топлива, а также судовладельцам на модернизацию судов. Источниками компенсации начальных затрат могут быть собственные или заемные средства хозяйствующих субъектов, а также средства, полученные на основе государственно-частного партнерства.

Документально подтвержденный предотвращенный трансграничный экологический ущерб может быть установлен по фактическим объемам использованного экологически безопасного топлива, объемам вторичного сырья, произведенного в процессе кондиционирования топлива у и результатам мониторинга состояния окружающей среды в регионе Балтийского моря.

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL 73/78. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/901764502> (дата обращения 05.08.2020).
2. МАРПОЛ 73/78. Приложение VI (пересмотренное) к Конвенции "Правила предотвращения загрязнения воздушной среды с судов". - URL: <http://docs.cntd.ru/document/499014496> (дата обращения 01.09.2020).
3. Аветисян И., Хак И. IMO 2020: новые экологические требования – уже реальность. - URL: <https://www.refinitiv.ru/blog/market-insights/imo-2020-novye-ekologicheskie-trebovania-uzhe-realnost/> (дата обращения 05.12.2020).
4. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Утверждена Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В.И. Даниловым-Данильяном 30 ноября 1999 г.
5. Отчет о научно-исследовательской работе «Эколого-экономический механизм минимизации трансграничных загрязнений окружающей среды в регионе Балтийского моря с использованием метода предотвращенного экологического ущерба» (промежуточный, 2 этап). Шифр 0241-2019-0017. Руководитель НИР. Донченко В. К. - гл. науч. сотр. НИЦЭБ РАН – СПб ФИЦ РАН, д-р экон. наук, проф.
6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Переработка нефти. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/555664731> (дата обращения 05.09.2020).
7. Донченко В.К., Боравский Б.А. Актуальные проблемы формирования и развития мирового рынка вторсырья из отходов производства и потребления. - ЕВРАЗИЙСКИЙ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК № 4(9), 2020, с. 33-37.

Нигматзянов А.С., Хабилов И.К.

Возможности использования кизельгура и его смесей как удобрения

*Башкирский Государственный Аграрный Университет
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2021-70

idsp: sciencerussia-10-02-2021-70

Аннотация

Развитие производства минеральных удобрений неизбежно сопровождается накоплением промышленных отходов, что приводит к загрязнению окружающей среды. Утилизация и, как следствие, уменьшение экологического воздействия на окружающую среду – важнейшая задача современности. Эффективным направлением решения данной проблемы является непосредственное применение этих отходов в качестве минеральных удобрений.

Ключевые слова: окружающая среда; пивоварение; отработанный кизельгур; утилизация; сельское хозяйство; фосфогипс.

Введение

Проблема стабилизации агропромышленного комплекса и повышение уровня его эффективности является одной из ключевых российской экономики. Ее решение предполагает дальнейшее развитие процесса интенсификации сельскохозяйственного

производства. В настоящее время многие средства интенсификации, в частности, минеральные удобрения, становятся недоступными сельскохозяйственным товаропроизводителям. В связи с этим значительное внимание уделяется поиску новых, дешевых и доступных материалов, которые можно было бы использовать как для повышения продуктивности культур, так и сохранения плодородия почвы.

Для этого следует вовлекать в сферу производства не только сельскохозяйственное сырье, но и отходы основного производства. Такие отходы при их полном и рациональном употреблении позволяют создать дополнительные источники сырья и топлива, расширить ассортимент выпускаемой продукции, уменьшить загрязнение воздушных и водных ресурсов промышленных регионов.

Пивоварение относится к одному из самых материалоемких отраслей пищевой промышленности. Однако только 75—78 % сухих веществ сырья используется для получения целевого продукта, оставшаяся часть сухих веществ образует технологические потери (не более 5%) и отходы, содержащие значительные количества белков, не-крахмальных полисахаридов, минеральных веществ, витаминов и других ценных компонентов[1].

В настоящее время в мире производится чуть более 150 млрд. л пива в год, количество образующихся при этом отходов, составляет более 36 млн.т. В связи с этим ведутся научно-исследовательские работы, позволяющие повысить эффективность использования отходов пивоварения. При этом назрела необходимость в обязательной утилизации таких отходов, как кизельгур, в очистке сточных вод пивоваренных предприятий. В среднем на производство 1 л готового пива расходуется примерно 175 г кизельгура.

Фосфогипс является побочным продуктом фосфорной кислотная промышленность, и это происходит от кислотного выщелачивания фосфатный камень с водой и концентрированный серная кислота. Фосфогипс - сульфат кальция дегидрат, который физический и химический характеристики равны природному гипсу[6].

Фосфогипс— побочный продукт производства фосфорной кислоты, содержит 92% гипса. Фосфогипс является крупнотоннажным вторичным ресурсом, при полном соблюдении требований к объектам складирования он не опасен для окружающей среды. Фосфогипс, практически неиспользуемый продукт, содержит ряд ценных компонентов: обогащен оксидом кальция и редкоземельными элементами – кремнием, железом, титаном, магнием, алюминием и марганцем[7].

По многочисленным данным, фосфогипс имеет преимущества перед природным гипсом в некоторых сферах применения: мелиорация солонцовых почв, защита от радиации, рекультивация загрязненных нефтепродуктами почв [3,4]. При дозе внесения фосфогипса 5 т/га в почву может поступать 100-130 кг P_2O_5 в усвояемой форме, что в значительной степени возмещает затраты сельского хозяйства на его транспортировку и внесение. Ценнейшие макро и микроэлементы в огромных количествах уходят в отвалы. Имеющийся в мировой практике пути утилизации фосфогипса, например в сельском хозяйстве, не нашли широкого применения и использования по экономическим, технологическим и экологическим причинам. В итоге фосфогипс лежит на свалках, в то время как в нашей стране из почв ежегодно вымывается кальций, который необходимо пополнять путём известкования и гипсования. Однако фосфогипс для этих целей практически не используют.

В сельскохозяйственном производстве фосфогипс может быть использован в следующих целях: для мелиорации солонцов (расслоение почвы), в смеси с известью для мелиорации кислых почв, в качестве удобрительных мелиорантов (в 1 т фосфогипса содержится 0,6-4,5% P_2O_5)[3].

Материалы и методы исследования

На мировом рынке одной из востребованных культур является рапс. Эта маслично-белковая культура, занимающая пятое место в мире после сои, хлопчатника,

арахиса и подсолнечника по объемам производства масла. По масличности и выходу белка рапс занимает третье место среди масличных культур, после сои и хлопчатника. По концентрации обменной энергии рапс превосходит бобовые культуры [4].

Исследования по изучению эффективности использования кизельгура и его смесей при возделывании ярового рапса проводились в 2020 г. В полевых мелкоделяночных опытах размер 3,5 м², повторность 3-х кратная.

На базе Водно-балансовой станции «Башмелидовхоза» Уфимского района. Схема опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Схема опытов

1	Контроль	
2	3 кг кизельгура	1/3 мешка
3	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	1/3 мешка
4	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	2/3 мешка
5	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	1/3 мешка
6	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	2/3 мешка
7	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура + 0,3 кг соломы	1/3 мешка
8	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура + 0,6 кг соломы	2/3 мешка

Включение каждого из вариантов в схему опыта обусловлено необходимостью изучения влияния разных по составу смесей кизельгура на свойства почвы, урожайность и качество рапса экспериментальных культур и установления оптимального соотношения компонентов смеси. Предшествующей культурой во все годы исследований была пшеница. Учетная площадь делянок составляла – 3,5 м² (1,5×3 м), повторность 3-х кратная.

Смеси кизельгура готовили смешиванием компонентов вручную. Внесение проводилось также вручную перед основной обработкой почвы. Посев проводили рядовым способом с шириной междурядий 15 см сеялкой точного высева Earthway 1001-B на глубину 2-3 см. Химические средства защиты растений применялись. Блошка крестоцветная обрабатывали сепелином.

Известно, что рапс — культура влаголюбивая. За период вегетации рапс потребляет воды в 1,5–2 раза больше, чем зерновые. Для прорастания семян требуется 50-60% воды от их сухой массы, а дружные всходы можно получить только при наличии в пахотном слое не менее 20 мм влаги [5]. Большая потребность во влаге наблюдается у ярового рапса в периоды начального роста, цветения и налива семян. Прорастание семян затянулось в связи с тем, что май характеризовался необычно теплой погодой с небольшим количеством осадков, всего выпало 8,6 мм осадков в виде дождя. Период роста и развития ярового рапса также проходил при жарких и засушливых условиях. Период фазы созревания семян проходил при теплой и относительно небольшой влажности. Это способствовало быстрому созреванию семян. По агрометеорологическим условиям в целом 2020 год оказался экстремально жарким и сухим. Недостаток влаги отрицательно сказался на полевой всхожести и продуктивности растений, а жаркая погода способствовала более быстрому прохождению фенологических фаз вегетации. Сокращение длины вегетационного периода также негативно повлияло на урожайность ярового рапса.

Данные по урожайности ярового рапса представлены в таблице 2.

Таблица 2

Урожайность ярового рапса 2020 г.

№	Вариант	Урожайность, т/га
		среднее
1	Контроль	0,53
2	3 кг кизельгура	0,45
3	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	0,67

4	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	0,33
5	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	0,48
6	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	0,63
7	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура + 0,3 кг соломы	0,68
8	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура + 0,6 кг соломы	0,59

В условиях 2020 года практически все испытываемые делянки ярового рапса сформировали сопоставимую урожайность. Единственным исключением оказался 4 вариант по сравнению с другими делянками произошло существенное снижение урожайности масло семян соответственно.

Таблица 3

Формирование растений ярового рапса 2020 г

№	Вариант	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м ²	Выживаемость растений, %
		среднее	среднее	среднее	среднее
1	Контроль	48	51	35	57
2	3 кг кизельгура	50	54	37	58
3	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	59	63	39	46
4	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	62	55	45	41
5	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	52	73	53	69
6	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	72	73	67	63
7	3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура + 0,3 кг соломы	67	66	45	56
8	6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура + 0,6 кг соломы	62	66	47	57

Максимальная урожайность получена на 6 варианте за счет того, что у него продуктивность одного растения была наибольшей и составила 2,0 г (таблица 3). Больше всего на это повлияло формирование наибольшего количества стручков на растении (25,7 шт.).

По сравнению со стандартом существенной разницы по сортам в количестве семян в стручке не выявлено.

Таблица 4

Продуктивность растений сортов и ярового рапса, 2020 г

Вариант	Количество стручков на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Продуктивность одного растения, г
	среднее	среднее	среднее	среднее
Контроль	19,8	12,9	5,4	1,4
3 кг кизельгура	12,5	16,2	4,7	0,9
3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	25,7	16,0	4,9	2,0
6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	17,4	13,7	4,3	1,0
3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура	16,2	12,2	5,5	1,1
6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура	19,3	10,5	4,4	0,8
3 кг фосфогипса + 3 кг кизельгура + 0,3 кг соломы	17,5	14,2	4,7	1,2
6 кг фосфогипса + 6 кг кизельгура + 0,6 кг соломы	15,5	11,7	5,1	0,9

Выводы

Таким образом, применение кизельгура и его смесей характеризуется высокой потенциальной удобрительной ценностью. Кизельгур и его смеси являются экологически безопасным кремниевым удобрением и оказывающим комплексное воздействие на систему почвы – растений.

1. Schmid N.A. Verbesserung der filtrationstechnischen Eigenschaften von Filterhilfsmitteln durch ein thermisches Verfahren. Dokt.-Ing. Munchen, 2002. 191 s.
2. Russ W., Mörtel H., Meyer-Pittroff R., Babeck A. Kieselguhr sludge from the deep bed filtration of beverages as a source for silicon in the production of calcium silicate bricks // Journal of the European Ceramic Society. V. 26. 2006. P. 2547-2559.
3. Касатиков, В.А. Агроэкологические и технологические аспекты компостирования осадков сточных вод для перевода их в категорию «удобрение» / В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина, Чжоу Дунсин // Материалы Международной научнопрактической конференции 4–6 июля 2005 г. «Агрохимические проблемы биологической интенсификации земледелия». М., 2005. С. 161–168.
4. Руденко Е.Ю., Падерова К.М., Антропова Е.Д., Зипаев Д.В. Возможности использования отработанного кизельгура // Пищевая промышленность. № 1. 2011. С. 62–64.
5. Нурлыгаянов, Р. Б. Тернистый путь возделывания рапса в России / Р.Б. Нурлыгаянов // Зерновое хозяйство. — 2007. — №5. — С. 3–5.
6. Савенков, В. П. Инновационные технологии возделывания ярового рапса на семена / В.П. Савенков // Земледелие. — 2009. — № 2. — С. 25–27.