

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 636.2.085.55:612.664

ВЛИЯНИЕ КОМБИКОРМА С ВКЛЮЧЕНИЕМ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ЕГО ОБРАБОТКИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

В. В. ВЕЛИКАНОВ, Р. М. СОЛОГУБ, А. Г. МАРУСИЧ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 28.02.2025)

Изучалось влияние комбикорма с включением зерна озимой ржи с различными видами его обработки на физиологическое состояние и обмен веществ лактирующих коров.

В результате исследований установлено, что экструдирование озимой ржи существенно улучшает углеводную полноценность кормов, что отражается на улучшении питания животных. Процесс экструдирования способствует увеличению содержания легкосбраживаемых сахаров в корме, что в свою очередь повышает питательную ценность рациона.

Результаты биохимического анализа крови показали, что содержание глюкозы в сыворотке крови животных, несмотря на начальное снижение в начале эксперимента, значительно возросло в процессе исследования, особенно в опытной группе, где повышение составило 1,24 ммоль/л. Это подтверждает, что экструдированное зерно улучшает углеводный обмен у животных и способствует нормализации уровня глюкозы в крови.

Экструдированные корма обеспечивают более высокий уровень легкоусвояемых углеводов и белков, что положительно сказывается на состоянии здоровья животных и их молочной продуктивности. Замена традиционной зерновой смеси концентратной части рациона лактирующих коров на экструдированное зерно озимой ржи привела к снижению стоимости суточного рациона, что позволило повысить эффективность производства молока.

Ключевые слова: *рожь, молоко, продуктивность, экструдирование, рацион, протеин, углеводы, эффективность.*

The effect of compound feed with the inclusion of winter rye grain with various types of its processing on the physiological state and metabolism of lactating cows was studied.

The research found that extrusion of winter rye significantly improves the carbohydrate value of feed, which is reflected in the improvement of animal nutrition. The extrusion process helps to increase the content of easily fermentable sugars in the feed, which in turn increases the nutritional value of the diet.

The results of the biochemical blood test showed that the glucose content in the blood serum of animals, despite the initial decrease at the beginning of the experiment, increased significantly during the study, especially in the experimental group, where the increase was 1.24 mmol / l. This confirms that extruded grain improves carbohydrate metabolism in animals and helps to normalize blood glucose levels.

Extruded feed provides a higher level of easily digestible carbohydrates and proteins, which has a positive effect on the health of animals and their milk productivity. Replacing the traditional grain mixture of the concentrated part of the diet of lactating cows with extruded winter rye grain led to a decrease in the cost of the daily diet, which made it possible to increase the efficiency of milk production.

Key words: rye, milk, productivity, extrusion, diet, protein, carbohydrates, efficiency.

Введение. Кормление дойных коров представляет собой один из ключевых факторов, определяющих продуктивность, здоровье животных и качество получаемого молока. Эффективное управление рационом способствует не только повышению молочной продуктивности, но и укреплению репродуктивной функции коров, их устойчивости к заболеваниям и общему поддержанию здоровья.

Сбалансированное питание дойных коров требует учета потребностей животных в таких основных компонентах, как белки, углеводы, жиры, витамины и минералы. Эти вещества играют критическую роль в обменных процессах, обеспечивая энергию для роста, лактации и нормального функционирования организма. Недостаток или избыток любого из этих компонентов может привести к негативным последствиям, включая снижение продуктивности, ухудшение качества молока, метаболические нарушения и повышение риска заболеваний [1].

Разработка оптимальных рационов, учитывающих индивидуальные потребности животных в зависимости от их возраста, породы, стадии лактации, условий содержания и климатических факторов, является одной из важнейших задач современного животноводства. Внедрение инновационных технологий кормления и мониторинга состояния животных позволяет оптимизировать процессы питания, что существенно повышает эффективность производства молока [2].

Одним из эффективных методов подготовки кормов к скармливанию является экструзия. Экструзия – обработка целого зерна под действием высокого давления и температуры, в значительной степени повышающая усвояемость питательных веществ. Процесс экструзии заключается в том, что измельченное зерно, попадая в пресс-экструдер, под действием высокого давления (25–60 атм.) и трения разогревается до 150–180 °С и превращается в гомогенную массу. При выходе из пресс – экструдера из-за большого перепада давления гомогенная масса вспучивается (происходит ее «взрыв»). В результате та-

кой обработки крахмал зерна расщепляется до декстринов разной степени сложности и простых сахаров, которые легко перевариваются и усваиваются организмом животного. Экструдированные корма охотнее поедаются животными, при этом уменьшаются случаи желудочно-кишечных заболеваний, повышается продуктивность. По данным исследований Е. В. Славнова, В. А. Ситникова, в экструдированном зерне содержание сахара увеличивалось в 2 раза, декстринов – почти в 5 раз [3, 4, 5].

В опыте В. Коробова, обработка пшеницы и ячменя методом экструзии привела к увеличению питательности экспериментальных комбикормов на 1–2,1 % по сравнению с контрольным вариантом, а также к повышению содержания в них переваримого протеина на 0,4–0,9 %, безазотистых экстрактивных веществ – на 0,2–0,4 и сахара – на 1,6–3,2 % [6].

Усвояемость экструдированных зерновых кормов увеличивается до 90 %, или на 25–30 % по сравнению с размолотым зерном. Благодаря высокой степени стерильности экструдированный корм имеет длительные сроки хранения. Полностью или частично разрушаются антипитательные соединения, такие как уреазы, ингибиторы протеаз, трипсина. Содержание растворимых веществ возрастает в 5–8 раз [7].

За последние годы на кормовые цели расходуется 8–12 % от общего производства ржи. Обычно на фуражные цели используется рожь, не соответствующая требованиям на продовольственное зерно. По сравнению с другими злаковыми культурами рожь имеет полноценный белок, богатый лизином, и довольно высокий уровень обменной энергии [8, 9, 10].

Согласно химическому составу, рожь имеет высокую протеиновую питательность – 12,3 % сырого протеина, незначительно уступая только пшенице по его содержанию (на 0,8 %). Качество протеина ржи характеризуется значительным количеством водо- и солерастворимых фракций. Доля альбуминов составляет 25 %, глобулинов – 30 %. Что касается общей питательности, то рожь не уступает овсу, а по содержанию крахмала превосходит овес, пшеницу, ячмень, имея его в своем составе 518 г в кг. По аминокислотному составу рожь не уступает основным фуражным культурам, и даже превосходит их. И при такой высокой питательности рожь не является основным компонентом комбикормов [8].

Несмотря на высокую энергетическую и протеиновую питательность сходную с другими видами зерна, зерно ржи не находит пока широкого применения из-за некоторых специфических особенностей

ее химического состава. Низкая кормовая ценность этой культуры объясняется высоким содержанием в ней антипитательных факторов, понижающих ее поедаемость и усвояемость животными. К ним относятся пектиновые вещества, пентозаны, глюканы, алкалоидные производные β -алкилрезорцинов, ингибиторы трипсина. Существенным недостатком ржи является поражение спорыньей. Наличие ее в корме приводит к снижению поедаемости и абортam. Содержание β -алкилрезорцинов в муке и зерне озимой ржи находится в пределах 1200–600 мг в 1 кг зерна, а общее содержание антипитательных веществ в озимой ржи может достигать 17,5 %. Специфическая структура крахмальных зерен, способность пектиновых веществ и растворимых белков связывать воду; все эти вещества в пищеварительном тракте животных образуют высоко вязкие растворы, а наличие фитиновой кислоты, пентозанов, пектинов, β -глюканов, танинов, ингибиторов пищеварительных ферментов трипсина и химотрипсина, β -алкилрезорцинов, токсинов грибкового происхождения затрудняет действие пищеварительных ферментов [9].

В животноводстве зерно озимой ржи не рекомендуется использовать в размолотом виде в кормлении даже жвачных животных. Оно должно скармливаться в заквашенном, дрожжеванном, осоложенном и печеном виде для жвачных животных в количестве не более 30 % от дачи концентратов, свиньям – не более 20 %, птице – не более 5 % [11].

Цель работы – изучить влияние комбикорма с включением зерна озимой ржи с различными видами его обработки на физиологическое состояние и обмен веществ лактирующих коров.

Основная часть. Исследования проводились на молочно-товарной ферме ОАО «Лань-Несвиж» Минской области, где был заложен научно-хозяйственный эксперимент в стойловый период 2024 года. Было отобрано 30 коров черно-пестрой породы третьей лактации. Эти коровы были разделены на 3 группы (по 10 коров в каждой). Разделение проводилось с учетом даты рождения, живой массы и фактической продуктивности. Научно-хозяйственный опыт длился 70 дней, он включал два периода: подготовительный (10 дней) и учетный (60 дней). В подготовительном периоде были проанализированы корма, контролировали физиологическое состояние животных.

Схема проведения научно-хозяйственного опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема проведения опыта

Группа	Живая масса, кг	Возраст, лактаций	Месяц лактации	Условия кормления
Контрольная	511,3 ±3,94	3	2	Основной рацион (ОР) ОР + концентраты
Опытная 1	513,7 ±3,75	3	2	ОР + дробленая рожь
Опытная 2	513,7 ±3,75	3	2	ОР + экструдированная рожь

Коровам первой (контрольной) группы давали хозяйственный комбикорм без добавления ржи. Коровам второй опытной группы в комбикорм добавляли 24,5 % дроблёной ржи кормового сорта «Подарок». Животным третьей группы добавляли 24,5 % экструдированной ржи того же сорта. Среднесуточные рационы кормления подопытных коров включали сено люцерно-тимофеечное – 3 кг, сенаж из многолетних трав – 10 кг, силос кукурузно-рапсовый – 24 кг, комбикорм – 9 кг и паток – 1 кг.

Общая питательность рационов всех групп составила 20,4 ЭКЕ, что соответствует суточному надою на уровне 25 кг молока.

Биохимические исследования сыворотки крови проводили на автоматическом анализаторе «ЭКСПРЕСС+» компании Siemens. Определяли содержание общего белка, альбуминов, мочевины, холестерина, триглицеридов, глюкозы, общего кальция, неорганического фосфора и активность ферментов трансаминирования (аспартатаминотрансфераза (АсАТ), аланинаминотрансфераза (АлАТ)), амилаза и щелочная фосфатаза.

Взятие крови проводили из яремной вены у пяти животных из каждой группы утром до кормления с соблюдением правил асептики. Исследования проводили дважды за время научно-хозяйственного опыта.

Химический состав и питательность кормов определяли с использованием автоматического лабораторного оборудования фирмы («Velp», Италия). Обработывали экспериментальные данные с определением уровня вероятности Р с использованием таблицы Стьюдента и программы Microsoft Excel.

Комбикорма были сбалансированы по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ (табл. 2).

Таблица 2. Рецепты применяемых комбикормовых смесей

Рецепт комбикорма	Стандартный	С дробленой рожью	С экструдированной рожью
Компоненты, %	Содержится, %		
Отруби пшеничные	30,8	30,8	30,8
Шрот подсолнечный (СП 34,7-38%)	20,0	20,0	20,0
Пшеница	10,0	–	–
Соль поваренная пищевая Экстра	1,0	1,0	1,0
Бутирекс С4	0,05	0,05	0,05
Монокальцийфосфат кормовой	0,7	0,7	0,7
Кормовой продукт ячменный	10,0	–	–
Рожь экструдированная	–	–	25,0
Рожь дробленая	–	25,0	–
Дрожжи кормовые СП 41-45%	5,0	5,0	5,0
Премикс ДП60-3	1,0	1,0	1,0
Мел молотый	0,5	0,5	0,5
Тритикале	5,0		
Овес	16,0	16,0	16,0
Итого:	100	100	100
Содержится в 100 г комбикорма, %			
Обменная энергия, МДж	204,00	196,74	207,84
Сырой протеин, г	2051,50	2051,50	2960,95
Сырой жир, г	690,00	783,84	737,29
Сырая клетчатка, г	5443,25	5468,48	5417,03
Лизин, г	72,78	81,72	102,05
Метионин+цистин, г	76,63	84,34	75,77
Триптофан, г	23,90	26,84	34,44
Кальций, г	191,50	190,76	195,42
Фосфор, г	72,40	77,30	90,78
Магний, г	32,65	35,10	45,39
Калий, г	320,38	332,01	350,88
Сера, г	32,90	34,62	41,97
Железо, мг	5127,40	5281,75	5654,15
Медь, мг	135,70	152,11	174,66
Цинк, мг	509,81	558,81	637,21
Марганец, мг	1279,11	1353,59	1369,76
Кобальт, мг	3,71	3,88	4,40
Йод, мг	16,40	16,40	20,72
Каротин, мг	878,60	825,00	878,60
Витамин Д, МЕ	19865,00	14720,00	19865,00
Витамин Е, мг	2409,50	735,00	2269,85

Был проведен зоотехнический анализ зерна, обработанного различными методами. В результате было обнаружено, что после обработки методом экструдирования, концентрация обменной энергии в зерне

увеличивается на 5,43 %, сырого протеина – на 35,13 %, а сумма сахаров – на 71,93 %.

Наиболее важным критерием биоресурсного потенциала и физиологического состояния обмена веществ в организме является белковый состав сыворотки крови. В своих исследованиях мы изучали концентрацию общего белка и его фракций, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание белка и его фракций в сыворотке крови

Показатели	Группы		
	1 – контрольная	2 – опытная	3 – опытная
Подготовительный период (n=5)			
Общий белок, г/л	72,80 ± 2,33	74,60 ± 4,04	73,80 ± 2,58
Альбумины, г/л	45,00 ± 1,22	42,00 ± 1,14	40,60 ± 1,81
Глобулины, г/л	55,65±1,10	53,14±1,22	52,83 ± 1,38
А/Г	0,81	0,79	0,76
Опытный период (n = 5)			
Общий белок, г/л	74,50 ± 2,56	73,70 ± 2,06	74,25 ± 2,21
Альбумины, г/л	35,66 ± 0,65**	36,40 ± 0,74	40,14 ± 3,84
Глобулины, г/л	48,5±1,03	48,96±0,76**	51,52 ± 2,41
А/Г	0,74	0,73	0,77

Примечание: здесь и далее **P≤0,01.

Анализ приведенных в таблице данных фактического содержания общего белка и его фракций в сыворотке крови показал, что значения этих показателей у дойных коров в подготовительном периоде были в пределах 72,8–74,6 г/л общего белка, 40,6–45,0 г/л альбуминов и 52,83–55,65 г/л – глобулинов. За время эксперимента кормление различными рационами не повлияло на концентрацию общего белка.

У животных первой и третьей группы уровень общего белка увеличился на 2,34 % и 0,61 % соответственно, а у второй группы он уменьшился на 1,21 %. Содержание альбуминов у дойных коров во всех группах имело тенденцию к снижению. У животных контрольной группы снижение составило 20,76 %, у дойных коров второй группы – 13,3 %, а у третьей группы – всего 1,12 %.

Оценка обменных процессов проводилась по динамике показателей белкового, углеводного и липидного обмена. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4. Биохимические показатели сыворотки крови дойных коров

Показатели	Группа		
	1 – контрольная	2 – опытная	3 – опытная
Подготовительный период (n=5)			
Мочевина, ммоль/л	6,87 ± 0,22	6,75 ± 0,28	7,07 ± 0,07
Холестерин, ммоль/л	4,55 ± 0,34	4,18 ± 0,39	4,62 ± 0,27
Триглицериды, ммоль/л	0,20 ± 0,03	0,22 ± 0,05	0,17 ± 0,04
Глюкоза, ммоль/л	1,88 ± 1,04	2,14 ± 0,30	1,87 ± 0,22
Амилаза, Е/л	51,20 ± 5,43	53,20 ± 2,58	52,00 ± 5,62
АсАТ, Е/л	77,00 ± 6,70	75,80 ± 6,21	77,20 ± 10,68
АлАТ, Е/л	38,80 ± 2,40	41,60 ± 5,18	42,40 ± 3,01
Общий кальций, ммоль/л	2,42 ± 0,04	2,40 ± 0,03	2,39 ± 0,04
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,13 ± 0,04	1,13 ± 0,02	1,16 ± 0,03
Щелочная фосфатаза, Е/л	105,20 ± 11,79	91,60 ± 7,33	99,40 ± 9,13
Опытный период (n = 5)			
Мочевина, ммоль/л	6,56 ± 0,32	6,19 ± 0,29	6,13 ± 0,49
Холестерин, ммоль/л	5,16 ± 0,53	4,85 ± 0,44	4,92 ± 0,66
Триглицериды, ммоль/л	0,14 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,17 ± 0,03
Глюкоза, ммоль/л	2,49 ± 0,08	2,30 ± 0,14	2,36 ± 0,17
Амилаза, Е/л	60,80 ± 1,28	61,60 ± 1,75	58,40 ± 1,12
АсАТ, Е/л	70,58 ± 4,60	73,42 ± 3,52	77,44 ± 6,59
АлАТ, Е/л	62,6 ± 2,73	69,20 ± 6,66	65,20 ± 8,00
Общий кальций, ммоль/л	2,19 ± 0,04	2,14 ± 0,05	2,14 ± 0,06
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,90 ± 0,07**	1,05 ± 0,15	1,10 ± 0,05
Щелочная фосфатаза, Е/л	67,20 ± 5,21**	53,80 ± 4,36**	61,00 ± 7,10**

Примечание: здесь и далее ** $P \leq 0,01$.

Как показывают данные, представленные в табл. 4, за время проведения опыта у животных всех опытных групп наблюдалось снижение содержания азота мочевины в сыворотке крови до верхней границы физиологической нормы (6,13–6,56 ммоль/л). Высокие значения уровня мочевины в крови животных перед началом опыта могут быть связаны с избыточным всасыванием аммиака в кровь.

Снижение содержания мочевины у коров опытных групп совпадает с динамикой уровня общего белка: в контроле ее снижение составило 4,51 %, во второй и третьей группах – 8,3 % и 13,5 % соответственно.

Минимальная концентрация мочевины была обнаружена у дойных коров третьей группы (6,13 ммоль/л, $P > 0,05$), что на 6,55 % ниже контрольных показателей и может косвенно свидетельствовать о более интенсивном азотистом обмене.

Процессы переаминирования находятся на границе белкового и углеводного обменов: чем выше уровень переаминированных аминокислот, тем активнее протекает углеводный обмен и наоборот.

У жвачных животных углеводный обмен играет значительную роль в определении уровня и интенсивности других видов обмена. Концентрация холестерина была низкой и составляла в среднем 1,9–2,3 ммоль/л, что является нормой для дойных коров. За 60 дней лактации концентрация холестерина увеличилась до 2,6–2,9 ммоль/л у животных всех групп.

Это свидетельствует о повышении интенсивности липидного обмена в организме коров в период лактации. Белковый обмен у жвачных животных характеризуется высокой интенсивностью синтеза белка для обеспечения роста и развития плода, а также для восстановления потерь белка, связанных с лактацией.

В подготовительный период уровень общего белка в крови коров был в пределах нормы (70–75 г/л), а за 60 дней лактации он увеличился на 10–15 %.

Таким образом, результаты исследования показывают, что у жвачных животных, в данном случае дойных коров, углеводный, липидный и белковый обмены тесно взаимосвязаны и активно регулируются в процессе лактации для обеспечения потребностей растущего плода и поддержания нормальной жизнедеятельности организма матери.

В подготовительный период концентрация кальция и фосфора в крови дойных коров соответствовала норме и составляла 2,39–2,42 ммоль/л кальция и 1,13–1,16 ммоль/л фосфора. Через 60 дней после начала эксперимента концентрация кальция в крови во всех группах животных снижалась на 9,5 – 10,8 %.

Также было установлено снижение концентрации неорганического фосфора во 2-й и 3-й группах на 7,08 % и 5,17 % соответственно, при значительном увеличении его содержания у животных 1-й группы на 68,14 %. Во всех группах наблюдалось снижение активности щелочной фосфатазы на 36,12–42,14 %. При этом наименьшая активность щелочной фосфатазы была отмечена у животных второй группы – 55,8 Е/л. Этот показатель был ниже, чем у животных контрольной и третьей групп, на 16,96 % и 8,52 % соответственно.

Молочная продуктивность коров при скормливании в составе комбикорма экструдированного зерна ржи была выше на 3,55 % по сравнению с животными, получавшими комбикорм без нее. Наблюдалась

тенденция к увеличению содержания жира и белка в молоке (на 0,03 и 0,02 п.п. соответственно).

Заключение. Экструдирование зерна озимой ржи приводит к повышению его питательной ценности. Содержание обменной энергии увеличилось на 13,58 МДж, содержание сырого протеина увеличилось на 112,7 г, сумма сахаров увеличилась на 85,5 г. Скармливание комбикорма с включением зерна озимой ржи не оказывает отрицательного влияния на течение обменных процессов у дойных коров. Улучшился обмен веществ, отмечалось повышение уровня альбуминов в сыворотке крови на 12,56 %, повышение активности АсАТ и АлАТ на 0,31 и 53,77 % соответственно, увеличение интенсивности азотистого обмена (снижение содержания мочевины на 6,55 %), повышение активности амилазы на 12,31–18,75 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляхтунов, В. И. Скотоводство: учебник / В. И. Шляхтунов, А. Г. Марусич. – 2-е изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 480 с.
2. Шупик, М. В. Кормление крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей / М. В. Шупик [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 236 с.
3. Ситников, В. А. Использование зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении коров: монография / В. А. Ситников, Н. А. Морозков. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 134 с.
4. Ситников, В. А. Нетрадиционный способ подготовки концентрированных кормов и результаты скармливания их животным / В. А. Ситников, Н. А. Морозков, Е. В. Славнов // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 3. – С. 52–55.
5. Славнов, Е. В. Получение концентрированных кормовых добавок экструзионной обработкой зерна озимой ржи с оценкой пищевой ценности / Е. В. Славнов, В. П. Коробов // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 2 (44). – С. 80–83.
6. Коробов, В. П. Экструзия озимой ржи – один из путей развития кормовой базы на Урале // Вестник Пермского научного центра / В. П. Коробов, В. А. Ситников, Е. В. Славнов. – 2009. – № 3. – С. 56–63.
7. Ларионов, В. Н. Экструзия зерновых кормов и её влияние на продуктивность животных // Технологии кормопроизводства / В. Н. Ларионов. – 2018. – № 4. С. 32–35.
8. Баканов, В. Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В. Н. Баканов, В. К. Минькин. – Москва: Агропромиздат, 2003. – 187 с.
9. Макарецев, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н. Г. Макарецев. – Калуга: Ноосфера, 2012. – 640 с.
10. Хохрин, С. Н. Кормление сельскохозяйственных животных / С. Н. Хохрин. – Москва: КолосС, 2004. – 692 с.
11. Шпаков, А. П. Кормовые нормы и состав кормов / А. П. Шпаков [и др.]. – 2-е изд. – Витебск: ВГАВМ, 2005. – 376 с.