
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**М.Н. Дадашев¹, Д.Г. Филенко¹, М.А. Капустин¹,
В.А. Винокуров¹, В.А. Крупнов², К.В. Кобелев³**

¹Кафедра физической и коллоидной химии
Государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина
Ленинский просп., 65, Москва, Россия, 119296

²Кафедра почвоведения и земледелия
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

³ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности
Россельхозакадемии
ул. Россолимо, 7, Москва, Россия, 119021

В статье предложено использовать отходы пивоваренного производства в качестве органо-минеральных удобрений. Обоснована технологическая линия по утилизации отходов пивоваренных дрожжей и кизельгуровых фильтрационных осадков. В качестве источника калия рекомендуется использовать природные цеолиты и цементную пыль. Основными преимуществами предлагаемой технологии являются: высокая степень экологической безопасности как самого технологического процесса, так и целевого продукта; высокая степень безопасной утилизации ценных вторичных сырьевых ресурсов; отсутствие в технологическом цикле вредных и опасных для животного и растительного мира химических реагентов; использование в технологическом цикле недорогого, доступного отечественного оборудования; экологическая и экономическая выгода для перерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: органо-минеральные удобрения, кизельгуровые фильтрационные осадки, природные цеолиты, фосфоритная мука.

Современный этап развития АПК немислим без экологизации. В основе экологизации должны лежать экологически безопасные, энергоресурсосберегающие технологии на основе последних достижений науки и техники и их широкое внедрение для рационального использования первичных сырьевых ресурсов, комплексной переработки и безопасной утилизации вторичных сырьевых ресурсов (отходов и побочных продуктов основного производства) всех перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса. При этом производство должно быть безотходным, экологически безопасным, энергоресурсосберегающим и обеспечивать выпуск высококачественной конкурентоспособной продукции по доступной цене [1].

Проблема создания экологически безопасного и безотходного производства с целью снижения техногенного воздействия перерабатывающих предприятий на окружающую среду имеет два взаимосвязанных аспекта — экологический и экономический.

Экологический аспект связан с защитой окружающей среды и сохранением экологического равновесия в экосистемах.

Экономический аспект связан с расширением ресурсных возможностей за счет внедрения энергоресурсосберегающих технологий, что позволит 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 сегодняшний день эти проблемы актуальны и для пивоваренной промышленности. На предприятиях пивоваренной промышленности образуется и скапливается большое количество жидких и твердых отходов, являющихся, в свою очередь, ценным вторичным сырьем для получения целого ряда новых видов продукции.

К отходам и побочным продуктам пивоваренного производства относятся: некондиционное зерно, сплав зерна, солодовые ростки, пивная дробина, белковый отстой, фильтрационные осадки, остаточные пивные дрожжи, замочные воды, диоксид углерода, промывная вода, дезинфицирующий раствор бутыломоечной машины, промывные воды цеха водоподготовки [2; 3].

Твердые и жидкие отходы пивоварения необходимо рассматривать как ценные вторичные сырьевые ресурсы, так как в них содержится значительное количество белковых и минеральных веществ, микро- и макроэлементов, липидов, углеводов и витаминов.

Учеными разработаны различные технологические схемы переработки отходов пивоварения, но на сегодняшний день остается ряд острых экологических проблем, связанных с утилизацией отходов пивоваренной промышленности. Наши исследования позволяют снизить техногенные воздействия на окружающую природную среду и практически все отходы перерабатывающих предприятий АПК использовать в качестве потенциальных ингредиентов для получения высокоэффективных органо-минеральных удобрений.

К части таких отходов относятся остаточные пивные дрожжи и кизельгуровые фильтрационные осадки. Эти отходы являются нестойкими при хранении, поэтому проблема разработки и создания технологии экологически безопасной и безотходной комплексной переработки остаточных пивных дрожжей и кизельгуровых фильтрационных осадков в новые полезные продукты для нужд народного хозяйства является чрезвычайно важной [4].

В условиях всевозрастающей угрозы глобального экологического кризиса антропогенное и техногенное воздействие на окружающую природную среду продолжает усиливать процессы деградации почв. При этом особое значение приобретает поиск наиболее экологически безопасных и экономичных путей для сохранения, восстановления и повышения плодородия почв. В условиях ограниченной возможности использования органических и дорогих синтетических минеральных удобрений в качестве альтернативных органо-минеральных удобрений целесообразно использование различных отходов перерабатывающих и добывающих отраслей промышленности. В этом плане особый интерес представляет технология производства экологически безопасного, высокоэффективного органо-минерального удобрения на основе остаточных пивных дрожжей и кизельгуровых фильтрационных осадков, природных цеолитов, фосфогипса, а также технических препаратов, содержащих мел и калий минерального происхождения [5].

На основании вышесказанного нами предложена новая технология переработки отходов пивоварения в органо-минеральные удобрения.

Химический состав опытного образца органо-минерального удобрения с содержанием отходов пивоварения (остаточные пивные дрожжи, фильтрационные кизельгуровые осадки) до 20% представлен в табл. 1, а с содержанием отходов до 55% — в табл. 2.

Таблица 1

**Химический состав первого опытного образца
органо-минерального удобрения**

Компонент (параметр)	Единицы измерения	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

Таблица 2

**Химический состав второго опытного образца
органо-минерального удобрения**

Компонент (параметр)	Единицы измерения	Содержание
Влага	%	31,9
Потери при прокаливании (800°C)	%	45,8
Азот нитратный (подвижная форма)	мг/кг	34,0
Азот аммонийный (подвижная форма)	мг/кг	140,0
Фосфор (подвижная форма)	мг/кг	2,9
pH	ед. pH	10,5
Калий (подвижная форма)	мг/кг	165,9
Натрий (подвижная форма)	мг/кг	1350,0
Стронций (подвижная форма)	мг/кг	6,2
Цинк (подвижная форма)	мг/кг	6,7
Свинец (подвижная форма)	мг/кг	0,8
Медь (подвижная форма)	мг/кг	1,7
Кадмий (подвижная форма)	мг/кг	0,05
Марганец (подвижная форма)	мг/кг	10,1
Ртуть (подвижная форма)	мг/кг	< 0,005
Мышьяк	мг/кг	0,4

В качестве источника азота в работе использованы остаточные пивные дрожжи и кизельгуровые фильтрационные осадки.

Остаточные пивные дрожжи богаты азотом, фосфором, калием, микро- и макроэлементами в более доступных для почвы формах (табл. 3). Таким образом, в почву вносятся неспецифические органические вещества негумусовой природы, определяющие функциональные (процессные) свойства почв: развитие микрофлоры, дыхание почвы, биогеохимические циклы углерода и зольных элементов. Остаточные пивные дрожжи также действуют как мелиорант при внесении в солонцы и солонцовые почвы, вызывая временную мелиорацию почв, способствуют самомелиорации карбонатных почв. Они также способствуют пролонгации мелиорирующего эффекта, так как органические вещества подвергаются дальнейшему окислению, в результате чего почва подкисляется. Кроме органического вещества, в почву вносятся макро- и микроэлементы, необходимые для роста и развития растений (кальций, фосфор, натрий, железо, цинк, медь) в незначительных количествах, что обеспечивает соблюдение условий нормирования по данным веществам в почве.

Таблица 3

Химический состав остаточных пивных дрожжей

Компонент	Содержание, % мас.
Триптофан	0,58
Лизин	6,34
Гистидин	2,06
Аргинин	0,94
Аспаргиновая кислота	4,07
Треонин	0,65
Серин	0,15
Глутаминовая кислота	9,99
Пролин	1,93
Глицин	3,72
Аланин	5,96
Цистин	0,03
Валин	2,66
Метионин	1,49
Изолейцин	2,93
Тирозин	1,03
Фенилаланин	2,40
Витамин В1	0,0010
Витамин В3	0,0032
Витамин РР	0,0388
Витамин В2	0,0114
Витамин В6	0,0015
Холин	0,5101
Железо	0,0186
Марганец	0,0005
Цинк	0,0029
Медь	0,0024
Калий	2,4230
Натрий	55,0700
Кальций	0,3194
Магний	0,3718

Кизельгуровые фильтрационные осадки способствует разрыхлению почвы, при этом увеличивается объем пор, улучшается микробиологическое действие почвы, повышается количество удерживаемой влаги и питательных веществ и десорб-

ция фосфатов, регулируется рН почвы, повышаются прочность стеблей и устойчивость растений к различным заболеваниям, увеличивается урожайность.

В качестве источника фосфора предложено использование фосфоритной муки. Фосфоритная мука ослабляет вредную для растений и микроорганизмов кислотность почвы, способствует повышению урожайности культур, устойчивости растений к различным заболеваниям, повышает содержание сахара в корнеплодах и крахмала в клубнях, обеспечивает повышенное содержание белка в зерне.

В качестве источника калия предложено использование природных цеолитов и цементной пыли.

Природные цеолиты (табл. 4) сохраняют влагу в почве, удерживая ее длительное время и снабжая ею растения медленно и постоянно, являются источником микроэлементов и терморегулятором почв. Препятствуют вымыванию удобрений из почвы, при этом восстанавливается и увеличивается способность почвы к обмену питательных веществ, необходимых для растений, предотвращаются заболевания корней растений, количество нитратов в плодах снижается на 7—38%, повышается урожайность, увеличивается содержание в плодах сахаров и аскорбиновой кислоты.

Таблица 4

Химический состав природного цеолита «Экопромин»

Компонент	Символ	Содержание, % мас.
Оксид кремния	SiO ₂	71,1
Оксид алюминия	Al ₂ O ₃	11,4
Оксид железа (III) общего	Fe ₂ O ₃ общ.	1,52
Оксид натрия	Na ₂ O	1,60
Оксид калия	K ₂ O	2,96
Оксид кальция	CaO	2,58
Потери при прокаливании	п.п.п.	8,40
Мышьяк	As	< 0,0008
Ртуть	Hg	< 0,00001
Стронций	Sr	0,024
Цинк	Zn	0,014
Свинец	Pb	0,0014
Медь	Cu	0,0016
Кадмий	Cd	0,000056
Сурьма	Sb	0,00089
Никель	Ni	0,00078
Селен	Se	< 0,0001
Хром	Cr	0,00053
Молибден	Mo	0,00019
Кобальт	Co	0,00025
Марганец	Mn	0,034
Влага	H ₂ O	3,40

Цементная пыль способствует устранению вредной для сельскохозяйственных растений кислотности почвы и обогащает ее кальцием.

Фосфогипс способствует улучшению водно-физических свойств почвы, положительно влияет на развитие ценных в агрономическом отношении групп микроорганизмов и их биохимическую активность, способствует усилению процессов гумусообразования в почве и повышению содержания обменного кальция.

Мел улучшает водопоглощающую способность почвы, способствует образованию почвенных агрегатов, комков и коагуляции почвенных коллоидов, что улучшает структуру почвы, аэрацию, облегчает ее обработку, восстанавливает нормальный уровень рН на кислых почвах, повышает эффективность от использования других удобрений. При этом улучшаются физические качества почвы, увеличивается микробиологическая деятельность, повышается доступность фосфора для культур, увеличивается содержание кальция в почве, снижается процентное содержание в почве алюминия.

Таким образом, проведенные исследования по переработке отходов пивоварения обосновывают необходимость и целесообразность развития производства и применения экологически безопасных, доступных и дешевых органико-минеральных удобрительных средств с использованием для этих целей вторичных (органико-минеральных) сырьевых ресурсов (отходов и побочных продуктов основного производства) перерабатывающих и добывающих отраслей промышленности.

Данная концепция может стать аналогом для решения подобных экологических проблем в других отраслях пищевой промышленности.

Основными преимуществами предлагаемой технологии являются:

— высокая степень экологической безопасности как самого технологического процесса, так и целевого продукта;

— высокая степень безопасной утилизации ценных вторичных сырьевых ресурсов;

— отсутствие в технологическом цикле вредных и опасных для животного и растительного мира химических реагентов;

— использование в технологическом цикле недорогого, доступного отечественного оборудования;

— экологическая и экономическая выгода для перерабатывающих предприятий.

Предлагаемое удобрение способствует разрыхлению почвы, увеличению объема пор, улучшению микробиологических характеристик почвы, повышению количества удерживаемой влаги и питательных веществ и десорбции фосфатов, что в итоге позволяет интенсифицировать процессы всхожести семян сельскохозяйственных культур, ускоряет их рост, повышает их урожайность, повышает прочность стеблей и устойчивость растений к различным заболеваниям, снижает количество нитратов в плодах на 10—30%, способствует увеличению содержания в плодах сахаров и аскорбиновой кислоты.

По результатам работы подготовлено 3 публикации (в журналах: «Хранение и переработка сельхозсырья», «Экология промышленного производства», «Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России») и подана заявка на получение патента РФ на изобретение № 2010127278.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Долгушина С.В., Белов А.В., Мусаева Н.М., Булычев Э.Ю. Экологические аспекты использования отходов пивоварения // Пиво и напитки. — 2003. — № 2. — С. 28—29.

- [2] Кухаренко А.А., Дадашев М.Н. Экологические и экономические аспекты использования отходов спиртового производства // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2004. — № 2. — С. 9—11.
- [3] Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности АПК России и охрана окружающей среды / Под ред. академика РАСХН Е.И. Сизенко. — М.: Пищепромиздат, 1999.
- [4] Дадашев М.Н., Степанов Г.В. и др. Рациональное использование и комплексная переработка вторичных сырьевых ресурсов агропромышленного комплекса // Промышленность России. — 2000. — № 7. — С. 48—63.
- [5] Малюга Ю.Е., Торосов А.С., Тарнопольский П.Б., Мостепанюк А.А., Смольянинов И.И., Дегтярев В.В., Чекарть Е.Ю., Зинченко М.Г. Переработка твердых бытовых отходов в универсальное органо-минеральное медленнодействующее удобрение-мелиорант. URL: <http://www.ecologylife.ru/utilizatsiya-2001/pererabotka-tverdyyih-byitovyih-othodov-v-universalnoe-organo-mineralnoe-medlennodeystvuyushee-udobrenie-meliorant.html>

ECOLOGICAL ASPECTS OF AGRICULTURAL WASTE SAFE DISPOSAL

M.N. Dadashev¹, D.G. Filenko¹, M.A. Kapustin¹,
V.A. Vinokourov¹, V.A. Krupnov², K.V. Kobelev³

¹Department of physical and colloid chemistry
Russian State Oil and Gas University named after I.M. Gubkin
Leninsky prosp., 65, Moscow, Russia, 119296

²Department of soil science and agriculture
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

³SSI Research Institute of Brewing, soft drinks and wine industry of RAAS
Peoples' Friendship University of Russia
Rossolimo str., 7, Moscow, Russia, 119021

It is proposed to use the waste of brewing industry as organo-mineral fertilizers. Technological line for recycling brewing yeast and frieseiguhtr precipitate filtration has been proposed. Natural zeolites and cement dust are recommended to be used as a source of potassium. The main advantages of the proposed technology are: a high degree of environmental safety, both the technological process and the desired product; high degree of safe disposal of the securities of secondary raw materials; lack in technological cycle of harmful and dangerous for animals and grow-tive world of chemical reagents; use a technological cycle inexpensive, affordable domestic equipment; environmental and economic benefits for the refineries.

Key words: organo-mineral fertilizers, kieselguhr filter sediments, natural zeolites, and phosphate rock.