

мого йодирования антрацена с наибольшим (60 %) выходом [4]. Воспроизведение этой методики показало ее простоту и стабильность заявленного выхода реакции.

Также выполнен анализ работ по синтезу 9,10-дийодантрацена. Основное количество работ использует в качестве исходного соединения 9,10-дибромантрацен и только в одном сообщении дийодпроизводное было получено непосредственно из антрацена с выходом 17 % [5]. Такой низкий выход стимулировал нас к разработке эффективной препаративной методики получения 9,10-дийодантрацена в одну стадию. Для получения этого соединения была разработана методика, в которой смесь окиси алюминия, медного купороса и йода в герметично закрытой тефлоновой посуде нагревалась при 100°C 6 часов. Выход целевого продукта составил 62%. Хорошо известно, что наличие в молекуле ароматического соединения одновременно атомов йода и брома позволяет ввести в нее два разных заместителя, изменяя температурный режим реакционной среды. Поэтому в настоящей работе рассмотрены известные методы получения 9-бром-10-йодантрацена. Как выяснилось, все методики получения этого соединения используют в качестве исходного соединения 9,10-дибромантрацен с обработкой его бутиллитием с последующей реакцией с йодом. Чтобы исключить применение пожароопасного бутиллития, нами разработана одностадийная методика синтеза, в которой исходный 9-бромантрацен был обработан йодом по аналогичному способу, но при температуре реакции 100°C. Выход целевого продукта составил 55 %.

Таким образом, в результате анализа литературных источников и проведенных синтетических исследований, подготовлена основа для дальнейшего получения π -сопряженных систем по реакции Соногашира и изучению их физико-химических и спектрально-люминесцентных свойств.

Список использованной литературы

1. Антрацен [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/антрацен>.
2. Реакция кросс-сочетания [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.qaz.wiki/wiki/Palladium-catalyzed_coupling_reactions.
3. Chinchilla, R. The Sonogashira Reaction: A Booming Methodology in Synthetic Organic Chemistry / R. Chinchilla, C. Narjera // Chem. Rev. – 2007. – № 107. – P. 874–922.
4. Direct iodination of aromatic compounds with iodine and alumina-supported copper(II) chloride or sulfate / M. Kodomari [et al.] // Bulletin of the Chemical Society of Japan. – 1992. – Vol. 65, № 1. – P. 306–308.
5. 2,4,6,8-Тетраиодо-2,4,6,8-тетраазабицикло-[3.3.0]-октан-3,7-дион как мягкий и удобный реагент для йодирования ароматических соединений / В.К. Чайковский [и др.] // Известия Академии Наук. Серия Химическая. – 2001. – Т. 50, № 12. – С. 2411–2415.

УДК 378.01:62

**Раубо В.М., кандидат экономических наук, доцент,
Гурина А.Н., кандидат технических наук, доцент, Севастюк Т.В., Чабан М.А.**
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вторичное сырье свеклосахарного производства по агрегатному состоянию подразделяется на: твердое (жом, хвостики, обломки свеклы, отсев известняка и др.), жидкое (сточные воды), вязкопластичное (разбавленный фильтрационный осадок, меласса), газообразное (дымовые газы, сатурационный и сульфитационный газы и др.) [1].

При среднем выходе сахара 12–13 % образуется 80–83 % сырого свекловичного жома, 5–5,5 % мелассы, 10–12 % фильтрационного осадка, 1,5–2 % отсева известнякового камня и др. к массе перерабатываемой свеклы. За календарный год на заводе средней мощности 3 тыс. тонн перерабатываемой свеклы в сутки образуется: 249 т жома, 13,5 мелассы, 33 тыс. фильтрационного осадка, 4,8 тыс. т отсева известнякового камня [2].

Меласса помимо скармливания скоту может перерабатываться для получения этилового спирта, глицерина, уксусной кислоты, дрожжей, используется в ряде отраслей пищевой и микробиологической промышленности в качестве основного сырья (производство этилового спирта, дрожжей, молочной и лимонной кислот, глицерина и др.), в комбикормовой промышленности как добавка в корма для животных.

Отсев известнякового камня и фильтрационный осадок (т.е. карбонат содержащие отходы) используются частично. В 100 кг свеклы содержится примерно 25 кг сухих веществ, из которых получают 15 кг сахара-песка, а 10 кг (40 % сухих веществ свеклы) переходит в отходы. Наиболее ценными отходами свеклосахарного производства являются меласса (оттек 3-й кристаллизации) и обессахаренная стружка (жом).

Выход мелассы составляет 4,5–5,5 % от массы сахарозы переработанной свеклы. Жом представляет собой мякоть свеклы. Выход жома составляет около 5 кг на 100 кг свеклы. Сухие вещества жома состоят из пектиновых веществ (45 %), целлюлозы и гемицеллюлозы (примерно по 20 %), белков, золы и сахара (по 2...4 %). Жом является кормом для скота, для этой цели его используют как в свежем, так и в высушенном виде.

Карбонатсодержащий отход (фильтрационный осадок) на сахарных заводах образуется при взаимодействии несахаров диффузионного сока в процессе его очистки известью и диоксидом углерода и состоит, главным образом, из углекислого кальция. Количество образующегося фильтрационного осадка зависит от массы вводимой извести и может составлять 10–12 % массы перерабатываемого сырья. Фильтрационный осадок накапливаясь в отвалах, занимает значительные земельные площади, загрязняет окружающую среду, может являться источником неприятных запахов. Таким образом, утилизация фильтрационного осадка сахарного производства – актуальная проблема, оптимальное решение которой важно для повышения эффективности производства, внедрения малоотходных и безотходных технологий, улучшения экологической обстановки.

Одним из наиболее известных и распространенных способов использования фильтрационного осадка является использование его в сельском хозяйстве для нейтрализации повышенной кислотности почв или в качестве известкового удобрения. Причем на удобрение фильтрационный осадок может использоваться как непосредственно, так и в смеси с отходами других производств (барда мелассово-спиртового производства, бурая сажа). Однако при использовании фильтрационного осадка в сельском хозяйстве возникают проблемы, связанные с его технологическими особенностями. Так, из-за высокого содержания влаги нецелесообразна транспортировка свежеполученного осадка на большие расстояния, невозможно равномерное распределение его по полю, вследствие чего в сельском хозяйстве расходуется только около 20–30 % фильтрационного осадка. В связи с тем, что фильтрационный осадок сахарного производства является источником значительного количества минеральных веществ, и в первую очередь кальция, он может использоваться в качестве минеральной подкормки для сельскохозяйственных животных и птицы. Поэтому актуальными являются исследования в области определения его качественных показателей как сырья для комбикормовой промышленности и разработки технологических приемов его подготовки к использованию в производстве комбикормовой продукции.

Фильтрационный осадок (дефекат) образуется при очистке диффузионного сока, который включает процессы предварительной и основной дефекации, I и II денатурации, сульфитацию и фильтрацию сока. Количество дефеката составляет 9–11 % массы перерабатываемой сахарной свеклы.

Дефекат содержит в основном карбонат кальция CaCO_3 – 60–85 % на сухое вещество, до 15 % органического вещества, 0,7–0,8 % азота, 0,2–0,9 % фосфора, 0,5–1 % калия. Важной особенностью дефеката является наличие свободной извести Ca(OH)_2 , поэтому одним из способов его утилизации является использование в сельском хозяйстве для подщелачивания кислых почв. Это требует особого контроля, т.к. может привести к превышению в почве ПДК свинца, кобальта, цинка, никеля.

Разработаны способы утилизации дефеката с получением нитрата кальция как удобрения, в производстве цемента и газобетона, в качестве добавки в керамическую массу для изготовления строительного кирпича.

При термической обработке дефеката при 600°C , при этом происходит сгорание адсорбированных на поверхности органических веществ и образование продукта ($\text{CaCO}_3 + \text{C}_{\text{сажа}}$), обладающего хорошими адсорбционными свойствами по отношению к жирам.

Термолизный дефекат, возможно использовать для очистки сточных вод молочных комбинатов от жиров.

Разработан способ очистки сернокислотных сточных вод от ионов железа, свинца и сурьмы, основанный на взаимодействии глюконата кальция, получающегося из дефеката при его обработке серной кислотой, с примесями воды PbSO_4 , FeSCl_4 , HSbO_3 с образованием нерастворимых осадков [3].

Фильтрационный осадок образуется при очистке (с помощью Ca(OH)_2) диффузного сока, полученного из сахарной свеклы (процесс дефекации) и осаждением его избытка диоксидом углерода (процесс сатурации). В результате сатурации дефекованного сока образующийся карбонат кальция адсорбирует на своей поверхности несахара и выпадает в осадок, который отделяют фильтрованием [4]. Фильтрационный осадок, полученный на вакуум фильтрах содержит 75–80 % CaCO_3 и 20–25 % органических и минеральных несахаров, в том числе азотистых и без азотистых органических соединений (белки, пектиновые вещества, кальциевые соли щавелевой, лимонной, яблочной и других кислот, минеральных веществ и др.). Кроме того в фильтрационном осадке содержится примерно 50 % воды, около 2 % сахара, 0,2–0,4 азота, 0,15–0,5 PO , 0,2–0,5 % KO , остальное количество натрия, кобальт, и другие микроэлементы. Этот осадок удаляют в отвалы гидравлическим способом, разбавляя пятикратным количеством воды. Отвалы рассчитаны на хранение одно- двухгодичного количества фильтрационного осадка, где он подсыхает до 40 % влажности, а затем вывозится на сухие отвалы.

Отсев известнякового камня (куски размером до 30 мм и менее) образуется при транспортировке, дроблении и сортировке известняка. Его количество достигает 15 % массы перерабатываемого известняка. Кроме того, при обжиге известняка в результате неполной диссоциации карбоната кальция образуется «недожог» – от 3 до 10 % массы известняка. Если процесс организован неправильно, то возможно образование так называемого пережога, т.е. поверхность CaO опекается и становится неактивной – от 3 до 7 % массы обжигаемого сырья [5].

«Недожог» и «пережог», а также отсев известняка можно использовать для дорожно-строительных работ, но основное их количество удаляется в отвалы.

Таким образом, существует две проблемы, которые необходимо решать. Первая утилизация мелкофракционных отходов известняка и «недожога», а вторая – утилизация фильтрационного осадка. В свеклосахарной промышленности разных стран проводились исследования в области обжига этих отходов. Результаты лабораторных исследований не получили промышленного применения, так как не удалось добиться содержания CO в отходящих газах более 21–24 % [6]. С экономической и технологических точек зрения содержание CO в отходящих газах должно быть не ниже 35 %.

Одним из возможных путей комплексного использования карбонатосодержащих отходов является регенерация фильтрационного осадка с получением извести и высоким выходом сатурационного газа в результате переработки как свежих потоков, так и хранящихся в отвалах, а также добавлением к ним других карбонсодержащих материалов (извести).

Список использованной литературы

1. Экологическая химия / Пер. с нем. Под ред. Ф.Корте. М.: Мир, 2018. – С. 150–155.
 2. Чубукин В.А., Климакин Н.А., Образование отходов в сахарной промышленности вопросы окружающей среды//сахарная промышленность, 2016. №4. С. 14–17.
 3. Сапросов А.Р. Технологии сахарного производства. М.: 2015. С. 87–91.
 4. Величко В.А. и др. Использование дефеката в сельском хозяйстве производстве//Химия сельскохозяйственном производстве//Химия в сельском хозяйстве. 2015. №6. С. 5–7.
 5. Полторацк П.В., Белостоцкий Л.Г. Пути использования отходов свеклосахарного производства в народном хозяйстве//Известии вузов. Пищевая технология, 2014. №4. С. 13–15.
 6. Клейман М.Б. Утилизация фильтрационного осадка: проблемы и возможности // Сахарная промышленность. 2013. №5. С. 8–18.
-

УДК 636.087+662.641.2

**Томсон А.Э.¹ к.х.н., доцент, Наумова Г.В.¹, д.т.н., профессор, Овчинникова Т.Ф.¹, к.т.н.,
Соколова Т.В.¹, к.т.н., доцент, Жмакова Н.А.¹, к.т.н., Макарова Н.Л.¹, к.т.н.,
Пехтерева В.С.¹ Кожич Д.Т.², к.х.н., доцент**

¹Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,

²Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск,

КОРМОВАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ТОРФА ДЛЯ ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ

Важнейшим фактором обеспечения высокой продуктивности животноводства является полноценное и сбалансированное кормление. При этом высокая эффективность кормления может быть достигнута только с учетом возраста и физиологического состояния животных, когда на каждом этапе их содержания правильно подобраны корма и специальные кормовые добавки.

В кормлении свиней сложным и ответственным периодом является переход от молочного вскармливания к твердым кормам. Осложнения, возникающие в это время, оказывают значительное влияние на будущую продуктивность животного и способность противостоять инфекционным заболеваниям.

В период отъема в возрасте 4-х недель у поросят значительно снижается активность лактазы – фермента, обеспечивающего усвоение молока, а активность других пищеварительных ферментов (протеаз, липаз, амилаз), участвующих в переваривании твердой растительной пищи еще только начинает постепенно нарастать.

Кроме того, недостаточна выработка соляной кислоты, из-за чего в желудке не может поддерживаться уровень кислотности, необходимый для переваривания новых кормов. Это приводит к снижению активности пепсина, неполному перевариванию корма, развитию патогенной микрофлоры и накоплению кишечных токсинов.

Все эти обстоятельства серьезно затрудняют переход к новому типу кормления и приводят зачастую к болезням и гибели поросят, смертность поросят-отъемышей достигает 10–15 %.

Для решения этой проблемы в настоящее время широко применяют антибиотики и ацидофикаторы (подкислители кормов), в качестве которых используют органические кислоты. Введение последних в корм поросят вызывает его подкисление, что повышает усвояемость белков и подавляет развитие патогенных бактерий. Однако, эти препараты вызывают у животных гастроэнтериты и язвы желудочно-кишечного тракта, а также оказывают кородирующее действие на оборудование кормоцехов.

Одним из способов решения указанной проблемы является введение в рацион поросят-отъемышей специальных кормовых добавок, обладающих энтеросорбционными свойствами. В последние годы в качестве таких добавок исследователи предлагают природные сорбенты (бентонит, вермикулит, сапропель), а также продукты переработки древесного сырья (лигнин, целлюлоза, активированный уголь) и вещества минеральной природы (алюмосиликаты, цео-