

УДК 636.082.25

**Биотехнологическая подготовка кормовых средств к скармливанию
в рационах сельскохозяйственных животных (обзор)**

Н.М. Ширнина¹, Б.Х. Галиев¹, К.Ш. Картекенов¹, А.Ж. Балмугамбетова²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства»

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. Всё большее внимание учёных и практиков привлекают исследования перспективных технологий подготовки кормов к скармливанию. Нами представлен обобщённый анализ экспериментальных результатов, научных и практических выводов отечественных и зарубежных учёных, накопленных по вопросу кавитирования кормовых средств. Научные данные наряду с актуальностью проблемы показывают положительное влияние кавитированного воздействия на питательную ценность и микробиологическое состояние кормов. Обобщённый научный материал говорит о перспективности подготовки кормов путём обозначенной биотехнологии. Однако некоторые моменты вызывают сомнения и даже возражение, в этой связи проведение исследований по оценке кормовых средств с различным содержанием трудно гидролизуемых полисахаридов, подвергнутых кавитационному воздействию, и их использованию в составе рационов крупного рогатого скота является важной задачей.

Ключевые слова: кормовые средства, кормопроизводство, биотехнология кормопроизводства, питательность корма, углеводы, крахмал, кавитация, сельскохозяйственные животные.

«Комплексной программой развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г.», утверждённой Правительством РФ 24 апреля 2012 г., обозначена цель – выход страны на лидирующие позиции по отдельным направлениям сельского хозяйства, в частности кормопроизводства в области разработок и внедрения биотехнологий.

Выполнение программы будет способствовать увеличению объёма потребления биотехнологической продукции в 8,3 раза и производства – в 33 раза, сокращению доли её импорта на 50 %, увеличению экспорта – более чем в 25 раз [1].

С целью повышения питательной ценности кормов в отечественной и зарубежной практике используются различные способы и технологии их подготовки [2-6]. Например, обработка зернового сырья – замачивание с дальнейшим его проращиванием, поджаривание, плющение, экструдирование и т. д. Исследования, проведённые по экструдированию кормов, показали, что данная технология оказывает действие на физико-химические свойства питательных веществ, при этом положительно влияет на продуктивное действие рациона крупного рогатого скота [7, 8].

Почти все перечисленные технологии возможны при наличии высокой температуры, в результате чего витамины, ферменты и другие биологически активные вещества частично или полностью инактивируются, а белки денатурируются. Но самый большой недостаток этих технологических приёмов – незначительное превращение крахмала в легкопереваримые углеводы [9].

В животноводстве назрела необходимость в технологии, позволяющей переработку имеющихся в хозяйстве фуражного зерна, грубых и сочных кормов низкого качества, в кормовой продукт с содержанием значительного количества сахаров.

Одним из вариантов такой технологии может быть процесс кавитационного воздействия. Кавитация – это явление физического свойства, которое образуется в жидкости при наличии новых внешних воздействий [10, 11].

Эффект данной технологии заключается в том, что от энергии ударных волн схлопывающихся пузырьков, которые образовались в результате кавитации, происходит разрушение клеточных стенок и структур, например, семян злаковых или бобовых растений. После многократного воздействия энергии ударных волн зёрна, подвергнутые технологической обработке, размалыва-

ются и размягчаются, выделяя в раствор крахмал и клейковину. При разогреве до 60-80 °С в результате кластеризации суспензия становится желеобразной. Данная температура способствует гидролизу содержащегося в зерне крахмала, который превращается в легко усвояемые вещества – моносахариды, дисахариды, трисахариды [12-15].

Нами был изучен и проанализирован научный материал биотехнологического воздействия или кавитирования на различные виды кормовых средств для сельскохозяйственных животных.

При использовании кавитационной технологии подготовки зерна злаковых, бобовых, грубых и сочных кормов происходят процессы, присущие гидродинамической кавитации, это – измельчение, происходящее на внутриклеточном уровне, нагревание до пастеризации или стерилизации по необходимости. Всё это оказывает губительное воздействие на гниlostные и патогенные микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности – микротоксины [9].

В этой связи в условиях существующих ферм и животноводческих комплексов появилась возможность готовить легкоусвояемые обеззараженные корма из зерна и бобов, используемые для фуража при кормлении сельскохозяйственных животных.

Кроме того, кавитационная технология приготовления может быть использована при подготовке побочных продуктов зерноперерабатывающих предприятий, крахмального, сыродельного и других производств. В результате применения рассматриваемой технологии получается корм жидкой консистенции, который можно использовать для откорма свиней, молодняка молочных и мясных пород крупного рогатого скота, а также добавлять в рационы дойного стада коров [16].

Вместе с тем установлено повышение продуктивности бычков красной степной породы при включении в структуру рациона кормосмеси, приготовленной путём соэкструзии растительных кормов с кавитированной минеральной добавкой. Так, животные, получавшие этот корм, по приросту живой массы за весь опытный период превосходили контрольных сверстников на 14 %, тогда как молодняк, получавший кормосмесь, содержащую нативную минеральную добавку, только на 6 % [17].

Новый подход повышения кормовой ценности фуза-отстоя был предложен учёными ВНИИМС – это кавитационное воздействие, при котором изменяется структура продукта и увеличивается биодоступность жирных кислот. Установлено, переваримость жирных кислот испытуемого продукта, не подвергнутого кавитированию «*in vitro*» и «*in siti*», была 45,7 и 46,9 %, после обработки эти значения оказались выше почти на 50,0 % [18].

Опыты, проведённые на молодняке крупного рогатого скота, показали, что использование в составе рациона кормосмеси, состоящей из подсолнечного фуза в количестве 12 и 5 % от сухого вещества, подвергнутого кавитации, в том числе с минеральными веществами, способствует увеличению переваримости сухого вещества [19].

На современном этапе всё большее внимание учёных занимает проблема дисперсности минеральных добавок как один из факторов, влияющих на полноценность питания животных. По выраженности биологического действия и токсичности высокодисперсные фракции элементов отличаются более выгодно от веществ в макроскопических и иных формах [20].

Существуют различные технологии приготовления высокодисперсных веществ, одним из методов которых можно рассматривать кавитирование [21]. Изучение физико-химических и биологических свойств ультрадисперсных порошков минералов, полученных путём кавитационной обработки, показывает, что ультразвуковое воздействие сопровождается изменением размерных характеристик, а оценка их биологической активности даёт возможность выявления токсичности отдельных образцов [22].

Оценка переваримости кормовых смесей «*in vitro*» (отруби с высокодисперсными частями мела 30 нм-10 мкм), подвергнутых кавитационному воздействию, показала, что по мере увеличения диаметра частиц в заданном диапазоне повышается коэффициент биодоступности сухого вещества корма [23].

Экспериментальным путём установлено положительное влияние на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота рациона, в составе которого был кормовой мел, подвергнутый кавитации. Рассматривая причину этого воздействия можно сказать, что данная технология положительно изменяет характеристики, присущие минеральной добавке, комплексно воздействуя на микрофлору преджелудков жвачных животных [24-26].

Для крупного рогатого скота грубые корма, в первую очередь сено, в зимний период являются основным видом корма, также побочные продукты при производстве зерна – солома, мякина или полова – наружная оболочка семян, стержни от кукурузных початков, травяная резка и мука и так далее.

Неотъемлемой частью рациона являются и сочные корма – силос из кукурузы, подсолнечника, сорго, горохо-овсяных и вико-овсяных смесей и различные кормовые корнеплоды. Помимо высокого содержания клетчатки и лигнина грубые и сочные корма богаты витаминами, провитаминами и биологически активными веществами. В отечественной практике кормопроизводства довольно часто не выдерживаются сроки уборки кормовых растений для их заготовки с учётом оптимального времени вегетации, нарушаются своевременная транспортировка и технология приготовления. Все эти факторы влияют на питательные характеристики заготавливаемых на зиму кормов, например, растение, убранное в более поздние фазы развития, влечёт увеличение содержание клетчатки и лигнина, а это, как правило, снижает питательную ценность.

С целью повышения питательности, понижения токсичности грубого или сочного кормов отечественными исследователями была использована технология кавитационного эффекта, которая состоит в следующем – клетчатка (целлюлоза) и крахмал, имея одинаковые структурные звенья, являются идентичными полимерами, имея одну и ту же молекулярную формулу (С₆H₁₀O₅)_n. Однако, являясь полимерами молекулы целлюлозы и крахмала, несколько различаются структурой, так молекулы целлюлозы имеют только линейную структуру, молекулы же крахмала имеют линейную, но чаще всего разветвлённую. При кавитационном воздействии длинные молекулы целлюлозы кормов разрываются, образуя разветвлённые изометрические крахмальные структуры, часть молекул, как и крахмал, подвергаются гидролизу с образованием сахаров. В результате биотехнологической обработки грубых или сочных кормов питательные вещества за счёт разрушения стенок растительных клеток измельчаются на внутриклеточном уровне, при необходимости используется нагревание до степени пастеризации или стерилизации. При этом протеин, ферменты и витамины, необходимые животному, переходят в более доступную форму. Установлено, что в результате этого повышается переваримость питательных веществ, увеличивается коэффициент конверсии в продукцию [27, 28].

Проведены исследования приготовления корма для крупного рогатого скота путём кавитированной обработки гидролизатов древесины или соломы, технология которой заключается в измельчении и диспергировании в воде. Для получения биологически полноценной смеси добавляется минеральное сырьё, премиксы, микроэлементы, витамины и кальцийсодержащее сырьё. Выявлены оптимальные параметры обработки, так, при режиме 30-100 °С смесь пастеризуют и доводят за 20-120 циклов до гомогенного состояния с крупностью частиц от 1 мкм до 3 мм [29].

Для телят после молочного периода (возраст 3-6 мес.) при переходе на грубые корма наиболее приемлемой физической формой в составе рациона является кашеобразная, которая обеспечивает благоприятные условия для переваривания и усвоения питательных веществ. При приготовлении такого корма может быть использована технология кавитирования, где в качестве сырья используются растительные отходы зернопереработки – отруби, полова, шелуха, жмых, шрот и так далее [30, 31].

Однако необходимо учитывать, что жвачным животным, имеющим многокамерный желудок, для сохранения физиологической моторики желудочно-кишечного тракта, заложённой им природой, наличие грубых кормов в рационе с первозданной структурой или частично обработанном виде обязательно. Физиология пищеварения и обмен веществ у жвачных животных имеют принципиальное отличие от животных с однокамерным желудком. У них благодаря ферментатив-

ной деятельности микроорганизмов желудочно-кишечного тракта изменяются количественные и качественные характеристики почти всех питательных веществ потребляемого корма. Поэтому только с учётом положительных эффектов меньшую часть грубых кормов рациона желателно кавитационно раздробить, разволокнить и перевести часть клетчатки (целлюлозы) в крахмал и сахара [32].

Экономическая целесообразность использования кавитационной обработки кормовых средств для кормления сельскохозяйственных животных оправдывается снижением себестоимости кормов на 15-20 %, высокой производительностью с небольшими энергозатратами, экологической безопасностью, пишут Т.М. Натунчик, В.О. Лемешевский [9].

В итоге, анализ научных данных наряду с актуальностью проблемы, демонстрирует положительные результаты подготовки кормов и балансирующих добавок к скармливанню сельскохозяйственным животным путём кавитирования, однако некоторые моменты вызывают сомнения и даже возражение.

Мы полагаем, использование в структуре рациона жвачных животных кормовых средств рациона, подвергнутых кавитационной обработке, возможно только с учётом обозначенных в статье физиологических особенностей их пищеварительного тракта. Поскольку корма, приготовленные предлагаемой технологией, имеют жидкую или кашеобразную консистенцию, их желателно использовать животным, имеющим однокамерный желудок, а для крупного рогатого скота – конкретную часть от структуры рациона, в зависимости от возраста, половозрастных групп, заданных параметров.

В данном же литературном обзоре ряд авторов [16, 30, 32] считает возможным использование жидких кормов, приготовленных по предлагаемому способу, в составе рационов при выращивании телят (3-6 мес.), откорме молодняка молочных и мясных пород, а также дойного стада крупного рогатого скота.

В этой связи считаем, что определённый интерес и актуальность представляет дальнейшее исследование, включающее эксперименты научного обоснования и практического использования кормовых средств с различным содержанием трудно гидролизующих полисахаридов, подвергнутых кавитационному воздействию, при использовании в составе рационов крупного рогатого скота.

Литература

1. Инновационные биотехнологические разработки // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 3. С. 6-7.
2. Косолапов В., Фицев А., Гаганов А. Качество и эффективность кормов // Животноводство России. 2010. № 11. С. 50-52.
3. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке / С.А. Мирошников, Д.М. Муслюмова, А.В. Быков, Ш.Г. Рахматуллин, Л.А. Быкова // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 7-11.
4. Монахов В.Н., Губкина Е.В. Оптимальное управление кавитацией // Доклады Академии наук. 2008. Т. 420. № 2. С. 172-175.
5. Витаминно-минеральный комплекс: пат. 2195269 Рос. Федерация / М.И. Лазарев, Р.Х. Енилеев. Заявл. 14.02.01; опубл. 27.12.2002, Бюл. № 26.
6. Oberleas D. Mechanism of zinc homeostasis // Journal Of Inorganic Biochemistry. 1996. 62(4): 231-241.
7. Рахимжанова И.А. Эффективность использования озимой ржи и новых компонентов в составе комбикормов, белково-витаминно-минеральных добавок, оптимизации рационов с учётом ненасыщенных жирных кислот для мясного скота: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Оренбург, 2017. 54 с.
8. Cortés R.N.F., Guzmán I.V., Martínez-Bustos F. Effects of Some Extrusion Variables on Physicochemical Characteristics of Extruded Corn Starch-passion Fruit Pulp (*Passiflora edulis*) Snacks // Plant Foods for Human Nutrition. 2014. Dec. 69(4). P. 365-371.

9. Натынчик Т.М., Лемешевский В.О. Новые технологии в кормлении крупного рогатого скота // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2014. № 1. С. 34-37.
10. Никитина А. Кавитационная технология приготовления кормов // Свиноводство. 2011. № 3. С. 64-67.
11. Шестаков С.Д. Основы технологии кавитационной дезинтеграции. М.: ЕВА-пресс, 2001. 253 с.
12. Быков А.В., Назарова Е.С. К вопросу использования кавитации в перерабатывающей промышленности сельскохозяйственного сырья // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Всерос. науч.-метод. конф. Секция Роль прикладной биотехнологии и инженерии в развитии инновационного потенциала региона. Оренбург, 2013. С. 934-935.
13. Денисюк Е.А., Зыкова М.Е. Моделирование процессов обработки жидких кормовых сред // Вестник НГИЭИ. Серия Технические науки. 2013. № 8(27). С. 27-33.
14. Шестаков С.Д. Энергетическое состояние воды и её связываемость биополимерами пищевого сырья: новые возможности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 4. С. 35-37.
15. Мотовилов К.Я. Переработка зерна на кормовые сахара для животных // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 43-45.
16. Шестаков С.Д. Управляемая гидратация биополемеров – безопасный, эффективный и универсальный способ увеличения объёма производимого сельхозсырья и продовольственных продуктов // Эффективш корми та годівля. 2007. № 5. С. 36-38.
17. Мирошников И.С. Влияние высокодисперсных минеральных добавок на рубцовое пищеварение и продуктивность молодняка крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2017. 22 с.
18. Корнейченко В.И., Муслюмова Д.М., Курилкина М.Я. Комплексная оценка и разработка новых методов повышения качества кормов, производимых на территории Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2(77). С. 111-113.
19. Изменение свойств кормосмеси при включении кавитированного жира / Г.И. Левахин, Г.К. Дускаев, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов, И.С. Мирошников, А.Ф. Рысаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 102-105.
20. The study of safe introduction of copper nanoparticles with different physical-chemical characteristics into organisms of animals / О.А. Bogoslovskaya, Е.А. Sizova, V.S. Polyakova et al. // Bulletin of OSU. 2009. 2: 124-127.
21. Мирошников С.А., Муслюмова Д.М. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитированной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 7-11.
22. Мирошников И.С., Васильченко А.С., Яушева Е.В. Физико-химические и биологические характеристики минеральной добавки, подвергнутой кавитационной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 109-115.
23. Мирошников И.С., Холодилина Т.Н., Дускаев Г.К. Физико-химические свойства и переваримость кормовых добавок, подвергнутых кавитационной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 131-135.
24. Влияние разных видов воздействия на физические и биологические свойства кормов с разной степенью минерализации / М.Я. Курилкина, С.А. Мирошников, Т.Н. Холодилина, М.П. Кузнецова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 6. С. 73-75.
25. Сравнительные показатели поступления и переваримости питательных веществ рационов бычков в зависимости от доступности введённого кальция / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, И.С. Мирошников, В.В. Ваншин, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 85-90.
26. Влияние кавитированной минеральной добавки на обмен веществ в организме молодняка крупного рогатого скота / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, И.С. Мирошников, К.Ш. Картекенов, А.Ж. Балмугамбетова // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 75-79.

27. Инновационные технологии кормления на животноводческих комплексах // АПК Эксперт. 2001. № 3. С. 82-85.

28. Инновационные технологии кормления на животноводческих комплексах: материалы 16-й междунар. спец. торг.-пром. выставки «Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2011». М., 2011.

29. Способ получения биологически полноценной кормовой смеси: пат. 2447674 Рос. Федерация / А.В. Сидоров, А.В. Ковалев, И.И. Мошкучело. Заявл. 31.08.10; опубл. 20.04.12.

30. Радчиков В.Ф. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2010. 244 с.

31. Леонов А.В. Инновационные технологии выращивания телят с использованием стартерных комбикормов и новых биологически активных веществ: метод. рекомендации. Тамбов, 2016. 67 с.

32. Лемешевский В.О. Энергетическое питание бычков белорусской чёрно-пёстрой породы при выращивании на мясо: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Горки, 2011. 22 с.

Ширнина Надежда Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Галиев Булат Хабулеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства 460000, г. Оренбург, ул. Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Картекинов Канат Шарипович кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79 e-mail: vniims.or@mail.ru

Балмугамбетова Алия Жакоповна, преподаватель кафедры электротехнологии и электрооборудования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)57-81-52, e-mail: kaf36@orensau.ru

Поступила в редакцию 11 мая 2017 года

UDC 636.082.25

Shirnina Nadezhda Mikhailovna¹, Galiyev Bulat Khabuleevich¹, Kartekenov Kanat Sharipovich¹, Balmugambetova Alia Zhakopovna²

¹ FSBSI «All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding», e-mail: vniims.or@mail.ru

² FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: kaf36@orensau.ru

Biotechnological preparation of feed materials in diets of agricultural animals (review)

Summary. Promising technologies for preparing feed for feeding attract increasing attention of scientists and experts. We have presented a general analysis of experimental results, scientific and practical conclusions of domestic and foreign scientists accumulated regarding cavitation of feed resources. Scientific data along with the urgency of problem show the positive effect of cavitated influence on nutritional value and microbiological state of feed. The generalized scientific material speaks about the prospect of preparing feeds by means of designated biotechnology. However, some details raise doubts and even objection, in this connection, studies on the evaluation of feeds with different content of difficult hydrolysable polysaccharides subjected to cavitation effects and their use in diets of cattle is an important task.

Key words: feed materials, fodder production, biotechnology of fodder production, feed nutrition, carbohydrates, starch, cavitation, agricultural animals.