

6. Сидоренко, С.М. Распределение индукции управляющего продольного магнитного поля при сварке тавровых соединений / С.М. Сидоренко, А.Д. Размышляев, В.Р. Маевский // Автоматическая сварка. – 2002. – № 9. – С. 48–50.
7. Расчет индуктора с магнитопроводом для нагрева плоских поверхностей / А.С. Письменный [и др.] // Автоматическая сварка. – 2000. – № 11. – С. 39–43.
8. Коротких, В.М. Управляемые энергоэффективные технологии плазменного напыления защитных покрытий сельскохозяйственного назначения / В.М. Коротких // Технологии и средства сельского хозяйства. – 2011. – № 8. – С. 83–87.
9. Поверхностное упрочнение стальных деталей сжатой электрической дугой / А.Е. Михеев и [др.] // Сварочное производство. – 2003. – № 2. – С. 24–27.
10. Юнусбаев, Н.М. Восстановление автотракторных деталей электроконтактной приваркой порошковых материалов в магнитном поле : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.М. Юнусбаев ; ФГОУ БашГАУ. – Уфа, 2006. – 6 с.
11. Электроэрозионные процессы на электродах и микроструктурно-фазовый состав легированного слоя / И.И. Сафронов [и др.] ; под ред. Н.Н. Дорожкина. – Кишинев : Штиница, 1999. – 591 с.
12. Иванов, Н.И. Интенсификация процесса ЭЭО постоянными и пульсирующими магнитными полями / Н.И. Иванов, В.В. Мартынов, Б.Н. Лукичев // Электрохимические и электрофизические методы обработки материалов: сб. науч. трудов. – Тула : ТГТУ, 1991. – С. 94–100.
13. Горохова, М.Н. Повышение эффективности комбинированного способа восстановления деталей ферромагнитными порошками : автореф. дис. ... докт. техн. наук / М.Н. Горохова ; ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – Москва, 2013. – 31 с.
14. Пулька, Ч.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники (обзор) / Ч.В. Пулька // Автоматическая сварка. – 2003. – № 8. – С. 36–41.
15. Поляк, М.С. Технология упрочнения: в 2-х т. / М.С. Поляк. – М. : Л. В. М. - СКРИПТ, «Машиностроение», 1995. – Т. 1. Технологические методы упрочнения. – 832 с.
16. Уманский, В.Б. Новые способы упрочнения деталей машин : справ. пособие / В.Б. Уманский, Л.К. Маняк. – Донецк : Донбасс, 1990. – 144 с.

Summary. The conducted analysis of methods of strengthening and restoration shows the expediency of using an external electromagnetic field in the working area. It is caused by stabilization of processes without contact of devices by introducing an external magnetic field into the working area..

УДК 664.784.6;636.085

Рогальская Ю.Н., научный сотрудник;
Бернацкая Д.В.

РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ДЛЯ СКАРМЛИВАНИЯ КРС

Аннотация. Проблема повышения эффективности использования отходов сельскохозяйственного производства состоит в том, что в необработанном

продукте питательные вещества находятся в труднодоступном для пищеварительных ферментов виде. Разработка технологии и комплекта оборудования для переработки вторичных продуктов при производстве семян кукурузы для скормливания КРС для сокращения доли побочной продукции при производстве семян кукурузы, а также повышения продуктивности животных при одновременном сокращении себестоимости производства единицы продукции животноводства поможет решить данную проблему.

Abstract. The problem of increasing the efficiency of agricultural waste utilization is that the nutrients in the unprocessed product are in a form that is difficult for digestive enzymes to access. The development of technology and a set of equipment for processing secondary products in the production of corn seeds for feeding cattle to reduce the share of by-products in the production of corn seeds, as well as increasing animal productivity while simultaneously reducing the cost of production of a unit of livestock products will help solve this problem.

Ключевые слова. Початок, ферментация, переработка, побочный продукт.

Keywords. Cob, fermentation, processing, by-product.

При переработке кукурузы на семена ежегодно образуются миллионы тонн отходов (стержни початков, стебли и т. д.), которые легко собираются и пригодны для различных целей [1].

Кроме того, огромное количество возобновляемой биомассы, превышающее 140 миллиардов метрических тонн, генерируется ежегодно в результате агропромышленной деятельности. Агроотходы часто выбрасываются без разбора или сжигаются, тем самым создавая угрозу окружающей среде, при этом способствуя глобальному потеплению за счет образования парниковых газов. Чаще всего биомасса, несмотря на богатый состав питательных веществ, также не находит достойного применения. Среди агроотходов первое место занимают кукурузные кочерыжки из-за крупномасштабного выращивания кукурузы: во всем мире ежегодно производится более 200 миллионов тонн кукурузных початков.

Анализ научно-технической информации показывает, что в настоящее время в некоторых странах стержни кукурузных початков служат топливом, в странах Европы – сырьем для производства целлюлозного этанола. В КНР отходы переработки кукурузы используют в фермерских хозяйствах как корм, топливо, подстилку для животных. Однако в большинстве стран, в том числе Республике Беларусь, они не находят применения и остаются на полях либо сжигаются. В основном это объясняется неэффективностью экономических механизмов и отсутствием единой базы данных по объемам накопления и методам использования растительных отходов сельского хозяйства.

Большинство выполняемых научных исследований сосредоточено на переработке цельных кукурузных початков, хотя имеются сообщения о повышении ценности отходов производства зерна кукурузы – кукурузных кочерыжек, в том числе и без их предварительной обработки.

Исследуется возможность использования кукурузных кочерыжек, ферментированных грибами *Geotrichum albidum*, *Neurospora crassa* и *Rhizopus stolonifer*, в качестве источника энергии, а *Pleurotus pulmonarius* – для производства газа *in vitro* из предварительно обработанной целлюлозы [2].

Ксилан, экстрагированный из початков, служил источником питания для бактерии *Bacillus mojavensis* A21 – продуцента ксиланазы, нашедшей применение в производстве ксилоолигосахаридов. Кроме того, гидролиз початков кукурузы ксиланазой гриба *Trichoderma koeningi* приводит к высвобождению ксилозы и синтезу ксилоолигосахаридов, способствующих пролиферации пробиотических бактерий *Bifidobacterium teenis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus fermentum* и *Lactobacillus acidophilus*. Ферментация дрожжами *Candida tropicalis* W103 кукурузных кочерыжек, предварительно обработанных кислотой, сопровождается получением комплекса соединений – ксилита (в аэробных условиях) и этанола (в анаэробных условиях), детоксикацией ацетата, фурфурола и 5-гидрометилфурфурола. Пигменты, синтезируемые при глубинном культивировании гриба *Monascus* sp. в среде с гидролизатом початков кукурузы, являются натуральными пищевыми красителями и терапевтическим средством, обладающим противораковой, противоожоговой и противомикробной активностью [3].

Таким образом, хотя потенциал переработки и использования побочных продуктов сельского хозяйства вполне очевиден, кормам из таких отходов при составлении рационов уделялось минимальное внимание из-за ограничений, налагаемых рядом питательных и технических соображений. Ферментация агропромышленных отходов предлагается в качестве подходящей предварительной обработки, которая может привести к использованию кукурузных початков в качестве корма для животных.

Если рассматривать данный вопрос в ракурсе развития животноводческой отрасли Республики Беларусь, то на ближайшую перспективу перед сельским хозяйством нашей страны ставится стратегическая задача – за счет повышения качества кормов и снижения энергозатрат на их производство снизить затраты на производство 1 кг молока с 1,02 до 0,95 к. ед. и с 9,0 до 8,0 к. ед. на 1 кг привеса говядины в живой массе. При этом энергетическая питательность 1 кг сухого вещества травяных кормов должна быть не менее 10,5-11,0 МДж с содержанием белка на уровне 18-20 %.

Установлено, что для достижения намеченных объемов производства молока на уровне 9...10 млн т и мяса – 970 тыс. т необходимо производить корма общей питательностью 20,49 млн т к. ед., содержащие 3,19 млн. т сырого протеина, в том числе травяных – 12,33 млн. т к. ед. и 2,01 млн. т белка. Потребность в комбикорме должна составлять 8159 тыс. т (40 %), сене

– 449 тыс. т (2 %), сенаже и провяленном силосе – 4913 тыс. т (24 %), кукурузном силосе – 4913 тыс. т (24 %) и зеленых кормах – 2109 тыс. т (10 %) к. ед.

На сегодняшний день обеспечение животноводства Республики Беларусь кормами осуществляется в двух направлениях:

1) путём применения в кормопроизводстве интенсивных технологий на основе достижений научно-технического процесса при возделывании, заготовке и хранении кормов;

2) повышения эффективности использования в кормлении животных отходов и вторичных продуктов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Высокоэффективные технологии обработки данных продуктов играют важную роль в повышении рентабельности животноводства, что достигается следующими факторами:

а) повышением коэффициента полезного использования потенциальных возможностей кормовых материалов путем соответствующей обработки, которая приводит к лучшей их переваримости и усвояемости животными;

б) снижением расхода кормов на получение прироста живой массы или другой продуктивности.

Проблема повышения эффективности использования отходов сельскохозяйственного производства состоит в том, что в необработанном продукте питательные вещества находятся в труднодоступном для пищеварительных ферментов виде. Так, протеин кочерыжек практически не переваривается, жир переваривается на 34 %, клетчатка – на 60 % и безазотистые экстрактивные вещества – на 54 %.

В стержнях кукурузных початков при влажности 14–16 % содержится 4–4,5 % сырого протеина, 0,3–0,4 % сырого жира, 30–32 % клетчатки, 47–50 % безазотистых экстрактивных веществ и 1,0–1,3 % золы. Для кормления животных используются стержни початков кукурузы в размолотом виде, однако все питательные вещества находятся в труднодоступной форме. Для лучшей поедаемости и высокой эффективности измельченные стержни початков кукурузы целесообразно сдабривать патокой, сахарной свеклой, карбамидом (мочевинной). Такая обработка способствует улучшению поедаемости и питательности за счёт вводимых компонентов и никак не повышает эффективность использования животными составных частей кочерыжек.

Результаты многих экспериментов и анализ научно-технической информации подтверждают, что исследованные отходы представляют собой ценные вторичные сырьевые ресурсы, которые применимы для производства кормов для крупного рогатого скота.

На основании вышеизложенного, с учетом темпов производства зерна кукурузы и отсутствия на отечественном и зарубежном рынке технологии

переработки вторичных продуктов и соответствующего оборудования, необходимо проведение исследований по вопросу ферментации, для последующего производства кормов для КРС, с разработкой технологии и комплекта оборудования для переработки вторичных продуктов при производстве семян кукурузы для скормливания КРС, что в последующем будут обеспечивать повышение продуктивности животных, при одновременном снижении себестоимости производства единицы продукции животноводства.

Список использованной литературы

1. Федотова, Г. В., Новые подходы к решению проблемы отходов АПК / Вестник Московского университета имени С. Ю. Вите. Серия 1 : Экономика и управление. – 2024. – №.2 (49). – С 71–79. doi:10.21777/2587-554X-2024-2-71-79.
2. Гильманова Г. Р., Мухаметдинова А. Ф., Семакина Т. В., Валеева Р. Т. Возможность использования кукурузных кочерыжек для производства биотехнологических продуктов // Вестник магистратуры. –2021. – №1-2 (112). – С. 4–6.
3. Василова Л. Я., Каримова Л. И., Борисенков А. Г. Скрининг микроорганизмов – продуцентов ксиланаз // Баш. хим. ж., – 2019. – Вып.26. – №1. – С. 96–99.
4. Повышение эффективности производства молока на основе совершенствования региональной системы кормопроизводства / К. А. Задумкин, А. Н. Анищенко, В. В. Вахрушева, Н. Ю. Коновалова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 170–191. – DOI 10.15838/esc.2017.6.54.11. – EDN YMWXJB.

УДК 631.11:004.89

Бережная И.Ш., кандидат технических наук,
директор центра аддитивных технологий общего доступа
*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет»,
г. Белгород, Российская Федерация*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК: ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Аннотация. В статье рассматриваются современные инновационные технологии, применяемые в агропромышленном комплексе (АПК), с особым акцентом на внедрение цифровых двойников. Авторы описывают преимущества использования цифровых двойников в сельском хозяйстве, такие как улучшение мониторинга процессов, повышение урожайности и оптимизация ресурсов. В статье также рассматриваются примеры успешного применения цифровых технологий в различных аграрных предприятиях, а также вызовы и барьеры, с которыми сталкиваются участники внедрения этих технологий. Заключение статьи подчеркивает важность интеграции цифровых двойников в АПК для достижения устойчивого развития и повышения конкурентоспособности аграрного сектора в условиях современного рынка.