

Научная статья
УДК 636.22/.28.082:636.088.5
doi:10.33284/2658-3135-105-2-49

Увеличение эффективности производства молока коров при использовании в составе рационов кавитационно обработанных концентратов

Надежда Михайловна Ширнина¹, Баер Серекпаевич Нуржанов², Ильмира Агзамовна Рахимжанова^{3,4}, Валерий Валерьевич Кононец⁵

^{1,2,4,5}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

³Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

¹shirmina.2021@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3908-3865>

²baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>

^{3,4}kaf36@orensau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

⁵vale056@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8482-4466>

Аннотация. Проведённые исследования по испытанию рационов с введением в них кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей в сравнении с традиционной дроблёной зерносмесью показали, что за основной период опыта (182 дн.) более высокий среднесуточный удой молока был в двух опытных группах, получавших в составе рационов кавитированные концентраты. Его значения в опытных группах составляли 13,99 и 14,35 кг молока, в контрольной группе – 11,37 кг, что выше на 23,0 и 26,2 %. При этом валовый надой в среднем на голову составлял в контрольной группе 2070 кг, в опытных – 2545,2 и 2611,7 кг соответственно. Анализ по содержанию в молоке жира и белка у коров подопытных групп показал небольшие различия, их значения находились в пределах 3,48-3,55 % и 3,28-3,30 % соответственно. Пересчёт полученного молока за период опыта на базисную жирность 3,4 % показал увеличение его количества в контрольной группе на 60,88 кг (2,9 %), I опытной – на 112,29 (4,4%) и II опытной – на 61,45 кг (2,4 %) соответственно. В связи с этим у коров базовой группы общее содержание «молочного жира» и «массовой доли белков» за период опыта составило 72,45 кг, I – 90,35 и II – 90,88 кг и 68,1; 84,0; 85,7 кг или выше в 24,7 и 25,4 % и 23,3 и 25,8 %. Данные качественных показателей молока: СОМО, плотность, точка замерзания соответствовали требованиям ГОСТа. Их значения составили в базовой группе по СОМО – 8,25 %, в двух опытных – 8,37; 8,40 %, плотность – 1027,4 кг/м³; 1027,7; 1027,76 кг/м³, точка замерзания во всех вариантах групп 0,529 °С и 0 % воды соответственно. Коэффициент молочности коров сравниваемых групп за весь период опыта равнялся 2,27; 2,81; 2,86.

Ключевые слова: коровы, красная степная порода, рационы, зерносмесь дроблёная, кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби, молочная продуктивность, качественные показатели молока

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

Для цитирования: Увеличение эффективности производства молока коров при использовании в составе рационов кавитационно обработанных концентратов / Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов, И.А. Рахимжанова, В.В. Кононец // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 2. С. 49-59. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-49>

Original article

Increasing the efficiency of cow milk production when using cavitation-treated concentrates as part of diets

Nadezhda M Shirnina¹, Baer S Nurzhanov², Ilmira A Rakhimzhanova^{3,4}, Valeriy V Kononets⁵

^{1,2,4,5}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

³Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

¹shirnina.2021@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3908-3865>

²baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>

^{3,4}kaf36@orensau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

⁵vale056@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8482-4466>

Abstract. The conducted studies on testing diets with the introduction of cavitated grain mixtures and wheat bran in comparison with traditional crushed grain mixture showed that during the main period

of the experiment (182 days) the highest average daily milk yield was in two experimental groups receiving cavitated concentrates as part of the diets. Their values in the experimental groups were 13.99 and 14.35 kg of milk, in the control group 11.37 kg, which is higher by 23.0 and 26.2%. Gross milk yield per head in control was - 2070 kg and two other experimental animals - 2545.2 and 2611.7 kg. An analysis of the content of milk fat and protein in cows of the experimental groups showed small differences, their values were in the range of 3.48-3.55% and 3.28-3.30%, respectively. The recalculation, adjusted for 3.4% basic fat content, from the actual content of the mass fraction of fat, had the accounting indicators of the milk receiving department higher in the control group by 60.88 kg (2.9%) and two experimental ones - 112.29 (4.4 %) and 61.45 kg (2.4%), respectively. An analysis of fat and protein content in the milked milk in the experimental groups of cows showed slight differences, so their values were in the range of 3.48-3.55% and 3.28-3.30%, respectively. In this regard, in base group of the animals the total content of "milk fat" and "mass fraction of proteins" for the main period of the experiment was 72.45, in I - 90.35 and II - 90.88 kg and 68.1; 84.0; 85.7 kg, or higher at 24.7 and 25.4% and 23.3 and 25.8%. Data on quality indicators of milk: DFMR, density, freezing point met the requirements of State Standard. Thus, their values were 8.25% in the base group according to DFMR, and 8.37% in the other two experimental groups; 8.40%, density - 1027.4 kg/m³; 1027.7; 1027.76 kg/m³, freezing point in all options of groups 0.529 °C and 0% water, respectively. The coefficient of milk production of the compared groups for the entire period of the experiment was 2.27; 2.81; 2.86 values.

Keywords: cows of the Red Steppe breed, diets, crushed grain mixture, cavitated grain mixture and wheat bran, milk productivity, quality indicators of milk

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0005).

For citation: Shirnina NM, Nurzhanov BS, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. Increasing the efficiency of cow milk production when using cavitation-treated concentrates as part of diets. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):49-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-49>

Введение.

Обеспечение молочных коров полноценным кормлением в условиях Южного Урала России является сложной задачей, поэтому необходимы определённые решения вопросов по диетике питания (повышение вкусовых и питательных качеств кормов рационов), которая зависит от способов заготовки, приготовления кормов к скармливанию и использования кормовых добавок.

Анализируя биотехнологические приёмы подготовки кормов к скармливанию в сельском хозяйстве, наше внимание привлекла подготовка концентрированных кормов кавитационно. При данной технологии полученный кормовой продукт приобретает влажную форму (60-70 %) гомогенной консистенции, что является наиболее удобоваримой для пищеварения животного.

Эффект кавитации состоит в том, что от энергии ударных волн схлопывающихся пузырьков, которые образуются в результате кавитации, происходит разрушение клеточных стенок и структур растительного сырья, а разогрев до определённой температуры способствует гидролизу крахмала, который превращается в легкоусвояемые вещества: моносахариды, дисахариды, три сахараиды.

Если сделать акцент на данный приём подготовки кормов, то таким кормом могут быть кавитационно обработанные зерносмесь и продукты переработки зернового сырья.

Положительный опыт по применению кавитированного фуражного зерна в составе рациона лактирующих коров отмечен в сельхозпредприятии имени «Щепилова С.В.», в котором повышение продуктивности животных по сравнению с базовым вариантом составило 8,11 % (Щепилова К.А. и Ковальчук А.Н., 2012).

Вопрос использования кавитированных фуражного зерна и отходов его переработки в составе рационов крупного рогатого скота нашёл утвердительное доказательство в исследованиях учёных (Байков А.С., 2020; Ширнина Н.М. и др., 2022).

Необходимость в технологиях, позволяющих перерабатывать имеющиеся в хозяйствах кормовые средства в продукт, содержащий значительные количества сахаров, и делать это мало затратным и экологически безопасным способом, в животноводческой отрасли давно назрела. Повышение вкусовых качеств рациона через увеличение содержания сахаров, с более эффективным

использованием питательных веществ, заключённых внутри клеточных стенок, это решение проблемы через регулировку питания животных, указывает Косолапов А.В. (2017).

В связи с этим вопрос повышения эффективности производства молока коров с использованием нетрадиционной подготовки концентратов в составе рациона рождает позитивно возможное решение.

Выявлено, что в большинстве животноводческих хозяйств России наблюдается дефицит легкоусвояемых углеводов в рационе, который фиксируется от определённых норм на уровне 40-50 %, имея устойчивый характер.

В комплексе полноценного кормления молочного скота сахара занимают значимое место, так как их недостаток является одной из главных причин уменьшения активности микрофлоры рубца, нарушения обмена веществ, что впоследствии предопределяет понижение продуктивности коров и их репродуктивных свойств (Азаубаева Г.С., 2011). Установлено, что повышение в рационах коров до оптимальных количеств сахаров и крахмала (5-6 % и 22-25% от сухого вещества рациона) улучшает условия жизнедеятельности рубцовой микрофлоры, содействуя увеличению жира в молоке. Однако увеличение количества легкопереваримых углеводов сверх норм ведёт к развитию ацидоза и резкому снижению уровня жира в молоке.

Силосно-концентратный тип кормления молочных коров, который в основном практикуется на сельскохозяйственных предприятиях страны, не всегда соответствует сбалансированному полноценному питанию животных. Надлежит отметить, что при данном типе кормления прослеживается низкая обеспеченность животных сахарами. Обеспеченность коров по периодам лактации за счёт грубого, сочного и концентрированных кормов таким важным питательным веществом, как сахара, находится на уровне 32-41 % (Сулова И.А., 2012).

Существующую проблему обеспечения коров легкодоступной энергией, как правило, восполняют концентрированными кормами с низким содержанием жиров, способных быстро превращаться в глюкозу, которая является источником для синтеза молока, не порождая при этом отложение жира в теле животного (Dehghan-banadaky M et al., 2006; Mcgregor G et al., 2006; Sadri H et al., 2007; Soltani A et al., 2009; Некрасов Р. и др., 2013).

Восполнить дефицит сахаров в рационе лактирующих коров возможно только введением балансирующих добавок: сахарная свёкла, морковь, патока или подготовкой корма направленного действия (Olukosi OA et al., 2009; Neubauer V et al., 2020; Ширнина Н.М. и др., 2021; Bhargava N et al., 2021; Koutsoumanis K et al., 2022).

Известно, что отдельные корма по-разному воздействуют на молочную продуктивность коров. В связи с этим необходимо разнообразное кормление животных, при котором в состав рациона должны вводиться высокопитательные, вкусные, охотно поедаемые корма, возбуждающие аппетит.

При этом использование кавитированных концентратов в составе рациона даёт возможность повысить поедаемость сочных и грубых кормов, которые, как правило, недостаточно высокого качества, вместе с таким продуктом корова их съедает лучше и, соответственно, надои могут вырасти.

Цель исследования.

Изучить эффективность использования кавитированных концентратов (зерносмесь и пшеничные отруби) в составе рационов коров красной степной породы в зимне-стойловый период содержания на молочную продуктивность и качественные показатели молока.

Материалы и методы исследования:

Объект исследования. Клинически здоровые коровы красной степной породы 3-4 лактации.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Место проведения эксперимента – сельскохозяйственное предприятие Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиал ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ» и ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>.

Эксперимент организовывался в соответствии с методикой, классическим методом. На начало исследования животных подбирали с учётом их живой массы, продуктивности, возраста и лактации. По принципу пар-аналогов были сформированы 3 группы коров, по 10 голов в каждой.

Содержание подопытных групп животных было одинаковым. Кормление по структуре рациона и общей питательности – идентичным. Рационы всех подопытных групп были составлены согласно детализированным нормам кормления. Отличие заключалось лишь в том, что коровам базового варианта в составе силосно-концентратного рациона скармливали дроблённую зерносмесь, а опытным группам – кавитационно подготовленные концентраты.

При всём том включение в рационы кормления коров опытных групп кавитационно подготовленных концентратов для восполнения дефицита сахаров в рационе не позволило довести этот показатель до соответствия согласно нормам кормления. Проблема восполнения сахаров в рационе молочных коров решалась путём приготовления жидких зерновых кормов, через преобразование трудно гидролизуемых полисахаридов в легкодоступные сахара. Технологический процесс осуществлялся на установке УЖК-1000, с помощью которой также балансировали рацион животных биологически активными веществами, внося расчётное количество готового премикса в жидкую смесь за 10-15 минут до отключения установки.

Основным показателем, позволяющим судить об эффективности использования испытываемых рационов, является молочная продуктивность коров. Её определение осуществляли путём проведения ежедекадных контрольных доек. Характер лактационной кривой – по результатам ежедневных и контрольных доек.

Расчёт коэффициента молочности проводили по формуле:

$$KM = (Y * 100) / Ж,$$

где КМ – коэффициент молочности;

Y – удой за лактацию, кг;

Ж – живая масса, кг.

От каждой коровы один раз в месяц лабораторией селекционного контроля молока в среднесуточной пробе устанавливали качественные показатели продукта.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. УЖК-1000 (ООО По «Сиббиофарм», Россия), автоматизированный измерительный комплекс «Лактан 1-4 М» исполнение 700 (ООО ВПК «СибагроПРИБОР», Россия), баня водяная LOIP LB-160 (АО «ЛОИП», Россия).

Статистическая обработка. Статистическую обработку проводили с помощью с использованием программного пакета «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США), рассчитывая среднюю величину (M), среднеквадратичное отклонение (σ), ошибку стандартного отклонения (m). Уровень значимости считали достоверным при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

Выявлено, что скармливание коровам кавитированных зерносмеси или пшеничных отрубей в составе рационов, отличающихся более высоким содержанием сахаров (на 31,0 % и 18,1 % в пересчёте на сухое вещество некавитированных кормов), а также лучшей биодоступностью пита-

тельных веществ в сравнении с традиционно подготовленными концентратами, положительно влияло на процессы синтеза молока и его компонентов.

Данные, представленные на рисунке 1 показывают, что за основной период опыта (182 дн.) наиболее высоким среднесуточным удоем молока обладали коровы опытных групп, получавшие в составе рациона кавитированные концентраты. В опытных группах он составлял 13,99 и 14,35 кг молока, в контрольной группе – 11,37 кг, что выше на 23,0 и 26,2 %. Известно, что характерным для коров является более высокие удои на начало лактационного периода, а по мере его продолжительности идёт постепенное снижение среднесуточных удоев. Это подтверждается данными рисунка 1 во всех подопытных группах.

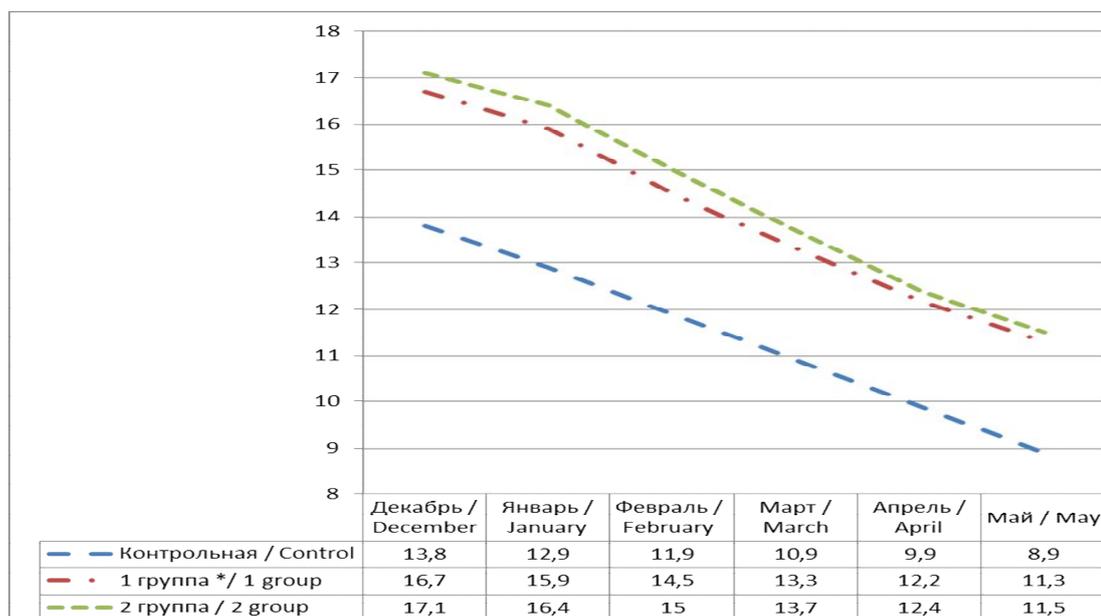


Рис. 1 – Суточный удой на корову, кг
Figure 1 – Daily milk yield per cow, kg

Вместе с тем, если рассматривать надои отдельно за каждый месяц опытного периода во всех группах (рис. 2), прослеживается аналогичная тенденция: в контрольной группе надои за декабрь-май составили 429-276 кг, в опытных I и II – 517,7-350,3 и 530,1-356,5 кг или снизились на 55,43 %, 47,79 и 45,03 % соответственно.

При этом учёт и анализ качественных показателей молока, представленный в таблице 1, свидетельствует, что за основной опытный период от каждой коровы фактический надой молока в среднем составил в контроле 2070 кг, I и II опытных группах – 2545,2 и 2611,7 кг соответственно.

Продуктивность подопытных коров и качественные показатели молока представлены в таблице 1.

Рассматривая качественные характеристики продукта, мы должны напомнить, что оплата на молокозаводах осуществляется за молоко базисной жирности. Базисная жирность – это процентное содержание жира в молоке, установленное для Российской Федерации (согласно ГОСТ Р 52054-2003 базисные ж=3,4 %; б=3,0 %).

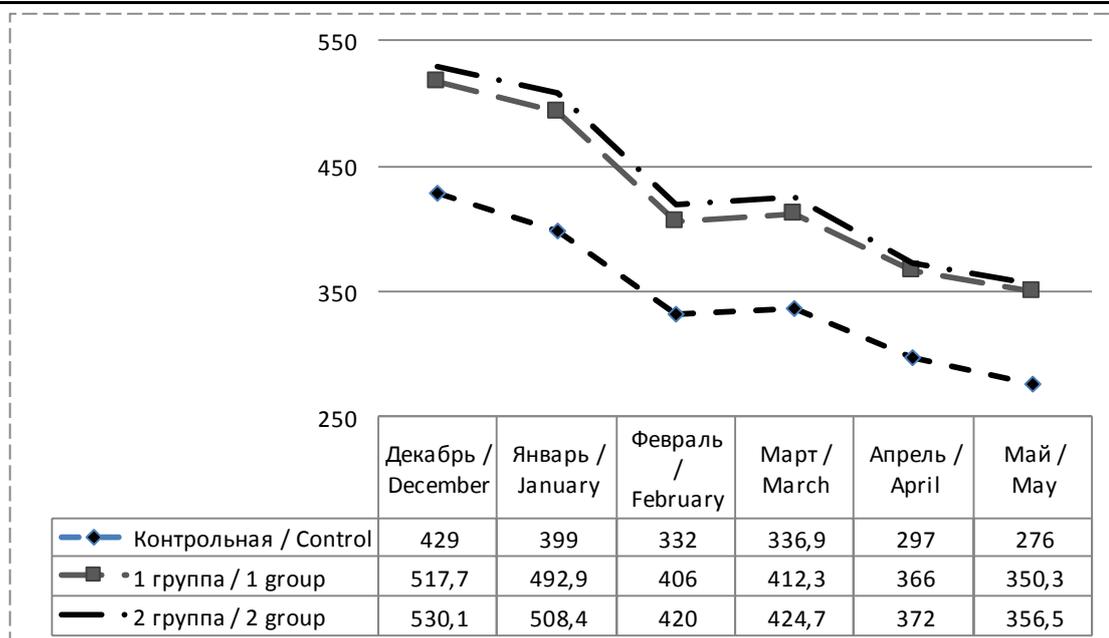


Рис. 2 – Помесячный надой молока на корову за период опыта, кг
Figure 2 – Milk yield per cow for the period of experience, kg

Таблица 1. Продуктивность и качественные показатели
Table 1. Productivity and quality indicators

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	базовая / control	I опытная / I experimental	II опытная / II experimental
Надоено молока на 1 корову, кг / Milk yield per cow, kg	2070,0±1,73	2545,2±0,70***	2611,7±0,40***
Массовая доля жира, % / Mass fraction of fat, %	3,50±0,25	3,55±0,29	3,48±0,02
Молочный жир, кг / Milk fat, kg	72,45±0,05	90,35±0,03***	90,88±0,03***
Массовая доля белка, % / Mass fraction of protein, %	3,29±0,01	3,30±0,06	3,28±0,01
Молочный белок, кг / Milk protein, kg	68,1±0,23	84,0±0,12***	85,7±0,47*

Примечание: * – P≤0,05; *** – P≤0,001; сопоставление с контрольным вариантом
Note: * – P ≤ 0.05; *** – P ≤ 0.001; comparison with the control variant

Пересчёт на базисную жирность проводится по разработанной формуле:

$$K_{\text{м.б.}} = \frac{K_{\text{м.ф.}} \cdot Ж_{\text{м.ф.}}}{Ж_{\text{м.б.}}},$$

где K м.б. – количество молока базисной жирности, кг;
K м.ф. – количество молока фактической жирности, кг;
Ж м.ф. – фактическая жирность молока, %;
Ж м.б. – базисная жирность молока, %.

Данные по пересчёту полученного от коров молока на 3,4 % базисную жирность, свидетельствуют о большем его количестве в контрольной группе на 60,88 кг (2,9 %) и опытных – на 112,29 (4,4 %) и 61,45 кг (2,4 %) соответственно.

В целом анализ по содержанию в полученном молоке жира и белка у подопытных групп коров показал небольшие различия, их значения находились в пределах 3,48-3,55 % и 3,28-3,30 % соответственно. В связи с этим у животных базовой группы общее содержание «молочного жира и» и «массовой доли белков» за основной период опыта составило 72,45, в I – 90,35 и II – 90,88 кг и 68,1; 84,0; 85,7 кг или больше в сравнении с контролем на 24,7 и 25,4 % и 23,3 и 25,8 %.

Данные качественных показателей молока: СОМО, плотность, точка замерзания имели соответствие требованиям ГОСТа. Так, их значения составили в базовой группе по СОМО – 8,25 %, в опытных – 8,37; 8,40 %, плотность – 1027,4 кг/м³; 1027,7; 1027,76 кг/м³, точка замерзания во всех вариантах групп – 0,529 °С и 0 % воды соответственно.

Коэффициент молочности сравниваемых групп за весь период опыта составил 2,27; 2,81; 2,86. Из полученных данных следует, что опытные группы коров имели более высокие коэффициенты по сравнению с базовым вариантом. При этом надлежит заметить, что разница по этому показателю между группами животных, получавших кавитационно подготовленные концентраты, была незначительной.

Органолептическая оценка молока подопытных групп коров соответствовала предъявляемым требованиям ГОСТа 28283-89.

Обсуждение полученных результатов.

Имеющиеся в открытой печати литературные данные использования биотехнологических приёмов подготовки концентрированных кормов к скармливанию свидетельствуют о целесообразности переработки фуражного зерна и отходов мукомольной промышленности в более ценные кормовые продукты, с улучшенными питательными свойствами.

Для повышения молочной продуктивности, улучшения качества молока и его биологической ценности в кормлении сельскохозяйственных животных используются корма богатые крахмалом, сахаром, клетчаткой – пшеница, рожь, горох и продукты их переработки, ячмень, овёс, шроты, дробина, отмечают учёные (Pinotti L et al., 2016; Bonanno A et al., 2019; Храмов А.Г. и др., 2022). Однако в их работах мало внимания уделено отходам переработки зерновых, в частности таким, как отруби пшеничные, которые по классификации кормовых средств относятся к концентрированным кормам.

Известно, что для разрушения трудно гидролизуемых полисахаридов в целлюлозосодержащем растительном сырье чаще всего применяются методы механические, термические, химические и ряд других обработок, использование которых имеет ряд доказанных наукой недостатков. В связи с этим испытание биотехнологической обработки путём кавитационного эффекта с целью повышения питательной ценности не только фуражной зерносмеси, но и отрубей пшеничных при использовании в составе рационов молочных коров, является важным решением.

Так, коровы, получавшие в составе рационов кавитированные зерносмесь и отруби пшеничные, в сравнении с группой животных, кормление которых было с традиционно подготовленными концентратами, имели увеличение среднесуточного удоя при фактической жирности молока на 23,0 и 26,2 % соответственно. Такая же тенденция наблюдалась и по изменению суточного удоя молока.

Органолептическая оценка молока коров, получавших кавитированные корма в составе рационов, соответствует предъявляемым требованиям ГОСТа, при улучшении отдельных показателей физико-химических и технологических свойств по сравнению с аналогами из контрольной группы.

В конечном итоге, внедрение в производство новых передовых технологий кормоприготовления, способствующих увеличению производства продукции и улучшению качества, создаёт значимую предпосылку широкого применения в молочном скотоводстве.

Заключение.

Результаты научно-хозяйственных исследований свидетельствуют о положительном влиянии кавитационно обработанных зерносмеси и пшеничных отрубей в составе рационов молочных коров, на продуктивность и качественные характеристики продукции. От коров опытных групп получено больше молока на 23,0-26,2 % с повышенным содержанием жира и белка на 24,7 и 25,4 % и 23,3 и 25,8 % по сравнению с контрольными аналогами.

Список источников

1. Азаубаева Г.С. Естественная резистентность коров при изменении периода лактации и энергетического питания // Главный зоотехник. 2011. № 1. С. 24-28. [Azaubaeva GS. Estestvennaya rezistentnost' korov pri izmenenii perioda laktatsii i energeticheskogo pitaniya. Glavnyi zootekhnik. 2011;1:24-28. (In Russ.)].
2. Байков А.С. О целесообразности использования кавитированного фуражного зерна и отходов мукомольного производства в рационах молодняка крупного рогатого скота // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 1. С. 158-167. [Baykov AS. On the feasibility of using cavitated feed grain and waste of flour milling in the diets of young cattle. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;1(103):158-167. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-158
3. Восполнение уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров в начале лактации / Р. Некрасов, М. Варенников, М. Чабаев, Н. Анисов, А. Аникин, В. Писарев, В. Турчина // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 3. С. 9-13. [Nekrasov R, Varenikov M, Chabaev M, Anisova N, Anikin A, Pisarev V, Turchina V. Balancing of the metabolic energy level in the high productive cow rations during the early lactation. Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2013;3:9-13. (In Russ.)].
4. Косолапов А.В. Эффективность использования полисахаридов в кормлении высокопродуктивных коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2017. 24 с. [Kosolapov AV. Effektivnost' ispol'zovaniya poli-sakharidov v kormlenii vysokoproduktivnykh korov: avtoref. dis. ... kand .s.-kh. nauk. Moscow; 2017:26 p. (In Russ.)].
5. Повышение молочной продуктивности лактирующих коров / А.Г. Храмцов и др. // Молочная промышленность. 2022. № 3. С. 60-61. [Khramtsov AG, et al. Increase of milk productivity of lactating cows. Dairy Industry. 2022;3:60-61. (In Russ.)]. doi: 10.31515/1019-8946-2022-03-60-61
6. Подготовка кормов с применением технологии кавитирования, способствующих повышению продуктивности молочных коров (обзор) / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова, А.С. Байков // Известия Оренбургского аграрного университета. 2021. № 4(90). С. 266 -270. [Shirniina NM, Galiev BK, I.A. Rakhimzhanova, Baikov AS. Preparation of feeds using cavitation technology, contributing to an in-crease in the productivity of dairy cows (review). Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2021;4(90):266-270. (In Russ.)]. doi: 10.37670/2073-0853-2021-90-4-266-270
7. Сулова И.А. Повышение эффективности производства молока при использовании высокопродуктивными коровами углеводного концентрата: дис. ... канд. с.-х. наук. Вологда-Молочное, 2012. 143 с. [Suslova IA. Povyshenie effektivnosti proizvodstva moloka pri ispol'zovanii vysokoproduktivnymi korovami uglevodnogo kotsentrata. [dissertation] Vologda-Molochnoe; 2012:143 p. (In Russ.)].
8. Ширнина Н.М., Рахимжанова И.А., Кононец В.В. Использование энергии лактирующими коровами красной степной породы при скармливании рационов с концентратами различной подготовки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1(93). С. 248-254. [Shirniina NM, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. The use of energy by lactating cows of the red steppe breed when feeding rations with concentrates of various preparations. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2022;1(93):248-254. (In Russ.)]. doi: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-248-254
9. Щепилова К.А., Ковальчук А.Н. Инновационная технология и оборудование для приготовления кормов в крестьянском фермерском хозяйстве «Щепилова С.В.» // Студенческая наука – взгляд в будущее: материалы Всерос. студ. науч. конф., посвящ. 60-летию КрасГАУ. Красноярск, 2012. Ч. 4. С. 275-277. [Shepilova KA, Koval'chuk AN. Innovatsionnaya tekhnologiya i oborudovanie

dlya prigotovleniya kormov v krest'yanskom fermerskom khozyaistve «Shchepilova SV» (Conference proceedings) Studencheskaya nauka – vzglyad v budushchee: materialy Vseros. stud. nauch. konf., posvyashch. 60-letiyu KrasGAU. Krasnoyarsk; 2012;4:275-277. (*In Russ.*).

10. Bhargava N, Mor RS, Kumar K, Sharanagat VS. Advances in application of ultrasound in food processing: A review. *Ultrason Sonochem.* 2021;70:105293. doi: 10.1016/j.ultsonch.2020.105293

11. Bonanno A, Di Grigoli A, Todaro M, Alabiso M, Vitale F, Di Trana A, Giorgio D, Settanni L, Gaglio R, Laddomada B, Di Miceli G. Improvement of oxidative status, milk and cheese production, and food sustainability indexes by addition of durum wheat bran to dairy cows' diet. *Animals (Basel)*. 2019;9(9):698. doi: 10.3390/ani9090698

12. Dehghan-banadaky M, Corbett R, Oba M. Effects of barley grain processing on productivity of cattle. *Anim Feed Sci Technol.* 2007;137(1-2): 1-24. doi: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2006.11.021

13. Koutsoumanis K, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, Chemaly M, Davies R, Cesare A, Herman L, Hilbert F, Lindqvist R, Nauta M, Peixe L, Ru G, Simmons M, Skandamis P, Sufredini E, Castle L, Crotta M, Grob K, Milana MR, Petersen A, Sagués AXR, Silva FV, Barthélémy E, Christodoulidou A, Messens W, Allende A. The efficacy and safety of high-pressure processing of food. *EFSA J.* 2022;20(3):e07128. doi: 10.2903/j.efsa.2022.7128

14. Mcgregor G, Oba M, Dehghan-banadaky M, Corbett R. Extent of processing of barley grain did not affect productivity of lactating dairy cows. *Anim Feed Sci Technol.* 2007;138(1-2):272-284. doi: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2006.11.023

15. Neubauer V, Petri RM, Humer E, Kröger I, Reisinger N, Baumgartner W, Wagner M, Zebeli Q. Starch-rich diet induced rumen acidosis and hindgut dysbiosis in dairy cows of different lactations. *Animals (Basel)*. 2020;10(10):1727. doi: 10.3390/ani10101727

16. Olukosi OA, Adeola O. Metabolizable energy content of meat and bone meal in corn-soybean meal or corn, wheat and soybean meal diets for broilers. *The Journal of Poultry Science.* 2009;47(3):244-249. doi: 10.2141/jpsa.009121

17. Pinotti L, Ottoboni M, Giromini C, Dell'Orto V, Cheli F. Mycotoxin contamination in the EU feed supply chain: a focus on cereal by-products. *Toxins (Basel)*. 2016;8(2):45. doi: 10.3390/toxins8020045

18. Sadri H, Ghorbani GR, Alikhani M, Babaie M, Nikkhah A. Ground, dry-rolled and steam-processed barley grain for midlactation Holstein cows. *Anim Feed Sci Technol.* 2007;138(2):195-204. doi: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2007.06.025

19. Soltani A, Ghorbani GR, Alikhani M, Samie A, Nikkhah A. Ground versus steam-rolled barley grain for lactating cows: A clarification into conventional beliefs. *J Dairy Sci.* 2009;92(7):3299-3305. doi: 10.3168/jds.2008-1821

References

1. Azaubaeva GS. Natural resistance of cows when changing the period of lactation and energy nutrition. *Chief Zootechnician.* 2011;1:24-28.

2. Baykov AS. On the feasibility of using cavitated feed grain and waste of flour milling in the diets of young cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2020;1(103):158-167. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-158

3. Nekrasov R, Varenikov M, Chabaev M, Anisova N, Anikin A, Pisarev V, Turchina V. Balancing of the metabolic energy level in the high productive cow rations during the early lactation. *Dairy and Beef Cattle Farming.* 2013;3:9-13.

4. Kosolapov AV. Efficiency of using polysaccharides in feeding highly productive cows: abstract dis. ... *Cand. Sci. (Agricultural).* Moscow; 2017:26 p.

5. Khramtsov AG, et al. Increase of milk productivity of lactating cows. *Dairy Industry.* 2022;3:60-61. doi: 10.31515/1019-8946-2022-03-60-61

6. Shirnina NM, Galiev BK, Rakhimzhanova IA, Baikov AS. Preparation of feeds using cavitation technology, contributing to an increase in the productivity of dairy cows (review). *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;4(90):266-270. doi: 10.37670/2073-0853-2021-90-4-266-270
7. Suslova IA. Increasing the efficiency of milk production when using car-bohydrate concentrate by highly productive cows. [dissertation] Vologda-Molochnoe; 2012:143 p.
8. Shirnina NM, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. The use of energy by lactating cows of the red steppe breed when feeding rations with concentrates of various preparations. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;1(93):248-254. doi: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-248-254
9. Shchepilova KA, Koval'chuk AN. Innovative technology and equipment for the preparation of feed in the peasant farm "Schepilov's S.V." (Conference proceedings). *Student Science - a Look Into the Future: Materials of the All-Russian Student Scientific Conference Dedicated to 60th Anniversary of KrasGAU*. Krasnoyarsk; 2012;4:275-277.
10. Bhargava N, Mor RS, Kumar K, Sharanagat VS. Advances in application of ultrasound in food processing: A review. *Ultrason Sonochem*. 2021;70:105293. doi: 10.1016/j.ultsonch.2020.105293
11. Bonanno A, Di Grigoli A, Todaro M, Alabiso M, Vitale F, Di Trana A, Giorgio D, Settanni L, Gaglio R, Laddomada B, Di Miceli G. Improvement of oxidative status, milk and cheese production, and food sustainability indexes by addition of durum wheat bran to dairy cows' diet. *Animals (Basel)*. 2019;9(9):698. doi: 10.3390/ani9090698
12. Dehghan-banadaky M, Corbett R, Oba M. Effects of barley grain processing on productivity of cattle. *Anim Feed Sci Technol*. 2007;137(1-2):1-24. doi: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2006.11.021
13. Koutsoumanis K, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, Chemaly M, Davies R, Cesare A, Herman L, Hilbert F, Lindqvist R, Nauta M, Peixe L, Ru G, Simmons M, Skandamis P, Sufredini E, Castle L, Crotta M, Grob K, Milana MR, Petersen A, Sagués AXR, Silva FV, Barthélémy E, Christodoulidou A, Messens W, Allende A. The efficacy and safety of high-pressure processing of food. *EFSA J*. 2022;20(3):e07128. doi: 10.2903/j.efsa.2022.7128
14. Mcgregor G, Oba M, Dehghan-banadaky M, Corbett R. Extent of processing of barley grain did not affect productivity of lactating dairy cows. *Anim Feed Sci Technol*. 2007;138(1-2):272-284. doi: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2006.11.023
15. Neubauer V, Petri RM, Humer E, Kröger I, Reisinger N, Baumgartner W, Wagner M, Zebeli Q. Starch-rich diet induced rumen acidosis and hindgut dysbiosis in dairy cows of different lactations. *Animals (Basel)*. 2020;10(10):1727. doi: 10.3390/ani10101727
16. Olukosi OA, Adeola O. Metabolizable energy content of meat and bone meal in corn-soybean meal or corn, wheat and soybean meal diets for broilers. *The Journal of Poultry Science*. 2009;47(3):244-249. doi: 10.2141/jpsa.009121
17. Pinotti L, Ottoboni M, Giromini C, Dell'Orto V, Cheli F. Mycotoxin contamination in the EU feed supply chain: a focus on cereal by-products. *Toxins (Basel)*. 2016;8(2):45. doi: 10.3390/toxins8020045
18. Sadri H, Ghorbani GR, Alikhani M, Babaie M, Nikkiah A. Ground, dry-rolled and steam-processed barley grain for midlactation Holstein cows. *Anim Feed Sci Technol*. 2007;138(2):195-204. doi: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2007.06.025
19. Soltani A, Ghorbani GR, Alikhani M, Samie A, Nikkiah A. Ground versus steam-rolled barley grain for lactating cows: A clarification into conventional beliefs. *J Dairy Sci*. 2009;92(7):3299-3305. doi: 10.3168/jds.2008-1821

Информация об авторах:

Надежда Михайловна Ширнина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-987-891-96-55.

Баер Серекпаевич Нуржанов, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)308-179

Ильмира Агзамовна Рахимжанова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой электротехнологии и электрооборудования, Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)77-15-37; консультант отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)308-179

Валерий Валерьевич Кононец, аспирант, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-987-891-96-55.

Information about authors:

Nadezhda M Shirnina, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-987-891-96-55.

Baer S Nurzhanov, Dr. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)308-179

Ильмира А Рахимжанова, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department of Electrical Technology and Electrical Equipment, Orenburg State Agrarian University, 460014, Orenburg, st. A.V. Kovalenko, 4, tel.: 8(3532)77-15-37; Consultant of the Department of Farm Animals Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)308-179

Valeriy V Kononets, postgraduate student, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-987-891-96-55.

Статья поступила в редакцию 23.03.2022; одобрена после рецензирования 25.05.2022; принята к публикации 14.06.2022.

The article was submitted 23.03.2022; approved after reviewing 25.05.2022; accepted for publication 14.06.2022.