологичны (выбросы в атмосферу CO_2 в расчете на 1 т биополимера на 25-30% меньше по сравнению с линейным полиэтиленом низкой плотности); энергозатраты при производстве биополимеров на 20-30% ниже по сравнению с синтетическими пластиками.

Основой другого класса биополимеров является крахмал, получаемый из отходов зерновых культур, картофеля, маиса. Ведущим производителем биополимеров на основе крахмала является итальянская компания «Novamont» (50-60% европейского рынка). Наиболее распространенные семейства марок биополимеров из крахмала Mater-Bi и Solanyl. В компосте данный вид биополимеров разлагается менее чем за 12 недель, что соответствует европейским стандартам.

Биополимеры полигидроксиксаноаты (ПГА) относятся к классу алифатических полиэфиров на основе гидроксикарбоновых кислот. Наиболее известные разработчики и производители ПГА-биополимеров – американские компании «Metabolix» и «Procter & Gamble».

Это полиэфирные соединения, продуцируемые различными микроорганизмами. Например, поли-3-гидроксibuтират является естественным продуктом хранения энергии бактерий и морских водорослей и присутствует в цитоплазме клетки.

ПГА-биополимеры полностью биоразлагаемы, близки по своим свойствам к обычным полимерам, хорошо перерабатываются на существующем оборудовании с незначительной его модификацией.

Используются также смеси полимеров, в которых один компонент синтетический, другой – природный. Природный компонент обеспечивает композиции эффект биоразложения, синтетический – требуемый комплекс эксплуатационных и потребительских свойств.

Полимерной матрицей служат полиэтиленовые и полипропиленовые отходы с температурой переработки не выше 120-230°C, чтобы исключить тепловую деструкцию наполнителя.

В качестве наполнителя могут использоваться также растительные отходы: лузга зерновая (рисовая, гречневая, просяная) и подсолнечная какаовелла; мезга картофельная, кукурузная; жом свекловичный.

Размер частиц наполнителя не должен быть менее 100 мкм и превышать 450-500 мкм. Влажность сырья не должна быть более 10%. Порядок и режимы смешивания компонентов оказывают влияние на характер распределения частиц, значение вязкости композиций.

Специалистами МГУПП, МГУПБ и ВНИИ крахмалопродуктов разработана схема подготовки различных видов растительных отходов для получения полимерных композиций. Технология включает в себя процессы сушки, удаление металломагнитных примесей во избежание снижения качества упаковочных изделий, измельчение (рис. 20).

Сотрудниками МГУПБ и ВНИИК разработаны оригинальные рецептурные составы композиций на основе смесей синтетических полимеров и модифицирующих добавок с различным соотношением компонентов, а также технологические режимы получения изделий методами литья под давлением, экструзии и прессования, объединенные маркой «Биодем».

На рис. 21 представлена схема получения, применения и утилизации биологически деградируемого материала («Биодем»).

Основные сферы применения биоразлагаемых материалов – тара и упаковка для пищевых продуктов, одноразовая посуда, мешки для мусора и органических отходов. Известны примеры применения биопластиков в автомобилестроении, для производства биоразлагаемой мульчи – пленки сельскохозяйственного назначения и др.

По прогнозам аналитиков, к 2011 г. емкость мирового рынка биоразлагаемой упаковки возрастет до 120 тыс. т, что говорит о перспективах развития данного направления в упаковочной отрасли.

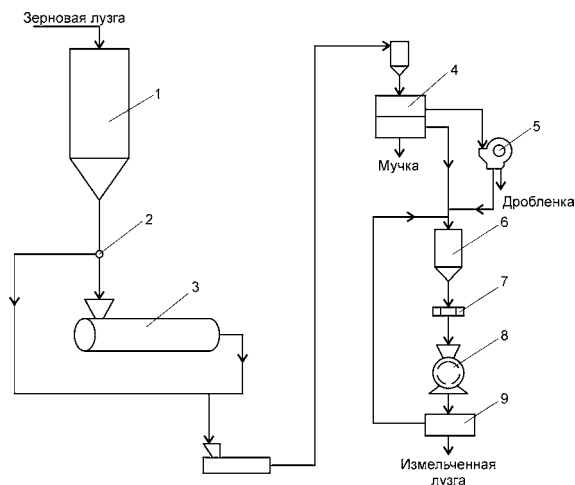


Рис. 20. Схема подготовки отходов для ввода в полимерные композиции: 1, 6 – бункеры; 2 – переключатель; 3 – сушилка; 4 – просеивающая машина; 5 – аспиратор; 7 – магнитный сепаратор; 8,9 – измельчитель с классификатором

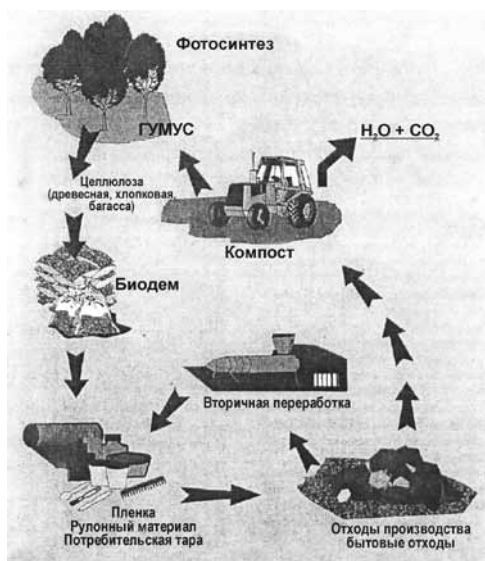


Рис. 21. Схема получения, применения и утилизации биологически разлагаемого материала («Биодем»)

2.1. Отходы зерноперерабатывающей промышленности

2.1.1. Номенклатура и классификация

В зерноперерабатывающей промышленности вторичные сырьевые ресурсы и отходы образуются в процессе очистки зерна от примесей (кормовой зернопродукт, зерновые отходы, делящиеся на категории в зависимости от содержания в них доброкачественного зерна), переработки его в конечный продукт – муку, крупу (отруби, кормовая дробленка, лузга, мучка, зародыш).

Вторичные сырьевые ресурсы зерноперерабатывающей отрасли:

- по агрегатному состоянию являются твердыми;
- по материалоемкости – относятся к многотоннажным ресурсам, (исключение составляют объемы образования кормовой дробленки и отбора зародыша, которые находятся на уровне условного критерия 100 тыс. т в год);
- по степени использования – полностью используются (неполностью утилизируется лузга пленчатых крупяных культур);
- по воздействию на окружающую среду – безвредны (загрязнение имеет место при засорении почв (свалки), недостаточной очистке аспирационных отсосов (воздух) и моечных вод (вода).

На рис. 43 представлена принципиальная схема образования и использования ВСР и отходов зернового производства.



Рис. 43. Поток образования и использования ВСР и отходов зерноперерабатывающей промышленности:

ПП – побочная продукция;

ВСР – вторичные сырьевые ресурсы

2.1.2. Нормативы образования и направления использования

Нормы образования вторичных сырьевых ресурсов в зерноперерабатывающей промышленности зависят от анатомического и морфологического состава зерновки с учетом технических возможностей высвобождения основного продукта (мучнистых частиц эндосперма, крупяного ядра) и неизбежных потерь с побочными продуктами и отходами, представляющими собой вторичные сырьевые ресурсы.

В табл. 31-32 представлены нормативы образования ВСР в зерноперерабатывающей промышленности при различных видах помола пшеницы и ржи в муку хлебопекарную и макаронную, а также при выработке крупы.

Таблица 31 [91]

**Нормативы образования ВСР при выработке пшеничной
и ржаной муки, %**

Наименование помола	Основная продукция (мука), всего	Вторичные сырьевые ресурсы и отходы			
		мучка кормовая	отруби	кормовые зернопродукты	отходы с механическими потерями
Трех-, двух – и одно- сортный хлебопекарный из мягкой пшеницы с развитой схемой	73-75	3-5	19,1	2,2	0,7
Двухсортный хлебопекарный из мягкой пшеницы	78	-	19,1	2,2	0,7
Односортный хлебопекарный из мягкой пшеницы	72-85	6	12,1-19,1	2,2	0,7
Обойный хлебопекарный из мягкой пшеницы	96	-	1,0	2,0	0,7
Трех- и двухсортные макаронные помолы из твердой пшеницы и стекловидной мягкой	75	3	19,1	2,2	0,7
Двухсортный хлебопекарный помол ржи	80	-	16,6	2,4	0,7
Односортный хлебопекарный помол ржи	63-87	-	16,6 – 33,6	2,4	0,7
Обойный ржаной	95	-	2,0	2,0	0,7

Таблица 32

Нормативы образования ВСР при выработке крупы, % [91, 67]

Культура	Основная продукция		Вторичные сырьевые ресурсы и отходы							
	крупя целая	крупя дробленая	дробленка кормовая	мучка, сечка	лузга	мелкое зерно	отходы		зародыш	усушка
							I и II категории	III категории		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рис	55,0	10,0	-	12,2	18,4	-	3,0	0,7	-	0,7
Гречиха (при пропаривании)	62,0	5,0 (продел)	-	3,5	20,8	-	6,5	0,7	-	1,5

Продолжение табл. 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Просо	65,0	-	4,0	7,5	15,5	-	7,0	0,5	-	0,5
Овес	45,5	-	-	15,5	27,0	5,0	2,8	0,7	-	3,5
Ячмень при выработке крупы:										
перловой	45,0	-	-	40,0	7,0	5,0	1,0	0,7		1,3
ячневой	65,0	-	-	18,0	7,0	5,0	3,0	0,7	-	1,3
Пшеница	63,0	-	-	30,0	-	-	5,3	0,7	-	1,0
Горох	47,0	30,0 (коло- тый)	-	6,5	6,0	5,0	1,0	0,5	-	4,0
Кукуруза	40,0	15,0 (мука)	-	34,0	-	-	3,0	0,5	7,0	0,5

ВСП мукомольного производства – кормовой зернопродукт, отруби пшеничные, мучка кормовая пшеничная, пшеничный зародыш, отруби ржаные – традиционно используются в кормопроизводстве.

На кормовые цели также используется до 60% лузги, 15% лузги идет на производство биотоплива.

15 % отходов мукомольного производства используется на пищевые цели: в хлебопечении, при создании диетических продуктов функционального назначения. Их используют в виде готовых смесей с пшеничной сортовой мукой, получая новый вид муки и новые сорта хлеба.

Зерновые отходы также находят применение для производства крахмала, клейковины, лизина, молочной кислоты.

Вторичные сырьевые ресурсы крупяной промышленности – это продукты высокой пищевой ценности (табл. 33).

Таблица 33

Химический состав ВСП крупяной промышленности

Продукт	Массовая доля, %				
	белок	жир	крахмал	клетчатка	зольность
Просяная мучка	12,6-13,2	6,3-21,0	41,0-43,2	14,0-30,1	8,6-9,0
Ячменная мучка	11,2-12,0	4,6 13,0	55,2-59,9	4,5-6,0	3,8-4,5
Пшеничная мучка	12,1-13,4	4,1-8,1	59,8-61,5	3,7-6,9	3,0-4,8
Гречневая мучка	30,0	7,5	27,5	14,2	7,0

Белковый комплекс ВСР и отходов крупяного производства с точки зрения незаменимых аминокислот более полноценен, чем белок целого зерна. Содержит витамины Е, РР, группы В, полиненасыщенные жирные кислоты. Минеральный состав богат железом, марганцем, калием, фосфором.

Благодаря высокой питательности основное направление использования отходов крупяного производства – кормовое (до 60-70%).

В пищевой промышленности ВСР крупяной промышленности используют для обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Обогащение пшеничной муки первого сорта добавлением 6% ячменной мучки увеличивает содержание витаминов группы В в хлебе на 7-10%. Разработана рецептура сахарного печенья с использованием ячменной мучки в качестве компонента.

Исследована возможность использования ВСР крупяного производства в микробиологической промышленности при производстве β -каротина. Результаты исследований подтверждены производственными испытаниями на заводе медпрепаратов в г. Екатеринбурге.

Перспективными способами комплексной переработки мучки являются экстракция рисового масла и стабилизация мучки от прогоркания с одновременным получением лечебных препаратов, таких как фитин, применяемый против рахита, и инозит – при заболеваниях печени, атеросклерозе.

Перспективны направления использования крупяной лузги в микробиологической и фармацевтической промышленности, гидролизном производстве, при изготовлении строительных изделий и топливных брикетов.

Рисовая и гречневая лузга, составляющая 10-12% от всех отходов крупяного производства, является малоиспользуемым сырьем (для производства твердого топлива, строительных материалов).

2.1.3. Технологии переработки ВСР и отходов

Мукомольное производство

Перспективным процессом вовлечения в оборот ВСР мукомольного производства является технология выработки отрубей пшеничных диетических и пшеничных зародышевых хлопьев пищевого назначения.

К отрубям пшеничным диетическим, предназначенным для лечебного питания, предъявляют особые требования по микрофлоре и микотоксинам, остаточному содержанию пестицидов и гербицидов, массовой доле тяжелых металлов. Наиболее приемлемым способом стерилизации отрубей является термическая обработка, в результате которой улучшаются цвет, вкус, запах, увеличиваются сроки хранения. Сушка горячим воздухом в сушильном оборудовании с доведением влажности отрубей до 5-7% и последующим охлаждением позволяет снизить микробиологическую обсемененность до регламентируемого уровня.

На рис. 44 представлена схема технологического процесса выработки диетических и пшеничных зародышевых хлопьев для лечебно-профилактического питания.

Технологическая линия производства отрубей пшеничных диетических рекомендуется к внедрению на действующих и вновь создаваемых мукомольных предприятиях. Производительность линии до 100 кг/ч.

Разработана технология комплексной переработки зерна пшеницы с получением клейковины, крахмала, сахаристых продуктов и сухого корма (рис. 45).

Технология позволяет получить более 50% крахмала, 9% клейковины, 38% сухого корма. Потери сухих веществ составляют не более 3%.

Крахмал используется при бурении нефтяных скважин, для производства бумаги, текстиля, взрывчатых веществ, пищевых подсластителей, безалкогольных напитков, биоэтанола, фармпрепаратов, инсектицидов, биополимеров.

Клейковина используется в хлебопекарном и макаронном производстве, выполняет функции пластификатора и связующего вещества, позволяет формировать тесто и сохранять приданную тесту форму при варке изделий.

Сухая клейковина также используется для корректировки хлебопекарных свойств пшеничной муки с пониженным содержанием клейковины или со слабой клейковиной. В европейских странах добавление клейковины к слабой муке обусловлено экономией средств, так как сильная пшеница является дорогостоящим сырьем.

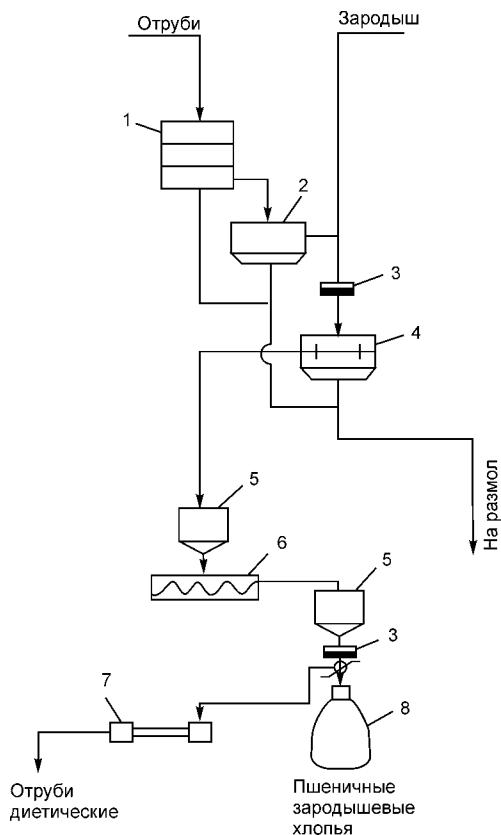


Рис. 44. Технологический процесс производства диетических отрубей и пшеничных зародышевых хлопьев:

- 1 – сепарирование для обеспечения необходимой крупности отрубей; 2 – очистка частиц эндосперма от оболочек; 3 – выделение металломагнитной примеси; 4 – калибрование отрубей по крупности, отделение муки от зародыша; 5 – накопление зернопродукта; 6 – снижение микробиологической обсемененности, влажности и инактивация липоликтических ферментов путем сушки продукта с последующим охлаждением; 7 – фасовка диетических отрубей и зародышевых хлопьев; 8 – выбор диетических отрубей и пшеничных зародышевых хлопьев

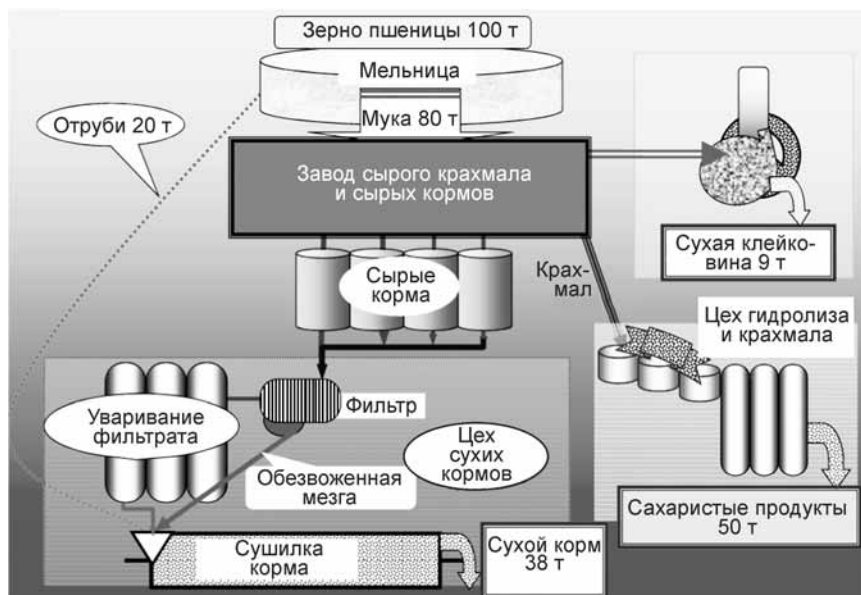


Рис. 45. Комплексная переработка зерна пшеницы

Санкт-Петербургским филиалом ГосНИИХП разработаны рекомендации по использованию сухой клейковины. Для улучшения физических и реологических свойств теста и качества хлеба из пшеничной муки следует вносить до 2% сухой клейковины; для улучшения структуры пористости и удельного объема хлеба при переработке муки с низкими хлебопекарными свойствами – 4-6%; для разработки новых видов изделий, обогащенных растительным белком – до 20-40% сухой клейковины к общей массе муки.

В мясоперерабатывающей промышленности клейковина используется как функциональный добавочный компонент, повышающий плотность и улучшающий структуру готовых изделий. Являясь водонерастворимым белком, пшеничный глютен в процессе гидратации образует волокна, которые препятствуют появлению рыхлости текстурированного белками мясного сырья.

Клейковина применяется в рецептуре готовых зерновых завтраков функционального назначения.

В настоящее время производится большое количество продуктов на основе микробиологического синтеза глюкозы – лизин, молочная кислота и др.

L-лизин – незаменимая аминокислота, в чистом виде является высокоэффективной кормовой добавкой (1 т лизина экономит 25 т зерна при откорме птиц и свиней). Белок ржи отличается большим содержанием лизина и триптофана, которых недостаточно в белке пшеницы. Отходы переработки зерна ржи являются перспективным сырьем для производства незаменимых аминокислот.

Молочная кислота является базовым веществом для биохимической технологии. Ее получают ферментацией углеводов растительного происхождения – гидролизатов сахарозы и крахмала. Полимеры молочной кислоты являются перспективным заменителем традиционных пластмасс, сырьем для производства биоразлагаемой упаковки.

Один из малоиспользуемых видов отходов мукомольного производства – аспирационная пыль. На ее долю приходится 12,6 % от общего количества отходов производства. Мукомольная пыль образуется в процессе основных операций, совершаемых на элеваторе: размещение зерна по силосам, предварительная очистка зерна от примесей, взвешивание зерна и отходов.

Один из способов переработки аспирационной пыли мукомольных производств – проведение гидролиза (преобразования полисахаридов в простые сахара). На полученных гидролизным путем моносахаридах культивируют дрожжевые микроорганизмы.

Катализаторами процесса гидролиза являются сильные кислоты – серная или соляная.

В Оренбургском государственном университете разработана технология утилизации аспирационных отходов мукомольных предприятий с получением кормовых дрожжей путем гидролиза сырья разбавленными минеральными кислотами при атмосферном давлении. Подготовленное сырье подвергают гидролизной переработке посредством раствора серной кислоты при оптимальных значениях времени и температуры. На подготовленные питательные среды наносятся штаммы микроорганизмов и определяется коэффициент прироста биомассы.

Экспериментальным путем установлена оптимальная среда для

дальнейшей ферментации дрожжей с содержанием 1,95% редуцирующих веществ и 0,5% сульфата аммония. Удельная скорость роста дрожжей на таких средах находится в пределах от 0,15 до 0,16 г/ч.

На рис. 46 представлена поэтапная схема технологии.

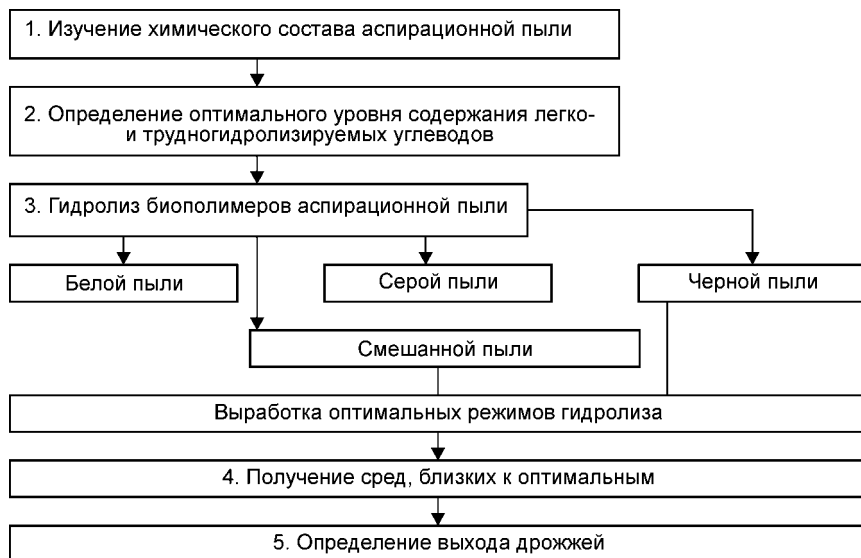


Рис. 46. Общая модель перехода аспирационной пыли во вторичный ресурс

Разработанная технология позволит утилизировать малоиспользуемые отходы мукомольных производств, такие как аспирационная пыль, что обеспечит предприятиям дополнительную прибыль.

Крупяное производство

К базовым технологическим процессам переработки ВСР крупяного производства на пищевые и кормовые цели относится технологическая схема производства масла из рисовой муки.

На рис. 47 представлена схема технологического процесса.

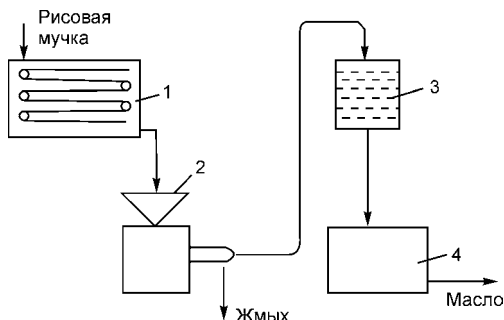


Рис. 47. Технологическая схема производства масла из рисовой муки:

1 – прогреватель; 2 – экструдер; 3 – фильтр; 4 – отстойник

На первом этапе рисовая мука прогревается для стабилизации ферментативной активности, после чего подается в пресс-экструдер. В экструдере через специальную насадку отжимается масло и выходит жмых. Масло через фильтр поступает в отстойник, а затем в накопительную емкость.

Другим направлением является производство рассыпных и гранулированных кормовых смесей (рис. 48).

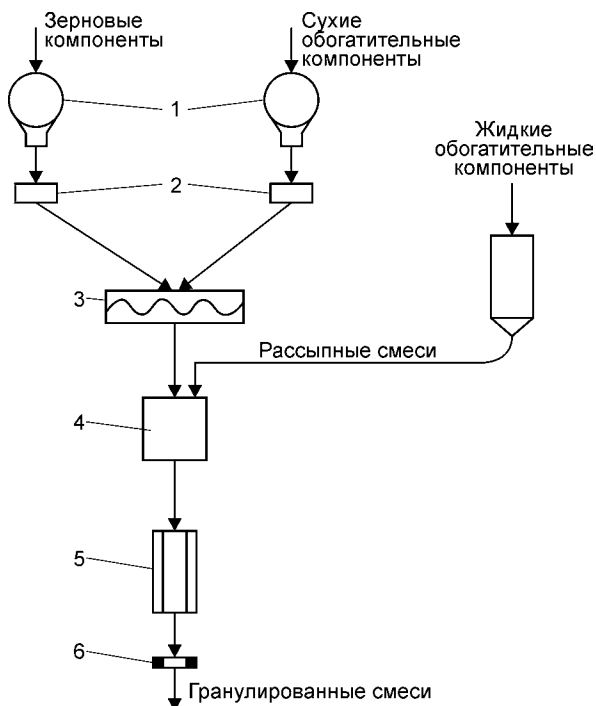
Отходы первой и второй категорий, мелкое зерно, кормовую дробленку, муку очищают от случайных примесей, измельчают на измельчителях и смешивают с дополнительными сухими обогащательными компонентами – солью и мелом – в пропорции по заданной рецептуре. Из смесителя выходит рассыпная кормосмесь.

При производстве гранулированных кормосмесей в рассыпную смесь сухих компонентов дополнительно вводят жидкую мелассу, обеспечивающую необходимую прочность гранул, а также жмых, шрот, мочевины (карбамид), кормовой фосфат. Эту смесь прессуют с последующим охлаждением гранул и магнитным контролем кормосмеси.

Аналогично производят кормосмеси на основе лузги с добавлением побочных продуктов производства, а также мела, соли, мочевины, мелассы.

Отходы зернопереработки используют для производства облицовочных плит (рис.49).

Лузга (рисовая, гречневая) высушивается, после чего поступает в смеситель со смолой и отвердителем. Осмоленная лузга порциями поступает в поддоны, подпрессовывается и затем прессуется при заданных температурном режиме и давлении. Готовые плиты (размером 500 x 500 x 7 мм) вынимают из формы и складывают. По основным характеристикам они не уступают традиционным древесно-стружечным плитам.



*Рис. 48. Технологическая схема производства рассыпных и гранулированных кормовых смесей:
1 – измельчители; 2 – дозаторы; 3 – смеситель; 4 – пресс;
5 – охладитель; 6 – магнит*

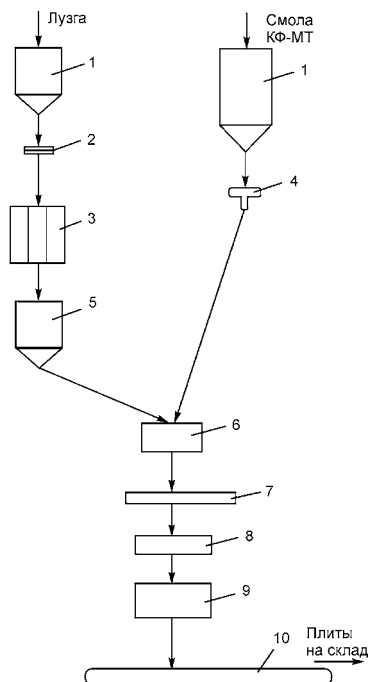


Рис. 49. Технологическая схема производства облицовочных плит:

1 – бункеры; 2 – магнит; 3 – сушилка; 4 – дозатор; 5 – бункер-накопитель; 6 – смеситель; 7 – формующая машина; 8 – подпрессовщик; 9 – пресс; 10 – охладитель

Технологическая схема производства кровельных и укупорочных материалов из отходов крупяного производства включает в себя измельчение крупяной лузги в дробилке, перемешивание с полимер-каучуковым композитом, разогревание при интенсивном перемешивании, вальцевание пластичного однородного материала и формование кровельного листа заданной толщины. После охлаждения материал скатывают в бобины и передают на склад. Используют как укрывной материал при кровельных работах.

Перспективно использование крупяной лузги в качестве топлива. На рис. 50 представлена технологическая схема производства топливных брикетов из крупяной лузги.

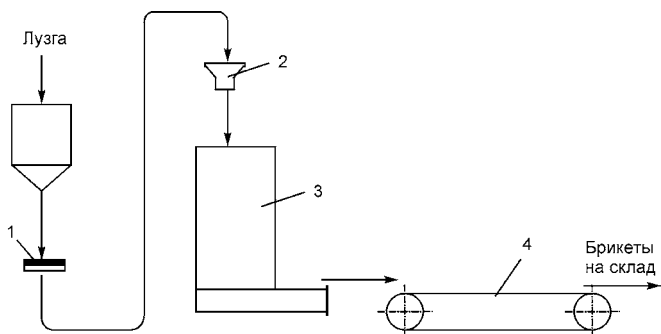


Рис. 50. Технологическая схема производства топливных брикетов:

1 – магнит; 2 – дозатор; 3 – пресс; 4 – конвейер-охладитель

Лузга из бункера-накопителя через магнитный контроль и дозатор поступает в пресс, где брикетируется при определенных влажности, температуре и давлении. Поперечное сечение брикета 100 x 120 мм, длина (200 ± 50 мм) определяется местом излома непрерывно выдавливаемого бруса. После охлаждения брикеты складировуют.

Опыт эксплуатации подобного топливного сырья показал высокие качественные характеристики процесса: теплота сгорания крупной лузги находится на требуемом уровне, содержание вредных выбросов в атмосферу существенно ниже, чем при сжигании традиционного топлива.

2.2. Отходы хлебопекарной промышленности

2.2.1. Номенклатура и классификация

К отходам хлебопекарного и макаронного производства относятся: мучной смет, собранный в производственных цехах и на мучных складах, мучной выбой от вытряхиваемых мешков, хлебная крошка, отходы от зачистки тестомесильных и тесторазделочных агрегатов.

На хлебозаводах рядом с производственными помещениями, как правило, выделяется специальное помещение или площадка для сбора и временного накопления хлебных отходов, передаваемых для дальнейшего использования.

Реализуемые хлебные отходы собираются и хранятся в специальной таре – мешкотаре или другой. Вывоз отходов осуществляется по мере их накопления.

Кроме реализуемых отходов, в отрасли также образуется производственный и экспедиционный брак.

К производственному браку относятся изделия, забракованные контролирующими службами внутри и вне предприятия по физическим и органолептическим показателям, не соответствующие требованиям стандартов и технических условий.

К экспедиционному браку относятся изделия, забракованные и возвращенные из торговой сети с признаками повреждений при погрузочно-разгрузочных работах или транспортировании (деформированные, подмоченные, ломаные), а также хлеб с истекшим сроком реализации.

Отходы хлебопекарного и макаронного производств относятся:

- по происхождению – к растительным;
- по агрегатному состоянию – к твердым;
- по технологическим стадиям получения – к образуемым при первичной переработке сырья в мукопросеивательном отделении, на стадии разделки, выпечки, складирования;
- по материалоемкости – к малотоннажным;
- по воздействию на окружающую среду – к безвредным, нетоксичным.

При мойке оборудования, инвентаря и др. образуются технологические водные сбросы предприятий хлебопекарной промышленности. Сточные воды хлебозаводов по составу загрязнений и содержанию биохимически разлагающихся органических веществ близки к бытовым водам и могут очищаться совместно с ними на общегородских очистных сооружениях. Производственные сточные воды смешиваются с хозяйственно-бытовыми стоками и сбрасываются в канализацию.

На рис. 51 представлена схема переработки первичного сырья (муки) хлебопекарной промышленности с выходом всех отходов производственного цикла.

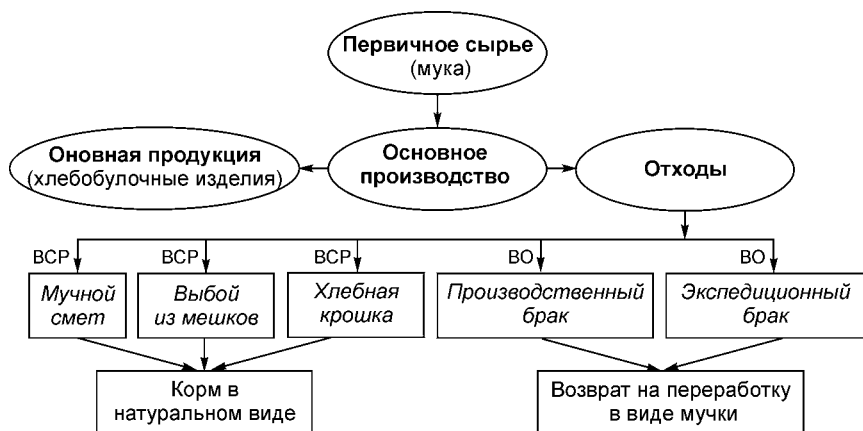


Рис. 51. Схема образования ВСР и отходов в хлебопекарной отрасли

2.2.2. Нормативы образования и направления использования

В табл. 34 представлены нормативы производственного, экспедиционного брака и реализуемых отходов хлебопекарной промышленности.

Таблица 34

Нормативы производственного брака и реализуемых отходов в хлебопекарной промышленности [91]

Показатели	Норматив, %
Брак:	
производственный	0,2
экспедиционный	0,1
Реализуемые отходы на предприятиях	0,1
Потери при хранении муки:	
тарном	0,15
бестарном	0,09

Отходы хлебопекарного и макаронного производства полностью используются на кормовые цели в животноводстве и птицеводстве в чистом виде или в качестве добавок к комбикорму.

Брак производственный и экспедиционный без микробиологической порчи и плесени возвращается в производственный цикл на переработку в виде мучки.

2.3. Отходы плодоовощной промышленности

2.3.1. Номенклатура и классификация

В плодоовощной отрасли используется многообразное сырье растительного происхождения – более 300 наименований. Плодоовощная промышленность выпускает широкий ассортимент консервированной продукции, которую можно разделить на три группы: овощная, томатная и фруктовая. К овощным консервам относятся закусочные, заправочные, натуральные, маринады, соки овощные; к томатным – томатная паста и пюре, соус, томатный сок; к фруктовым – компоты, варенье, джемы, повидло, конфитюры, пюре, соки фруктовые.

В процессе производства основной продукции в отрасли образуются ВСР и отходы производства: томатные и яблочные вытерки, яблочные и виноградные выжимки, томатные семена, плодовые косточки, очистки картофеля, моркови, свеклы, кабачков, баклажан, створки зеленого горошка, покровные листья капусты, выжимки темноокрашенных ягод.

Основным классификационным признаком ВСР и отходов является стадия технологического процесса (очистка, протираание, пресование, резка, просеивание), на которой происходит их получение.

Вторичные сырьевые ресурсы плодоовощной отрасли:

- по агрегатному состоянию являются твердыми;
- по материалоемкости относятся к малотоннажным ресурсам;
- степень использования – полная, исключение составляют отходы темноокрашенных плодов и ягод;
- воздействие на окружающую среду – безвредное, однако отходы являются скоропортящимся сырьем и нуждаются в быстрой переработке или утилизации.

По биохимическому составу содержат белковые и минеральные вещества, углеводы, большое количество витаминов и микроэлементов.

На рис. 52 представлена принципиальная схема образования и использования вторичных сырьевых ресурсов и отходов плодоовощной отрасли.

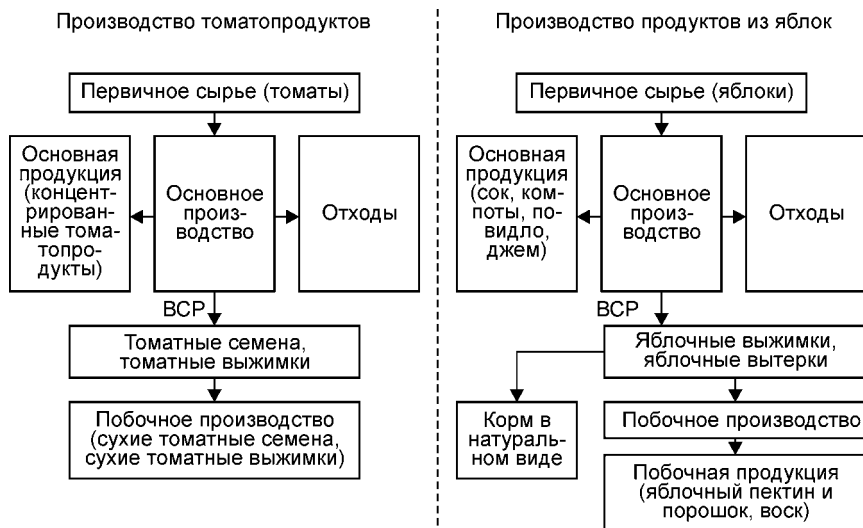


Рис. 52. Схема образования ВСР и отходов в плодоовощной отрасли

2.3.2. Нормативы образования и направления использования

Вторичные сырьевые ресурсы плодоовощной отрасли могут составлять от 5 до 85% от исходной массы перерабатываемого сырья, их вид зависит от сырья и способа его переработки. Например, при переработке зеленого горошка (с учетом ботвы) отходы достигают 80%, при выпуске продуктов питания из картофеля – 30-40, закусочных консервов – в среднем 12, концентрированных томатопродуктов – 4-5%.

Ежегодный объем отходов консервной промышленности составляет 300 тыс. т. В хозяйственный оборот вовлекается от 65 до 85% всех ВСР отрасли. Часть отходов и ВСР используются как удобрения, семенной материал.

Большая часть отходов (до 70%) направляется на корм сельскохозяйственных животных и птицы (табл. 35) [66].

Кормовая ценность вторичных сырьевых ресурсов

Сырье, продукт	Кормовые единицы (в 1 кг)	Переваримый протеин, %	Са, мг/%	Калорийность, ккал/кг
Кормовая мука из отходов:				
кабачков	0,72	4,73	128	3301
капусты	0,84	11,21	146	4484
моркови	0,87	10,87	190	4650
томатов	0,61	13,65	175	5258

Приблизительно 30% отходов плодоовощной отрасли перерабатывается на промышленную продукцию. Из отходов переработки плодов и овощей на консервных заводах, некондиционного сырья и вторичных ресурсов получают пектин, фруктовые и овощные порошки, пюре, сухие выжимки, ароматические вещества, красители, этиловый спирт, биохимический уксус, кормовые брикеты, заливочные жидкости, крахмал, углеводы, лечебно-профилактические препараты и др. Выработка продукции из ВСР может осуществляться на заводах отрасли (уксус, спирт) или перенаправляться в другие промышленные производства (томатное масло, абразивные вещества из плодовой косточки и др.).

Схема направлений переработки отходов и вторичного сырья плодоовощного производства представлена на рис. 53.

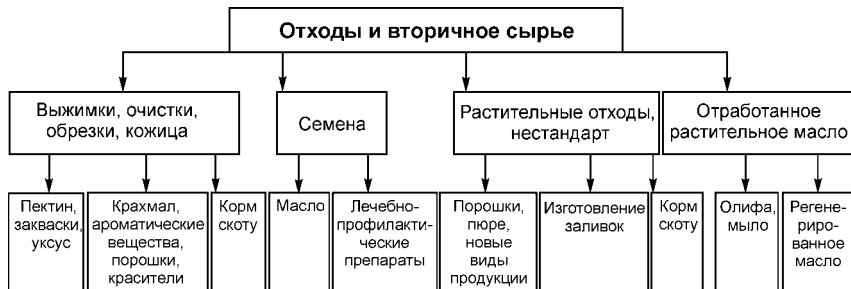


Рис. 53. Схема использования побочных продуктов и отходов плодоовощного производства

2.3.3. Технологии переработки ВСП и отходов

Приоритетным условием переработки плодоовощного сырья является комплексное его использование с поэтапным извлечением всех ценных компонентов. На практике данный принцип реализуется путем внедрения комплексных (безотходных) или малоотходных технологий. Технологии переработки вторичных ресурсов являются составной частью комплексной переработки.

В табл. 36 представлены безотходные технологические проекты, реализуемые в плодоовощной отрасли, а также технологии переработки вторичного сырья.

Таблица 36

Комплексные технологии переработки плодоовощного сырья и вторичных ресурсов отрасли

Технология	Разработчик	Эффект
Комплексная переработка плодов бахчевых культур	Волгоградская ГСХА	Безотходная переработка сырья: семена используют как посевной материал или для производства лечебно-профилактических препаратов; из корок производят цукаты; из мякоти плодов – порошок, пюре, джемы, повидло; сок используется в свежем виде
Комплексная переработка арбузов	Северокавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства; ЗАО «Комбинат «Теучежский»	Получение арбузных дистиллянтов из некондиционных плодов и излишков урожая
Комплексная переработка чеснока	ГНУ ВНИИКОП	Получение из вторичного сырья и отходов продуктов с регулируемым содержанием биологически активных веществ профильного назначения

Технология	Разработчик	Эффект
Комплексная переработка ревеня	Хабаровская государственная академия экономики и права; Тихоокеанский государственный экономический университет	Получение из вторичного сырья модифицированного, сохраняющего целостность растительных волокон при дальнейшей термообработке, полуфабриката из ревеня
Безотходная переработка растительного сырья с участием микроорганизмов	Нижегородский НИИ эпидемиологии и микробиологии	Получение биологически ценных молочно-кислых заквасок из соковых выжимок
Переработка отходов свеклы столовой	Дальневосточная государственная академия экономики и управления	Производство пищевых красителей, порошковых ингредиентов для пищевой промышленности
Переработка твердых отходов растительного сырья	Волгоградский НИИ мясомолочного скотоводства и переработки продукции животноводства	Производство сорбентов для очистки водных растворов от тяжелых металлов и органических красителей, сорбентов для выведения тяжелых металлов из организма сельскохозяйственных животных при скормливании
Изготовление консервов из вторичного сырья пищевых производств	ГУ Красноярский НИИ хранения и переработки сельхозпродукции	Изготовление консервов с добавлением других компонентов в виде пюре и паст
Утилизация семян граната	АО «Химфарм»; ЮКГУ им. М. Ауезова (г. Шымкент, Казахстан)	Получение нетрадиционного растительного масла

Технология	Разработчик	Эффект
Безотходная комплексная технология переработки плодов граната	Государственный университет Акакия Церетели (Грузия)	Из выжимок граната получают биопрепарат сиропа-красителя «Гранат», который используют в качестве коньячной основы. Из семян и корок получают муку, затем масло, используемое в косметике. Спиртовой экстракт из выжимок применяют в качестве добавок к зубной пасте, шампуням, кремам для рук и ног
Утилизация виноградных косточек	Ставропольский ГАУ	Получение нетрадиционного растительного масла
Переработка плодов и отходов шиповника, малины, калины	ГНУ НИИ пищевой промышленности и специальной пищевой технологии	Получение биологически активных компонентов

На рис. 54 представлена базовая схема комплексной переработки яблок и груш (ВНИИКОП).

Технология для комплексной переработки сырья включает подачу сырья в моечную машину, затем в электроплазмоллизатор, дробилку и шнековый пресс. Пройдя экстрактор и бланширователь, сырье попадает в декантер и сепаратор.

Снятие кутикулярного слоя (воска) с поверхности яблок и груш газообразной двуокисью углерода ускоряет процесс последующей сушки плодов в 1,5-1,7 раза.

Бескислотное и бесспиртовое получение пектина и пектиновых концентратов позволяет увеличить использование яблочных выжимок.

Извлечение масла из семян и ароматических веществ из выжимок осуществляется на экстракционном модуле, экстрагентом в котором является жидкая двуокись углерода.

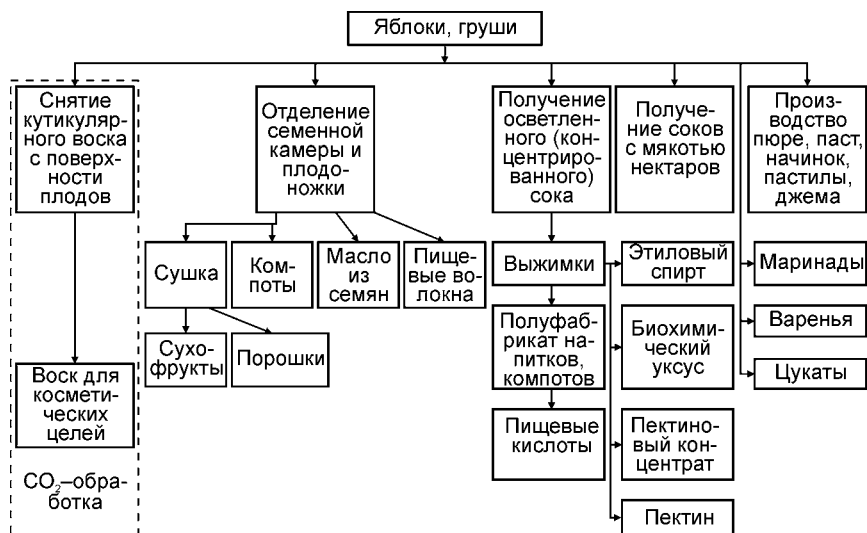


Рис. 54. Схема комплексной переработки яблок и груш

В технологическую схему переработки яблок и груш входят также горизонтальный лопастной экстрактор для получения диффузионных соков из выжимок, роторный металлокерамический микро- и ультрафильтр, вакуумный концентратор, машины для резки и удаления сердцевин груш и яблок.

В линии для получения диффузионных соков из сырья и выжимок установлены электроплазмоллизатор и пресс-стекатель в экстрактор конструкции ВНИИКОП. Оборудование можно использовать как для целого сырья, так и для выжимок после отпрессованного сока. Безотходность технологии достигает 90-95%.

В связи с высокой кислотностью и отрицательным влиянием на обмен веществ, скармливание свежих яблочных выжимок сельскохозяйственным животным нежелательно. Силосование яблочных отходов для снижения их кислотности дает хорошие результаты. Однако для этого необходимы большие по площади, долгосрочные капитальные хранилища. Эффективна также сушка отходов на агрегатах АВМ с последующим гранулированием. Более компактная форма гранул позволяет сократить необходимую емкость складских помещений, механизировать процесс раздачи корма на местах и умень-

шить потери продукта при транспортировке. Однако термические способы обработки плодоовощных отходов требуют значительных энергетических затрат.

Специалисты МичГАУ (г. Мичуринск) разработали технологию прессования яблочных выжимок, обеспечивающую наибольшую сохранность питательных веществ при минимальных энергозатратах.

Основным оборудованием технологической линии являются шестеренчатые грануляторы. На фоне прессов известных конструкций шестеренчатые грануляторы с зубчатыми колесами отличаются устойчивым технологическим процессом формирования гранул (брикетов), отличаются компактностью, низким уровнем энергоемкости гранулирования (до 36-40 кДж/кг) и брикетирования (до 80 кДж/кг) смесей. Матричные грануляторы кольцевого типа ОГМ-0,8 затрачивают до 90-100 кДж/кг. Производительность шестеренчатого гранулятора зависит от геометрических параметров зубьев, обуславливающих максимальную подачу корма на прессование.

Для решения проблемы излишней влажности яблочных выжимок в кормосмесь целесообразно вводить компоненты пониженной влажности: солому (влажность 11,5%), измельченную на мельнице фуражную пшеницу (10%) и другие ингредиенты.

Плодоовощные отходы являются хорошим исходным сырьем для производства биоэтанола. В частности, в биоэнергетике может использоваться сок бракованных и некондиционных арбузов. Около 20% арбузов каждый год остается в поле из-за повреждений поверхности или неправильной формы. Сок арбузов является источником легкоферментируемых сахаров, сбраживаемых для производства биоэтанола. Подсчеты ученых показали, что при технологическом процессе, позволяющем получить 0,4 г этилового спирта из 1 г сахара, с 1 га бахчи можно собрать 220 л этанола. Кроме того, арбузный сок является источником природного красного красителя ликопина, обладающего антиоксидантными свойствами, а также аминокислоты L-цитрулина – популярной биологической добавки к пище.

Перспективным направлением переработки отходов плодоовощной отрасли является производство на их основе диспергированных продуктов. Данные технологии относятся к глубокой переработке растительного сырья и включают в себя производство порошков, пюре, паст, соусов.

Порошки из плодов и овощей широко используются населением, предприятиями пищевой промышленности и общественного питания в качестве пищевых и вкусовых добавок, красителей натурального происхождения. Комплекс биологически активных веществ, содержащийся в порошках, существенно повышает пищевую ценность продуктов, изготовленных с их включением.

На рис. 55 представлена технология получения красных пищевых красителей из выжимок темноокрашенных плодов и ягод.

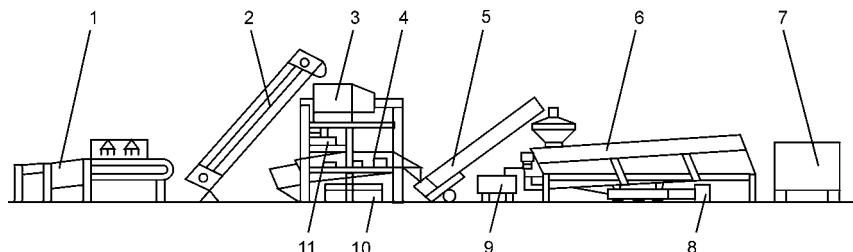


Рис. 55. Схема линии для малоотходной переработки темноокрашенного плодово-ягодного сырья: 1 – моечно-инспекционный сетчатый транспортер; 2 – скребковый транспортер; 3 – электроплазмоллизатор; 4 – пресс-стекатель; 5 – шнековый транспортер; 6 – экстрактор; 7 – емкость; 8 – установка для нагревания воды; 9-10 – емкости; 11 – дробилка

С целью увеличения выхода жидкой фракции из выжимок ягод и плодов производят контактную обработку сырья электрическим током – электроплазмоллиз. В результате повреждаются цитоплазменные оболочки растительной ткани, что на 5-20% увеличивает сокоотдачу при последующем прессовании и экстрагировании сырья. В качестве одного из способов повышения эффективности экстрагирования возможно использование механических колебаний низкочастотных или ультразвуковых. Выход экстрактивных веществ по данной технологии составляет 80-90% и более от исходного содержания компонентов в выжимке.

В табл. 37 представлены технологические приемы получения порошкообразных продуктов и натуральных красителей из плодово-овощного сырья и отходов.

**Современные технологии производства красителей
и порошкообразных продуктов из основного и вторичного
сырья плодоовощной отрасли**

Технология	Разработчик	Краткая характеристика
Производство натуральных порошковых концентратов из томатов путем низкотемпературного обезвоживания в вакууме (НОВ)	Научно-экспертное общество «Эльтрон»	Обеспечивает кипение и испарение воды в вакууме при температуре 20-50°C. При этом происходит фракционирование жидкой массы на чистую воду, твердое (сухое) вещество влажностью до 1% и газообразный экологически безопасный выхлоп
Производство пищевых порошков	ГНУ ВНИИКОП	Концентрирование продукта достигается воздействием диоксида углерода, азота или закиси азота с расходом ниже критического значения. Упаривание происходит во вращающемся барботажном слое, процесс интенсифицируется генерируемым потоком теплоносителя и ультразвуковыми колебаниями. Распылительная сушка также происходит в поле ультразвуковых колебаний
Производство быстрорастворимых порошков из растительного сырья	ГНУ ВНИИКОП	Используется комбинированный способ сушки. Инстант – порошок характеризуется улучшенной восстанавливаемостью при получении целого продукта в отличие от традиционных технологий

Технология	Разработчик	Краткая характеристика
Производство натуральных пищевых красителей с использованием ферментативного катализа	Московский государственный университет пищевых производств	Предобработка сырья ферментным комплексом целловеридин – пектофетидин 3:1 обеспечивает более высокий выход красящих веществ

Представленные технологии обеспечивают щадящие рабочие условия для сырья: снижают или полностью исключают воздействие высоких температур, полнее используют сырьевой ресурс, обеспечивают максимальное сохранение полезных свойств растительного материала.

2.3.4. Отходы переработки картофеля

При производстве картофелепродуктов на операциях подготовки сырья (мойка, инспекция, очистка от кожуры, доочистка, резка, бланширование, варка) образуется большое количество отходов.

Количество их при очистке картофеля зависит от качества сырья и применяемого способа очистки (механический, термический, химический). При механической очистке картофеля в процессе производства быстрозамороженного гарнирного картофеля образуется более 60% отходов, при паровом способе очистки образуется 48% отходов (табл. 38).

Таблица 38

Нормативы образования и сбора отходов картофеля [90]

Наименование картофелепродуктов	Способы очистки картофеля	Норма образования вторичного сырья, %	Норма сбора вторичного сырья от массы переработанного сырья, %
1	2	3	4
Сухое картофельное пюре в виде:			
крупки	Паровой	41,5	39,3
хлопьев	-«-	43,1	40,9

1	2	3	4
гранул	Паровой	37,6	35,4
Картофель гарнирный	Паровой,	48,5	39,3
быстрозамороженный	механический	66,7	46,5
Картофель хрустящий	Механический	31,2	28,9
Биточки картофельные	Паровой	46,6	44,6
быстрозамороженные			
Сушеный картофель	Паровой	33,0	30,8

По биохимическому составу отходы переработки картофеля являются ценным исходным сырьем. Химический состав отходов картофеля к массе сухих веществ, %: крахмал – 56,80; азотистые вещества – 0,59; клетчатка – 6,99; минеральные вещества – 15,5; растворимые углеводы – 2; прочие вещества – 18,12.

При выработке продукции отходы получают в виде некондиционных клубней, кожуры, мезги, кусочков картофеля в виде срезов с клубней, полуклейстеризованных очисток после пароводотермической обработки картофеля.

В табл. 39 представлены виды отходов производства картофелепродуктов и способы их переработки.

Основным направлением использования отходов картофеля является кормовое. Часть получаемых отходов может быть использована для производства пищевых продуктов.

Отходы картофеля содержат значительное количество крахмала и могут использоваться для его производства. Так, количество крахмала, которое может быть получено при переработке некондиционного картофеля после калибрования, механической очистки клубней, отходов доочистки и инспекции, отходов, образованных при промывании резаного картофеля, составляет от 0,34 до 5,47 т в сутки.

Оставшаяся после извлечения крахмала мезга отжимается на прессе и также используется на корм скоту.

**Отходы производства картофелепродуктов и способы
их переработки**

Участки образования отходов	Наименование отходов	Способы переработки
Инспекция сырого картофеля	Загнивший картофель с механическими повреждениями	На крахмал или корм картофельный сырой
Паротермическая очистка	Мезга, кусочки картофеля	На корм скоту
Инспекция резаного картофеля	Кусочки картофеля	На корм скоту
На выходе из одновальцевой сушилки	Отходы картофеля сушеного и пюреобразного	На корм скоту
Инспекция перед фасовкой обжаренных картофелепродуктов	Лом, отходы жареного картофеля	На корм скоту
После отмывочного барабана при производстве хрустящего картофеля	Крахмальное молочко	Сушка на крахмал первого сорта

2.4. Отходы масложировой промышленности

2.4.1. Номенклатура и классификация

В масложировой промышленности при переработке семян масличных культур, производстве растительного масла, маргариновой продукции и майонеза образуются побочные продукты, ВСП и отходы: подсолнечная лузга, жмых, шрот, фосфатидные концентраты, соапсточные жиры, погоны дезодорации, отработанный фильтрующий порошок и катализатор, содовые растворы, гудрон, сточные воды.

ВСР и отходы масложировой промышленности классифицируют в зависимости от технологической стадии образования:

на стадии прессования и форпрессования – экстракции маслосемян образуются жмых, шрот, лузга;

гидратации масла – фосфатидные концентраты;

нейтрализации или щелочной рафинации – мыловаренные жиры и отработанные щелочные растворы;

отбеливания масла – отбельные глины;

дезодорации растительного масла и жиров – погонны дезодорации;

гидрогенизации масел и жиров – отработанный катализатор;

фильтрации масел – отработанный порошок.

Некоторые отходы используются при производстве мыла, олифы, майонеза, олеина, стеарина, глицерина.

По степени использования ВСР и отходы подразделяются на используемые и малоиспользуемые.

К используемым относятся: подсолнечная лузга, жмых, шрот, фосфатидные концентраты, мыловаренные жиры, отбельная земля, погонны дезодорации, гудроны.

К малоиспользуемым – отработанные катализаторы, щелочные растворы, фильтрующие порошки.

По объемам образования отходы масложировой отрасли подразделяются на многотоннажные и малотоннажные. К многотоннажным относятся лузга, жмых, шрот, мыловаренные жиры. Все остальные виды отходов являются малотоннажными.

На рис. 56 представлена принципиальная схема жиропереработки с выходом всех отходов производственного цикла.

2.4.2. Нормативы образования и направления использования

Из общего количества отходов масложировой отрасли на долю жмыхов приходится 35-37%; на долю шротов – 40-42; лузга составляет – 13-15% всех отходов; мыловаренные жиры – 5-7%.

В табл. 40 представлены объемы образования ВСР и отходов отрасли в динамике за последние годы.

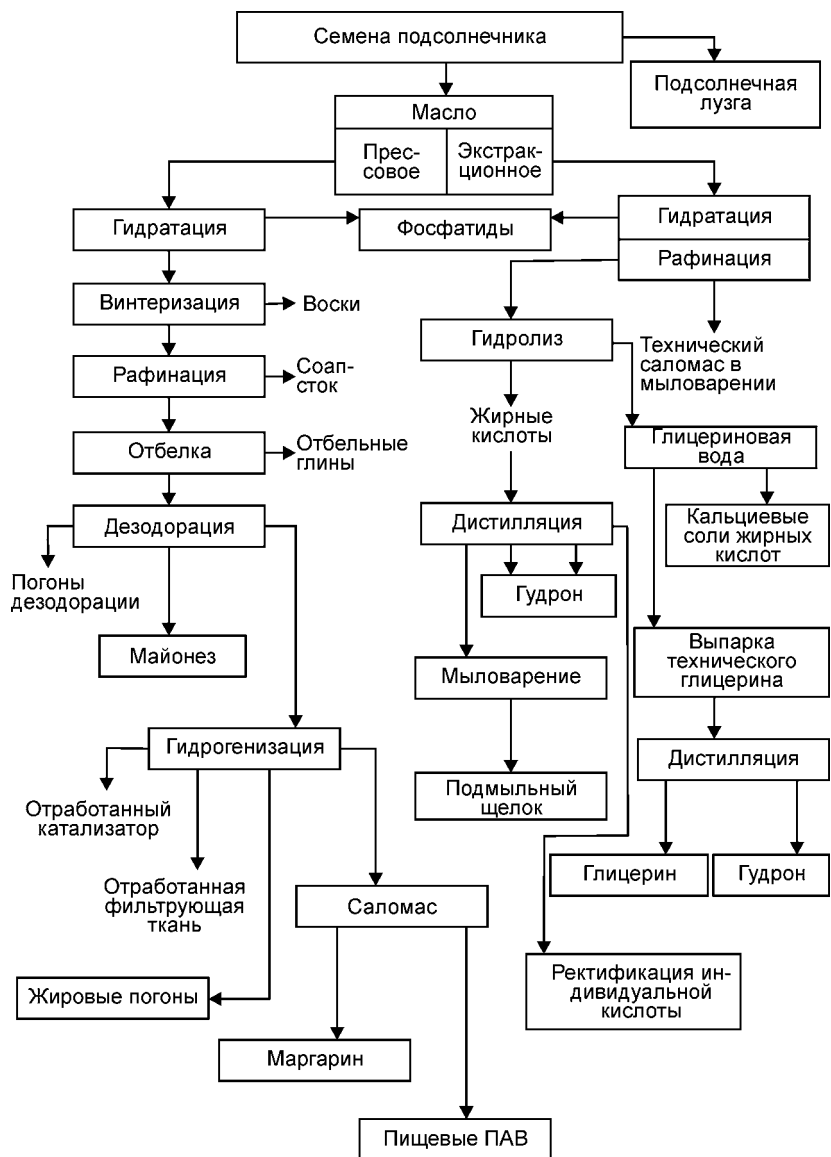


Рис. 56. Принципиальная схема жиропереработки

**Объемы образования ВСР и отходов масложирового производства
по годам [105]**

Наименование ВСР и отходов	Количество отходов, тыс. т			
	2000 г.	2002 г.	2005 г.	2011 г. (прогноз)
<i>Маслодобывание</i>				
Масличный сор	41,13	32,85	35,31	50,08
Подсолнечная лузга	492,03	392,96	422,4	599,04
Жмых	1319,26	1053,62	1132,56	1606,16
Шрот	1494,93	1193,92	1283,37	1820,05
<i>Жиропереработка</i>				
Фосфатиды	2,267	2,46	4,5	11,5
Соапстоки	67,7	92,25	144,0	207
Отбельные глины	1,862	2,422	5,4	15,53
Погоны дезодорации	2,437	3,69	5,76	8,28

Основные направления использования ВСР и отходов: пищевое, кормовое, техническое.

Для пищевых целей при производстве маргаринов, в хлебопекарной промышленности, для производства мучных кондитерских изделий и др. используют фосфатидные концентраты. Количество реализуемых фосфатидов составляет от 1,5-2 до 5-7 тыс. т в год.

Приоритетным направлением использования ВСР и отходов масложировой отрасли является кормовое.

Основные виды отходов, используемых на кормовые цели, – жмыхи и шроты, применяют при вскармливании почти всех сельскохозяйственных животных.

Жмыхи содержат до 7-10% жиров, шроты до 1-3 % жира и протеин.

В табл. 41, 42 представлен биохимический состав подсолнечного и соевого жмыха (шрота).

Таблица 41

Химический состав подсолнечного жмыха и шрота, %

Показатели	Подсолнечный	
	жмых	шрот
Азот	7-8,0	7-8,8
Сырой протеин	44-50	44-50
Сырой жир	5,2-7,8	0,6-1,5
Углеводы:		
сахара	7,5-10,2	-
клетчатка	9,6-11,0	13,8-19,4
Фосфор, общий	2,2-2,7	2,4-2,9
Безазотистые экстрактивные вещества	22,9-25,7	22,8-38,1
Зола, общая	6,2-6,8	5,5-7,7

Таблица 42

Химический состав соевых продуктов и максимальный уровень их ввода в корм

Питательность, %	Экспеллер- ный соевый жмых	Соевый шрот	Высокобелковый соевый шрот	Соевый белковый концентрат
Сухие вещества	89	90	89	93
Сырой протеин	42	44	49	68
Сырая клетчатка	7	7	3	4
Зола	6	6	6	6
Обменная энергия для птицы, ккал/кг	2420	2240	2475	2890
Обменная энергия для свиней, ккал/кг	2990	3090	3380	3500
Аминокислоты	6,20	6,52	7,39	9,80
Максимальные уровни ввода в полнорационные комбикорма, %:				
для КРС	40	40	35	-
свиней	40	40	30	25
птицы	40	40	35	30

Кормовая ценность 1 кг шрота подсолнечного при содержании в нем 41% и более протеина составляет 1,02 корм. ед., шрота соевого – 1,1, жмыха подсолнечного – 1,13, жмыха соевого кормового – 1,18 корм. ед.

В табл. 43 представлены другие виды отходов масложировой отрасли, используемые в кормопроизводстве, и значение их для сельскохозяйственных животных.

Таблица 43

**Использование отходов масложировой отрасли
в кормопроизводстве**

Наименование отходов	Биохимический состав	Значение, эффект, рекомендации
Подсолнечный фуз (осадок, образующийся в процессе производства, фильтрации и дальнейшего хранения нерафинированного растительного масла)	Содержит фосфолипиды, белковые и слизистые вещества исходного масла, клетчатку, усвояемые аминокислоты, минеральные вещества: кальций, фосфор, натрий и др. Обменная энергия (птица) кал/100 г составляет 780%	Добавление подсолнечного фуза в комбикорм способствует нормальному водному обмену организма животных и птицы, ведет к более высокому коэффициенту использования питательных веществ. Подсолнечный фуз позволяет курам-несушкам поддерживать процесс формирования яйца на требуемом уровне. Недостатком фуза как рецептурной составляющей кормов является мажеподобная консистенция, что затрудняет его ввод в комбикорм.
Соапсток (отстой, образующийся в результате щелочного рафинирования растительных масел и жиров)	Соапстоки содержат не менее 20% жира, глицериды, соли жирных кислот, фосфатиды, холин, токоферолы, каротиноиды, минеральные соли.	Жиры соапстока способствуют всасыванию и депонированию жирорастворимых витаминов, участвуют в водном обмене (при расщеплении 100 г жира в организме

Наименование отходов	Биохимический состав	Значение, эффект, рекомендации
	В 1 кг soapстока содержится 8500-8700 ккал обменной энергии, что эквивалентно по энергии 3,4 кг концентрированных кормов	животных образуется 107 г воды), повышают эффективность использования азота, например, для синтеза бактериального белка в рубце. Наиболее удобной формой использования soapстоков является обогащение ими шротов. Ввод soapстока в рационы животных нормируется по количеству в нем жира
Жирные отбелы глины (ЖОГ) (применяются при рафинации растительных масел)	Вследствие технологических процессов сорбируют до 30-50% жира. В состав отсорбированного жира входят токоферолы, стеролы, свободные жирные кислоты, хлорофиллы, каротиноиды; элементы железа, калия, кальция, натрия, серы, магния, марганца и др.	Увеличивает продуктивность животных на 11-15% при снижении затрат кормов на 16-19%. Скармливание 1 кг ЖОГ, содержащих 300-500 г жира, способствует дополнительному получению 350-400 г чистого привеса свиней. Обеспечивают стабилизацию продукта: жидкая кормовая добавка без ЖОГ расслаивается в течение 12-24 ч. Добавление ЖОГ в качестве стабилизатора увеличивает время расслоения до 2-3 месяцев. Целесообразно вводить ЖОГ в комбикорма и кормовые добавки в следующих пропорциях: для крупного рогатого скота – 3%, свиней – до 8, кур-несушек – до 18%

Наименование отходов	Биохимический состав	Значение, эффект, рекомендации
Погоны дезодорации (жировые остатки, полученные после рафинации растительных масел)	Содержат незаменимые жирные кислоты (олеиновую, линолевую, линоленовую, арахидоновую); биологически активные вещества (токоферолы, кальциферолы, стеролы)	<p>α-токоферол (витамин Е) обладает антиокислительными свойствами.</p> <p>В 100 г погонов дезодорации подсолнечного масла содержится 200 мг витамина Е, соевого масла – до 400 мг. Витамин Е влияет на функции размножения животных, на питание развивающегося плода. Тормозит всасывание из пищеварительного тракта перекисей жирных кислот, обладающих токсическими свойствами.</p> <p>Недостаток витамина Е в рационе животных вызывает дистрофию, жировую инфильтрацию печени, дегенеративные изменения в тканях.</p> <p>Ввод токоферола в рационы молочных коров повышает качество молока и масла. У свиней улучшается окислительная стойкость мяса и сала. При добавлении токоферола из расчета 10 мг на 1 кг корма для кур-несушек яйценоскость возрастает на 10,5%. В рацион норок рекомендуется вводить 5 мг токоферола, что соответствует 0,5% на 100 ккал корма.</p>

Наименование отходов	Биохимический состав	Значение, эффект, рекомендации
		Это стимулирует рост и развитие пушных зверей, нормализует липидный обмен, повышает ценность меховой продукции.
Фосфатиды (производные многоатомных спиртов, высших жирных кислот и фосфорной кислоты. Продукт очистки растительных масел на стадии рафинации)	Содержат лецитин, холин, относящийся к группе витаминов В	<p>Присутствуют во всех клетках организма. Повышают привес молодняка, способствуют повышению продуктивности скота. Существенно влияют на липидный обмен; участвуют в свертывании крови, процессах гемолиза. Обладают антиокислительными, синергетическими, эмульгирующими и влагоудерживающими свойствами.</p> <p>Лецитин является источником фосфора. Холин участвует в обменных процессах печени, предотвращая ее перерождение.</p> <p>При скармливании крупному рогатому скоту кормов с фосфатидами, добавленными к шроту в количестве 2,1%, отмечается прирост массы тела у молодняка, увеличение продуктивности у коров, повышение содержания жира и витамина А в молоке. Добавление фосфатидов в травяную муку</p>

Наименование отходов	Биохимический состав	Значение, эффект, рекомендации
		в количестве 1-3% увеличивает сохранность каротина в 1,5-3 раза по сравнению с необогащенной травяной мукой. Курам кормовые фосфатиды скармливаются в количестве 2-3% от сухого вещества корма, поросятам-отъемышам в количестве 5-6%. Фосфатиды применяются при производстве заменителей цельного молока для выпойки телят, например, в жировой добавке Зацебол, разработанной во ВНИИ жиров.
Концентрат кальциевых солей жирных кислот (ККСЖК) – образуется на стадии рафинации растительных масел	Содержит кальций	При кальциевой недостаточности рекомендован для ввода в рационы птицы и свиньям. Оптимальное количество ввода ККСЖК в комбикорма для бройлеров составляет 2-4% (в расчете на жир). При добавлении в рацион 5% ККСЖК вес бройлеров в четырехнедельном возрасте увеличивается на 5-10% по сравнению с вводом такого же количества растительного масла. Замена кукурузы в комбикормах 5% или 10% ККСЖК увеличивает вес бройлеров соответственно на 9,3 и 6,6%.

Наименование отходов	Биохимический состав	Значение, эффект, рекомендации
Подсолнечная лузга	Содержит сырой протеин 6,56%; сырой жир – 1,86%; сырую клетчатку – 40,12%; БЭВ – 38,61%; сырую золу – 3,05%. В 1 кг лузговой муки содержится 12 г переваримого протеина; 3,9 г – кальция; 2,0-фосфора	Наиболее эффективно скормливание гранулированной лузги, обогащенной soapсточными липидами. При откорме крупного рогатого скота кормовая ценность этого продукта с содержанием общего жира до 8-10% составила 0,3-0,4 корм. ед. Гранулы, содержащие 50% лузги при скормлинии откормочным бычкам и овцам, вызывали приросты на 10% больше, чем аналогичные гранулы, содержащие 50% соломы

Основным видом отходов отрасли для технического применения является подсолнечная лузга.

На маслодобывающих предприятиях ежегодно образуется свыше 400 тыс. т подсолнечной лузги (табл. 44).

Лузгу используют при производстве строительных плит, теплоизоляционного материала, облицованных шпоном плит для мебельной промышленности, в качестве топлива (1 кг лузги дает при сгорании 3500-4300 ккал).

Другие отходы масложировой промышленности, используемые для технических целей:

жирные кислоты soapстока – в мыловаренном производстве, при производстве олеиновой и стеариновой кислот, олиф и др. Массовая доля общего жира в soapстоке составляет не менее 25%, жирных кислот – не менее 15%;

отбельные глины – при приготовлении мыльных паст;

гудроны – в качестве флотореагента при флотации апатитовых руд, в качестве поверхностно-активных добавок в дорожных по-

крытиях, в составе литейных крепителей для повышения прочности;

кальциевые соли жирных кислот – в мыловарении, в полиграфии, в качестве смазочных материалов, в дорожном строительстве;

синтетические полимерные смолы – в лакокрасочной и химической промышленности;

жирные кислоты и одноатомные спирты – в качестве заменителя дизельного топлива;

эфирные многоатомных спиртов – в качестве синтетических масел и присадок к минеральным маслам различного назначения;

высшие жирные спирты (ВЖС) – для синтеза разнообразных поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Таблица 44

Химический состав подсолнечной лузги

Показатель	Подсолнечная лузга	
	высокомасличных сортов	низкомасличных сортов
Химический состав на абсолютно сухое вещество, %:		
сырой жир	1,30-3,42	0,99
сырая клетчатка	52,0-59,6	65,9
сырой протеин	3,75-4,62	1,88
сырая зола	1,97-2,77	1,37
безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)	30,4-39,56	29,9
воски	0,28-1,27	-
Теплотворная способность, ккал/кг	3910-4268	-

2.4.3. Технологии переработки ВСР и отходов

В масложировой промышленности приоритетными направлениями использования ВСР и отходов являются: безотходная технология производства высококонцентрированных растительных белков для использования на пищевые и комбикормовые цели; ресурсосберегающая технология рафинации масел с целью более полного извлечения и рационального использования фосфатидов, соапстоков и получения из них товарной продукции; разработка и внедрение

новых процессов и оборудования (котлов-агрегатов), обеспечивающих производство технологического пара за счет сжигания лузги; очистка жиросодержащих стоков с применением мембранных методов, использование фильтрата; производство биоэтанола, твердых видов топлива, строительных материалов и др.

Использование отходов масложировой отрасли на кормовые цели

Специалистами Кубанского ГАУ (г. Краснодар) разработана безотходная технология получения кормового белкового изолята из подсолнечного шрота.

На первом этапе технология предусматривает проведение экстракции щелочерастворимых белков растворами гидроокиси натрия с последующим отделением экстракта. Оптимальная щелочная среда для наибольшего количества экстрагируемого белка составляет pH 11,5.

Далее проводится отделение нерастворимого белка из осадка экстракта центрифугированием с предварительным гравитационным осаждением, что значительно сокращает объем центрифугируемого коагулята. Оптимальное время осаждения белка – 60 мин.

Оставшиеся отходы (твердый шротовый остаток после экстракции и безбелковая надосадочная жидкость) используются как питательные среды для размножения пробиотических микроорганизмов, входящих в состав эффективного кормового средства Бацелл. По сравнению с промышленными средами отмечены более высокие скорость роста микроорганизмов и титр.

На рис. 57 представлена схема переработки подсолнечного шрота по новой технологии.

В табл. 45 представлен химический состав исходного сырья и полученного изолята.

Полученный белковый изолят характеризуется низким содержанием клетчатки и высоким (почти в 2 раза превышающим значение в исходном шроте) содержанием сырого протеина. Доля незаменимых аминокислот в полученном продукте в 3,1 раза больше, чем в исходном сырье. При этом аминокислотный состав богат наиболее важными для животных и птицы аминокислотами: лизином, метионином и треонином. Разработанная технология позволяет полностью перерабатывать масличный шрот в условиях производства.



Рис. 57. Технологическая схема безотходной переработки подсолнечного шрота

Таблица 45

Химический состав исходного подсолнечного шрота и белкового изолята

Состав	Продукт	
	шрот подсолнечный	изолят белковый
Влага, %	9,8	29,8
Сырой протеин, %	36,1	69,9
Растворимый белок, %	16,8	39,2
Сырой жир, %	1,6	1,9

Состав	Продукт	
	шрот подсолнечный	изолят белковый
Сырая клетчатка, %	17,9	2,4
Зола, %	7,4	6,9
Сумма незаменимых аминокислот, г/кг	85,29	264,2

В ФГОУ ВПО «Алтайский ГАУ» на кафедре «Механизация животноводства» разработана технология рафинации растительных масел с выделением кормовых фосфолипидов на установке кавитационного действия.

Конструктивно – технологическая схема установки представлена на рис. 58.

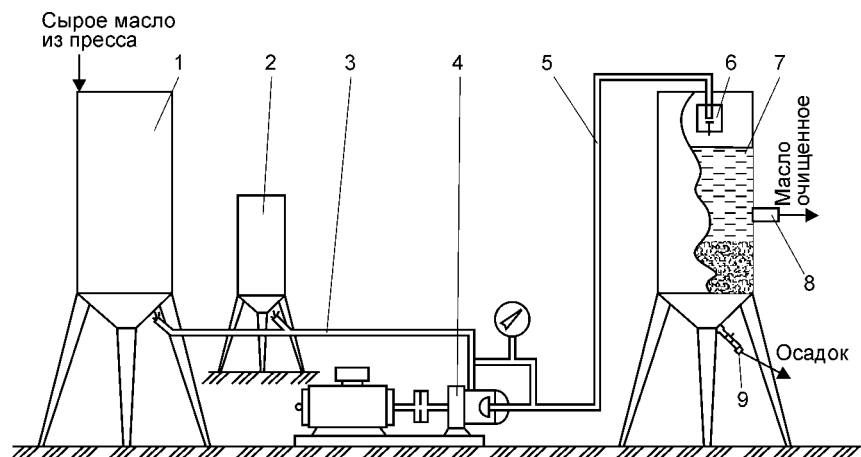


Рис. 58. Конструктивно-технологическая схема установки для очистки подсолнечного масла: 1 – емкость с неочищенным маслом; 2 – емкость с гидратирующим раствором; 3 – трубопровод; 4 – шестеренчатый насос НШ-10; 5 – трубопровод высокого давления; 6 – кавитатор; 7 – гущеуловитель; 8 – патрубок для слива очищенного масла; 9 – патрубок для сбора осадка фосфолипидов

Техническая характеристика установки

Производительность, л/ч	360
Температура гидратации масла, °С	15-30
Давление масла на выходе, МПа	0,5-1,5
Остаточное содержание влаги в масле, %	До 0,01
Мощность привода установки, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	500x500x700
Масса оборудования без емкостей и гущеуловителя, кг	52

Основу технологии составляет кавитационная обработка подсолнечного масла гидратирующим раствором с получением масляно-водной эмульсии и последующим разделением ее на фазы.

Помимо масла высшего сорта технология позволяет получать дополнительную продукцию – кормовые фосфолипиды.

Технологическими приемами преобразования подсолнечной лузги в легкоусвояемый кормовой продукт являются СВЧ-обработка, измельчение и предварительное увлажнение сырья растворами химических реагентов. Данные приемы разрушают лигнинцеллюлозные цепи лузгового сырья и способствуют образованию пентозанов, хорошо усвояемых животными.

Днепропетровским химико-технологическим институтом проведены исследования влияния степени размола лузги подсолнечника на содержание легкоусвояемого животными сахара.

В табл. 46 представлены результаты исследований.

Таблица 46

Фракционный и биохимический состав лузговой муки

Размер частиц фракции, мкм	Содержание легкогидролизуемых полисахаридов, к муке, %	Содержание пентоз, %
Лузга немолотая	7-11	-
Более 500	17,4	9,26
350-200	20,35	9,5
200-140	27,3	8,6
140-100	29,36	8,52
100-80	24,7	8,4

Установлено, что наиболее оптимальное измельчение подсолнечной лузги находится в пределах 350-140 мкм, дальнейшая деструкция приводит к уменьшению содержания легкоусвояемых животными сахаров.

Совместной разработкой Воронежской государственной технологической академии и ОАО «Маслоэкстакционный завод «Аннинский» является технология введения подсолнечного фуза в комбикорм выровненного гранулометрического состава.

Технология предусматривает получение комбикорма по представленной схеме на рис. 59.



Рис. 59. Получение гранулометрического комбикорма с добавлением подсолнечного фуза

Подогрев фуза перед форсунками уменьшает его вязкость, обеспечивает равномерное распыление, не загрязняет форсунки.

Технико-технологическая характеристика линии производства комбикорма с включением подсолнечного фуза

Гранулометрический состав продукта, %:

крупная фракция (сход с сита Ø 4 мм)	3,5-4,0
средняя фракция (проход сита Ø 4 мм/сход с сита Ø 1 мм)	94-94,5
мелкая фракция (проход сита Ø 1мм)	1,5-2
Однородность смеси, %	80-85
Массовая доля фуза, %	5-10
Номинальная мощность оборудования, кВт	147-155,3
Производительность, т/ч	14,3-16
Удельные энергозатраты, кВт/т	11,09-11,54

Использование отходов масложировой отрасли на технические цели

Одним из направлений использования отходов отрасли на технические цели является производство теплоизоляционных и строительных материалов.

ВНИИЖ (Санкт-Петербург) исследовал возможность выпуска древесных плит и полимерных композиций с применением в качестве наполнителя подсолнечной лузги.

Технология изготовления плит заключается в горячем прессовании частичек лузги, смешанных со связующим веществом – карбамидоформальдегидной смолой КФ-МТ, отверждаемой хлористым аммонием. Массовая доля подсолнечной лузги в композиции составляет 80%. Прессование проводится на гидравлическом прессе периодического действия при температуре 165°C и давлении 175 кгс/см². Оптимальное содержание влаги в лузге – 2,0-4,5%. Продолжительность прессования – 6 мин.

Сравнительная характеристика плит из лузги и ДСП приведена в табл. 47.

Сравнительная характеристика плит из лузги и ДСП

Плита	Плотность, кг/м ³	Предел прочно- сти при стати- ческом изгибе, МПа	Разбухание по толщине при обычной водо- стойкости, %
Из древесной стружки	720-850	15,0-17,0	20-30
Из лузги (содержание лузги 80%)	541-594	5,74-6,20	29,4
Из лузги, облицованной шпоном	641	15,0	-

В Воронежской государственной лесотехнической академии разработан способ получения плит с применением комплексного связующего на основе термореактивной смолы и термопластичного полимера в виде латекса.

Предложенная модификация смол, используемых в качестве связующего компонента, придает строительным изделиям экологические свойства (содержание свободного формальдегида в модифицированной композиции в 4 раза ниже, чем в немодифицированных связующих), а также повышает физико-механические показатели прессованных плит.

Большую роль в рецептуре связующего вещества играет активный наполнитель – аэросил. Обладая развитой гидроксильной поверхностью и контактными микропорами, аэросил адсорбирует остаточный формальдегид, снижая токсичность изготавливаемых плит.

По технологии лузгу подсушивают в сушилке до влажности 2-4% и смешивают в смесителе со связующим. Расход связующего – 12% по сухому остатку от массы абсолютно сухой лузги, что почти в 2 раза меньше, чем при других технологиях.

Из смеси формируют ковер с помощью деревянной рамки. После подпрессовки в холодном прессе полотно прессуют в горячем прессе при температуре 150°C, давлении 17,5 МПа. Продолжительность процесса составляет 0,6 мин/мм. Готовые плиты имеют толщину 12 мм.

Основные характеристики плит из подсолнечной лузги не уступают по значениям традиционным древесно-стружечным плитам,

находятся в пределах норм, соответствующих ГОСТам. Находят применение как облицовочный и теплозвукоизоляционный материал в строительстве.

На рис. 60 представлена схема производства теплоизоляционного материала из подсолнечной лузги.

По технологической схеме лузга, вода и отходы бумажного производства поступают из бункеров в смеситель, затем смесь дозируют в формы центрифуги. Формы подаются на вагонетках в тоннельную сушилку. После высушивания теплоизоляционный материал передают на склад.

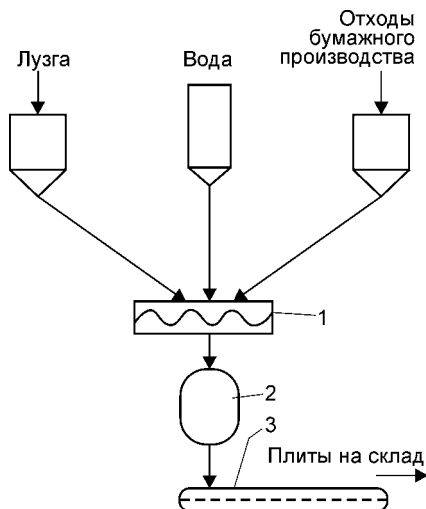


Рис. 60. Технологическая схема производства теплоизоляционного материала:

1 – смеситель, 2 – центрифуга,
3 – сушилка

Переработка отходов масложировой отрасли на биотопливо

Отходы масложировой отрасли находят применение в биоэнергетике. На основе подсолнечной лузги, жмыхов и шротов производят твердое топливо в виде пеллет и топливных брикетов (технологии производства твердых видов топлива из растительной биомассы представлены в разделе «Рециклинг отходов растениеводства»). На основе отработанных растительных масел производят биодизельное топливо, а также дизельное смесевое топливо.

В табл. 48 представлена сравнительная характеристика растительных масел, используемых в производстве биодизеля.

Сравнительная характеристика растительных масел, используемых при производстве биодизеля

Показатели	Масло						
	рапсовое	подсолнечное	хлопковое	соевое	пальмовое	арахисовое	льняное
Плотность при 20°С, кг/м³	915	924	916	923	913	917	932
Вязкость при 20°С, мм²/с	77	63	84	25	-	81,5	29
Температура, °С:							
вспышки	305	320	318	220	295	-	-
кристаллизации	-18	-16	-4	-11	-8	-	-
Теплота сгорания (низ- шая/высшая), кДж/кг	-/37200	36981/39686	-/34000	-/39000	-/38000	37023/39638	-/37000
Цветное число	36	33,4	41	27	-	-	36,6
Масло:							
содержание, %	43	42	-	22	-	37	-
выход, л/кг	0,37	0,25	-	0,07	-	0,3	-
извлечение, %	72,1	65,6	-	32,3	-	73,5	-
Затраты энергии, Вт/кг	47	118,3	-	178,4	-	174	-

Процесс производства биодизельного топлива из отработанного масла заключается в предварительном очищении масла от механических примесей, добавлении к нему метилового спирта и щелочи, служащих катализатором реакции переэтерификации. Смесь нагревают до 50°C . После отстоя и охлаждения жидкость расслаивается на две фракции – легкую и тяжелую. Легкая представляет собой метиловый эфир, или биодизель, тяжелая – глицерин. Получаемый биодизель по молекулярному составу близок к дизельному топливу.

Для максимального превращения триглицеридов в метиловые эфиры жиры и масла предварительно должны быть очищены до кислотного числа менее 0,5 мг КОН, а метанол – обезвожен.

Широкое применение отработанные растительные масла находят при производстве дизельного смесового топлива, изготавливаемого путем смешивания дизельного и биодизельного топлива или дизельного топлива и растительных масел.

На рис. 61 представлена общая схема получения смесового (нефтяного и из отработанных растительных масел) топлива по блочно-модульному принципу, разработчик ВИИТиН (г. Тамбов).

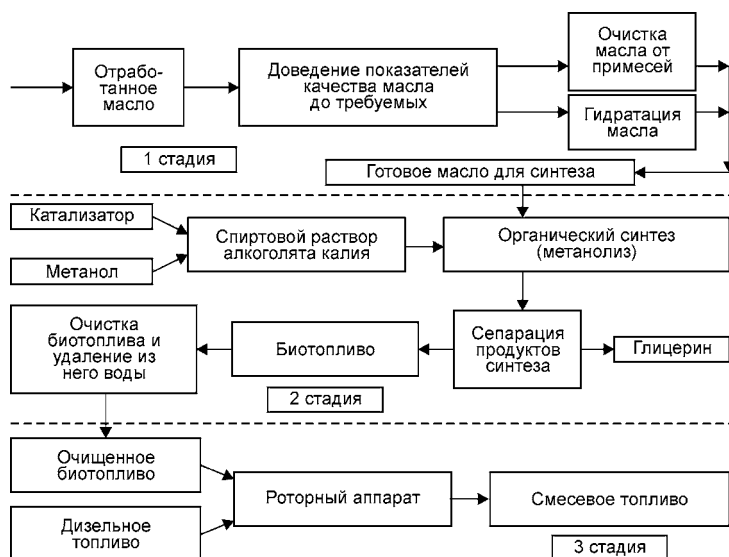


Рис. 61. Общая схема получения смесового топлива из отработанных растительных масел

Блочно-модульный принцип выбран с целью создания в АПК России энергоавтономных предприятий с любым расходом моторного топлива.

Экспериментальным путем установлены оптимальные значения показателей качества отработанных растительных масел (табл. 49).

Таблица 49

Основные требования, предъявляемые к показателям качества отработанных масел

Показатели	Предельно допустимые величины показателей
Прозрачность	Прозрачное
Содержание твердых частиц, %	Отсутствуют
Кислотное число (не более), мг КОН/г	0,1
Содержание свободных жирных кислот (не более), %	0,1
Содержание воды (не более), %	0,01
Содержание фосфолипидов, %	Отсутствуют
Содержание мыла, %	Отсутствуют
Йодное число (не более), г I_2 /100 г	120
Содержание неомыляемых веществ (не более), %	0,1
Содержание триглицеридов (не менее), %	98,5
Перекисное число (не более), % йода	0,01

Особенностью разработанной в ВИИТиНе технологии является замена традиционного аппарата с механическим перемешиванием на роторный аппарат, дающий новый качественный эффект технологическому процессу. Интенсификация процесса достигается за счет нелинейных физико-химических эффектов при синергетическом многофакторном воздействии на сырье, имеющих место в роторных аппаратах. В результате многофакторного энергетического воздействия в импульсной форме достигается разрушение связи между отдельными частями молекул, что приводит к изменению структурной вязкости, происходит улучшение физико-химических параметров топлива, его эксплуатационных и экологических свойств.

В ВИИТиНе создана опытно-промышленная установка для получения биодизельного топлива ОПУ-1-БД (рис. 62).



Рис. 62. Опытно-промышленная установка для получения биодизельного топлива ОПУ-1-БД

Установка служит для получения биотоплива из отработанных растительных масел. Получаемое топливо по своим физико-химическим и эксплуатационным характеристикам полностью соответствует требованиям европейских и американских стандартов на топливо для дизельных двигателей. ОПУ-1-БД способна обеспечить потребность в топливе одного или нескольких предприятий, использующих дизельную технику.

Техническая характеристика ОПУ-1-БД

Производительность, кг/ч	110,16
Выход биотоплива, %	98,3
Установленная мощность, кВт:	
двигателей	3,15
нагревателей	18,0
Потребление электроэнергии, кВт·ч/л	0,068
Напряжение, В	380; 220

Площадь, м²
Габаритные размеры, мм

12,5
2150x1500x2630

В Кубанском государственном технологическом университете разработана технология получения биодизельного топлива из отходов переработки растительного масла. При гидратации растительных масел в качестве отходов получают гидратационные осадки, которые служат исходным сырьем для получения фосфатидного концентрата – БАД «Витол» (растительного лецитина). Технология заключается в прямой экстракционной очистке растительных фосфолипидов, полученных при переработке семян подсолнечника. В качестве растворителя применяют ацетон. Разработаны процессы отгонки ацетона от фосфатидного концентрата и масла.

Особенностью технологии является использование азота как греющего и абсорбирующего агента дистиллятора масляной мисцеллы, совмещающего предварительную и окончательную стадии, конденсатора для разделения азото-ацетоновой смеси и установки для отгонки растворителя от фосфатидного концентрата. Схема включает в себя:

экстракционную стадию, служащую для извлечения продукта из гидратационного осадка, полученного при гидратации сырого подсолнечного масла;

дистилляционную стадию – для отгонки растворителя из мисцеллы, полученной на стадии экстракции, а также для рекуперации ацетона;

стадию получения очищенного фосфатидного концентрата – заключительную в процессе получения БАД «Витол».

Получаемый продукт можно рассматривать как потенциальное сырье для производства биодизеля переэтерификацией триглицеридов масла через щелочной катализ.

Процесс проводится при следующих режимных параметрах: мольное отношение метанол: масло – 6:1; щелочной катализатор – 1% NaOH (% веса); рабочая температура процесса – 65°C; продолжительность процесса – 1 ч; выход эфиров составляет 94%.

В табл. 50 представлена сравнительная характеристика биодизеля из смеси отстоев масла и соапстоков, дизельного топлива, а также американских и немецких стандартов для биодизеля.

**Сравнительные свойства биодизеля из смеси отстоев масла
и соапстоков соевого масла**

Свойства	Биодизель	Дизельное топливо	Стандарт США (ASTM)	Стандарт Гер- мании (DIN)
Плотность при 15°C, г/см ³	0,89	0,83-0,86		0,875-0,900
Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	5,7	3,0-8,0	1,9-6,0	3,5-5,0
Точка вспышки, °C	112	>55	>130	>110
Теплотворная спо- собность, кДж/г	34,6	35,3-36,3		
Кислотное число, мг КОН/г	0,43		<0,80	<0,50

Установлено, что точка вспышки биодизеля ниже стандарта Американского общества по испытанию материалов, но выше, чем у дизельного топлива. Небольшая добавка биодизеля в дизельное топливо позволит увеличить точку вспышки дизеля. Следовательно, смеси биодизель-дизель более безопасны в хранении, чем чистое дизельное топливо. Теплотворная способность биодизеля ниже, чем дизельного топлива. Однако присутствие кислорода в биодизеле помогает полному сгоранию топлива в двигателе. Поэтому биодизель рекомендуется к использованию в смеси дизельного топлива.

Производство смазочных материалов

Отработанные растительные масла можно использовать как производные смазочных масел, пластичных смазок, смазочно-охлаждающих технологических жидкостей, консервационных материалов, а также присадок к минеральным маслам.

В отличие от нефтяных масел композиции на основе растительных масел обладают хорошими вязкостно-температурными характеристиками, однако менее стабильны вследствие невысокой антиокислительной и гидролитической устойчивости.

Смесь растительного масла с жировыми гудронами и дистиллированными жирными кислотами находит применение в качестве технических смазок.

Нагрев такого вида отходов с доступом воздуха при температуре 300°C в течение нескольких часов приводит к образованию вязких продуктов, которые могут служить в качестве вязкостных и противоизносных добавок или использоваться в качестве основы для получения аналогов пластичных смазок и трансмиссионных масел.

В табл. 51 представлена сравнительная характеристика пластичного продукта из отходов рапсового масла (РМ) и солидола (исследования ВИИТиН, г. Тамбов).

Таблица 51

**Физико-химические характеристики пластичного
продукта оксидирования и полимеризации отходов рапсового
масла и солидола**

Показатель	Время нагрева отходов			Солидол ГОСТ 4366-76
	0	8	10	
Вязкость кинематическая при 100°C, мм ² /с	11,8	60,2	70,1	83,4
Кислотное число, мг КОН/г	36,0	40,0	41,0	2,8
Температура застывания, °С	-5	-2	+10	+25
Диаметр пятна износа, мм	0,24	0,21	0,21	0,21
Температура каплепадения, °С	-	-	80-90	85-105

Характеристики пластичного продукта из отходов производства рапсового масла сопоставимы с пластичной смазкой общего назначения – солидолом.

Технология получения пластичной смазки из отходов производства растительных масел представлена в табл. 52.

**Технология получения пластичной смазки общего назначения
из отходов производства РМ**

Операция	Оборудование	Материалы, реактивы	Параметры процесса
Сбор отходов производства масла	Емкость, насос	Отходы производства	Естественные для времени года
Очистка от загрязнений: перемешивание с водой, центрифугирование, фильтрование, прогрев 100 л/ч	Центрифуга, фильтр	Отходы, вода	Температура +80°C
Заполнение реактора отходами производства масла	Насос, реактор объемом 200 л открытый	Отходы, 180 л	Температура 15-40, время 10-15 мин
Нагрев отходов с одновременным перемешиванием	Реактор с нагревателем и мешалкой, термометр	Отходы производства масла, 180 л	Нагрев с перемешиванием до 300°C, перемешивание в течение 8-12 ч в зависимости от масел
Охлаждение полученной смазки	Реактор, термометр	Пластичная смазка, 175 л	Охлаждение до температуры 80-95°C, время – 3-6 ч
Перекачка пластичной смазки в тару для хранения	Насос, тара для хранения	То же	Горячая смазка 80-95°C, время 20-30мин
Охлаждение и хранение смазки	Тара для хранения	— » —	Условия естественные, время охлаждения 1-4 ч

Принципиальная схема технологии получения технических смазок из растительного сырья приведена на рис. 63.

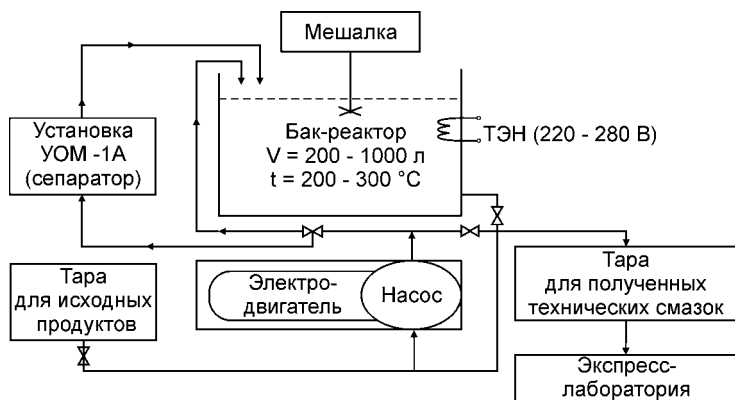


Рис. 63. Принципиальная схема технологии получения смазок

2.5. Отходы пивоваренной промышленности

2.5.1. Номенклатура и классификация

При переработке сырья в процессе производства пива образуются дробина пивная, отходы полировочные и аспирационные, остаточные пивные дрожжи, диоксид углерода, хмелевая дробина, белковый отстой, фильтрационные осадки, дезинфицирующий раствор бутылочной машины, замочные воды, сточные воды.

При производстве солода образуются сплав зерна, зерновые отходы, солодовые ростки.

Отходы пивоваренного производства – растительного или биологического происхождения.

По агрегатному состоянию более 70% отходов пивоваренного производства жидкие (пивная дробина находится в кашицеобразном состоянии, но жидкой консистенции). К твердым относятся зерновые отходы, ростки солодовые и др.

По степени воздействия на окружающую среду все сырьевые отходы считаются безвредными; по материалоемкости – малотоннажными, за исключением пивной дробины.

На рис. 64 представлена схема производства пива с выходом всех отходов производственного цикла.

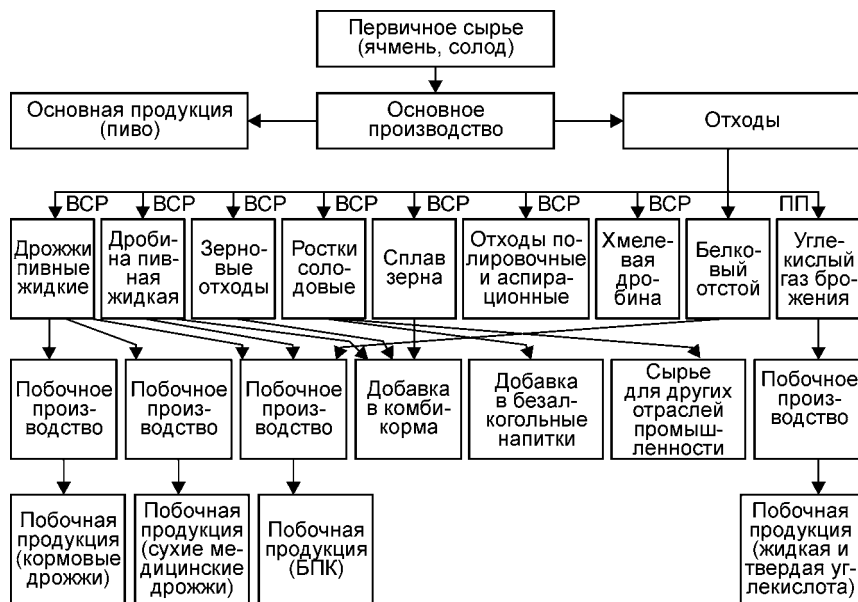


Рис. 64. Схема образования ВСП и отходов в пивоваренной отрасли

2.5.2. Объемы образования и направления использования

В табл. 53 представлены нормативы образования вторичных сырьевых ресурсов для светлого пива с экстрактивностью начального сусла 11% при общем расходе зернопродуктов 1,8 кг/ дал, расходе солода – 80% (1,44 кг/дал), ячменя – 15% (0,27 кг/дал), сахара – 5% (0,09 кг/дал).

**Нормативы вторичных сырьевых ресурсов
при производстве солода и пива [91]**

Наименование ВСР	Норматив		Стандартная влажность, при которой установлен норматив
	образова- ния	сбора	
Зерновые отходы (к массе сухих веществ товарного ячменя), %	7	6	15,5
Сплав зерновой (к массе сухих веществ очищенного ячменя), %	2	1,5	40,0
Ростки солодовые (к массе сухих веществ очищенного ячменя), %	4	3,0	10,0
Отходы полировочные и аспирационные (к массе сухих веществ забираемых зернопродуктов), %	1,5	1,0	10,0
Дробина пивная (к объему готового пива), %:			
при транспортировке	35,0	35,0	88,0
при сухой выгрузке	20,0	20,0	75,0
Дрожжи пивные жидкие избыточные (к объему готового пива), %	1,0	0,5	88,0
Углекислота брожения (диоксид углерода) к объему готового продукта, %	1,5-2,0	-	-

Все отходы пивоваренного производства используются на пищевые, кормовые или технические (медицинские) цели, в качестве субстрата в производстве ферментов.

Пивные дрожжи играют первостепенную роль в функционировании нервной системы и обмене веществ в организме человека.

В табл. 54 представлены питательная ценность и химический состав ВСР пивоваренной промышленности.

**Питательная ценность 1 кг ВСР пивоваренной промышленности
и их химический состав**

Наименование ВСР	Цен- ность, корм. ед.	Количе- ство пере- варимого белка, г	Усвояе- мость кор- ма, %	Химический состав							
				%							
				вода	белок	жир	клет- чатка	БЭВ	зола	Са	Р
Дробина пивная	0,17	28,68	82,1	82,91	3,9	1,30	3,2	8,0	0,60	0,39	1,12
Сплав ячменя	0,63	34,67	87,3	48,08	4,9	2,20	8,4	32,9	2,40	1,88	1,82
Солодовые ростки	0,11	186,10	88,5	7,23	22,7	1,30	12,9	49,1	6,70	2,67	6,85
Зерновые отходы	0,82	67,30	81,0	10,12	12,0	2,40	19,9	48,3	6,80	2,71	2,90
Дрожжи пивные избыточные	0,14	49,00	100,0	91,00	5,3	0,06	-	3,7	0,80	0,07	0,08
Белковый отстой	0,14	8,90	100,0	88,30	1,4	0,09	-	9,9	0,03	0,04	0,08
Лагерные осадки	0,10	25,80	100,0	90,96	3,5	0,10	-	4,9	0,05	0,24	0,35
Хмелевая дробина	0,08	13,30	79,0	91,38	1,8	0,25	2,1	4,2	0,50	1,01	0,41

Они содержат до 50% полноценного белка, жир, гликоген, минеральные вещества (кальций, фосфор), а также микроэлементы (медь, кобальт, никель, цинк). Дрожжи богаты витаминами группы В, содержат витамин Е, провитамин D. В состав дрожжей также входят лецитин, холин и глутатион.

Высокая питательная ценность и усвояемость составных частей пивной дробины, солодовых ростков, белкового отстоя и др., делает эти виды отходов незаменимыми в кормопроизводстве.

Наибольшее распространение в кормопроизводстве получила пивная дробина. Сырая пивная дробина без дополнительной переработки используется для скормливания птице и домашним животным в качестве молокогонного высокобелкового корма.

Влажную пивную дробину также используют для кормления скота мясных пород, однако ее не рекомендуется применять для откорма быков-производителей.

После специальной обработки пивную дробину используют для кормления кроликов, пушных зверей, собак.

2.5.3. Технологии переработки ВСР и отходов

В пивоваренной промышленности приоритетными направлениями переработки ВСР и отходов можно считать комплексную переработку ВСР на кормовые цели, биотехнологический метод переработки отходов с получением автолизатов и гидролизатов, производство кормовых дрожжей, разработку и усовершенствование технологических процессов с получением продуктов пищевого назначения.

Одно из базовых направлений переработки ВСР – производство на их основе кормовых дрожжей.

Большинство кормов, используемых в животноводстве, не содержат в достаточном количестве белков и витаминов. Даже такие распространенные корма, как кукуруза и сахарная свекла, дающие максимальное количество кормовых единиц с 1 га, богаты углеводами, но почти не содержат азотистых веществ. В этой связи кормовые дрожжи за счет большого количества содержащихся в них белка и витаминов могут являться источником азота в кормосмесях.

Технология производства кормовых дрожжей из ВСР пивоваренного производства представляет собой процессы сбраживания и

гидролиза пивной дробины под действием серной кислоты. Полученные гидролизаты нейтрализуют и используют как субстрат для выращивания штаммов кормовых дрожжей.

ЗАО «Биокомплекс» (г. Москва) предлагает эффективное решение по переработке жидкой пивной дробины, а также послеспиртовой барды в сухую кормовую добавку для сельскохозяйственных животных.

По технологии жидкое сырье (дробина/барда) поступает в емкость-накопитель, затем подается на сепаратор, где осуществляется её отжим. Сепаратор представляет собой шнековый пресс, в котором прессование производится при помощи шнека, позволяющего эффективно выдавливать всю свободную воду и большую часть связанной.

После сепарирования выделенная твердая фракция отправляется на сушку и гранулирование. Сушка отжатой дробины/барды осуществляется в щадящем температурном режиме при температуре теплоносителя (теплый воздух) не более 80°C, что исключает деградацию белка и позволяет сохранить исходную биологическую активность конечного продукта.

Процесс гранулирования протекает без использования пара и воды.

Технологическая схема процесса представлена на рис. 65.

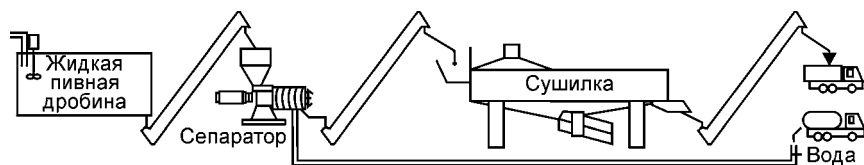


Рис. 65. Технологическая схема переработки пивной дробины/спиртовой барды

Получаемый конечный продукт – сухой кормовой порошок может использоваться как самостоятельно, так и для создания на его основе методом микробиологической биоконверсии углеводно-белкового концентрата (УБК).

Способом, позволяющим повысить эффективность использования отходов пивоваренной отрасли, является их обогащение белок-

содержащими веществами путем смешивания с другими отходами производства. Это позволяет восполнить запасы белка у животных без применения других азотсодержащих добавок. Разработчиком технологии является ВНИИПБиВП.

Для производства белково-кормового продукта применяют следующие ВСР (% на сухое вещество): дробину пивную – 80,0; дрожжи пивные – 5,5; белковый отстой – 6,5; полировочные и аспирационные отходы – 8,0.

Принципиальная технологическая схема, предложенная ВНИИП-БиВП, включает в себя стадии разделения и обезвоживания, подработку пивной дробины, внесение других отходов и добавок, выпаривание фильтрата, сушку твердой фазы, гранулирование готового кормового продукта, упаковку.

На рис. 66 представлена технологическая схема производства кормовых продуктов из отходов пивоваренного производства, действующая в условиях реального пивзавода.

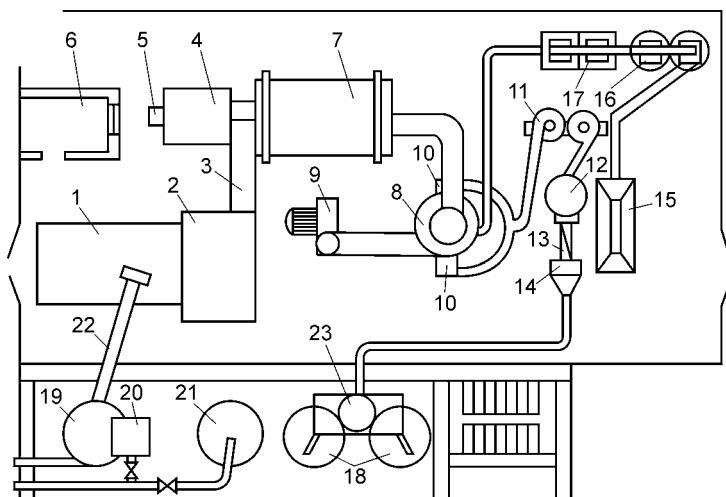


Рис. 66. Аппаратно-технологическая схема производства кормовых продуктов:

1 – лоток питателя; 2 – питатель-дозатор влажных компонентов; 3 – наклонный транспортер; 4 – теплогенератор; 5 – газомазутная горелка; 6 – кабина оператора; 7 – сушильный барабан; 8 – большой циклон со шлюзовым затвором;

9 – главный вентилятор; 10 – дробилка молотковая; 11 – малый циклон с мешкователем; 12 – гранулятор; 13 – нория; 14 – колонка охлаждения; 15 – бункер-дозатор сухих компонентов; 16 – приемный бункер сухих компонентов; 17 – бункер-дозатор минеральных добавок; 18 – бункер-накопитель готовой продукции; 19 – бункер-накопитель дробины обезвоженной; 20 – пульпопеллушка; 21 – резервный чан жидкой дробины; 22 – шнек подачи дробины; 23 – весовое устройство

Полученный кормовой продукт содержит до 90% сухого вещества, в том числе сырого протеина – 19-22%, кормовая ценность составляет – 0,76 корм. ед.

Внедрение данной технологии позволит получить не менее 2 т сухого корма в сутки в расчете на одну сушильную установку на пивзаводе мощностью 3,5 млн дал пива в год.

На основе пивной дробины разработана комплексная кормовая добавка «Пробиоцел» для поросят на откорме, бройлеров, кур-несушек. Приготовление этой добавки включает смешивание пивной дробины с отрубями и сбраживание специально выделенными микроорганизмами (*Bacillus subtilis*). Бактерии частично перерабатывают клетчатку в легкоусваиваемые сахара. Смесь дополнительно обогащают микроэлементами. После ферментации полученную массу высушивают. В таком виде она может храниться не меньше года. Отмечено, что при включении в рацион поросят новой кормовой добавки они меньше болеют, при этом в среднем на 16% набирают массу быстрее, чем животные из контрольной группы.

Совместная разработка ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности и РГУ нефти и газа предлагает технологию переработки отходов пивоваренной отрасли и отходов добывающих отраслей промышленности на технические цели. Результатом технологии является получение органоминеральных удобрений. Используемые в технологии отходы: остаточные пивные дрожжи и кизельгуровые фильтрационные остатки, а также природные цеолиты, фосфогипс, технические препараты, содержащие мел и калий минерального происхождения.

В табл. 55 представлен химический состав опытного образца органо-минерального удобрения на основе отходов пивоваренного производства и добывающих отраслей промышленности.

Таблица 55

Химический состав опытного образца органо-минерального удобрения

Компонент	Содержание
Влага, %	14,0
Потери при прокаливании (800°C), %	20,3
Азот нитратный (подвижная форма), мг/кг	3,2
Азот аммонийный (подвижная форма), мг/кг	47,0
Фосфор общий, мг/кг	130,0
Фосфор (подвижная форма), мг/кг	<0,1
pH, ед. pH	9,6
Калий общий, мг/кг	3207,0
Калий (подвижная форма), мг/кг	108,0
Натрий общий, мг/кг	2200,0
Натрий (подвижная форма), мг/кг	850,0
Стронций (подвижная форма), мг/кг	116,0
Цинк (подвижная форма), мг/кг	0,5
Свинец (подвижная форма), мг/кг	<0,5
Медь (подвижная форма), мг/кг	1,3
Кадмий (подвижная форма), мг/кг	<0,01
Марганец (подвижная форма), мг/кг	0,1
Ртуть (подвижная форма), мг/кг	<0,005

Пивные дрожжи и кизельгуровые фильтрационные осадки богаты фосфором, азотом, калием, микро- и макроэлементами. Кроме этого, они отвечают за свойства почв: развитие микрофлоры, дыхательные процессы, биогеохимические циклы углерода и зольных элементов.

Кизельгуровые фильтрационные осадки способствуют разрыхлению почвы, увеличению объема пор, улучшают микробиологическое действие почвы, повышают количество удерживаемой влаги и питательных веществ, регулируют pH почвы.

Отходы добывающих отраслей в свою очередь насыщают удобрение макро- и микроэлементами, ослабляют почвенную кислотность,

являются терморегуляторами почв, предотвращают заболевания корней растений, улучшают водно-физические свойства почвы, положительно влияют на развитие микрофлоры, процессы гумусообразования.

Испытание органо-минерального удобрения подтвердило целесообразность развития данного направления – производства экологически безопасных, доступных и дешевых средств для повышения почвенного плодородия из отходов пищевых и добывающих производств.

2.6. Отходы спиртовой промышленности

2.6.1. Номенклатура и классификация

В процессе получения этилового спирта для пищевой промышленности образуются следующие отходы: барда (зернокартофельная, мелассная), углекислый газ, отработанные дрожжи – сахаромикеты. К побочным продуктам производства относятся фракция головного этилового спирта и сивушное масло.

При комплексной переработке сырья на основе послеспиртовой барды получают кормовые дрожжи трех видов: сухие кормовые (из грубого фильтрата барды (СКД), жидкие кормовые и сухие кормовые с использованием всей «цельной» барды (ЖКДЦ и СКДЦ).

При производстве кормовых дрожжей из грубого фильтрата зернокартофельной барды образуется отход – последрожжевая барда (вторичная). Аналогично при производстве кормовых дрожжей из мелассной барды образуется последрожжевая мелассная барда.

Все отходы и побочные продукты отрасли относятся к вторичным сырьевым ресурсам.

По агрегатному состоянию большинство ВСП и побочных продуктов спиртового производства – жидкие; к твердым относятся дрожжи-сахаромикеты; к газообразным – углекислота брожения.

По степени воздействия на окружающую среду безвредными считаются барда послеспиртовая и последрожжевая зернокартофельная, углекислота брожения, дрожжи-сахаромикеты; к вредным относятся барда послеспиртовая и последрожжевая мелассная, фракция головная этилового спирта, сивушное масло.

По степени использования ВСП делятся на полностью используемые и используемые частично. К первым относятся барда после-спиртовая зернокартофельная, дрожжи-сахаромицеты, фракция го-ловная этилового спирта, сивушное масло. Частично используются барда послеспиртовая меласная, последрожжевая (зернокартофель-ная и меласная), углекислота брожения.

На рис. 67, 68 представлены схемы производства спирта из зер-нокартофельного сырья и из мелассы с выходом всех отходов произ-водственного цикла.



Рис. 67. Схема образования ВСП и отходов при производстве спирта из зернокартофельного сырья

перегонку. Средний выход зерновой барды составляет 141,5-143 т на 1000 дал спирта, картофельной барды – 158-159 т на 1000 дал спирта.

При получении сухих кормовых дрожжей (СКД) из грубого фильтра барды образуется вторичная барда в количестве 70-80% от натуральной. Выход СКД на 1000 дал спирта при переработке зерновой барды составляет 3500 кг, при переработке картофельной барды – 1700 кг. Выход жидких кормовых дрожжей (ЖКД) составляет 140-150 т на 1000 дал спирта. Теоретический выход углекислого газа составляет 95,5% к массе спирта, или 7530 кг на 1000 дал выработанного спирта. Выход головной фракции этилового спирта составляет 2-6% от условного спирта-сырца. Выход сивушного масла зависит от вида и качества сырья, расы применяемых дрожжей, условий сбраживания и чистоты спирта и составляет 0,3-0,4% от условного спирта-сырца, или 20-27 кг сивушного масла на 1000 дал условного спирта [91,86].

Основное направление использования отходов спиртового производства – кормовое. Химический состав спиртовой барды позволяет рассматривать ее как источник ценных питательных веществ в современном кормопроизводстве (табл. 56).

Таблица 56

Химический состав спиртовой барды

Показатель	Зерновая барда	Картофельная барда
Сухие вещества, %	6,7-8,4	3,0-4,0
В том числе:		
сырой протеин	1,8-2,2	0,6-0,8
клетчатка	0,9-1,7	0,3-0,4
зола	0,6-0,7	0,4-0,5
безазотистые экстрактивные вещества	3,4-3,8	1,7-2,3

Мелассную барду используют как сырье для выращивания на ней кормовых дрожжей. Она может быть использована для получения кормового витамина В₁₂, глицерина, бетаина. Также из мелассной барды путем выделения дрожжей из зрелой бражки производят хлебопекарные дрожжи. Технология производства хлебопекарных дрожжей заключается в последовательности процессов: выделение дрожжей из

зрелой мелассной бражки, промывка водой и получение дрожжевого концентрата, прессование, формование, упаковка, хранение.

Сивушное масло используется как сырье для получения чистых высших спиртов, которые находят применение в химической, медицинской и других отраслях промышленности. На их основе производят медицинские препараты, душистые вещества, растворители в лакокрасочной промышленности, а также экстрагенты, флотаргенты, поверхностно-активные вещества.

Головная фракция используется для получения пищевого этилового спирта, а также для производства технического и денатурированного спиртов.

Углекислый газ брожения и последрожжевая барда являются малоиспользуемыми видами отходов спиртового производства. Тем не менее жидкую углекислоту используют в пищевой промышленности для хранения овощей, мяса, приготовления газированных напитков и др. В технике жидкая углекислота используется в производстве стального, чугунного литья, при электросварке, механической обработке металлов, добыче нефти и др.

2.6.3. Технологии переработки ВСП и отходов

Начальным этапом переработки послеспиртовой барды на кормовые цели является центрифугирование или сепарирование для разделения на фракции: взвешенные крупные частицы зерна (дробину) и грубый фильтрат (фугат).

Любая центрифуга улавливает только половину сухих веществ (4-6%). Для дальнейшего разделения используют флокулянты. По такой технологии из 120 т барды получается 20-25 т дробины влажностью 75% и 100 т фугата, с оставшимися 4-6% ценного растворимого белка.

Далее полученные 20-25 т дробины высушивают с помощью дисково-трубчатых, барабанных, ленточных, пневматических сушильных установок, получая на выходе 5 т сухой барды с протеином 26-28%.

Фугат в свою очередь может быть утилизирован методом слива на поля фильтрации или подвергнут концентрации до 70% с помощью выпарных установок. В результате образуется чистая вода в виде пара (4 части) и концентрированный фугат (кисель) 1 часть, приблизительно 20 т от 100 т фугата. Далее концентрированный фугат можно смеси-

вать с дробиной и одновременно сушить. Фугат – очень вязкая смесь и его нельзя высушить до 14% влажности ни на одной из сушилок. В этой связи перспективна замена выпарных технологий для концентрации фугата мембранными.

Применение многоступенчатых фильтрационных установок (микрофильтрации, ультрафильтрации, нанофильтрации и обратного осмоса) позволяют очистить фильтрат с 40 до 3 мг/л загрязняющих веществ. Очищенную воду можно вторично использовать, либо без экологического ущерба сливать в канализацию. Такие установки позволяют обойтись расходом электроэнергии в 20 кВт·ч вместо 2000 кВт·ч, затрачиваемых на выпарных установках. Однако это дорогостоящее оборудование, применение которого должно быть экономически обоснованно. При этом не решается вопрос сушки полученного концентрированного фугата.

Специалистами ООО «Агрокомсервис» (г. Калуга) разработана технология сушки свежей спиртовой барды без разделения на фракции и их концентрации с помощью сушильных машин серии «Циклон».

Технология в значительной мере устраняет недостатки существующих традиционных технологий. Например, классические выпарные установки работают только после центрифугирования, сушильные машины серии «Циклон» могут сушить как свежую 95%-ную барду, так и отжатую 75%-ную. Энергозатраты при таком способе сушки значительно меньше и не превышают 3000 руб. на 1 т сухой барды. При этом новая технология обеспечивает полную переработку исходного сырья с сохранением всего сухого вещества.

Полученное вторичное сырье, само по себе являясь кормовым ресурсом с высокими качественными характеристиками, может быть использовано для обогащения малоценных кормов. Например, на 1 т свежей барды добавляют 200-500 кг малоценных компонентов – некондиционного дробленого зерна или отрубей. После высушивания получают продукт, обогащенный концентрированным белком и витаминами, который по качественным характеристикам не уступает дорогим сортам комбикорма.

Один из способов использования спиртовой барды – выращивание на ней кормовых дрожжей.

Кормовые дрожжи, вырабатываемые на спиртовых заводах, содержат до 43-54% протеина на сухое вещество, переваримость его до-

стигает 83-85%, в то время как переваримость протеина натуральной барды не превышает 50-55%. Увеличение количества усвояемого протеина происходит в процессе синтеза дрожжевых клеток в результате превращения азота минеральных солей в протеин кормовых дрожжей.

Технология переработки зерновой и зернокартофельной барды в высокобелковые кормовые продукты имеет несколько вариантов:

получение сухих кормовых дрожжей из грубого фильтрата барды (СКД);

производство жидких кормовых дрожжей, получаемых с использованием всей «цельной» барды (ЖКДЦ);

выпуск сухих кормовых дрожжей, получаемых с использованием всей «цельной» барды (СКДЦ).

При получении СКД в качестве питательной среды используют грубый фильтрат барды, в результате чего наряду с сухими дрожжами образуется вторичная барда, которая так же, как и натуральная, является кормом. Схема производства сухих кормовых дрожжей (СКД) из зерновой барды представлена на рис. 69.

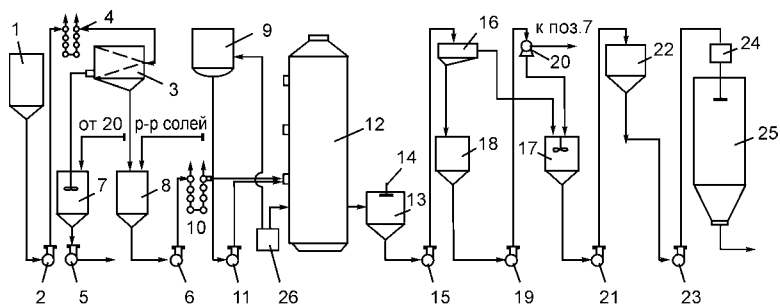


Рис. 69. Схема производства сухих кормовых дрожжей (СКД) из зерновой барды:

- 1 – сборник; 2, 5, 6, 11, 15, 19, 21, 23 – насосы; 3 – барабанное сито; 4, 10 – теплообменники; 7 – сборник вторичной барды; 8 – сборник питательной среды; 9 – аппараты чистой культуры (АЧК); 12 – дрожжерастильный аппарат; 13 – деэмульгатор; 14 – механический пеногаситель; 16 – вибросито; 17 – сборник дрожжевого концентрата; 18 – сборник дрожжевой суспензии; 20 – сепаратор; 22 – термолизатор; 24 – сборник; 25 – распылительная сушилка; 26 – турбовоздуходувка

По технологии барду из аппаратного отделения спиртового производства направляют в сборник, далее через теплообменник подают на барабанное сито и в сборник вторичной барды, грубый фильтрат подают в сборник питательной среды. В сборнике вторичной барды дробина смешивается с фугатом от сепараторов с получением вторичной барды, которая насосом откачивается на кормораздаточный пункт.

В сборнике питательной среды готовят питательную среду с добавлением раствора солей сульфата аммония или карбамида, диаммоний фосфата. Подготовленную питательную среду направляют в дрожжерастильный аппарат. Воздух для аэрации среды в дрожжерастильный аппарат и аппараты чистой культуры (АЧК) подают турбовоздуходувкой. Готовую засевную культуру дрожжей из АЧК периодически подают в дрожжерастильный аппарат. Пенно-жидкостная дрожжевая суспензия из дрожжерастильного аппарата непрерывно подается в деэмульгатор, где ее разрушают с помощью механического, а при необходимости – химического пеногасителя. Дрожжевая суспензия из деэмульгатора непрерывно подается насосом на вибросито. Дробина (сход с вибросита) поступает в сборник дрожжевого концентрата, фильтрат (проход через сито) направляют в сборник дрожжевой суспензии, а из него – на дрожжевые сепараторы. Фугат с сепараторов направляют в сборник вторичной барды. Дрожжевой концентрат собирают в сборнике дрожжевого концентрата, где смешивают с дробинной, поступающей с вибросита. Затем смесь насосом подают в термоллизатор и выдерживают при температуре 75°C в течение 45 мин.

Дрожжевой концентрат после термоллизатора подают на распылительную сушилку для высушивания.

Сухой продукт поступает на упаковку и на склад готовой продукции.

Жидкие кормовые дрожжи (ЖКДЦ) являются скоропортящимся продуктом, в них содержится около 93% воды, что затрудняет использование их в удаленных хозяйствах, а транспортировка на расстояние свыше 30-40 км является нерациональной. Поэтому производить ЖКДЦ целесообразно вблизи откормочных комплексов для быстрого употребления.

ЖКДЦ можно перерабатывать в сухой продукт (СКДЦ), что

улучшает его технологичность, позволяет использовать в комбикормах для свиней и птицы и облегчает транспортировку на большие расстояния.

Схема получения сухих кормовых дрожжей из цельной после-спиртовой барды (СКДЦ) представлена на рис. 70.

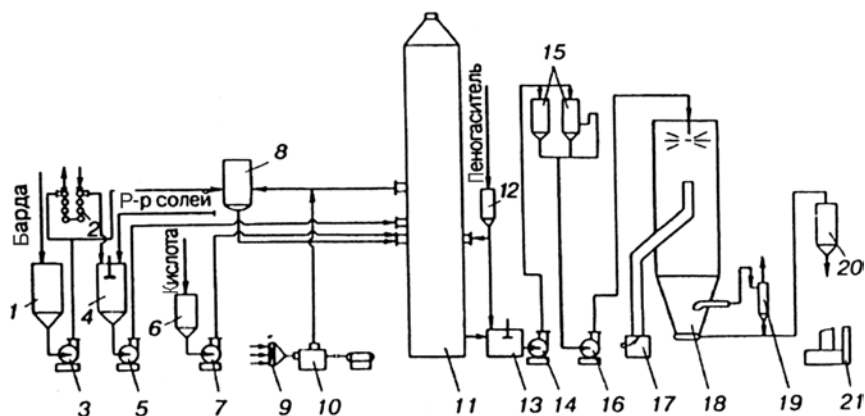


Рис. 70. Схема получения сухих кормовых дрожжей из цельной после-спиртовой барды (СКДЦ):

- 1 – сборник барды; 2 – теплообменник; 3, 5, 7, 14, 16 – насосы;
- 4 – сборник питательной среды; 6 – сборник серной кислоты;
- 8 – аппарат чистой культуры (АЧК); 9 – фильтр; 10 – турбовоздуходувка; 11 – дрожжерастительный аппарат; 12 – сборник пеногасителя; 13 – деэмульгатор; 15 – термолизатор; 17 – блок подготовки теплоносителя; 18 – сушильная установка;
- 19 – циклон; 20 – бункер сухих дрожжей;
- 21 – мешкозашивочная машина

По технологии барду из аппаратного отделения спиртового производства направляют в приемный сборник, из которого через теплообменник подают в сборник питательной среды, куда также поступает раствор солей. Часть барды периодически, минуя теплообменник, направляют в аппараты чистой культуры (АЧК).

Питательную среду из сборника непрерывно подают насосом в дрожжерастительный аппарат. Воздух для аэрации среды в дрожжерастительном аппарате и АЧК подают турбовоздуходувкой через фильтр. Готовая засевная культура дрожжей из АЧК периодически поступает

в дрожжерастильный аппарат. По мере необходимости для регулирования рН среды в дрожжерастильный аппарат периодически подают серную кислоту.

Пенно-жидкостная дрожжевая суспензия из дрожжерастильного аппарата непрерывно поступает в деэмульгатор, где пену разрушают с помощью механического и при необходимости химического пеногасителя. Дрожжевую суспензию из деэмульгатора подают в термолизатор и выдерживают при температуре 75°C в течение 45 мин. Термолизованную дрожжевую суспензию насосом непрерывно подают в распыливающий механизм сушилки, где высушивают газовоздушной смесью, поступающей из блока подготовки теплоносителя. Отработанные газы из сушильной камеры проходят через циклоны и выбрасываются в атмосферу.

Сухой отделенный продукт подают в бункер сухих дрожжей, затем – на упаковку в мешки. Защищенные мешки складывают в штабеля на складе готовой продукции.

Схема получения жидких кормовых дрожжей из цельной после-спиртовой барды (ЖКДЦ) аналогична схеме получения СКДЦ, но без стадии высушивания.

В отрасли также перспективны биотехнологические методы создания белкового кормового продукта (БКП) из спиртовой барды с содержанием протеина 43–66% в пересчете на сухое вещество, а также способы биологической утилизации концентрированных сточных вод до их сброса в общий поток предприятия.

2.7. Отходы крахмалопаточной промышленности

2.7.1. Номенклатура и классификация

В крахмалопаточной отрасли в результате физико-химической переработки первичного сырья (картофеля, кукурузы, сои, пшеницы и др.) получают основную продукцию: крахмал, патоку, глюкозу, декстрин, модифицированные крахмалы, экструзионные крахмалопродукты, крахмалопродукты для детского питания, мальтозную патоку.

В картофелекрахмальном производстве к ВСР относятся картофельная мезга и сок; в кукурузокрахмальном – экстракт, кукурузная мезга, глютен, кукурузный зародыш, кукурузная дробленка; в глюкозно-паточном производстве – фильтрационный осадок; в мальтозно-паточном – мальтозный жмых.

ВСР и отходы крахмало-паточной отрасли классифицируют:

- по источникам образования – в зависимости от перерабатываемого растительного сырья: картофель и зерновые культуры (кукуруза, рожь, пшеница, ячмень, горох);

- по отраслевой принадлежности:

отходы картофелекрахмального производства (картофельные мезга и сок); кукурузокрахмального производства (кукурузные дробленка, экстракт, мезга, глютен и зародыш); паточного производства: фильтрационный осадок, мальтозный жмых;

- по агрегатному состоянию:

твердые отходы (картофельная и кукурузная мезга, кукурузные зародыш, дробленка, стержни кукурузных початков, фильтрационный осадок, мальтозный жмых);

жидкие отходы (картофельный сок, кукурузный экстракт, глютен, жиробелковая взвесь);

- по технологическим стадиям получения:

получаемые при первичной переработке сырья (картофельные мезга и сок, кукурузные дробленка, мезга, экстракт, глютен, зародыш);

на стадии вторичной переработки сырья (отходы паточного производства – фильтрационный осадок, мальтозный жмых);

при промышленной переработке отходов (кукурузный жмых, образующийся при переработке кукурузного зародыша на масло);

- по степени использования:

полностью используемые (картофельная мезга, кукурузная мезга, дробленка, экстракт, глютен, зародыш, мальтозный жмых);

частично используемые (картофельный сок, фильтрационный осадок);

- по направлениям последующего использования:

для производства пищевых продуктов путем промышленной переработки (карфельные мезга и сок, кукурузные дробленка, глютен, зародыш);

в качестве сырья для производства продукции технического назначения (картофельные мезга и сок, кукурузные дробленка, экстракт);

в качестве кормов (картофельные мезга и сок, кукурузные дробленка, мезга, экстракт, глютен, зародыш, фильтрационный осадок, мальтозный жмых);

в качестве удобрений (картофельный сок);

- по воздействию на окружающую среду ВСР отрасли относятся к безвредным.

На рис. 71, 72 представлены схемы образования ВСР и отходов в крахмалопаточной промышленности.



Рис. 71. Схема образования ВСР и отходов в крахмалопаточной промышленности (картофелекрахмальное производство)

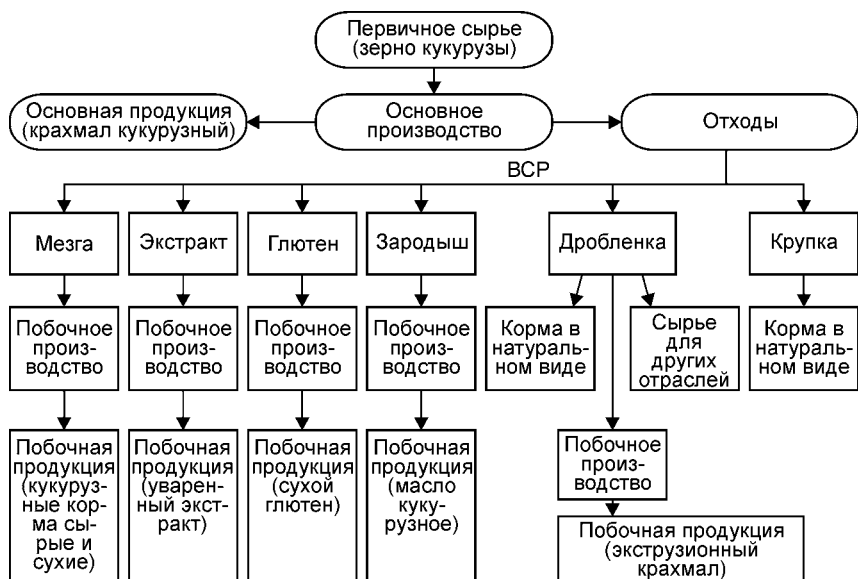


Рис. 72. Схема образования ВСР и отходов в крахмалопаточной промышленности (кукурузо-крахмальное производство)

2.7.2. Объемы образования и направления использования

В крахмалопаточном производстве объемы образования ВСР зависят от исходной крахмалистости сырья, партии перерабатываемого сырья, технологических и аппаратурных решений на каждом отдельном предприятии.

Основными отходами картофелекрахмального производства являются картофельная мезга и картофельный сок. В табл. 57 представлен химический состав картофельной мезги и сока в процентах к массе сухих веществ.

Основное направление использования картофельной мезги и картофельного сока – кормовое. Кормовая ценность 1 кг а.с.в. мезги составляет – 1,1 корм. ед., картофельного сока – 1,1 корм. ед.

В табл. 58 представлены основные направления использования отходов картофелекрахмального производства.

Таблица 57

Химический состав картофельной мезги, картофельного сока

Вещество	Содержание, к массе сухих веществ, %	
	картофельная мезга	картофельный сок
Крахмал	50	10
Клетчатка	25	-
Растворимые углеводы	2,5	20,0
Минеральные вещества	6,2	14,5
Сырой протеин	6,0	38,5
Прочие вещества	10,3	17,0

Таблица 58

Виды отходов картофелекрахмального производства и основные направления их использования

Вид отходов	Направление использования	Примечание
Мезга и картофельный сок	В виде сырых кормов	Являются скоропортящимся сырьем
	В смеси с другими кормами	Обогащение кормов протеином и микроэлементами
	Производство сухого белкового корма	При переработке 1 т картофеля получают 43 кг сухого белкового корма
	Выделение белка методом термической коагуляции	Составление на основе выделенного белка новых видов высокобелковых кормов. Может использоваться в сочетании с прессованной мезгой
	Производство углеводно-белкового гидролизата (УГБ)	При переработке 1 т картофеля получают 64 кг УГБ. Уваренный УГБ может использоваться в качестве биостимулятора при выращивании кормовых дрожжей на углеводородных средах и как заменитель красного ржаного солода при выпечке темных сортов хлеба
Картофельный сок	Удобрения для полива сельскохозяйственных культур	Улучшают почвенное плодородие
Мезга	Субстрат для выращивания плесневых грибов	Выход пенициллина составляет 145% по сравнению с использованием в качестве субстрата кукурузного экстракта

Вид отходов	Направление использования	Примечание
Клеточный сок	Преимущественно корм для свиней и телят	По содержанию лизина близок к молоку свиноматок. Является заменителем обезжиренного молока и других кормов животного происхождения. При скармливании коровам клеточного сока в количестве 20 л в сутки прибавка надоя молока составляет до 6,4%
	Субстрат для выращивания кормовых дрожжей	Применяется в натуральном виде, а также в виде концентрата. Добавленный к питательной среде из свежесквашенной мелассы ферментированный клеточный сок картофеля в количестве 10% от массы мелассы увеличивает выход дрожжевой биомассы до 30%. Увеличивает содержание витамина В ₁ в дрожжах
Клеточный сок	Производство картофельного белка туберина	На основе туберина производство высокобелкового продукта
	Производство сухого концентрированного белка	На основе сухого белка производство пищевой добавки для обогащения хлебной продукции, творога, сыра. Смешивание картофельного белка и яичного белка для диет питания
Клеточный сок и мезга	Получение сырых кормов	При использовании мезги и клеточного сока в сыром виде в среднем за сутки надой молока увеличивается на 2,2%
	Получение вареных кормов	При использовании мезги и клеточного сока в вареном виде в среднем за сутки надой молока увеличивается на 3,7%
	Производство кормов из прессованной мезги с последующим ее обогащением экстрактом клеточного сока	Увеличивает привес молодняка и надой молока у взрослых особей
	Производство ферментированных кормов из молочнокислого клеточного сока и обезвоженной мезги, обработанной щелочно-кислотным способом с последующей ферментацией культурой плесневой амилазы	Увеличивает привес молодняка и надой молока у взрослых особей

Переработка картофеля сопровождается образованием большого количества сточных вод, особенно на операциях отмывки зерен крахмала. Из разрезанного картофеля крахмал смывают водой, затем отделяют осаджением.

Отработанные сточные воды содержат большое количество белков, углеводов и минеральных веществ, поэтому могут быть направлены на дальнейшую переработку в белки, пригодные для основного и дополнительного питания населения, а также для получения кормов, содержащих 60% сухих веществ, для кормления крупного рогатого скота, использованы как сырье в целлюлозной промышленности. Очищенный пермеат возвращают в технологический процесс для повторного использования, образуя замкнутый цикл.

Выход белков можно увеличить сгущением сока. Из воды, освобожденной от белков с помощью ионного обмена, получают аскорбиновую и органические кислоты, аминокислоты, калий, фосфаты.

Совмещение процессов получения белков и очистки сточных вод является рентабельным. Завод, производящий 31 т ломтиков картофеля в сутки, получает 550 кг осадка, пригодного для кормления сельскохозяйственных животных, и содержит до 170 кг высокопитательных белков.

Отходами кукурузокрахмального производства являются: кукурузный экстракт, кукурузный зародыш, кукурузная мезга, глютен, дробленка.

В табл. 59 представлен химический состав основных видов отходов кукурузокрахмального производства.

Таблица 59

Химический состав отходов кукурузокрахмального производства

Вещество	Содержание, к массе сухих веществ, %					
	кукурузный экстракт	кукурузный зародыш	кукурузная мезга		глютен	кукурузная дробленка
			крупная	мелкая		
1	2	3	4	5	6	7
Белок	40-52	15,3	6-9	11-18	50-75	10
Жир	1-3	40,4	4-7	2-4	5-8	3,5-4,5
Зола	15-25	9,0	0,5-1	0,8-1,5	0,8-1,5	1,3-1,7
Клетчатка	-	5,9	40-55	15-25	2-4	-
Крахмал	До 0,5	-	8-12	25-46	20-45	70-75

1	2	3	4	5	6	7
Раствори- мые угле- воды	22-27	9,4	3-5	4-7	0,5-2	4,7-5
Прочие вещества	4-7	15,7	3-6	2,5	4-6	-

Выход сухих веществ кукурузного экстракта зависит от качества и типа зерна, применяемой технологии переработки и составляет 5-7,5% к массе абсолютно сухой и чистой кукурузы.

Основными сахарами кукурузного экстракта являются мальтоза, глюкоза и ксилоза. Кукурузный экстракт используется в медицинской, дрожжевой и витаминной промышленности в сгущенном виде с содержанием 48% СВ.

Сырой кукурузный зародыш на неспециализированных предприятиях используется в сырых кукурузных кормах. На специализированных – его подвергают сушке. Сухой зародыш используется для производства нерафинированного кукурузного масла.

Для производства масла кукурузный зародыш должен иметь следующие показатели качества:

влажность (не более), %	5
массовая доля, %:	
жира в пересчете на СВ (не менее)	48
органических примесей (оболочки, частицы кочерыжек и мелкодробленого кукурузного зародыша)	
(не более)	10
массовая доля дробленого зародыша (не более), %	15
заражаемость амбарными вредителями	не допускается

Полученное масло используется для промышленной переработки (как пеногаситель крахмального молочка в производстве крахмала), в масложировой отрасли для получения рафинированного масла, а также в хлебопечении и кондитерской промышленности (для смазывания форм). Рафинированное масло используется на пищевые цели.

Крупная и мелкая кукурузная мезга, глютен полностью используются в производстве сырых и сухих кукурузных кормов.

Кормовая ценность 1 кг а.с.в. кукурузной мезги составляет 1,45 корм. ед., глютена – 1,43 корм. ед.

Кукурузная дробленка частично возвращается в технологический процесс на доработку или используется в крахмалопаточной промышленности для производства экструзионного реагента, как сырье – в спиртовом производстве, как компонент – в комбикормовой промышленности, а также в естественном виде в качестве корма для скота.

Кормовая ценность 1 кг а.с.в. кукурузной дробленки составляет 1,32 корм. ед., 1 кг мальтозного жмыха – 3,17 корм. ед.

Мальтозный жмых представляет собой хорошо разваренный ценный белковый корм, обогащенный витаминами солода. Влажность жмыха – 50-60%. В таком виде он реализуется на корм животным.

2.7.3. Технологии переработки ВСР и отходов

В крахмалопаточной промышленности приоритетными направлениями использования ВСР и отходов являются: получение из вторичного сырья (мезги и картофельного сока) набора белковых и других продуктов кормового и пищевого назначения; разработка комплексных технологий получения крахмала и картофелепродуктов с циклом переработки образующихся ВСР; совершенствование технологической схемы получения сухого глютена.

В мировой и отечественной практике применяются термические, криоконцентрированные, мембранные технологии переработки вторичных ресурсов картофелекрахмального производства.

На рис. 73 представлена схема двухстадийной термической коагуляции картофельного сока.

По технологической схеме картофель истирают на терке с добавлением, при необходимости, 10-15% воды. Для разбавления можно использовать воду со станции обезвоживания мезги. Разбавленную кашку подают на центрифуги для выделения картофельного сока. После центрифуги картофельный сок поступает в коагулятор, где подвергается термической обработке при температуре 80-90°C без интенсивного перемешивания. Скоагулированный картофельный белок отделяют, подвергая при этом вторичной тепловой обработке под давлением, охлаждают, затем направляют на фильтрующую

центрифугу для окончательного обезвоживания и получения обезвоженного осадка, содержащего не менее 20% сухого вещества. Обработанный таким образом белок смешивают с обезвоженной на центрифуге мезгой и сушат на сушилках. После сушки сухой белковый корм измельчают и упаковывают.

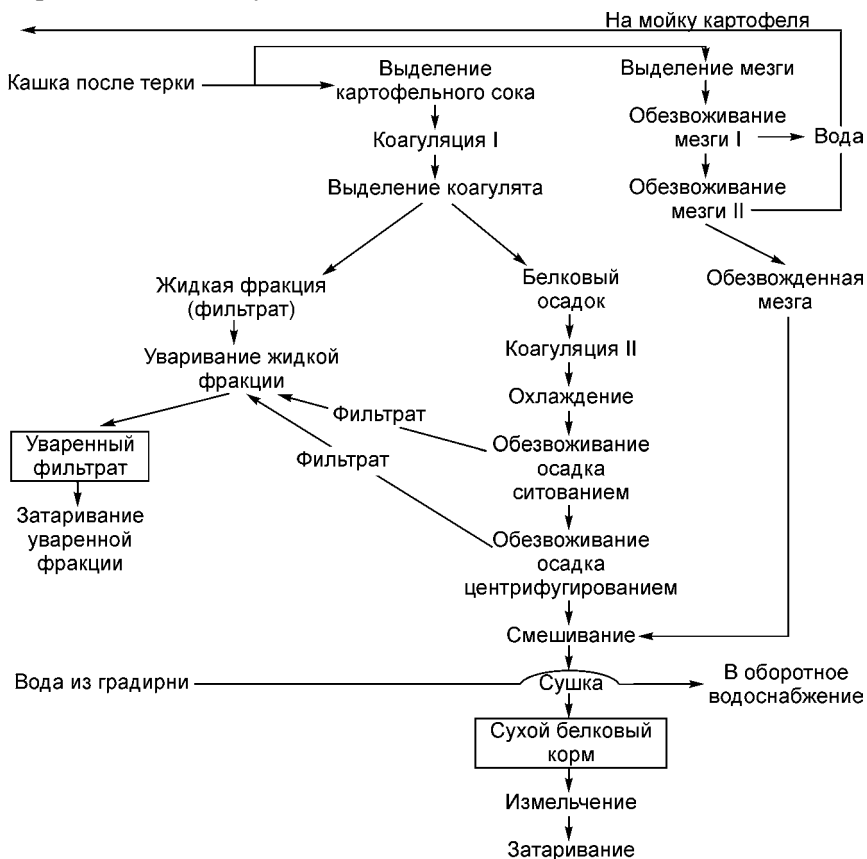


Рис. 73. Технологическая схема двухстадийной термической коагуляции картофельного сока

Фильтрат нагревают и уваривают до 50% сухого вещества. Готовый уваренный фильтрат затаривают в цистерны на хранение или сразу используют как добавку к кормам. Сухой белок может быть

реализован отдельно. Для этого выделенный коагулят (белок) высушивают с помощью сушильного оборудования.

Такая же технология двухстадийной коагуляции сока рекомендуется для утилизации смеси мезги и сока. Дополнительно вводится только операция по разделению сока и мезги.

Другой способ получения сухого корма из мезги и сока заключается в предварительном концентрировании сока увариванием. Он осуществляется двумя способами.

По первому способу смесь мезги и сока, поступающая из гидроциклонной установки, разделяется на составляющие – мезгу и картофельный сок. Мезга дополнительно обезвоживается на центрифуге или специальном прессовом оборудовании до содержания 20% сухих веществ и высушивается на сушилке.

Картофельный сок подогревается до 75-90°C и подается на уваривание, где сгущается до содержания 15% сухих веществ. Сгущенный сок затем смешивается с мезгой и также высушивается на сушилке до содержания сухих веществ 86%.

По второму способу картофельный сок после предварительного подогрева поступает на частичное обезвоживание увариванием до содержания 15% сухих веществ. Мезга из основного производства обезвоживается на центрифугах или мезго-прессах и высушивается с помощью сушильного оборудования. Сгущенный сок затем смешивается с мезгой и также высушивается.

Для утилизации отходов картофелекрахмального производства разработана технология криоконцентрирования картофельного сока (рис. 74).

По технологии картофельный сок из основного производства попадает на охлаждение в льдогенератор, где охлаждается с получением смеси льда и концентрата. При содержании 4,8-5% сухих веществ в картофельном соке за одну ступень вымораживания удастся выморозить 40% воды. Смесь льда и концентрата поступает на фильтрующую центрифугу для отделения льда.

Далее концентрат (60% от картофельного сока, СВ 8-9%) подается на коагуляцию и на выделение белковой фракции на дуговых ситах. Выделенный белковый осадок содержит до 16-18% сухих веществ. Осадок смешивается с предварительно обезвоженной до 20-25% мезгой, высушивается на сушилке, после чего измельчается.

Полученный продукт является сухим белковым кормом. Оставшийся фильтрат снова подается на охлаждение, которое осуществляется во второй ступени до концентрации 13% от объема картофельного сока. Полученный концентрат уваривается до содержания 50% сухих веществ.

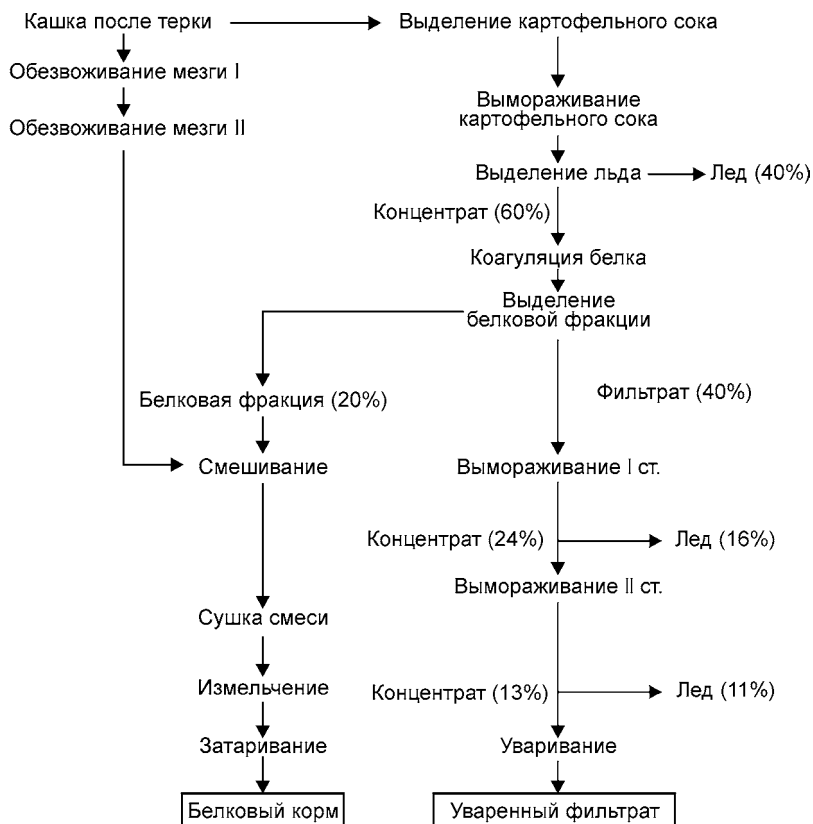


Рис. 74. Технологическая схема концентрирования картофельного сока вымораживанием

Произведенный по данной технологии сухой белковый корм по составу близок к белковому корму, получаемому двойной термической коагуляцией, но содержит менее денатурированный белок.

Уваренный фильтрат имеет такие же состав и консистенцию, что и фильтрат, полученный после двойной термической коагуляции.

Биологический способ переработки картофельного сока (сточной воды) с получением сухой кормовой биомассы внедрен на Климовском крахмалопаточном комбинате (Брянская область). Очистка сточных вод крахмалопаточного производства по схеме (рис. 75) предусматривает отстаивание сточных вод в первичном отстойнике, затем подачу осветленных сточных вод в культиваторы, где происходит образование биомассы из органических веществ сточной воды, кислорода, поступающего вместе с воздухом, и бактериальной смеси.

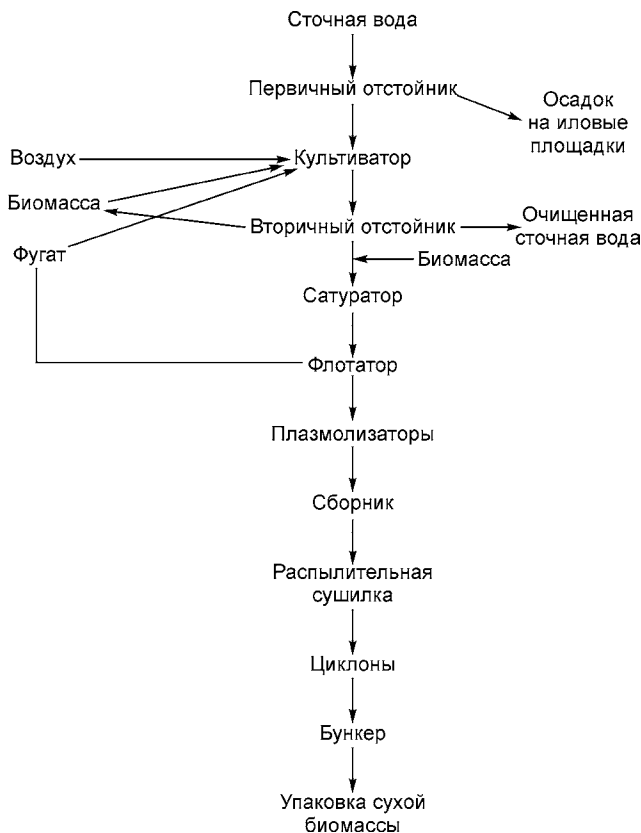


Рис. 75. Технологическая схема очистки сточных вод с получением кормовой биомассы

Бактериальная смесь отделяется от сточной воды во вторичном отстойнике, направляется в сатуратор, где насыщается кислородом за счет подаваемого под давлением воздуха, затем подается во флотатор.

Всплывшая биомасса самотеком поступает в плазмоллизаторы, где происходит стерилизация ее в течение 30 мин при температуре 85-98°C, а фугат направляется в культиватор.

Сгущенная биомасса из плазмоллизаторов поступает в сборник, из которого подается на распылительную сушилку. Высушенная биомасса отделяется от воздуха на циклонах и поступает в бункер сухой биомассы.

Количество получаемой кормовой биомассы составляет 1-1,5 т на 100 т перерабатываемого картофеля.

Технология получения кормовой биомассы позволяет: получить биологически ценный кормовой продукт с повышенным содержанием сырого протеина, включающего полный комплекс незаменимых аминокислот и витаминов группы В, и на 96% снизить загрязнение сточных вод.

В настоящее время все активнее проводятся исследования по использованию картофельной мезги и белка картофельного сока для пищевых целей. Однако в этом случае белок необходимо подвергать дополнительной очистке и обработке.

Картофельная мезга также представляет интерес в качестве добавки к пищевым продуктам, особенно продуктам лечебного и профилактического питания, из-за высокого содержания в ней крахмала, пектиновых веществ и клетчатки.

Исследованиями установлено, что добавки из сухой мезги, уваренного фильтрата и белкового концентрата оказывают дифференцированное влияние на качество ржано-пшеничного хлеба. Наилучшие результаты были получены при внесении до 2,5% сухой мезги, 2,5% уваренного фильтрата, 0,5-1,0% белкового концентрата в рецептуру диетического хлеба. Установлена возможность использования этих продуктов при производстве кондитерских, мясных изделий и пищевых концентратов.

При производстве мясных изделий оптимально введение 3% белкового концентрата и 2% мезги к массе мясного сырья, при этом необходимо предварительное осветление картофельного белка.

При производстве темных сортов конфет на основе помады оптимальное количество замены помады картофельным белком составляет 1%. В конфеты типа «пирлине» целесообразно введение до 7% изолята. При этом цвет заметно не изменяется.

В производстве пищеконцентратов в качестве белкового обогатителя овощных супов также возможно использование белкового концентрата (в количестве до 10-15% сухого вещества смеси). В картофельные оладьи допустимо добавление 3-10% сухой мезги, при этом предпочтительнее использовать осветленную картофельную мезгу.

В кукурузо-крахмальном производстве основные виды отходов (мезга и жидкий кукурузный экстракт) используют в качестве кормов для сельскохозяйственных животных. Однако недостатком такого корма является высокая кислотность ($\text{pH} = 4,2-4,4$). В Рязанском ГАТУ разработан способ приготовления сырых кормов путем смешивания кукурузной мезги и сгущенного экстракта с предварительной нейтрализацией его кислотности.

В качестве нейтрализующих препаратов рекомендовано использовать гидроксиды натрия (NaOH) и кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Гидроксид натрия применяют в сухом виде, гидроксид кальция в виде 30%-ного известкового молока.

Для нейтрализации 1 кг сгущенного кукурузного экстракта необходимо 25 г гидроксида кальция и 12 г гидроксида натрия, что обеспечивает $\text{pH} = 6,4-6,7$. Такие слабокислые корма лучше хранятся и поедаются животными.

Схема приготовления сырого корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства представлена на рис. 76.

По технологии в нейтрализатор поступает сгущенный кукурузный экстракт, затем из дозатора в виде известкового молока в него добавляют гидроксид кальция до достижения $\text{pH} = 5,0-5,2$, далее в частично нейтрализованный сгущенный кукурузный экстракт подается гидроксид натрия до достижения $\text{pH} = 6,4-6,7$. Одновременно сгущенный нейтрализованный экстракт и кукурузная мезга подаются в смеситель, где происходит смешивание. Готовый сырой корм подается в бункер-накопитель для временного хранения и реализации.

Влажность сырого корма составляет 65-68%, питательность 1 кг высушенного корма – 1,15 корм. ед.

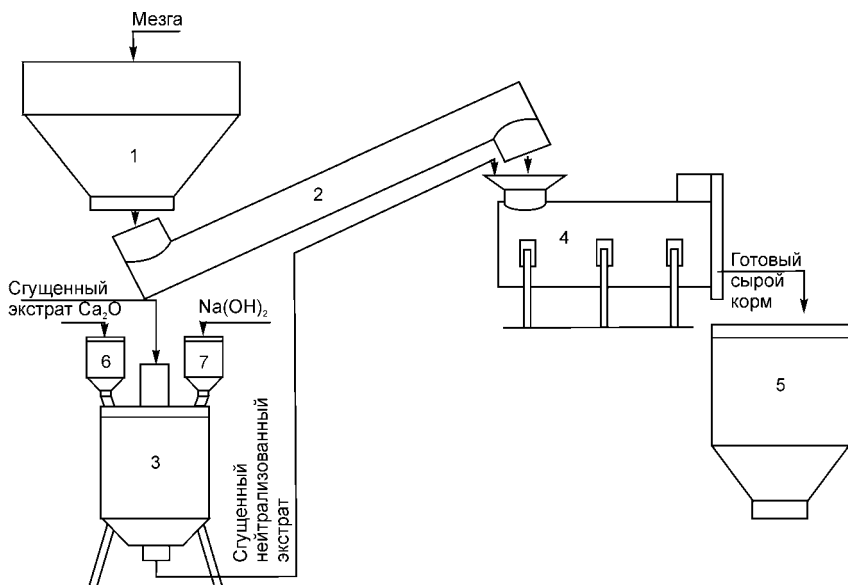


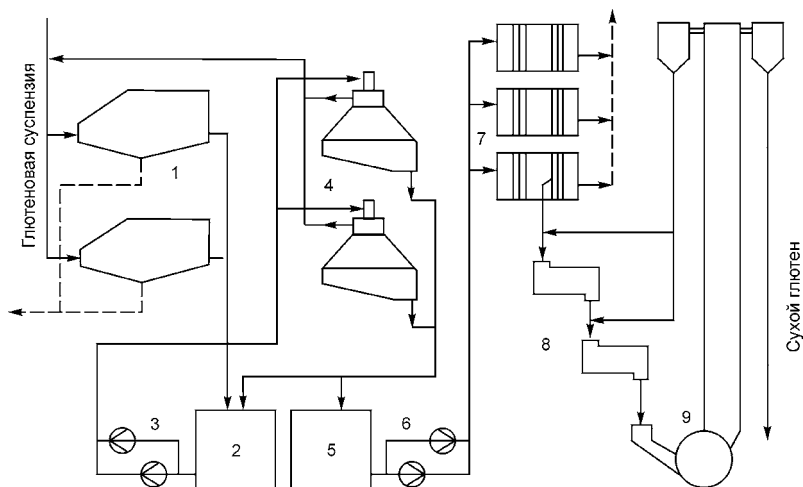
Рис. 76. Схема приготовления сырого корма из отходов крахмалопаточного производства

- 1 – бункер-дозатор мезги; 2 – транспортер; 3 – реактор для нейтрализации кислотности сгущенного экстракта;
4 – смеситель; 5 – бункер-накопитель готового сырого корма;
6 – дозаторы реагентов гидроксида кальция; 7 – дозаторы реагентов гидроксида натрия

Разработанная технология внедрена в производство в ОАО «Ибрехкрахмалопатока» Рязанской области. Сырой корм по разработанной технологии реализуется на сельскохозяйственных предприятиях Рязанской и Владимирской областей.

В кукурузокрахмальном производстве остро стоит вопрос реализации сырого глютена. Глютеновая суспензия, получаемая в процессе производства кукурузного крахмала, имеет низкую концентрацию сухих веществ, порядка 0,8-1,5%, что затрудняет возможность ее использования для кормовых и пищевых целей. Рекомендована сушка глютенной суспензии с получением сухого глютена.

На рис. 77 представлена схема опытно-промышленной линии производства сухого глютена.



*Рис. 77. Аппаратурно-технологическая схема
опытно-промышленной линии производства сухого глютена:
1 – флотокамера; 2, 5 – сборники; 3, 6 – насосы; 4 – сепаратор;
7 – фильтр-пресс; 8 – смеситель; 9 – пневмосушилка*

По схеме азрированная глютенная суспензия из сепараторов первичного разделения крахмального молока поступает во флотокамеру, в которой разделяется на пенную фракцию сгущенного глютена (концентрацией 3%) и осветленную глютенную воду, возвращаемую в процесс производства сырого крахмала. Сгущенный глютен подается на концентрирование в центробежный сепаратор. Верхний сход сепараторов возвращается во флотокамеру, а нижний сход – сконцентрированная до 6-8% глютенная суспензия – частично возвращается в сборник перед сепаратором-концентратором (при недопустимом снижении уровня продукта в этом сборнике) и частично направляется в сборник сгущенного глютена, откуда насосами подается на осадительную центрифугу (или фильтр-пресс). Верхний сход с центрифуги возвращается в сборник перед сепаратором-концентратором, а осадок влажностью 55-60% поступает в смеситель, где смешивается с возвращаемым сухим глютенном. Смесь влажностью 45-50% высушивается в прямотоке топочными газами с начальной температурой 300°C до конечной влажности менее 12% в пневматической сушилке.

Сухой кукурузный глютен содержит до 60-70% протеина в пере-

счете на сухое вещество и является ценным белковым продуктом. Глютен может использоваться в качестве компонента кормовых рационов, а также в качестве сырья для производства пищевкусковых приправ, пенообразователей и аминокислот.

Ценным компонентом при производстве кондитерских и хлебобулочных изделий является кукурузный зародыш. Технология его подготовки на пищевые цели представлена на рис. 78.

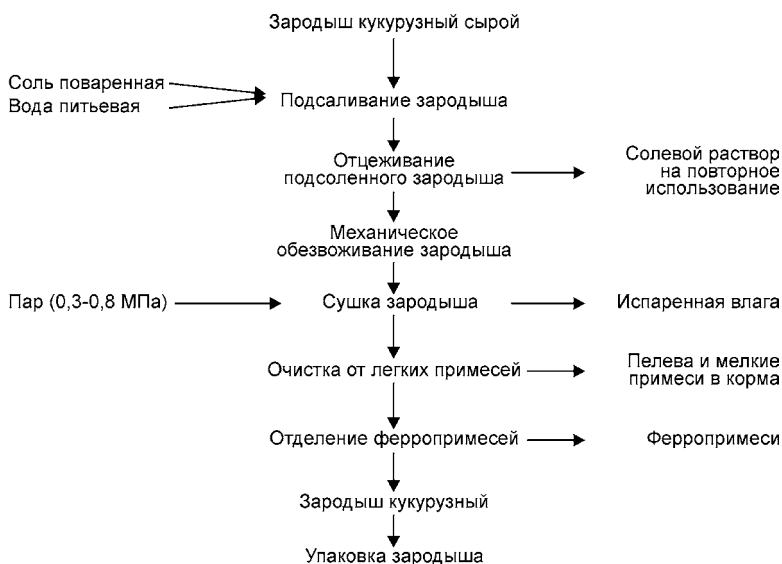


Рис. 78. Технологическая схема производства кукурузного зародыша на пищевые цели

По схеме сырой кукурузный зародыш, выделенный из кукурузной каши на гидроциклонах и промытый от крахмала, поступает в сборники для подсаливания.

Расход соли для получения требуемой концентрации составляет 20 кг на 1 м³. Продолжительность подсаливания зародыша составляет 4-16 ч. Далее зародыш поступает на отцеживание, затем – на шнек-пресс для механического обезвоживания до влажности не более 62%.

Обезвоженный зародыш подается на конверторную сушилку с паровым обогревом, где высушивается до влажности не более 3%.

Охлажденный зародыш очищается от примесей на воздушном сепараторе и от ферропримесей – на магнитном сепараторе, взвешивается, упаковывается и отгружается потребителю.

Кукурузный зародыш является ценным компонентом для кондитерских и хлебобулочных изделий, может быть использован при изготовлении козинаков, грильяжа, при выпечке печенья, пряников, булочек. Изделие с кукурузным зародышем в составе имеет приятный вкус, напоминающий миндаль.

2.8. Отходы сахарной промышленности

2.8.1. Номенклатура и классификация ВСР и отходов

В сахарной промышленности в результате физико-химической переработки сахарной свеклы наряду с основной продукцией (сахар-песок, сахар-рафинад) получают побочные продукты и отходы. Это свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, рафинадная патока, транспортно-моечный осадок, промышленные сточные воды, жомопрессовая вода, отсеv известнякового камня.

К побочным продуктам в сахарном производстве относят меласу, рафинадную патоку и свекловичный жом, которые служат сырьем для производства спирта, лимонной и других пищевых кислот, пектина, пищевых волокон и др.

К отходам относятся транспортно-моечный и фильтрационный осадки, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, отсеv известнякового камня, жомопрессовая и промышленно-сточная вода. Однако часть их может быть использована в виде ВСР для получения дополнительной продукции.

Классификация ВСР и отходов сахарной промышленности:

- по источникам образования – являются растительными;
- по агрегатному состоянию:

твердые отходы – свекловичный жом, фильтрационный осадок, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, известняковый камень, транспортно-моечный осадок;

жидкие – жомопрессовая вода, промышленные сточные воды, густые вязкие жидкости (меласса, рафинадная патока);

- по технологическим стадиям получения:

получаемые при первичной переработке сырья (все ВСП и отходы отрасли, кроме рафинадной патоки);

при вторичной переработке сырья (рафинадная патока);

- по материалоемкости – являются многотоннажными;

- по направлениям дальнейшего использования:

для производства пищевых продуктов;

в качестве кормов;

для производства продукции технического назначения;

в качестве удобрений;

- по воздействию на окружающую среду – безвредны, при длительном хранении являются источниками неприятных запахов (сырой жом, фильтрационный осадок, промышленные сточные воды) и занимают значительные земельные площади (отсев известнякового камня – при складировании; транспортно-мочный осадок, фильтрационный осадок, промышленные сточные воды – под отстойники).

На рис. 79 представлена схема образования ВСП и отходов в сахарной промышленности.

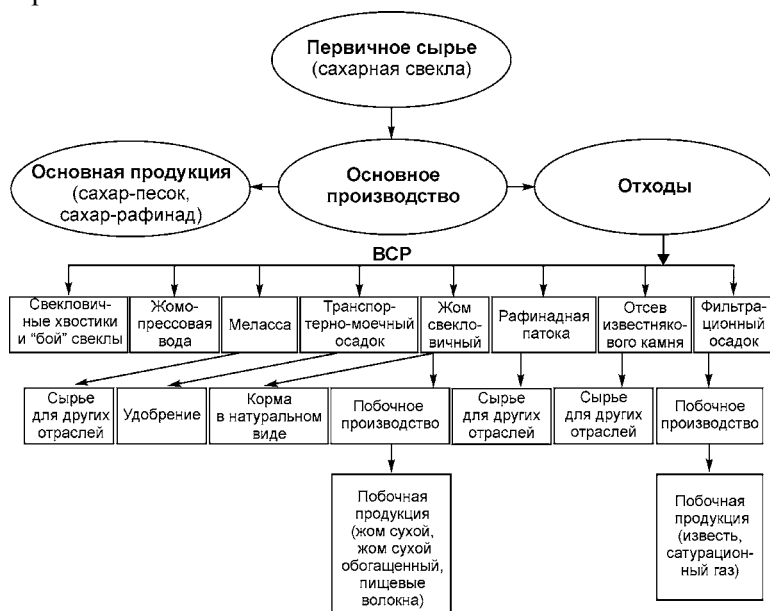


Рис. 79. Схема образования ВСП и основные направления использования отходов в сахарной промышленности

2.8.2. Объемы образования и направления использования ВСП и отходов

Основным сырьем для отечественных сахарных заводов является сахарная свекла. В корнеплодах современных сортов содержится 16-20% сахарозы.

Химический состав сахарной свеклы зависит от сорта, погодных условий в период вегетации, приемов агротехники, условий минерального питания, сроков уборки и других факторов. Он влияет на технологический процесс переработки и выход сахара при его производстве. В корнеплодах сахарной свеклы содержится 75-80% воды и 20-25% сухих веществ. В состав сухих веществ входят около 5% клетчатки, сахарозы – 16-20 и 2,5% растворимых несахаров, содержащих 1,1% азотистых, 0,9% безазотистых веществ, 0,5% – золы. В 100 кг корнеплодов содержатся 92,1 кг свекловичного сока, 5 кг мякоти и 2,9 кг связанной воды. Сок представляет собой водный раствор сахара – 17,5 кг и других веществ, несахаров – 2,5 кг. На долю сахарозы в сухом веществе сока приходится 87,5%. В состав мякоти входят: пектиновые вещества – 48%, гемицеллюлоза – 22%, клетчатка и другие вещества.

При переработке сахарной свеклы из каждого центнера корнеплодов получают 10-12 кг сахара, жома – 80-83, мелассы – 5-5,4, фильтрационного осадка – 12, транспортерно-моечного осадка – 15, отсева известнякового камня – 1,4, около 3 кг свекловичного боя и хвостиков. Сточные воды составляют 350% к массе переработанной свеклы.

Выход сахара зависит не только от сахаристости свеклы, но и от качественного и количественного состава ее несахаров, являющихся мелассообразователями, а также от натуральной щелочности (содержания щелочных металлов).

Из 25 кг СВ, содержащихся в 100 кг корнеплодов сахарной свеклы, только около 12 извлекаются в виде сахара, а 13 кг (52%), остаются в отходах. В этой связи в отрасли ежегодно образуется около 60 млн т отходов, включая сточные воды [91,84].

Все отходы сахарного производства находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Для производства пищевых продуктов путем промпереработки используют свекловичный жом,

мелассу, рафинадную патоку, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, жомотрессовую воду. В качестве кормов наибольшее распространение использования получили: свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок, свекловичные хвостики и «бой» свеклы. Для производства продукции технического назначения используют жом, мелассу, фильтрационный осадок, отсев известнякового камня. В качестве удобрений – фильтрационный осадок, транспортно-мочный осадок, промышленные сточные воды.

Основным видом отходов сахарного производства является свекловичный жом. Емкость рынка этого вида отходов составляет 9 млн т в год (данные Института конъюнктуры аграрного рынка).

Свекловичный жом представляет собой стружку толщиной не более 2 мм с влажностью не более 82 %, из которой диффузионным способом извлечено основное количество сахара.

В табл. 60 представлен химический состав свекловичного жома.

Таблица 60

Химический состав свекловичного жома

Показатель	Величина показателя в жоме (к общей массе жома), %		
	свежем	отжато и прессованном	кислом
Сухое вещество	6,0-9,0	14,0-20,0	11,0-15,0
Вода	91,0-94,0	80,0-86,0	85,0-89,0
Сырой пектин	1,2-1,5	1,7-1,9	1,3-2,6
Сырая клетчатка	3,5-4,5	5,0-7,0	2,8-4,2
Безазотистые экстрактивные вещества	4,3-6,0	8,5-10,0	2,7-5,8
Зола	0,6-1,0	1,1-1,4	0,7-1,8
Жир	0,4-0,7	0,6-0,9	0,7-1,0
Кормовая ценность 100 кг жома, корм. ед.	6-9	15-20	9-11

Кроме того, в сыром жоме содержатся: витамин С, белок, незаменимые аминокислоты (лизин, лейцин, треонин, валин).

Неотжатый жом, вышедший из диффузионного аппарата (независимо от содержания в нем СВ) и хранившийся не более трех суток, называется *свежим*, более трех суток – *кислым* (рН 5,0).

Жом с содержанием 10-13% СВ называется *отжатым*, с содержанием СВ больше 13% – *прессованным*.

Основное использование свекловичного жома – кормовое. Жом обладает пробиотическим действием за счет большого содержания пектиновых веществ. Пектины нормализуют работу пищеварительного тракта у животных, вследствие чего они потребляют меньше корма.

До 30-40% образующегося в отрасли жома скармливается животным в свежем виде, однако большее количество используют в кислом виде, при этом теряется до 50% питательных веществ и значительно ухудшается качество корма. С целью сохранения питательных веществ жом необходимо обезвоживать и сушить. Целесообразно глубокое прессование жома, позволяющее снизить его откачку до 115-117% без увеличения потерь.

Сушеный жом по сравнению со свежим и кислым имеет ряд преимуществ: он более транспортабелен, сохраняет биохимический состав и кормовые свойства (в 100 кг сухого жома содержится 85 корм. ед. и его можно сравнить с пшеничными отрубями), при хранении практически не несет потерь СВ.

Недостатком сушеного жома является низкое содержание в нем протеина (6,8%), которое может быть увеличено путем его обогащения.

Кормовую ценность жома можно повысить путем применения различных добавок, получая при этом мелассированный, амидный, амидоминеральный, бардяной жом.

Сушеный жом является сырьем для получения пектина и пектиновых концентратов, которые благодаря желирующей и комплексообразующей способности широко используются для производства кондитерских изделий, джемов, конфитюров, желе, фруктовых напитков, соков, майонезов, а также продукции лечебно-профилактического назначения.

Меласса является многотоннажным многокомпонентным отходом сахарного производства, обладает высокой вязкостью, содержит сахарозу, растворимые сахара и микроэлементы.

Выход мелассы составляет обычно 5-5,4% от массы перерабатываемой свеклы.

В зависимости от климатических, агротехнических условий вы-

рацивания и технологических режимов переработки сахарной свеклы состав мелассы может колебаться.

Химический состав мелассы (к массе), %: сухие вещества – 76-85, сахароза – 46-51, общий азот – 1,5-2, бетаин – 4-7, редуцирующие вещества – 0,5-2,5, раффиноза – 0,6-1,4, молочная кислота – 4-6, муравьиная и уксусная кислота – по 0,2-0,5, красящие вещества – 4-8, зола – 6-11.

В мелассе также содержатся микроэлементы: Al, Mg, Fe, Mn, Cu, Si.

Меласса является ценным сырьем для ряда отраслей. Из нее получают более 25 видов продукции пищевой, химической, парфюмерной промышленности. Из оставшихся в мелассе сахаров брожением получают пищевые кислоты (лимонную и молочную), глицерин, ацетон, этиловый и бутиловый спирты.

На сусле, приготовленном из мелассы, выращивают хлебопекарные дрожжи, ею обогащают грубые, а также сброженные (силос) корма. Кормовая ценность мелассы составляет 770 корм. ед. на 1 т.

Выход рафинадной патоки составляет 1,2-1,6% к массе сахара-рафинада и зависит от качества перерабатываемого сырья.

В рафинадной патоке на 100 кг СВ содержится 70-75 кг сахарозы, органических несахаров – 17-20 (половину которых составляют глюкоза и фруктоза) и 8-10 кг минеральных несахаров (преимущественно солей калия, кальция, сульфатов). Рафинадная патока находит применение в хлебопекарной промышленности, пищевом концентратном производстве и др.

В фильтрационном осадке влажностью 50% содержится 75-80% углекислого кальция (CaCO_3) и 20-25% органических и минеральных несахаров, в том числе азотистых и безазотистых органических соединений (белок, пектиновые вещества, кальциевые соли, щавелевая, лимонная, яблочная и другие кислоты, сапонин, минеральные вещества и др.), а также небольшие количества калия, азота, оксида фосфора. В фильтрационном осадке содержится до 1% (к массе влажного осадка) сахарозы. Потери ее к массе свеклы составляют 0,11-0,12 %.

Выход осадка зависит от массы вводимой извести. При влажности 50% масса его увеличивается вдвое.

Наиболее перспективными способами утилизации фильтрационного осадка являются: использование в качестве удобрения, подщелачивание им кислых почв, повторное использование в технологи-

ском потоке после предварительной подготовки, обжиг на известь и сатурационный газ.

Как удобрение фильтрационный осадок используется или непосредственно, или в смеси с отходами других производств (барда меласно-спиртового производства, бурая сажа и т.д.). Внесение 16-25 т/га дефеката под сахарную свеклу обеспечивает повышение урожайности корнеплодов на 2,5-3,5 т/га.

Повторное использование фильтрационного осадка в технологическом потоке возможно только после предварительной его подготовки (очистки, активации). Активированный известковым молоком фильтрационный осадок используется для дополнительной очистки густых продуктов – оттеков, клеровок. Очищенный фильтрационный осадок применяется на станции сокоочистки, позволяя на 15-20% сократить расход извести.

Использование фильтрационного осадка для получения извести и сатурационного газа позволяет получать известь высокого качества, которая может применяться в строительстве, при изготовлении шлакобетонных и грунтобетонных камней, материалов автоклавного твердения, для приготовления вяжущих растворов, в сахарном производстве и т.д. Перед обжигом должна быть проведена соответствующая подготовка фильтрационного осадка – прессование в брикеты, подсушивание.

В сухом виде фильтрационный осадок может использоваться для опыления овощей вместо мела и извести; для получения отмученного мела, который находит применение как нейтрализующее средство при производстве молочной кислоты; при изготовлении бумаги, красок, наполнителей пастообразных веществ в резиновой промышленности, полирующих и очищающих порошков и паст и т.д.

Сотрудниками РНИИСП разработана технология использования фильтрационного осадка, содержащего до 80% солей кальция, а также органические и минеральные вещества в качестве кормовой добавки.

Свекловичные хвостики и «бой» свеклы составляют 2-3% от исходной массы корнеплодов (на отдельных заводах до 5% и более) с содержанием в них сахарозы 12-15% на СВ. В переработку вместе с целыми корнеплодами рекомендуется возвращать только крупные (20-50 мм) обломки свеклы, а обломки меньших размеров направлять на корм скоту в свежем виде.

Хранение обломков свеклы в кагатах вместе с корнеплодами недопустимо, так как они быстро загнивают и являются источником микробиального загрязнения сырья. Наиболее рациональным способом сохранения исходных качеств хвостиков и «боя» свеклы является их сушка вместе со свекловичным жомом.

2.8.3. Технологии переработки ВСР и отходов

Основными направлениями совершенствования технологий переработки ВСР сахарной отрасли являются: интенсификация методов отжима свежего жома; разработка эффективных способов сушки жома с использованием тепловой энергии отраслевых теплоносителей (уфельных паров из выпарных установок, конденсатов, отходящих газов ТЭЦ, отработанных газов высокотемпературных жомосушильных установок и др.); улучшение качественных характеристик свекловичного жома, обогащение микроэлементами; получение из сушеного жома пищевых добавок и продуктов: пектина, клетчатки и др.; разработка способов получения сухой мелассы с последующим использованием ее в кормопроизводстве; разработка технологических процессов, обеспечивающих дополнительное извлечение сахара из мелассы путем деминерализации с применением хроматографии и других современных методов; разработка и внедрение рациональных способов использования фильтрационного осадка, в том числе ресурсосберегающей технологии для обжига мелкофракционного известняка.

Для улучшения качественных показателей свекловичного жома, а именно для снижения содержания клетчатки и увеличения содержания протеина разработан способ микробиологической обработки сырого жома по технологии твердофазной биоферментации перед последующим высушиванием.

Технология производства ферментированных кормов включает в себя:

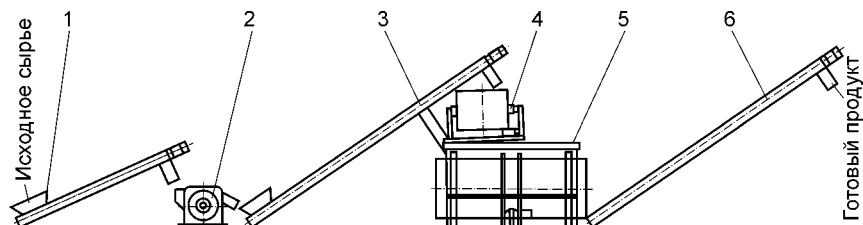
приготовление засевной закваски в ферментере объемом 0,6 м³ с использованием пшеничных отрубей и закваски Леснова в количестве 5 г на 1 т с одновременным увлажнением массы до 60 % и нагревом до 55 °С;

измельчение свекловичного жома молотковой дробилкой и подача его шнековым транспортером в ферментер объемом 7 м³;

нагрев свекловичного жома до температуры 55°C и выгрузка приготовленной засевной закваски в ферментер объемом 7 м³ с одновременным интенсивным перемешиванием в течение 10-15 мин;

ферментацию измельченного свекловичного жома в течение 9 ч и выгрузку готового продукта.

Испытания проводились на Шебекинском биохимическом заводе (Белгородская обл.) Результаты показали снижение количества клетчатки на 18% и увеличение содержания протеина на 125%. На основании полученных данных был принят запуск пилотного проекта по производству высокобелковых кормов из сырого свекловичного жома. Для этого было разработано и скомплектовано специальное оборудование. На рис. 80 представлена технологическая схема ферментации свекловичного жома.



*Рис. 80. Схема ферментации свекловичного жома:
1 – шнековый транспортер; 2 – дробилка молотковая;
3 – шнековый транспортер; 4 – ферментер объемом 0,6 м³;
5 – ферментер объемом 7 м³; 6 – шнековый транспортер*

В табл. 61 приведены основные технические характеристики ферментеров.

Таблица 61

Техническая характеристика ферментеров

Параметр	УБК-2	УБК-7
Тип	стационарный	-
Производительность по готовому продукту, м ³ /сут	2,1	21

Параметр	УБК-2	УБК-7
Установленная мощность, кВт	2,2	5,5
Рабочий объем ферментера, м ³	0,7	7,0
Режим работы	Круглогодично, непрерывно	-
Габаритные размеры, мм	1700x1200x1850	3600x2200x2500
Масса, кг	820	1780

В ЗАО «Биокомплекс» (г. Москва) разработана технология переработки растительных и пищевых отходов в кормовые добавки и комбикорма способом микробиологической биоконверсии.

Технология предназначена для переработки сырьевых компонентов, не используемых в традиционном кормопроизводстве. В качестве исходного сырья могут быть использованы отходы зерноперерабатывающей, консервной и винодельческой, пивоваренной, спиртовой, эфиромасличной, масложировой, кондитерской, молочной, чайной и сахарной промышленности; растительные компоненты сельскохозяйственных культур: стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, картофельная мезга, трава бобовых культур, отходы сенажа и силоса, отходы виноградной лозы, чайных плантаций, стебли табака.

По технологии сырьевые компоненты (отходы), содержащие сложные полисахариды (пектиновые вещества, целлюлоза, гемицеллюлоза и др.), подвергаются воздействию комплексных ферментных препаратов, содержащих пектиназу, гемицеллюлазу и целлюлазу. Ферменты представляют собой очищенный внеклеточный белок и способны к глубокой деструкции клеточных стенок и отдельных структурных полисахаридов, т.е. осуществляется расщепление сложных полисахаридов на простые с последующим построением на их основе легкоусвояемого кормового белка.

При этом метод микробиологической биоконверсии позволяет уничтожить в некондиционных компонентах болезнетворную микрофлору, возбудителей тяжелых заболеваний, личинки паразитирующих простейших.

Конечным продуктом технологии является кормовая добавка –

углеводно-белковый концентрат (УБК). УБК отличается высокой питательностью (протеин 22-26%), легкой усвояемостью, биологической активностью, а также ферментной, витаминной и минеральной ценностью.

Кормовая добавка УБК может использоваться как основной компонент при производстве комбикормов в соотношении 1:1, как добавка к грубым растительным кормам, при производстве простых кормовых смесей с измельченным фуражным зерном, отрубями, зерноотходами и др.

Технология экологически безопасна, не имеет сточных вод и выбросов.

Ключевым элементом технологической цепи является биореактор, в котором осуществляется процесс микробиологической биоconversion отходов в корма. Реакторы являются универсальным оборудованием, позволяют перерабатывать различное сырье и получать различные кормовые добавки.

Технологическая схема производственного комплекса по микробиологической переработке растительных отходов в корма представлена на рис. 81.

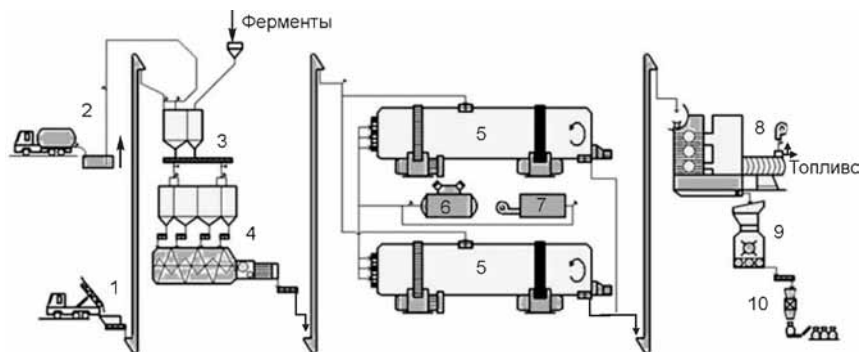


Рис. 81. Технологическая схема микробиологической переработки растительных отходов в корма:

- 1 – прием сыпучего и влажного сырья; 2 – прием жидкого сырья;*
- 3 – бункеры-дозаторы; 4 – смеситель; 5 – биореактор;*
- 6 – компрессор; 7 – парогенератор; 8 – сушилка;*
- 9 – измельчитель; 10 – отгрузка в мешки*

По технологической схеме влажная (55%) смесь различных отходов загружается в биореактор. С момента загрузки сырья в биореакторе процесс микробиологической биоконверсии протекает в течение 4–6 дней (в зависимости от желаемых зоотехнических параметров конечной продукции). В результате получают влажную кормовую добавку – углеводно-белковый концентрат, который сушат до влажности 8–10% и измельчают. После измельчения концентрат используют для производства комбикормов с нормой ввода 25–65% в зависимости от рецепта и целевого назначения комбикорма. Испытания показали 15–20%-ное повышение продуктивности кормления животных и птицы комбикормом с УБК по сравнению с традиционными кормами.

Применение свекловичного жома в пищевых производствах ограничено содержанием в нем вредных веществ, накапливаемых в процессе вегетации культуры (нитраты, нитриты, радионуклиды, тяжелые металлы). В жоме также содержится фенолоксидаза, обуславливающая процессы потемнения сырья и сапонины.

В Воронежской государственной технологической академии разработана технология получения полуфабрикатов из свекловичного жома для пищевой промышленности.

По технологии мытые корнеплоды подвергают паротермической обработке в аппарате А9-КЧЯ. При этом достигается поверхностное разрушение клеточной структуры, что облегчает отделение несъедобного поверхностного слоя корнеплодов. Происходит повышение проницаемости тканей, инактивация окислительных ферментов, разложение сапонинов, а также уничтожение микроорганизмов.

Далее с корнеплодов удаляют кожицу с помощью лопатных и щеточных машин. Очищенные корнеплоды измельчают до размеров не более 5 мм и гидротермически обрабатывают в волчке. При этом добавляют 0,2–0,3% лимонной кислоты. Полученная свекловичная масса отделяется от сока с помощью шнекового стекателя и пресса, а затем повторно подвергается обработке в волчке и прессованию для удаления растворимых веществ. Полученная масса высушивается, измельчается, упаковывается и поступает на производство кондитерских изделий.

Готовый порошкообразный полуфабрикат из свекловичного жома (ППСЖ) с размерами частиц 20–40 мкм имеет белый цвет и

нейтральный вкус, нехарактерные для исходного сырья. Содержание сухих веществ ППСЖ составляет 95-98%, из них 24% приходится на клетчатку, 22 – на гемицеллюлозу, 46 – на пектиновые вещества, по 2% занимают лигнин и белки, 1 – липиды, 2 – минеральные вещества, 0,5 – растворимые сахара, 0,5% – органические кислоты.

Пищевые волокна свекловичного жома способствуют улучшению моторной функции желудочно-кишечного тракта, накапливают и выводят из организма радионуклиды, токсичные элементы, пестициды, патогенную микрофлору, являются пробиотиками, увеличивают чувство насыщения, снижают риск ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета.

С применением ППСЖ был разработан способ получения помадных конфет функционального назначения, обладающих повышенной пищевой ценностью, пониженной сахароемкостью, продолжительностью структурообразования и устойчивостью к черствению в процессе хранения. Рациональная дозировка ППСЖ составила 9%.

ВГТА также принадлежит технология получения сахарных сиропов, пектиновых волокон из сахарной свеклы и ее отходов – хвостиков и боя.

В Северо-Кавказском НИИ сахарной свеклы и сахара (СКНИИС-СиС) разработана технология производства пищевых свекловичных волокон из жома, которые на 2/3 состоят из пектиноцеллюлозного комплекса. Ученые МГУПП работают над созданием технологий производства гранулированных пищевых продуктов из очищенного сиропа сахарной свеклы, обогащенных витаминами и микроэлементами.

В ГНУ РНИИСП Россельхозакадемии (г. Курск) разработана технология утилизации фильтрационного осадка. В основу технологии положен особый способ обжига фильтрационного осадка, не требующий его специальной подготовки – предварительного прессования в брикеты и подсушивания.

В итоге реализации технологии получают адсорбент, сатурационный газ и известь. Специальное оборудование, разработанное для сушки фильтрационного осадка и его термообработки, в зависимости от заданного режима позволяет получать различный конечный продукт.

Адсорбент является промежуточным продуктом при прокалива-

нии фильтрационного осадка в известь, который по технологической схеме можно вывести для использования в сокоочистительном отделении.

Высушивание материала производится смесью продуктов горения газа, воздуха и генераторного газа, получаемого при пиролизе органики фильтрационного осадка в электропечи. Электропечь оборудована регулятором температуры, что позволяет вести процесс прокаливания в заданном режиме и получать конечный продукт с заданными свойствами.

Полученный сухой осадок может использоваться как известь, адсорбент (например, для очистки диффузионного сока) или как известняковое удобрение.

Получение извести и насыщенного газа из фильтрационного осадка позволяет сократить расход известняка до 80% от необходимого количества, уменьшить материальные затраты и расходы на его перевозку.

Российским ГНУ НИИ сахарной промышленности разработана технология использования дефекосатурационного осадка сырьевого производства в качестве адсорбента при очистке полупродуктов с высоким содержанием красящих веществ. Обесцвеченный оттек находит применение для клерования (осветления, очищения) сахара-сырца.

Разработан способ использования мелких фракций (меньше 30 мм), получаемых при переработке известнякового камня. Мелкая фракция может использоваться для очистки диффузионного сока, что позволяет в 1,5-2 раза сократить расход извести и повысить технологические показатели очищаемого сока. Отработка мелкофракционного известняка осуществляется в универсальном дезинтеграторе – активаторе, что способствует не только его измельчению, но и активации частиц, при которой направленно изменяются физико-химические и технологические свойства веществ.

Группа компаний «ЭФКО», ЗАО «ЭФКО-НТ» (Белгородская обл.) занимается разработками использования свекловичного жома для производства нанокристаллической целлюлозы (НКЦ).

НКЦ сопоставима по прочности с углеродными нанотрубками и способна к формированию армирующих сеток в полимерах.

Области применения нанокристаллической целлюлозы представлены на рис. 82. Отдельные технологии прошли апробацию и приобрели широкое распространение, часть разработок находится на стадии углубленного изучения.

Технология отработана	Технология в стадии проработки
Производство продуктов здорового питания	Производство биоразлагаемых упаковок и разовой посуды
Сырье для фармацевтики и косметики	Сенсоры, "умная" упаковка
Производство пектина	Основа для катализаторов
Производство модифицированной древесины	Производство полимербетонов, красок, лаков, грунтовок, клеев
Производство дражированных семян	"Электронная бумага", "умные стекла"
	Аэрогели, мембраны, адсорбенты, пены

Рис. 82. Области применения нанокристаллической целлюлозы

Совместной разработкой ЗАО «ЭФКО-НТ» и Всероссийского НИИ сахарной свеклы (ВНИИСС, п.г.т. Рамонь Воронежской обл.) является использование НКЦ для дражирования семян сельскохозяйственных культур.

Полевые испытания показали, что покрытия для дражирования семян на основе НКЦ обладают требуемым сочетанием механических, барьерных и сорбционных свойств. Обработанные НКЦ семена не слипаются, выдерживают машинную обработку при посеве и не разрушаются до внесения в почву.

Внесение в процессе дражирования семян защитно-стимулирующих препаратов с НКЦ обеспечивает ускоренное прорастание семян в условиях неустойчивого увлажнения, повышает урожайность, способствует снижению общего расхода органо-минеральных удобрений, и следовательно снижению экологической нагрузки на почву.

Экономические расчеты показали: для обработки 100 тыс. семян сахарной свеклы потребуется до 2 т наноцеллюлозы или 12 т сухого

жома сахарной свеклы при выходе НКЦ 17%. Содержание НКЦ в покрытых семенах при этом составит 0,75%.

Перспективное направление применения НКЦ – создание био-разлагаемых материалов для производства пищевой упаковки. В наноструктурированной упаковке один компонент является синтетическим, другой – природного происхождения. Упаковка с применением НКЦ обладает быстрой биодеструкцией и возможностью саморазложения. Основными областями применения такой упаковки могут являться: одноразовая посуда, мешки для мусора и органических отходов, пленки сельскохозяйственного назначения и др.

Совместный проект ЗАО «ЭФКО-НТ» и Воронежской государственной лесотехнической академии предлагает использование наноцеллюлозы для модификации древесины.

Основу разработки составляет наполнение гелеобразной нанокристаллической целлюлозой каналов в структуре древесины под действием давления. Обработка проводится на этапе подготовки древесины к последующему прессованию. В результате насыщения структуры частицами наноцеллюлозы древесина приобретает твердость нелегированной стали, обладает высокой влагостойкостью, стабильностью формы, декоративностью.

НКЦ находит применение в процессе производства бумаги. Разработка принадлежит ЗАО «ЭФКО-НТ» и Центральному НИИ бумаги (ОАО «ЦНИИБ», п. Правдинский, Московская обл.). Бумага с НКЦ по сравнению с обычной имеет более высокие показатели прочности и устойчивости к механическим воздействиям, обладает хорошей впитывающей способностью.

Перспективно применение нанокompозитной целлюлозы в клеевых изделиях из модифицированной древесины в узлах мостовых башенных кранов, кран-балок, лебедок; узлах трения конвейеров, транспортеров, шнеков, рольгангов; узлах трения насосов и компрессоров; в кузнечно-прессовом оборудовании; литейном и металлопрокатном оборудовании; узлах трения машин, работающих в агрессивных средах; в дорожно-строительной технике; сельскохозяйственной технике; машинах и механизмах морского и речного флота.

В настоящее время «ЭФКО-НТ» первым в мире планирует осуществить запуск пилотного проекта по производству нанокристаллической целлюлозы из свекловичного жома.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Рециклинг – повторное использование или возвращение в оборот какого-либо ресурса после его обработки, делающей его пригодным для использования.

Основная продукция – та продукция, для получения которой создано и осуществляется данное производство.

Побочный продукт – дополнительная продукция, образующаяся при производстве основной продукции и не являющаяся целью данного производства, но пригодная как сырье в другом производстве или для потребления в качестве готовой продукции.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий и продуктов, образовавшиеся в течение или по завершении производственного процесса, не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью и утратившие свои потребительские свойства.

Используемые отходы производства – те отходы, относительно которых имеется возможность и целесообразность их использования непосредственно или после обработки. Используемые отходы рассматриваются как вторичные сырьевые ресурсы (ВСР).

Неиспользуемые отходы – отходы производства, для которых на сегодняшний день не установлена возможность или целесообразность использования как непосредственно, так и после обработки.

Компост – органическое удобрение, получаемое в результате разложения различных органических веществ под влиянием деятельности микроорганизмов.

Экспресс-компостирование – ускоренный способ компостирования с использованием принципа интенсивной аэрации компостной смеси.

Вермикюльтивирование – процесс переработки органических отходов с использованием дождевых червей для производства биогумуса, натуральной биологически активной добавки в почву.

Анаэробное сбраживание – ферментация органических веществ в условиях полного отсутствия кислорода.

Мясо-костная мука – белково-минеральный корм, изготавливаемый из туш животных, непригодных для пищевых целей и павших животных, боенских отходов.

Кровяная мука – продукт переработки крови, полученной при убое скота.

Дефебринирование крови – процесс выделения фибрина из крови.

Плазма крови аэрозольной сушки – высушенная аэрозольным способом плазма крови свиней или крупного рогатого скота в форме легкосыпучего мелкодисперсного порошка с нейтральным запахом и характерным вкусом.

Обезжиренное молоко – пищевой и кормовой продукт, получаемый при отделении на сепараторе сливок от цельного молока.

Пахта – обезжиренные сливки, получаемые как побочный продукт при сбивании сливочного масла.

Молочная сыворотка – побочный продукт при производстве сыра (подсырная сыворотка), творога (творожная сыворотка) и казеина (казеиновая сыворотка).

Альбуминное молоко – концентрат молочного белка (альбумина) – полуфабрикат для выработки альбуминного творога, колбасных изделий и др. продуктов.

Деминерализация – уменьшение содержания растворенных солей или неорганических соединений в жидкости с помощью химических или биологических процессов.

Электродиализ – процесс переноса ионов через мембрану под действием электрического поля, приложенного к мембране.

Кормовой зернопродукт – побочный продукт мукомольного производства, содержащий от 2 до 85% зерна, в том числе от 2 до 20% основного зерна (пшеница, рожь), остальную часть составляет сорная и зерновая примесь.

Зерновые отходы – отходы очистки зерна, крупные примеси и подсев, содержащие не более 2% зерна; лузга жесткая (рисовая, гречневая, просяная); соломистые частицы, пыль аспирационная обоечная черная; кукурузные обертки и др.

Отруби – побочный продукт помола пшеницы или ржи, состоящий из частиц оболочек и алейронового слоя с примесью частиц зародыша и эндосперма.

Кормовая дробленка, сечка – побочный продукт переработки гороха, проса, овса в крупу, состоящий из непреднамеренно измельченных частиц ядра крупнее 1,5 мм.

Лузга – продукт шелушения пленчатых культур, состоящий из цветковых пленок (рис, просо, овес, ячмень), плодовых оболочек (гречиха, подсолнечник), с высоким содержанием клетчатки и минеральных веществ.

Мучка – побочный продукт переработки зерна, образующийся преимущественно в процессе шлифования и состоящий из тонкоизмельченных частиц всех анатомических частей зерновки, проходящих через отверстия диаметром 1,5 мм.

Зародыш – побочный продукт мукомольного производства (пшеничный зародыш) и производства кукурузной крупы (кукурузный зародыш), получаемый сепарированием измельченного зерна по плотности и состоящий преимущественно из целого и дробленого зародыша зерна с примесью частиц оболочек и эндосперма.

Вытерки – остатки кожицы, мякоти, семена плодово-ягодного, овощного сырья, оставшиеся в результате технологической стадии протирки.

Выжимки – остатки кожицы, мякоти, сердцевины плода, семена плодово-ягодного, овощного сырья, оставшиеся в результате технологической стадии – прессования.

Подсолнечный жмых получают при извлечении масла из семян масличных культур прессованием.

Подсолнечный шрот получают при извлечении масла из измельченных семян экстракцией с помощью органических растворителей, которые затем удаляют с помощью пара.

Подсолнечный фуз – осадок, образующейся в процессе производства, фильтрации и дальнейшего хранения нерафинированного растительного масла.

Рафинация – комплекс технологических приемов, направленный на получение стабильного очищенного масла.

Соапсток – отстой, образующийся в результате щелочного рафинирования растительных масел и жиров.

Отбельные жирные глины (ОЖГ) – отработанные в качестве адсорбента жиров и жирных кислот отбельные глины, содержащие до 30-50% жира.

Фосфатиды (фосфолипиды) – соединения, относящиеся к липидам – производным многоатомных спиртов, высших жирных кислот

и фосфорной кислоты. Продукт очистки растительных масел на стадии рафинации.

Дезодорация – удаление из масел и жиров веществ, определяющих вкус и запах. Дезодорацию осуществляют методом перегонки с водяным паром (дистилляцией).

Погоны дезодорации – продукты отгонки, получаемые при дезодорации растительного масла.

Концентрат кальциевых солей жирных кислот (ККСЖК) – продукт, образующийся на стадии рафинации растительных масел.

Производственный брак – хлебобулочные и макаронные изделия, забракованные контролирующими службами по физическим и органолептическим показателям, не соответствующие требованиям стандартов и технических условий.

Экспедиционный брак – хлебобулочные и макаронные изделия, забракованные в экспедиции завода или возвращенные из торговой сети с признаками повреждений при погрузочно-разгрузочных работах или транспортировании (деформированные, подмоченные, ломаные), а также хлеб с просроченными сроками реализации, забракованный в экспедиции.

Сплав зерна – образуется при мойке ячменя или пшеницы перед их замачиванием. Содержит щуплые зерна ячменя, мякину и другие легкие примеси.

Солодовые ростки – образуются в процессе солодоращения и после сушки солода отделяются на росткоотбивных машинах.

Замочные воды – образуются в процессе замачивания ячменного зерна при производстве солода. Из ячменных оболочек в воду выделяются биологически активные вещества, регулирующие процессы роста, дыхания, обладающие антибиотическими свойствами.

Отходы полировочные – образуются в процессе обработки сухого пивоваренного солода на полировочных машинах или виброситах перед подачей в производство. Представляют собой частицы измельченной оболочки эндосперма, солодовую пыль.

Пивная дробина – является основным отходом пивоваренного производства. Представляет собой гущу светлого желто-коричневого цвета со специфическим запахом и вкусом. Состоит из 75 – 88 % воды. Содержит оболочки зерна, частицы ядер зерна, безазотистые экстрактивные вещества, жир, белок.

Хмелевая дробина – представляет собой остаток после отделения в хмелеотделителе от охмеленного сусла. Содержит около 20% горьких хмелевых веществ от общего содержания их в хмелепродуктах.

Белковый отстой образуется при осветлении и охлаждении пивного сусла. Включает в себя скоагулированные высокомолекулярные белки, белково-дубильные комплексы, хмелевые смолы.

Дрожжи пивные осадочные подразделяются на избыточные – для реализации и семенные – для повторного использования.

Представляют собой густую массу, содержащую до 15% сухих веществ, остающуюся на дне бродительных емкостей после главного (первичного) брожения.

Лагерные осадки образуются в лагерных танках в ходе процесса дображивания. В их состав входят пивные дрожжи, белок, частички белково-коллоидной мути.

Диоксид углерода – практически чистый газ с незначительным содержанием примесей этилового спирта, летучих органических кислот, эфиров. Образуется в результате процессов брожения на предприятиях пищевой промышленности.

Сточные воды содержат органические вещества растительного происхождения, а также часть неорганических химических веществ, попадающих в них после мойки оборудования и тары.

Послеспиртовая барда – продукт, образованный в результате отгонки спирта из сброженного сырья. Представляет собой сложную полидисперсную систему, сухие вещества которой находятся в виде взвесей и в растворенном состоянии. По видам сырья барду разделяют на зерновую, картофельную и смешанную — зернокартофельную.

Головная фракция этилового спирта представляет собой водно-спиртовую жидкость с легколетучими примесями: альдегидами, эфирами, кислотами, метанолом и др. Ее крепость составляет — не менее 92% об.

Сивушное масло является побочным продуктом, получаемым при промывке в маслопромывателе концентрата из ректификационной или сивушной колонны. Бесцветная или желтая жидкость с резким и острым запахом.

Дрожжи-сахаромицеты – отработанные дрожжи в процессе сбраживания сахаров дрожжами в спирт и выделенные из зрелой бражки.

Послеспиртовая мелассная барда – продукт, образованный в результате отгонки спирта из мелассного сырья. Содержит до 50-55% сухих веществ мелассы, дрожжи и продукты их жизнедеятельности.

Последрожжевая мелассная барда – вторичная барда, образованная в результате переработки послеспиртовой мелассной барды на кормовые дрожжи.

Картофельная мезга образуется в качестве отхода в результате первичной переработки картофеля на крахмал. Представляет собой кашицу картофельной мякоти, состоящей из твердой и жидкой фракций.

Картофельный сок образуется в качестве отхода в результате первичной переработки картофеля на крахмал. Представляет собой непрозрачную жидкость.

Кукурузный экстракт образуется при замачивании кукурузы. Представляет собой густую непрозрачную жидкость с хлопьевидной взвесью, способной расслаиваться. Содержит 6-9% сухого вещества.

Кукурузный зародыш выделяется в процессе производства сырого кукурузного крахмала. Является частью кукурузной зерновки, отделенной от зерновой оболочки и эндосперма.

Кукурузная мезга выделяется из кукурузной каши в результате технологических процессов производства кукурузного крахмала. Представляет собой частицы оболочки и эндосперма зерновки.

Глютен – протеин кукурузного зерна, отделенный от крахмала, клетчатки и жира. Представляет собой суспензию светло-желтого цвета.

Кукурузная дробленка – дробленое кукурузное зерно.

Мальтозный жмых образуется при производстве мальтозной патоки в результате осахаривания кукурузной муки. Представляет собой смесь растворимых углеводов, продуктов распада белков и большого количества взвешенных веществ – клетчатки, коагулированных белков и др.

Свекловичный жом – обессахаренная стружка, остающаяся после извлечения из нее сахарозы диффузионным способом и содержащая питательные вещества.

Меласса – кормовая патока, отход сахарного производства. Представляет собой сиропообразную жидкость темно-бурого цвета со специфическим запахом.

Патока – сахаристый продукт, получаемый осахариванием (гидролизом) крахмала (главным образом картофельного и маисового), разбавленными кислотами или ферментами с последующим фильтрованием и увариванием сиропа.

Биоэнергетика – фундаментальное и прикладное направление, возникшее на границе современных биотехнологий, химической технологии и энергетики, изучающее и разрабатывающее пути биологической конверсии солнечной энергии в топливо и биомассу, а также биологическую и термохимическую трансформацию последней в топливо и энергию.

Биотопливо – твердое, жидкое или газообразное топливо, получаемое из биомассы термохимическим или биологическим способом.

Биомасса – все виды веществ растительного и животного происхождения, продукты жизнедеятельности организмов и органические отходы, образующиеся в процессах производства, потребления продукции и на этапах технологического цикла отходов.

Жидкие виды биотоплива – это биотопливо первого поколения, производимое из пищевого/кормового сырья (биоэтанол, биометанол, биодизельное топливо) и биотопливо второго поколения, производимое из непищевого сырья (биоэтанол, биодизельное топливо, биобутанол, синтетическое жидкое топливо и др.).

Биоэтанол – этанол, изготавливаемый из биомассы и (или) из биологически разлагаемых компонентов отходов и используемый в качестве биотоплива. В отличие от пищевого спирта не содержит воды и производится методом укороченной дистилляции, содержит метанол и сивушные масла, бензин, что делает его не пригодным для применения на пищевые цели.

Биометанол (биометилловый спирт, древесный спирт, биокарбинол) – метанол, изготовленный из биомассы и используемый в качестве биотоплива.

Биобутанол – бутиловый спирт, изготовленный из биомассы и используемый в качестве биотоплива.

Литература

1. Белоусова Н.И. Биогаз – универсальное топливо // Мясная индустрия. – 2008. – № 11. – С. 57-59.
2. Белоусова Н.И., Мануйлова Т.А. Комплексное использование сырья на предприятиях мясной промышленности // Пищевая промышленность. – 2007. – №7. – С. 38-41.
3. Белоусова Н.И., Панков Н.Ф., Мануйлова Т.А. Способы снижения техногенного влияния мясожирового производства на окружающую природную среду // Все о мясе. – 2007. – № 3. – С. 43-46.
4. Беляев Д.А. Прессование отходов консервной промышленности в шестеренчатых грануляторах // Инновационные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод: матер. науч.-практ. конф., 5-6 сентября 2009 г. в рамках IV-й Всероссийской выставки «День садовода – 2009». – С. 187-189.
5. Богданов В.С. Совершенствование процессов удаления отложений из горизонтальных складских резервуаров для нефтепродуктов: автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: МГАУ, 2006. – 19 с.
6. Будакова Э.Д., Миронова И.В., Нигматьянов А.А. Применение отходов пивоварения в производстве комбикормов // Интеграция аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием в рамках XVIII Междунар. специализированной выст. «АгроКомплекс – 2008». – Ч. IV. – С. 211-214.
7. Булавин С.А., Казаков К.В. Энергосберегающая сушильная установка для свекловичного жома // МЭСХ. – 2011. – №1. – С.13-15.

8. **Бутина Е.А., Герасименко Е.О., Корнева Е.П.** Инновационные технологии получения пищевых лецитинов: матер. VI Международной конференции «Масложировая комплекс России: новые аспекты развития». (Междунар. промышленная акад., 7-9 июня 2010 г.). – М.: Пищепромиздат, 2010. – С.119-123.
9. **Бухкало С.** О переработке пленочных полиэтиленовых отходов // Тара и упаковка. – 2006. – № 3. – С. 59-61.
10. **Бывальцев В.А.** Свекловичный жом в технологии изготовления конфет // Сахарная свекла. – 2010. – № 7. – С.38-40.
11. **Власов С., Ольхов А., Иорданский А.** О саморазлагающейся полимерной упаковке // Тара и упаковка. – 2008. – № 2. – С. 42-47.
12. **Волкова Е.** «Сахарные деньги» // Агротехника и технологии. – 2010. – № 5. – С. 34-39.
13. **Воротников И.Л., Петров К.А., Кононыхин В.В.** Ресурсосберегающее развитие перерабатывающих отраслей АПК // Экономика с.-х. и перераб. предприятий. – 2010. – №10. – С. 21-23.
14. **Ганенко И.** Первый масличный миллион (Животноводство генерирует спрос на сою: ее посевы превысили 1 млн га) // Агроинвестор. – 2010. – № 6. – С.38-41.
15. **Гарзанов А.Л., Аваков А.А.** и др. Биотопливо из подстильного помета // Техника и оборуд. для села. – 2011. – № 1. – С. 18-20.
16. **Гарзанов А.Л., Дорофеева О.А.** Опыт очистки стоков мясоперерабатывающих предприятий // Мясная индустрия. – 2010. – № 2. – С. 48-51.
17. **Гваладзе Г.Д.** Безотходная комплексная технология переработки плодов граната // Пищевая пром-сть. – 2010. – № 7. – С. 12-13.
18. **Глаголева Л.Э., Родионова Н.С., Зацепилина Н.П.** Сорбционные свойства пищевых волокон вторичных продуктов переработки растительного сырья в молочно-белковых пищевых системах // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 12. – С. 36-38.
19. **Горохов Д.Г., Бабурина М.И., Иванкин А.Н.** Биодизельное топливо из животных жиров // Мясная индустрия. – 2008. – № 11. – С. 60-63.
20. **Горохов Д.Г., Бабурина М.И., Иванкин А.Н.** Модификация жировых отходов в жидкое биотопливо // Мясная индустрия. – 2009. – № 3. – С. 42-45.
21. **Горохов Д.Г., Бабурина М.И., Иванкин А.Н.** Переработка жировых отходов в биодизельное топливо // Масложировая пром-сть. – 2010. – № 5. – С. 36-38.
22. **Горохов Д.Г., Бабурина М.И., Иванкин А.Н.** Производство биодизельного топлива из жирошлама и отработанных фритюрных жиров // Мясная индустрия. – 2010. – № 3. – С. 64-65.

кормлении сельскохозяйственных животных // АПК Эксперт. – 2011. – № 1-2. – С. 52.

23. **Карнаухов И.Е., Нижник Н.Н.** Состояние и обоснование перспективы развития ресурсосберегающей технологии производства кормов из вторичных сырьевых ресурсов (ВСП) // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – М., 2008. – № 4. – С. 126-128.

24. **Карпова Г.В., Зайнутдинов Р.Р.** Переработка аспирационных отходов зерноперерабатывающих предприятий в кормовые дрожжи // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 76-79.

25. **Колпакова В.В.** и др. Отходы пищевой промышленности – перспективное сырье для биоразлагаемых упаковочных композиций // Пищевая пром-сть. – 2008. – № 6. – С. 16-19.

26. **Конкин М.Ю., Иванова Г.А.** Экономические аспекты авторециклинга // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – № 5. – С. 32-33.

27. **Коновалов К.Л., Полуэктова Н.Ф., Шулбаева М.Т.** и др. Экология сельского хозяйства в аспекте конкурентоспособности и безопасности пищевой продукции // Пищевая пром-сть. – 2011. – № 1. – С. 37-39.

28. **Кощаев А.Г., Плутахин Г.А., Фисенко Г.В., Петенко А.И.** Безотходная переработка подсолнечного шрота // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 3. – С. 66-68.

29. **Кравченко Э.Ф.** Об эффективной переработке вторичного молочного сырья // Молочная пром-сть. – 2010. – № 12. – С. 15.

30. **Кудрякова Г.Х., Кузнецова Л.С., Шевченко Е.Г., Иванова Т.В.** Биоразлагаемая упаковка в пищевой промышленности // Пищевая пром-сть. – 2006. – № 7. – С. 52-54.

31. **Кузьмина Р.И., Штыков С.Н., Панкин К.Е.** и др. Высокотемпературная переработка пищевых отходов // Пищевая пром-сть. – 2010. – № 7. – С. 20-21.

32. **Лазаревич А.Н., Леонов А.П.** Пивная дробина в кормлении свиней // Свиноводство. – 2010. – № 8. – С. 46-48.

33. **Ланецкий В.А.** Использование отходов масложировой промышленности // Масложировая пром-сть. – 2008. – № 5. – С. 14-16.

34. **Ланецкий В.А.** Рациональное использование лузги масличных культур // Масложировая пром-сть. – 2009. – № 5. – С. 22-23.

35. **Лебедев Е.И.** Безотходные технологии пищевых производств – М: Пищепромиздат. – 2002. – 352 с.

36. **Легонькова О.А.** Экологическая безопасность: биотехнологические аспекты утилизации пищевых отходов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 8. – С. 18-22.

37. **Черноиванов В.И., Северный А.Э., Зазуля А.Н., Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Князева А.Г., Вигдорович В.И.** Со- храняемость и противокоррозионная защита техники в сельском хозяйстве. – М.: ГОСНИТИ, 2010. – 266 с.

38. **Чечина О.Н., Зюзина А.В., Зимичев А.В.** Перспективы утилизации пивной дробины //Пищевая пром-сть. – 2010. – № 7. – С. 17-19.

39. **Чичкин А.** Комплексная переработка отходов сельского хозяйства // Техника и оборуд. для села. – 2010. – № 7. – С. 29-30.

40. **Шакирзянов М.** Технология производства перьевой муки // Пти- цеводство. – 2010. – № 10. – С. 33.

41. Экологически безопасные технологии подготовки органических отходов животноводства к использованию: науч. докл. – М.: ФГНУ «Рос- информагротех», 2006. – 83 с.

42. **Ярошенко В.А., Клименко О.Н.** Микробиологическое оздоровление почвы и растений с использованием отходов свеклосахарного производства // АПК Эксперт. – 2010. – № 12 (22). – С. 42-43.
