

Научная статья / Research Article

УДК 636.088.31:636.085

АВТОНОМНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ФЕРМА: НОВАЯ ПАРАДИГМА КОРМЛЕНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ КОРМОВ

Владимир Иванович Шевченко

ООО «Новые Промышленные Технологии», Красноярск, Россия

npt4496@mail.ru

Аннотация. *В статье рассмотрена концепция создания автономной интеллектуальной фермы, основанной на применении кавитационной обработки кормов. Представлен анализ эффективности данной технологии, ее влияние на питательную ценность и усвояемость кормов, а также экономические преимущества внедрения. Также рассмотрены основные методы приготовления кормов для животных, выявлены недостатки и разработаны решения для повышения эффективности процесса получения кормов в животноводстве.*

Ключевые слова: *кавитационная обработка, интеллектуальная ферма, питательная ценность кормов*

SELF-CONTAINED INTELLIGENT FARM: A NEW FEEDING PARADIGM BASED ON CAVITATION FEED PROCESSING TECHNOLOGIES

Vladimir Ivanovich Shevchenko

New Industrial Technologies LLC, Krasnoyarsk, Russia

npt4496@mail.ru

Abstract. *The article discusses the concept of creating an autonomous intelligent farm based on the use of cavitation processing of feed. An analysis of the effectiveness of this technology, its impact on the nutritional value and digestibility of feed, as well as the economic benefits of implementation are presented. The main methods of animal feed preparation were also considered, shortcomings were identified and solutions were developed to increase the efficiency of the feed production process in animal husbandry.*

Keywords: *cavitation treatment, intelligent farm, nutritional value of feed*

Введение. В современных условиях животноводства затраты на корма составляют 65–70 % от общих производственных расходов. Актуальной задачей становится разработка инновационных технологий, по-

звоящих повысить эффективность использования кормовой базы [1]. В настоящее время при приготовлении кормов для промышленного животноводства применяют новые подходы и технологии. В данном случае использована технология приготовления жидких кормов с применением эффектов кавитации [2].

Кавитационный процесс представляет собой комплексное воздействие на кормовые массы, включающее механическое измельчение на внутриклеточном уровне, термическую обработку до уровня пастеризации и структурную модификацию компонентов корма. При кавитационной обработке происходит трансформация полисахаридов в легкоусвояемые сахара, нейтрализация антипитательных веществ, улучшение дисперсности кормовой массы и обеззараживание от патогенной микрофлоры. Результаты применения технологии демонстрируют повышение переваримости корма на 26 %, увеличение продуктивности животных, снижение бактериальной обсемененности на 87 % и оптимизацию влажности кормовой массы до 68–72 % [3]. Эта технология продолжает развиваться, и ее применение может значительно улучшить производство кормов для сельскохозяйственных животных [4]. Автономная интеллектуальная ферма, использующая технологии кавитационной обработки кормов, представляет собой инновационный подход к сельскому хозяйству, который сочетает в себе передовые технологии, автоматизацию и устойчивое развитие. Основными аспектами этой новой парадигмы кормления является интеграция таких технологий, как кавитационная обработка, которая позволяет улучшить питательные свойства кормов и увеличить усвояемость и снизить затраты на корма, и интернет вещей (IoT), т. е. установку сенсоров для мониторинга состояния животных, качества кормов и условий окружающей среды, что позволяет оптимизировать процессы кормления [5].

Кавитационная обработка может привести к более эффективному использованию кормов и снижению пищевых отходов. А экологическим преимуществом является использование экологически чистых технологий и уменьшение зависимости от химических добавок.

Цель исследования – анализ существующих методов приготовления кормов для животных, выявление недостатков и разработка решений для повышения эффективности процесса получения кормов в животноводстве.

От преодоления скепсиса к технологическому прорыву. Технология кавитационной обработки кормов (УЖК) имеет в России многолетнюю историю. Один из производителей данного оборудования и разработчик установок системы УЖК – ООО «НПТ» (г. Красноярск) – успешно поставляет такие установки на рынок с 2008 года. Однако, несмотря на внушительный срок эксплуатации, технология до сих пор сталкивается с определенным скепсисом в профессиональной среде и не получила широкого распространения.

Этот скептицизм обусловлен консервативным подходом к диетологии крупного рогатого скота (КРС). В традиционных системах расчета рационов принято считать, что сахара – это фактически то же самое, что и крахмал, поскольку и те, и другие относятся к группе неструктурированных углеводов (НСУ). Считалось, что механизм их действия в рубце идентичен, а значит, тратить ресурсы на глубокую переработку зерна в сахар не имеет смысла. Именно это глубокое заблуждение мешало широкому внедрению установок УЖК, которые долгое время воспринимались лишь как упрощенный способ получения «патоки из зерна».

На данный момент, благодаря новым научным данным, мы можем утверждать: УЖК – это не просто «сахарный аппарат», а центральный узел автономной интеллектуальной фермы, позволяющий управлять биохимией рациона на молекулярном уровне.

1. Научное опровержение скепсиса: Почему сахар и крахмал – не одно и то же?

Современная наука, и в частности работы доктора Мэри Бет Холл (Mary Beth Hall), полностью опровергают тезис о равнозначности крахмала и сахаров [6,8].

Ключевые выводы:

- Разные пути ферментации. Традиционные расчеты игнорируют тот факт, что крахмал и сахара ферментируются микрофлорой рубца принципиально по-разному. Избыток крахмала ведет к образованию пропионата и лактата, вызывая резкое закисление (ацидоз).
- Сахара как стабилизатор. Исследования М.Б. Холл доказали, что растворимые сахара (глюкоза, мальтоза) стимулируют рост бактерий, использующих лактат. Таким образом, сахар не провоцирует ацидоз, а, напротив, может служить фактором стабилизации pH рубца.

2. Новые возможности УЖК в концепции автономной фермы.

Современный интеллектуальный кормовой центр на базе оборудования ООО «НПТ» решает задачи, выходящие далеко за рамки простой сахаризации.

Управляемый синтез сахаров (глюкозы) на ферме. Целью углеводного питания является обеспечение животных необходимым количеством энергии. Основным источником энергии для животных является глюкоза, которая является мономером крахмала. Традиционные рационы практически всегда испытывают дефицит сахаров, что ограничивает продуктивность животных и приводит к проблемам с их здоровьем. Технология УЖК решает эту проблему.

Следует отметить, что глюкозный кормовой сироп, полученный на установках УЖК, содержащий более 85 % глюкозы от общего количества полученных сахаров, производится путем первичной диспергации зерно-

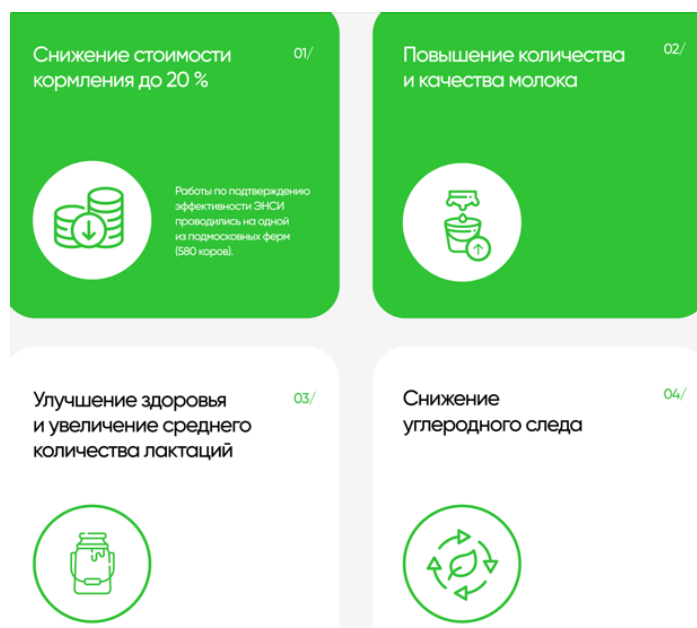
вого сырья с одновременной ферментацией и гидролизом крахмала и части полисахаридов непосредственно на ферме в нужное время в необходимом количестве. Это обеспечивает независимый и постоянный источник энергии. Жидкая зерновая патока балансирует сахаро-протеиновое соотношение в корме.

Для максимальной производительности диеты в идеале корма должны содержать 6–8 % общего сахара, что часто требует добавления 1,0–2,0 фунта сахара сухого вещества на корову в день. Преимуществом является то, что сахар обладает высокой ферментируемостью и может улучшить усвояемость клетчатки, увеличить выработку микробного белка и общее потребление сухого вещества. Особенно эффективен для высокопродуктивных молочных коров. В отличие от крахмала, который может быстро снижать рН рубца, сахара не обязательно снижают рН рубца, что делает их более безопасным источником энергии. Для достижения оптимальных результатов добавки сахара должны сочетаться с адекватным разлагаемым в рубце белком (RDP). В этом случае мы имеем уникальное влияние сахаров на рубец и здоровье коров. Сахара стимулируют фибролитические бактерии более эффективно, чем крахмал, улучшая перевариваемость клетчатки, максимизируя извлечение энергии из грубых кормов. В отличие от избытка крахмала сахара не вызывают резкого снижения рН рубца и ацидоза. Микроорганизмы рубца ферментируют их постепенно, поддерживая оптимальный уровень рН. Следует отметить, что чрезмерное, неконтролируемое количество сахара может быть опасным для крупного рогатого скота [7, 8].

Что касается микробного белка, то скорость и эффективность синтеза микробного протеина при наличии доступных растворимых сахаров значительно выше. Это критически важно для коров с высокой продуктивностью (более 10 000 кг молока), чей организм требует мгновенного поступления энергии для усвоения азота.

Происходит также стимуляция производства молочного жира. Ферментация сахаров в рубце дает большую долю бутирата и ацетата – летучих жирных кислот (VFA), которые являются ключевыми предшественниками для синтеза молочного жира. Появляется возможность повышения жирности молока, поскольку увеличение доступности этих VFA в организме коровы напрямую коррелирует с повышением процента жира в молоке.

Технология УЖК позволяет трансформировать «рискованный» крахмал зерна в «безопасные» сахара, реализуя рекомендации современной науки на практике. На рисунке показаны основные преимущества, которые дает применение кавитационных технологий в сельском хозяйстве.



Основные преимущества технологии получения кормов

Важно отметить, что нейтрализация антипитательных веществ и синтез «защищенных» белков является значимым моментом в этой технологии. Помимо сахаров кавитационная обработка кардинально меняет свойства белковых компонентов рациона, что критически важно для высокопродуктивного стада. При этом готовые протеиновые гидролизаты в сухих формах широко используются в кормах для животных. В нашем случае при переработке шротов и жмыхов (соевого, рапсового, подсолнечного) установка УЖК за счет термо-кавитационного воздействия обеспечивает:

- механическое разрушение клеточных стенок, потому что процесс кавитации создает мощные гидравлические удары, которые разрушают жесткие оболочки растительных клеток, делая внутриклеточный белок более доступным для пищеварительных ферментов;
- денатурацию белка, поскольку кавитация вызывает контролируемую денатурацию, частично превращая белок в более простые легко расщепляемые формы;
- разрушение токсинов из-за инактивации ингибиторов трипсина и других антипитательных факторов, которые в обычных условиях снижают усвояемость белка.

Создание «защищенного» протеина (bypass protein). В работах ученых (А.С. Байков, Н.М. Ширина и др.) отмечено, что чисто кавитация способна модифицировать структуру протеина в шротах и жмыхах. В 2025 г. в ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» была проведена научно-исследовательская работа «Разработка технологии получения корма и кормовых добавок КРС из рапсового жмыха с защищенным белком» (Я.В. Смольникова) с использованием кавитационной уста-

новки с рабочим органом УЖК и примененными исполнителем новыми технологическими решениями. При этом был получен «защищенный» белок в гораздо большем количестве и более простым и дешевым способом, чем ранее известными, молекулярная структура части которого модифицирована так, что он проходит через рубец транзитом и усваивается в тонком кишечнике.

Таким образом, штатная установка системы УЖК помимо решения проблемы сахаров позволяет решить вопрос по белкам. Это дает возможность ферме получить белковый продукт с новыми потребительскими свойствами и полностью отказаться от закупки дорогостоящих готовых «защищенных» белков.

Установка УЖК, производящая жидкие корма, является универсальной платформой для обогащения рациона необходимыми добавками. Жидкая форма продукта, полученная в процессе кавитации, выступает в качестве идеального носителя для широкого спектра микроэлементов и биологически активных веществ. Жидкая среда обеспечивает идеальное, гомогенное смешивание витаминов, минералов и других микроэлементов. Это гарантирует, что каждая порция корма и каждое животное получит точную и равномерную дозу добавок, что невозможно при использовании сухих рассыпчатых смесей. При этом можно готовить индивидуальные смеси микроэлементов, витаминов и аминокислот в виде эмульсий, поскольку не требуется какое-то дополнительное сложное весовое и дозирующее оборудование.

К тому же использование жидкой формы устраняет проблему пыльности, которая имеет место быть при работе с сухими премиксами и снижает потери дорогостоящих добавок. В жидком гомогенном виде добавки равномерно распределяются по кормосмеси. Животное не может отсепарировать (выбрать) вкусные части корма, игнорируя полезные добавки, что гарантирует точность рациона. Введение добавок в жидкой, легкоусвояемой форме повышает биодоступность и эффективность усвоения их организмом животного.

Экономическая и технологическая автономия. Интеллектуальная ферма с узлом УЖК становится независимой экосистемой и позволяет отказаться от покупных ингредиентов, используя свои сахара, свой защищенный белок, свои витаминные бленды, а устранение скрытых ацидозов позволяет коровам дольше оставаться в стаде и давать больше молока. Это дает возможность мгновенно корректировать состав кормового бленда и рациона в целом в зависимости от текущей продуктивности группы, показателей молока и физиологического состояния животных.

Заключение. Скепсис прошлого был основан на дефиците знаний. Сегодня, опираясь на теоретические и практические данные и многолетний опыт ООО «НПТ», мы видим в установках УЖК фундамент биотехнологической свободы хозяйства. Автономная интеллектуальная ферма – это не просто автоматизация, это переход к глубокому управлению биологи-

ческими процессами ради здоровья животных и прибыли предприятия, она гарантирует продовольственную безопасность и экономическую эффективность. Создание автономной интеллектуальной фермы на базе кавитационной обработки кормов представляет собой перспективное направление развития животноводства. Технология позволяет существенно повысить эффективность производства при одновременном улучшении качества продукции.

Дальнейшие исследования направлены на оптимизацию технологических параметров, расширение сырьевой базы, совершенствование систем автоматизации и разработку новых кормовых рецептур.

Список источников

1. Влияние ультразвуковой кавитационной обработки на химический состав кормов, используемых при кормлении жвачных животных / А.С. Байков [и др.] // Зоотехния. № 1. 2017. С. 180–184.
2. Изменение химического состава и переваримости сухого вещества подсолнечника при воздействии ультразвука / А.В. Быков [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 4. С. 21–34.
3. Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Быков А.В. О восполнении дефицита легкоусвояемых углеводов в рационе жвачных животных с применением биотехнологий // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101, № 1. С. 123–131.
4. Никитина А. Кавитационная технология приготовления кормов // Свиноводство. 2011. № 3. С. 64.
5. Prospects of yeast based feed additives in poultry nutrition: Potential effects and applications / Bilal Rana [et al.] // The Indian Journal of Animal Sciences. 2020. № 90(4). С. 495–505. DOI: 10.56093/ijans.v90i4.104177
6. Nutritive value of red clover and lucerne forages for ruminants estimated by in vitro and in vivo digestibility methods / P. Homolka [et al.] // Czech Journal of Animal Science. 2012. № 57(10). С. 454–568. DOI: 10.17221/6346-CJAS.
7. Rooke J.A., Hatfield R.D. Biochemistry of ensiling. URL: <http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1399> (дата обращения: 01.08.2024).
8. Mary Beth Hall. Working with Non-NDF Carbohydrates with Manure Evaluation and Environmental Considerations. URL: <https://www.txanc.org/Proceedings/2002/Non-NDF-Carbohydrates.pdf> (дата обращения: 01.08.2024).

References

1. Vliyanie ul'trazvukovoj kavitaczionnoj obrabotki na ximicheskij sostav kormov, ispol'zuemyx pri kormlenii zhvachnyx zhivotnyx / A.S. Bajkov [i dr.] // Zootexniya. № 1. 2017. S. 180–184.

2. *Izmenenie ximicheskogo sostava i perevarimosti suxogo veshhestva podsolnechnika pri vozdejstvii ul'trazvuka / A.V. Bykov [i dr.] // Vestnik Kurganskoj GSXA. 2021. № 4. S. 21–34.*
3. *Shirnina N.M., Galiev B.X., Bykov A.V. O vospolnenii deficizita legkousvoyaemyx uglevodov v racione zhvachnyx zhivotnyx s primeneniem biotexnologij // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2018. T. 101, № 1. S. 123–131.*
4. *Nikitina A. Kavitaczionnaya texnologiya prigotovleniya kormov // Svinovodstvo. 2011. № 3. S. 64.*
5. *Prospects of yeast based feed additives in poultry nutrition: Potential effects and applications / Bilal Rana [et al.] // The Indian Journal of Animal Sciences. 2020. № 90(4). S. 495–505. DOI: 10.56093/ijans.v90i4.104177*
6. *Nutritive value of red clover and lucerne forages for ruminants estimated by in vitro and in vivo digestibility methods / P. Homolka [et al.] // Czech Journal of Animal Science. 2012. № 57(10). S. 454–568. DOI: 10.17221/6346-CJAS.*
7. *Rooke J.A., Hatfield R.D. Biochemistry of ensiling. URL: <http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1399> (data obrashheniya: 01.08.2024).*
8. *Mary Beth Hall. Working with Non-NDF Carbohydrates with Manure Evaluation and Environmental Considerations. URL: <https://www.txanc.org/Proceedings/2002/Non-NDF-Carbohydrates.pdf> (data obrashheniya: 01.08.2024).*

Сведения об авторах

Владимир Иванович Шевченко, директор ООО «Новые Промышленные Технологии»

About authors

Vladimir Ivanovich Shevchenko, Director of New Industrial Technologies LLC