

устойчивости системы к окислению кислородом воздуха, но и для оказания дополнительного воздействия на состояние кожи.

Список использованной литературы

1. Казимирко, В.К. Перекисное окисление липидов: Противоречия. Проблемы / В.К. Казимирко [и др.] // Украинский ревматологічний журнал. – 2014. – №3 (57). – С. 13–17.
2. Рекиш, Ю.А. Изучение свойств эмульсии, содержащей рапсовое масло / Рекиш О.Ю., Бондаренко Ж.В., Эмелло Г.Г. // Труды БГТУ. Сер. Химия, технология орган. в-в и биотехнология – 2014. – №4. – С. 165–167.
3. Азимко, А.В. Влияние эфирного масла корицы и продолжительности термообработки на свойства косметической эмульсии / А.В. Азимко А.В., Ж.В. Бондаренко // Технология – 2016: Материалы XIX Межд. научно-техн. конф., 22–23 апреля 2016 г., Северодонецк. Ч. 1. Восточноевропейский национальный университет им. В. Даля, 2016. – С. 39–41.
4. Самуйлова, Л.В. Косметическая химия: учеб. издание. В 2 ч. Ч. 1. Ингредиенты / Л.В. Самуйлова, Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.
5. Ким, В.Е. Практикум по технологии косметических средств: Анализ сырья и готовой продукции. Микробиологический контроль / В.Е. Ким, Н.В. Букарь, И.Б. Горнова; под ред. В.М. Кима, Л.Л. Зильберг, Т.В. Пучковой. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 152 с.

УДК 661.183+661.153.3

**Томсон А.Э.¹, кандидат химических наук, доцент,
Соколова Т.В.¹, кандидат технических наук, доцент,
Навоша Ю.Ю.¹, кандидат физико-математических наук,
Царюк Т.Я.¹, кандидат технических наук,
Сосновская Н.Е.¹, кандидат технических наук, Пехтерева В.С.¹, Фалюшина И.П.¹,
Царенок А.А.,² кандидат сельскохозяйственных наук,
Кожич Д.Т.³, кандидат химических наук, доцент**
¹Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,
²Институт радиобиологии НАН Беларуси, г. Гомель,
³Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

**ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНТЕРОСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО
АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ**

В результате аварии на Чернобыльской АЭС значительные территории Беларуси оказались зараженными радионуклидами, в том числе долгоживущими изотопами ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, поэтому актуальными стали вопросы получения на этих территориях чистой сельскохозяйственной продукции [1]. С научной точки зрения проблема может быть решена с помощью энтеросорбции – метода, основанного на связывании и выведении из желудочно-кишечного тракта эндогенных и экзогенных веществ, в том числе и радионуклидов [2].

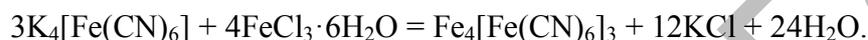
В качестве энтеросорбентов, применяемых в ветеринарии, в основном используются пористые углеродные адсорбенты, в частности, активированные угли различного происхождения и природные глинистые минералы – алюмосиликаты. При значительных плотностях загрязнения радионуклидами цезия территории и кормовой базы продуктивных животных, применяют селективные сорбенты изотопов цезия – ферроцинсодержащие препараты.

В кристаллической решетке ферроцианидов катион аммония (NH₄⁺) вступает в ионно-обменные реакции с ионами щелочных элементов, в результате которых они необменно поглощаются ферроцианидами с образованием комплексных соединений. Цезий связывается ферроцианидом в 1000 раз больше, чем калий. Поэтому введение ферроцианидов не уменьшает содержание в организме натрия и калия и не нарушает натриево-калиевый обмен.

Применение ферроцианидов в мясном скотоводстве в виде болюсов, солебрикетов или добавок к комбикорму позволяет получать «чистое» мясо практически во всех хозяйствах Беларуси. Препарат используется также для снижения поступления радиоактивного цезия в молоко. Использование ферроцинсодержащих препаратов позволяет при различных уровнях загрязнения продуктов животноводства значительно снизить содержание цезия-137 в мясе и молоке.

Цель работы – получение и исследование композиционного энтеросорбента на основе торфяного активированного угля и гексацианоферрата железа.

Получение энтеросорбента заключалось в проведении реакции образования гексацианоферрата железа в присутствии активированного угля. Для этого к навеске активированного угля, предварительно смоченной дистиллированной водой, в определенном соотношении при постоянном перемешивании добавляли растворы гексацианоферрата (II) калия и хлорного железа. В результате взаимодействия гексацианоферрата (II) калия и хлорного железа образуется гексацианоферрат железа (ферроцин) по реакции:



Образование гексацианоферрата железа подтверждается данными ИК-спектроскопии (рис.1) – на спектре гексацианоферрата железа в области колебаний $\nu(CN)$ ферроцианид-иона наблюдается одна полоса поглощения при 2079 см^{-1} вместо серии полос, наблюдаемых в спектре гексацианоферрата калия. Наличие серии полос обусловлено более низкой степенью симметрии силового поля в кристалле гексацианоферрата калия.

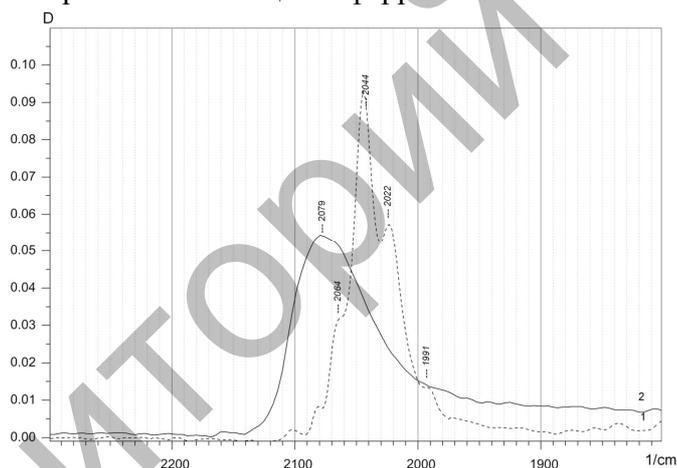


Рисунок 1. ИК-спектры: 1 – гексацианоферрат калия, 2 – гексацианоферрат железа

Образующийся при реакции объемный студенистый осадок адсорбировался на поверхности активированного угля. Полученную углеродсодержащую суспензию центрифугировали, осадок отмывали дистиллированной водой от избытка хлорного железа, ионов хлора, калия и сушили при температуре $110 \text{ }^\circ\text{C}$.

Физико-технические и сорбционные свойства исходного активированного угля и синтезированного ферроцинсодержащего сорбента представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-технические и сорбционные свойства исходного активированного угля и ферроцинсодержащего сорбента

Материал	Влажность, %	Зольность, %	Насыпная плотность, кг/м^3	Адсорбционная активность, мг/г	
				по метиленовому голубому	по йоду
Исходный активированный уголь	10,8	15,7	304	186,4	558,4
Ферроцинсодержащий сорбент	15,0	16,5	288	172,5	482,2

Секция 4: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Анализ результатов таблицы 1 показал, что происходит некоторое снижение сорбционной емкости ферроцинсодержащего углеродного сорбента по метиленовому голубому и йоду по сравнению с исходным активированным углем, которое коррелирует с количеством введенного ферроцина, что свидетельствует о закреплении гексацианоферрата железа в порах носителя.

О присутствии гексацианоферрата железа в сорбенте свидетельствуют и данные ИК-спектроскопии – на спектре активированного угля после внедрения в него сорбента наблюдается полоса ферроцианид-иона на 2079 см^{-1} (рис. 2). Ее интенсивность примерно соответствует 5 %-ому содержанию ферроцина.

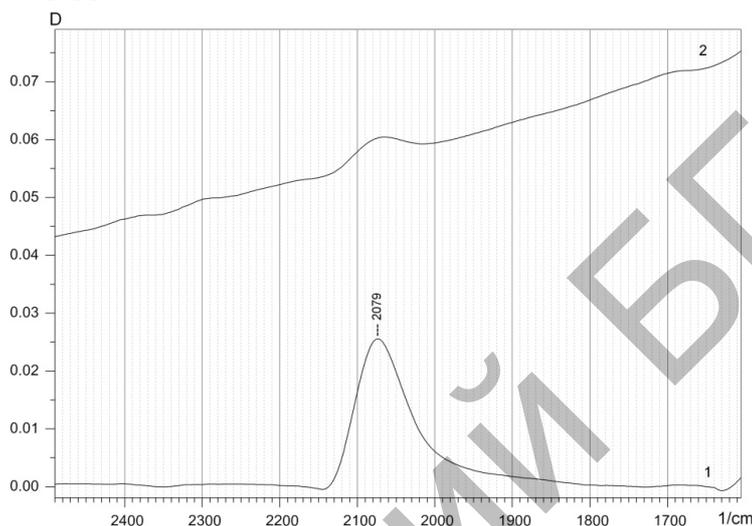


Рисунок 2. ИК-спектры ферроцина (1) и ферроцинсодержащего сорбента (2)

С целью установления энтеросорбционной активности разработанного ферроцинсодержащего сорбента на основе активированного угля Институтом радиобиологии НАН Беларуси был проведен физиологический опыт на экспериментальных животных – кроликах, которые наряду с основным комплексом факторов кормления дополнительно получали ферроцин или синтезированный энтеросорбент в различных дозах.

С целью установления перехода ^{137}Cs в мышечную ткань и внутренние органы на 30-ые сутки животные были забиты для проведения радиометрических исследований (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность применения различных доз углеродного ферроцинсодержащего сорбента для снижения перехода ^{137}Cs в мышечную ткань

Группа	Доза сорбента, г/гол	Содержание ферроцина в дозе, г	Средняя удельная радиоактивность мяса кроликов в группе, Бк/кг	Кратность снижения радиоактивности
Контрольная	0	0	$501,00 \pm 226,34$	0
Опытная № 1. Ферроцин	0,2	0,2	$157,33 \pm 45,00$	3,2
Опытная № 2. Углеродный ферроцинсодержащий сорбент	2	0,1	$111,47 \pm 44,32$	4,5
Опытная № 3. Углеродный ферроцинсодержащий сорбент	4	0,2	$60,87 \pm 16,23$	8,2

Как следует из анализа результатов радиометрических исследований, применение разработанного композиционного энтеросорбента приводит к снижению содержания ^{137}Cs в мышечной ткани кроликов опытных групп в 3,2–8,2 раза по сравнению с контрольной. При

этом ферроцинсодержащий сорбент до 2,5 раз эффективнее чистого ферроцина. Применение модифицированного углеродного композиционного энтеросорбента в дозе 4 г/гол в 8 раз снижает содержание ^{137}Cs в мясе кроликов.

Список использованной литературы

1. Алексахин Р.М., Ильязов Р.Г. Радиоэкологические аспекты животноводства. Под ред. Р.Г. Ильязова. Гомель: Полеспечать. 1996. – 179 с.
2. Рубченков П.Н., Захарова Л.Л., Жоров Г.А. Разработка композиционной кормовой добавки на основе сорбентов и биологически активных веществ для снижения поступления экотоксикантов в организм животных // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2015. № 4. С. 85–90.

УДК 620.9

Коротинский В.А., кандидат технических наук, доцент, Клинцева В.Ф.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

БЕЛОРУССКИЙ ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Чрезвычайно важна утилизация биомассы в сельском хозяйстве, где на различные технологические нужды расходуется большое количество топлива и непрерывно растет потребность в высококачественных удобрениях.

Решением проблемы явилось строительство биогазовых комплексов (БГК). Производство биогаза на основе использования отходов животноводства в Беларуси является важным направлением в обеспечении энергетической безопасности, а также позволяет решить многие важные проблемы энергетического, экологического и экономического характера. Ежегодно только за счёт использования навоза крупного рогатого скота, свиного навоза, птичьего помёта, отходов зернопереработки, мясопереработки, отходов производства рыбы и других органических материалов, Республика Беларусь могла бы получать до 2,5 млрд. м³ биогаза и на его основе до 5 млрд. кВт ч. электрической энергии. При этом годовая потребность АПК Беларуси составляет около 3,5 млрд. кВт ч. [1].

Республика Беларусь располагает достаточной ресурсной базой для получения биогаза. В Беларуси действует свыше 6300 комплексов КРС, свыше 100 свиноводческих комплексов и 48 птицеводческих комплексов, на базе которых ежегодно образуются миллионы тонн отходов.

Эти отходы (практически без их предварительной обработки) сбрасываются в поля как удобрения. Однако, помимо пользы, они одновременно наносят значительный экологический ущерб.

Для комплексного решения экологических и энергетических проблем животноводческой отрасли Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь проводит политику по внедрению в непосредственной близости от крупных ферм БГК.

Как прописано в законе [2] с момента ввода БГК в эксплуатацию первые 10 лет, устанавливается повышающий коэффициент 1,2¹ при продаже электрической энергии в государственные сети. Предусматривается также освобождение ввозимого на территорию Республики Беларусь нового технологического оборудования от уплаты таможенных пошлин.

В настоящее время в АПК Беларуси действует 17 БГК, работающих на навозе и птичьем помете, с общей установленной электрической мощностью около 22,4 МВт.

Одним из передовых хозяйств в Республике Беларусь является СПК «Агрокомбинат «Снов» Несвижского района. Расположен примерно в 120 км к югу от Минска, на его территории расположена БГК, которая построена швейцарской компанией «EcoTech». Затраты со-

¹ Постановление Министра экономики Беларуси № 55 от 24 августа 2016 г.