

УДК 663.4 + 502.1

Зайцев К.А., студент 548м
Донцов С.А., к.т.н., доцент
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

Zaytsev K.A., student 548m
Dontsov S.A., PhD, Associate Professor
St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)

**«Солодовая дилемма»: от отходов к ресурсам: путь к экологичному
будущему малых пивоварен**

**"The malt dilemma": from waste to resources: a path to a sustainable
future for small breweries**

Введение. В современных условиях развития пивоваренной промышленности проблема утилизации отходов производства становится все более актуальной. Особое значение она приобретает для малых пивоваренных предприятий (крафтовых), где вопросы эффективного использования ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду требуют особого внимания.

По актуальным данным на 2025 год в Санкт-Петербурге и Ленинградской области работает более 30 крафтовых пивоварен. В Санкт-Петербурге представлены как крупные производства, так и небольшие семейные пивоварни. Среди них: Краснопузофф, Василеостровская пивоварня, Knightberg, Карл и Фридрих, Brew Garage, Af Brew, Кравчий (Всеволожск), Wooden Beard Brewery (Ломоносовский район), Пивоварня 812 (Красное Село), Paradox brewery (посёлок Фёдоровское) и др.

Активно развиваются мини-пивоварни в пригородных зонах, например, в Гатчинском районе. Так же стоит учитывать, что рынок крафтового пива динамично развивается, поэтому количество пивоварен может меняться. Некоторые небольшие производства закрываются, но появляются новые.

Все основные отходы образующиеся в пивоварен относятся к 4 классу опасности:

- Промывные воды образуются при очистке оборудования и требуют специальной обработки перед сбросом. В среднем, на одну тонну пива обрабатывается четыре тонны промывной воды.

- Солодовая дробина -основной отход производства (82–87% от общего объёма). При переработке 100 кг солода получают 110–120 кг дробины. На 1000 дал пива приходится 2,3–2,6 тонны.
- Диатомитовый шлам формируется при фильтрации пива. На крупных заводах его объём достигает 12 тысяч тонн в год.
- Пивные дрожжи составляют 2–4% от объёма готового пива.

Пивная дробина является одним из основных отходов пивоваренного производства, составляя до 85% от массы перерабатываемого солода. Ежегодный объем образования данного отхода достигает значительных показателей, что создает серьезную нагрузку на окружающую среду при отсутствии надлежащей системы утилизации.

Пивная дробина, представляющая собой комплекс органических веществ, при размещении которых на полигонах ТКО начинает процессы разложения уже на третьи сутки [1, с. 243]. При этом в биосферу поступают токсичные продукты гидролиза и гниения, включая дурнопахнущие газы (скатол, индол, аммиак). Период потенциального вредного воздействия оценивается в 50 лет. Химические продукты распада мигрируют в почвенные слои, загрязняя грунтовые воды и выводя земли из хозяйственного оборота на длительный срок, что сопряжено с риском непредсказуемых экологических последствий.

Материалы и методы. Пивная дробина- это вторичный продукт пивоварения, который образуется после фильтрования затора [1, с. 242]. Она представляет собой смесь дроблёных зернопродуктов и солода, содержащих ценные питательные вещества.

Физико-химические характеристики пивной дробины имеют важное значение для определения методов её переработки. Влажность продукта составляет 75-88%, содержание сухих веществ- 22,5%. В сухом веществе содержится до 15% протеина и около 4% клетчатки [1, с. 242].

Существует несколько основных способов переработки пивной дробины. Первый- утилизация на полигонах твёрдых отходов, хотя этот метод считается наименее предпочтительным из-за негативного воздействия на окружающую среду. Второй- использование в животноводстве в нативном виде, что является наиболее распространённым способом утилизации. Третий- производство высокобелковых кормовых добавок, что позволяет повысить экономическую эффективность использования дробины. Четвёртый- силосование, которое позволяет продлить срок хранения продукта. Пятый- механическое обезвоживание и сушка, что делает продукт более удобным для транспортировки и хранения. Шестой- применение в качестве органического удобрения [2, с. 66-67].

Законодательное регулирование обращения с пивной дробинкой осуществляется в рамках нескольких ключевых нормативных актов. Основным документом является Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», который определяет общие принципы

обращения с отходами. Дополнительно действуют санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН), регулирующие обращение с отходами, а также государственные стандарты (ГОСТ) на кормовые добавки. Важную роль играют также нормы по охране окружающей среды, которые устанавливают требования к утилизации отходов и контролю за содержанием вредных веществ.

Кормовые характеристики пивной дробины определяются высоким содержанием протеина, наличием витаминов группы В и микроэлементов, а также энергетической ценностью. Однако использование пивной дробины в качестве корма имеет определённые ограничения. Основные ограничения связаны с коротким сроком хранения продукта (до 24 часов), высокой влажностью, необходимостью специальной обработки и зависимостью от сезонности использования в животноводстве.

Таким образом, теоретические основы переработки пивной дробины включают понимание её состава, методов утилизации, нормативно-правовой базы и питательной ценности. Это создаёт фундамент для дальнейшего анализа проблем утилизации на малых пивоваренных производствах и разработки эффективных решений.

Результаты и обсуждение. Малые пивоварни представляют собой предприятия с годовой производительностью до 100 тысяч гектолитров пива. Их специфика определяется рядом характерных особенностей. Прежде всего, это ограниченные производственные мощности и относительно небольшой штат сотрудников. Такие предприятия обычно работают в рамках узкого географического рынка сбыта, что накладывает определенные ограничения на логистику и сбыт продукции.

Важной особенностью малых производств является их высокая адаптивность к рыночным условиям и гибкость производственного процесса. Однако это сопровождается меньшей степенью автоматизации технологических операций и более частыми остановками оборудования для переналадки под выпуск различных сортов пива.

Количественные показатели образования пивной дробины напрямую зависят от объема производства пива. На каждые 1000 декалитров готового пива в среднем образуется 2,3 тонны дробины. Для малых предприятий это означает годовой объем образования от 100 до 500 тонн данного отхода. При этом наблюдается ярко выраженная сезонность: максимальные показатели приходятся на летний период, когда потребление пива возрастает. Существующие решения сталкиваются с рядом проблем:

- Высокая стоимость внедрения новых технологий
- Недостаточная инфраструктура для переработки
- Сезонность спроса на дробину
- Отсутствие единых стандартов утилизации
- Неравномерное распределение мощностей

Таким образом, анализ современного состояния проблемы показывает, что существующие методы утилизации пивной дробины на малых предприятиях требуют совершенствования. Необходим комплексный подход, учитывающий специфику малых производств, региональные особенности и экологические требования.

Производственные мощности малых пивоварен существенно ограничивают возможности по организации эффективной утилизации пивной дробины. Прежде всего, это связано с недостаточной площадью для размещения дополнительного оборудования. Ограниченные возможности для хранения отходов создают дополнительные сложности. Малые производства часто не располагают резервными мощностями для внедрения новых технологий утилизации. Существующая производственная инфраструктура зачастую не позволяет проводить необходимые модернизации без остановки основного производства.

Финансовые ограничения являются одним из ключевых факторов, препятствующих эффективной утилизации пивной дробины. Приобретение современного оборудования требует значительных капитальных вложений, которые не всегда доступны малым предприятиям. Ограниченные оборотные средства и сложности с привлечением инвестиций дополнительно усугубляют ситуацию. Экономическая эффективность предлагаемых решений часто оказывается недостаточной из-за длительного срока окупаемости оборудования. Высокие эксплуатационные расходы и нестабильность спроса на переработанную дробину создают дополнительные риски для предприятий. Сезонность производства и утилизации также негативно влияет на экономическую привлекательность проектов.

Транспортные проблемы играют существенную роль в организации утилизации пивной дробины. Высокая влажность продукта приводит к значительным затратам на его перевозку. Короткий срок хранения требует организации частых транспортировок, что создает дополнительную нагрузку на логистическую систему.

Выводы. Одним из наиболее эффективных подходов является двухэтапная утилизация, которая включает несколько последовательных операций. На первом этапе производится механическое обезвоживание с использованием прессово-шнековых сепараторов, после чего осуществляется термическая сушка готового продукта. В конце данного технологического процесса мы получаем сухое вещество, которое значительно удобнее транспортировать, хранить и использовать в разных сферах [3, с. 60-61].

Сельскохозяйственное применение остается одним из приоритетных направлений. Современные технологии позволяют производить высокобелковые корма с улучшенными характеристиками. Кроме того,

возможно создание эффективных органических удобрений и специальных мелиорантов для улучшения качества почв [4, с. 186-187].

Для малых предприятий особенно важно внедрение адаптированных решений. Модульные технологии предлагают компактные установки для обезвоживания, которые можно интегрировать в существующее производство. Автоматизированные линии сушки позволяют оптимизировать процесс и снизить затраты на обслуживание. Энергосберегающие технологии становятся ключевым направлением развития. Использование вторичных энергоресурсов, оптимизация режимов работы оборудования и внедрение систем рекуперации тепла позволяют существенно снизить эксплуатационные расходы.

Важным фактором развития отрасли является государственная поддержка. Финансовая помощь предприятиям может осуществляться через:

- Субсидирование затрат на модернизацию оборудования
- Предоставление льготных кредитов
- Выделение грантов на разработку инновационных технологий

Нормативно-правовое регулирование включает:

- Упрощение процедур получения разрешительной документации
- Разработку отраслевых стандартов качества
- Создание системы сертификации продукции

Заключение. Проведенное исследование выявило, что проблема утилизации пивной дробины на пивоваренных предприятиях остается актуальной и требует системного подхода к решению. Пивная дробина, являясь ценным вторичным ресурсом, в настоящее время не используется максимально эффективно из-за несовершенства существующих методов переработки и логистических проблем.

В ходе работы установлено, что малые предприятия сталкиваются с комплексом проблем: техническими ограничениями, экономической неэффективностью традиционных методов и экологическими рисками при неправильной утилизации отходов.

Для решения выявленных проблем предлагается комплексный подход, включающий внедрение инновационных технологий переработки, развитие альтернативных способов использования дробины и оптимизацию существующих методов с государственной поддержкой. Экономическая целесообразность внедрения новых технологий подтверждается возможностью снижения затрат на утилизацию, увеличением добавочной стоимости продукции и повышением общей конкурентоспособности предприятий.

Практическая реализация предложенных мер должна включать разработку адаптированных технологических решений, создание необходимой инфраструктуры, подготовку квалифицированных специалистов и внедрение систем экологического мониторинга.

Реализация данных рекомендаций позволит не только эффективно использовать вторичные ресурсы, но и существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Это будет способствовать устойчивому развитию пивоваренной отрасли в целом.

Список литературы

1. Дмитриев, Д. А. Химический анализ веществ в пивной дробине / Д. А. Дмитриев, В. В. Ефименко, А. Ю. Морина // Приднепровский научный вестник. – 2024. – Т. 12, № 2. – С. 242-245.
2. Руденко, Е. Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения / Е. Ю. Руденко // Пиво и напитки. – 2007. – № 2. – С. 66-68.
3. Алексанян, И. Ю. Исследование процесса сушки при утилизации отходов спиртового и пивного производств / И. Ю. Алексанян, Ю. А. Максименко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 4(281). – С. 59-62.
4. Руденко, Е. Ю. Очистка почвы от углеводов пивной дробинкой / Е. Ю. Руденко, А. Г. Назмутдинов, М. И. Куриленко // Экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания : материалы III Всероссийского научно-практического форума и I Школы интерэкоправа, Саратов, 10–13 октября 2012 года. – Саратов: Евразийский научно-исследовательский институт проблем права, 2012. – С. 185-188.

References

1. Dmitriyev. D. A. Khimicheskiy analiz veshchestv v pivnoy drobine / D. A. Dmitriyev. V. V. Efimenko. A. Yu. Morina // Pridneprovskiy nauchnyy vestnik. – 2024. – T. 12. № 2. – S. 242-245.
2. Rudenko. E. Yu. Sovremennyye tendentsii pererabotki osnovnykh pobochnykh produktov pivovareniya / E. Yu. Rudenko // Pivo i napitki. – 2007. – № 2. – S. 66-68.
3. Aleksanyan. I. Yu. Issledovaniye protsessa sushki pri utilizatsii otkhodov spirtovogo i pivnogo proizvodstv / I. Yu. Aleksanyan. Yu. A. Maksimenko // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya. – 2004. – № 4(281). – S. 59-62.
4. Rudenko. E. Yu. Ochistka pochvy ot uglevodorodov pivnoy drobinoy / E. Yu. Rudenko. A. G. Nazmutdinov. M. I. Kurilenko // Ekologiya: sintez estestvenno-nauchnogo. tekhnicheskogo i gumanitarnogo znaniya : materialy III Vserossiyskogo nauchno-prakticheskogo foruma i I Shkoly interekoprava. Saratov. 10–13 oktyabrya 2012 goda. – Saratov: Evraziyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut problem prava. 2012. – S. 185-188.