

Елена Юрьевна Цис^{1✉}, Василий Мартынович Дуборезов²

^{1,2}ФИЦ животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Московская область, Россия

¹tsis-elen@yandex.ru

²korma10@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ КОРОВАМ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ КОРМЛЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА

Цель исследований – изучение влияния скармливания суспензии хлореллы в качестве пребиотической добавки на продуктивность и компонентный состав молока коров при разном уровне кормления. Коровам, находящимся в начале лактации, дополнительно к основному рациону скармливали суспензию микроскопических водорослей рода хлореллы. В первом этапе эксперимента – концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона составляла 11 МДж, сырого протеина – 16,8 %; во втором этапе эксперимента – 10,8 МДж и 16,5 % соответственно. Скармливание пребиотической добавки коровам при высоком уровне кормления оказало положительное влияние на увеличение молочной продуктивности и способствовало изменению химико-физических свойств полученного молока. За первый месяц эксперимента различия по среднесуточному удою составили 2,79 кг молока в пользу опытной группы. В молоке коров опытной группы отмечено более высокое содержание сухого вещества. Низкое содержание жира и белка в молоке обеих групп подопытных животных в первый месяц исследований свидетельствует о недостатке энергии в рационе и восполнении энергетических запасов за счет резервов организма новотельных коров. При снижении уровня кормления во второй половине эксперимента падение продуктивности продолжилось. Среднесуточный удой снизился: в контрольной группе за третий месяц – на 2,88 кг, за четвертый – на 0,92 кг; в опытной – на 2,21 и 1,29 кг соответственно. При этом компонентный состав молока коров контрольной группы имел более высокие показатели. К концу опыта продуктивность коров, получавших пребиотическую добавку, оказалась достоверно выше по сравнению с животными контрольной группы – на 4,17 кг. Анализ состава молока показал, что в рационе сохранен баланс энергии и протеина, в то время как в контрольной группе отмечен избыток энергии.

Ключевые слова: коровы, уровень кормления, пребиотическая добавка, молочная продуктивность, компонентный состав молока

Для цитирования: Цис Е.Ю., Дуборезов В.М. Влияние скармливания пребиотической добавки коровам при разном уровне кормления на продуктивность и качество молока // Вестник КрасГАУ. 2025. № 7. С. 151–160. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-7-151-160.

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ № FGGN-2024-0016.

Elena Yuryevna Tsis^{1✉}, Vasily Martynovich Duborezov²

^{1,2}Federal Research Center of Animal Husbandry - All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L.K. Ernst, Podolsk, Moscow Region, Russia

¹tsis-elen@yandex.ru

²korma10@yandex.ru

EFFECT OF FEEDING PREBIOTIC SUPPLEMENT TO COWS AT DIFFERENT FEEDING LEVELS ON MILK PRODUCTIVITY AND QUALITY

*The aim of research is to investigate the effect of feeding a *Chlorella* suspension as a prebiotic supplement on the productivity and component composition of milk in cows at different feeding levels. Cows at the beginning of lactation were fed a suspension of microscopic algae of the genus *Chlorella* in addition to the main ration. In the first stage of the experiment, the concentration of exchange energy in the dry matter of the ration was 11 MJ, crude protein – 16.8 %; in the second stage of the experiment – 10.8 MJ and 16.5 %, respectively. Feeding the prebiotic supplement to cows at a high feeding level had a positive effect on increasing milk productivity and contributed to a change in the chemical and physical properties of the obtained milk. During the first month of the experiment, the differences in average daily milk yield were 2.79 kg of milk in favor of the experimental group. A higher dry matter content was noted in the milk of cows in the experimental group. The low fat and protein content in the milk of both groups of experimental animals in the first month of the study indicates a lack of energy in the diet and replenishment of energy reserves at the expense of the body reserves of fresh cows. With a decrease in the feeding level in the second half of the experiment, the decline in productivity continued. The average daily milk yield decreased: in the control group in the third month – by 2.88 kg, in the fourth – by 0.92 kg; in the experimental group – by 2.21 and 1.29 kg, respectively. At the same time, the component composition of milk of cows in the control group had higher indicators. By the end of the experiment, the productivity of cows receiving the prebiotic supplement was significantly higher compared to animals in the control group – by 4.17 kg. Analysis of the composition of milk showed that the balance of energy and protein was maintained in the diet, while in the control group there was an excess of energy.*

Keywords: cows, feeding level, prebiotic supplement, milk productivity, component composition of milk

For citation: Tsis EYu, Duborezov VM. Effect of feeding prebiotic supplement to cows at different feeding levels on milk productivity and quality. *Bulletin of KSAU*. 2025;(7):151-160. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-7-151-160.

Financing: the work was carried out within the framework of a state assignment with financial support for fundamental scientific research of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation № FGGN-2024-0016.

Введение. В современных условиях интенсификации молочного скотоводства наряду с продуктивностью пристальное внимание необходимо уделять также качественному составу молока. Коровье молоко в питании человека занимает значимую роль, так как содержит такие питательные вещества, как белок, сахар, жир, является источником макро-, микроэлементов и витаминов [1]. Однако с увеличением молочной продуктивности животных получение молока и молочных продуктов, отвечающих потребительским свойствам, становится все более проблематичным [2].

Для реализации высокого генетического потенциала продуктивности, восстановления массы тела после отела и синтеза качественного молока животные нуждаются в повышенном поступлении питательных веществ [3]. В начале лактации у коров, в силу физиологических особенностей организма, потребление кормов ограничено [4].

При необеспеченности организма элементами питания корова расходует на производство молока свои запасы пластических веществ и, как правило, сначала снижает свою живую массу тела, а затем и удой молока. Обеспечить корову энергией и необходимыми элементами питания можно двумя путями: первый – увеличение их содержания в сухом веществе рациона [3, 5]; второй – повышение их трансформации в продукцию, что связано с формированием желательной микробиоты в рубце коровы, где за счет взаимоотношений микроорганизмов происходит превращение растительных кормов в энергию.

Изменения в микробной среде рубца, вызванные включением в рацион животных кормовых добавок, обладающих пробиотическим или пребиотическим действием, влияют на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта, метаболический статус коровы, что обычно отражается на составе биологических жидкостей, таких как кровь, моча, слюна и молоко. Таким образом,

неинвазивная диагностика биологической жидкости, такой как молоко, является диагностической мерой и может являться альтернативой анализу крови для определения метаболического статуса и состояния здоровья коров [6].

В. Дуборезов и соавторы (2023) считают, что «сформированная при помощи таких препаратов симбионтная флора рубца коровы, благодаря ферментационной активности (амилолитической, протеолитической, целлюлозолитической и др.), способна синтезировать многие БАВ, которые, всасываясь в кровеносное русло, активно участвуют в энергетическом и витаминном обменах, играя важную роль в жизнеобеспечении организма хозяина. Повышение переваримости и усвояемости питательных веществ рациона приводит к увеличению продуктивности, нормализации обмена веществ, снижению затрат корма на производство единицы продукции и в конечном итоге к улучшению экономических показателей в молочном скотоводстве» [7].

Исследования, проведенные рядом авторов, подтверждают, что в качестве пребиотиков могут служить микроскопические водоросли. Их химический состав богат питательными веществами и сильно варьируется в зависимости от применяемой технологии, вида микроскопических водорослей и других условий. В сухом веществе различных видов микроскопических водорослей в среднем содержится 35–74 % белка; 12–59 % углеводов (в основном полисахаридов); от 6 до 86 % различных классов липидов (стеролы и длинноцепочечные, полинасыщенные жирные кислоты [8, 9].

Наиболее широкое применение в животноводстве получили микроводоросли рода *Chlorella*. В то же время, по утверждению некоторых исследователей, на качественные и количественные показатели микроводорослей *Chlorella vulgaris* оказывают влияние условия культивирования [10, 11]. В этой связи способы их производства постоянно совершенствуются, один из которых заключается в том, что культивирование хлореллы происходит в инновационном фотобиореакторе, позволяющем увеличивать энергоэффективность за счет достижения требуемого уровня освещения клеток культивируемого микроорганизма и обеспечения равномерного облучения по всему объему емкости.

Цель исследований – изучение влияния скармливания суспензии хлореллы, культивируемой инновационным способом, коровам молочного направления на удой и компонентный состав молока на рационах различной питательности [12].

Задачи: изучить у коров в начале лактации молочную продуктивность, состав молока; определить обеспеченность организма энергией и протеином при использовании в рационе суспензии хлореллы.

Объекты и методы. Опыт проведен в условиях племенного хозяйства АО «Наро-Осановский» (Московская обл.). Объектом исследований явились высокопродуктивные коровы (2–3-я лактация), подобранные по принципу пар-аналогов с учетом возраста отела, живой массы, продуктивности. Для выполнения поставленных задач подопытные коровы были распределены на две группы по 12 голов в каждой. Рацион подопытных животных включал объемистые корма и комбикорм, произведенные в хозяйстве, соответствовал по сбалансированности детализированным нормам [13].

На первом этапе исследований (0–60-й день) рацион характеризовался следующими показателями: 11,0 МДж ОЭ и 16,8 % протеина (в сухом веществе). Вторая часть опыта, которая проходила с 61-го по 120-й день, отмечена снижением питательности до 10,8 МДж ОЭ и до 16,5 % по уровню протеина. На протяжении всего опыта раз в сутки каждой корове экспериментальной группы скармливали микроскопические водоросли рода *Chlorella vulgaris* в объеме одного литра. Культивирование хлореллы происходило в инновационном фотобиореакторе в условиях ООО «Амфор» (Россия).

Учет молочной продуктивности и отбор проб с дальнейшим определением компонентного состава молока проводили ежемесячно с помощью современного оборудования: молокомер МК 5 и CombiFoss FT+ (Дания) по стандартным методикам (ГОСТ 26809.1-2014 «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молочносодержащие продукты»). Оценку баланса энергии и протеина рациона коров определяли по соотношению концентрации мочевины и массовой доли белка в молоке [14].

Полученный в ходе исследований материал подвергли биометрической обработке [15] с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Скармливание пребиотической кормовой добавки коровам при высоком уровне кормления оказало положительное влияние на увеличение молочной

продуктивности и в то же время привело к некоторому изменению химико-физических свойств полученного молока. За первый месяц эксперимента (30 дней) различия по среднесуточному удою составили 2,79 кг молока в пользу опытной группы (табл. 1).

Таблица 1

**Продуктивность и физико-химические показатели молока коров
в первой половине эксперимента (M ± m, n = 12)
Productivity and physico-chemical parameters of milk of cows
in the first half of the experiment (M ± m, n = 12)**

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
На 30-й день исследования		
Среднесуточный удой, кг	32,96±1,19	35,75±1,93
Содержание жира, %	3,47±0,06	3,48±0,12
Содержание белка, %	3,13±0,06	3,05±0,06
Содержание СВ, %	12,06±0,12	12,07±0,25
Содержание СОМО, %	9,70±0,06	9,73±0,05
Содержание лактозы, %	4,91±0,05	4,96±0,05
Содержание мочевины, мг/дл	23,65±0,49	23,39±1,09
Оценка баланса энергии и протеина в рационе	Недостаток энергии	Недостаток энергии
На 60-й день исследования		
Среднесуточный удой, кг	30,38±1,31	34,25±1,90*
Содержание жира, %	3,83±0,08	3,71±0,05
Содержание белка, %	3,37±0,07	3,27±0,07
Содержание СВ, %	12,64±0,20	12,39±0,15
Содержание СОМО, %	10,04±0,09	9,93±0,08
Содержание лактозы, %	4,94±0,05	4,95±0,05
Содержание мочевины, мг/дл	24,66±0,60	22,45±0,82*
Оценка баланса энергии и протеина в рационе	Баланс энергии и протеина	Баланс энергии и протеина

Здесь и далее: достоверно при *p <0,05; **p <0,01; *p <0,10.

Также в опытной группе отмечено более высокое содержание в молоке сухого вещества.

Низкое содержание жира и белка в молоке обеих групп подопытных животных в первый месяц исследований свидетельствует о недостатке энергии в рационе и восполнении энергетических запасов за счет резервов организма новотельных коров.

Баланс энергии отмечен на 60-й день эксперимента, но при этом произошло снижение продуктивности. Однако в контрольной группе среднесуточный удой уменьшился на 2,58 кг, а в

опытной, получавшей суспензию хлореллы, – на 1,5 кг. По другим показателям состава молока существенных различий не наблюдалось, при этом отмечалось некоторое увеличение их значений.

Понижение питательности рационов сопровождалось снижением удоев. В контроле данный показатель уменьшился на 2,88 кг за третий и на 0,92 кг – за четвертый месяц опыта. Однако молоко данной группы характеризовалось более высокими показателями по сравнению с продукцией коров опытной группы (табл. 2).

**Продуктивность и физико-химические показатели молока коров
во второй половине эксперимента ($M \pm m$, $n = 12$)**
**Productivity and physico-chemical indices of milk of cows
in the second half of the experiment ($M \pm m$, $n = 12$)**

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
На 90-й день исследования		
Среднесуточный удой, кг	27,50±1,77	32,04±2,06*
Содержание жира, %	3,93±0,07	3,96±0,10
Содержание белка, %	3,57±0,09	3,44±0,08+
в том числе казеина, %	3,10±0,05	3,14±0,06
Содержание СВ, %	13,30±0,17	13,26±0,17
Содержание СОМО, %	10,18±0,10	10,11±0,05
Содержание лактозы, %	4,78±0,08	4,87±0,05
Содержание мочевины, мг/дл	30,11±1,64	30,51±1,67
Оценка баланса энергии и протеина в рационе	Баланс энергии и протеина	Баланс энергии и протеина
На 120-й день исследования		
Среднесуточный удой, кг	26,58±1,70	30,75±1,77*
Содержание жира, %	4,09±0,15	3,76±0,03*
Содержание белка, %	3,67±0,12	3,43±0,07**
Содержание СВ, %	13,38±0,23	12,82±0,18*
Содержание СОМО, %	10,33±0,11	10,18±0,09
Содержание лактозы, %	4,82±0,08	4,95±0,05+
Содержание мочевины, мг/дл	23,03±0,77	20,83±0,90*
Оценка баланса энергии и протеина в рационе	Избыток энергии	Баланс энергии и протеина

К концу опыта продуктивность коров, получавших пребиотическую добавку, оказалась достоверно выше по сравнению с животными контрольной группы – на 4,17 кг. При этом анализ состава молока показал, что в рационе сохранен баланс энергии и протеина, в то время как в контрольной группе отмечен избыток энергии.

Известно, что лактационная деятельность характеризуется нарастанием интенсивности молокообразования в первые 100 дней лактации с достижением максимума на 2–4-й месяц лактации. После достижения пика лактации происходит в одних случаях постепенное, в других быстрое снижение количества получаемого молока. Это связано с гормональным статусом животных, наступлением охоты, плодотворным осеменением и другими факторами. В результате нового физиологического состояния организма животных меняется и компонентный состав молока.

Результаты исследований по изучению скармливания пребиотической добавки животным опытной группы показали, что с момента пика лактации отмечено равномерное снижение секреции молока на 4–6 % в месяц. В натуральном выражении отмечено снижение удоя на 1,5 кг по первому и на 3,5 кг по второму этапам. В контрольной группе удой падал интенсивнее – на 7–9 %, что в количественном выражении по молоку составило: минус 2,58 кг и минус 3,80 кг соответственно по периодам опыта. В результате суточный удой снизился на 6,38 кг молока против 5 кг у животных, получавших пребиотическую добавку.

Содержание жира в молоке подопытных коров закономерно увеличивалось к концу первой фазы лактации. Так, в начале исследований содержание жира в молоке находилось на уровне 3,47–3,48 %, в период доминанты лактации – 3,83 % в контроле и 3,71 % в группе животных,

получавших пребиотическую добавку на основе микроскопических водорослей. Во втором этапе исследований у аналогов контроля отмечено увеличение содержания жира в молоке в среднем на 0,18 абсолютных единиц, в группе получавших пребиотическую добавку – на 0,15 абсолютных процентов в среднем и сопровождалось повышенным синтезом лактозы, что обеспечило благоприятные условия для повышенной секреции молока. Средневзвешенный показатель содержания жира в молоке коров, получавших микроскопические водоросли, составил 3,73 % и уступал на 0,1 % аналогичному показателю в контроле. Аналогичные результаты были получены Ю.П. Фомичевым и соавторами, где в ходе исследований по скормливанию комплексной кормовой добавки, содержащей сухую микроводоросль *Spirulina pl.*, отмечено преимущество молока коров контрольной группы по жиру на 0,17 абсолютных процентов [11].

Анализ содержания белка в молоке подопытных коров свидетельствует о схожей тенденции с содержанием жира в молоке. В период пика лактации содержание белка в молоке животных, получавших пребиотическую добавку, составило 3,27 % с последующим увеличением к концу исследований до 3,43 %, или на 0,16 абсолютных процентов; у аналогов контрольного варианта – с 3,37 до 3,67 %, или на 0,30 абс. процентов.

Вместе с тем проведенный в середине эксперимента тест молока с определением в нем казеина показал некоторое его увеличение в молоке коров опытной группы – 3,14 % против 3,10 % в контроле, что, вероятно, связано с увеличением количества сывороточных белков. Данные нашего эксперимента согласуются с результатами других исследователей [11,16].

Количество сухого вещества (СВ) в молоке по мере течения лактации в обоих вариантах также увеличилось. Однако, имея практически одинаковый показатель в начале (12,06 и 12,07 %), к концу эксперимента разница по содержанию сухого вещества в молоке оказалась достоверной ($p = 0,03$) в пользу контрольной группы – 13,38 против 12,82 %. К.Е. Glover et al. [9] продемонстрировали, что использование биомассы микроводорослей в оболочке для защиты питательных свойств позволяет большому количеству ω -3 жирных кислот всасываться в тонком кишечнике, а затем поступать в молоч-

ные железы, при этом отмечено снижение содержания сухих веществ в молоке (12,57 против 13,19 %; $p = 0,02$) и содержание жира в молоке (3,99 против 4,70 %; $p = 0,007$).

СОМО (сухой обезжиренный молочный остаток) в молоке указывает на питательную ценность получаемого сырья. В нашем эксперименте данный показатель был высоким и находился на уровне 9,99–10,06 % в среднем за период исследований, это указывает, что потребуется одинаковое количество сырья для изготовления масла, творога и другой молочной продукции.

Содержание лактозы в молоке коров на протяжении всего эксперимента у аналогов контрольного варианта составило 4,86 %, у коров, получавших пребиотическую добавку, – 4,93 %. В.Ж. Bequette, К. Nelson (2006) в своей работе указывают, что добавление микроводоросли *Schizochytrium sp.* 40 г/гол в сутки в рацион молочных коз может привести к дисбалансу между синтезом белка и лактозы, поскольку лактоза может вырабатываться *de novo* в молочной железе (гексонеогенез) как из глицерина, так и из аминокислот [8], в связи с этим этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Мониторинг содержания уровня мочевины в молоке указывает на обеспеченность микроорганизмов рубцового содержимого достаточным количеством сырого протеина. При уровне мочевины в молоке ниже 15 мг/дл говорят о дефиците азота в рубце животных, вследствие чего активность микроорганизмов снижается. Клиническими признаками дефицита азота являются низкое потребление корма и снижение удоев. При сбалансированном кормлении содержание мочевины в молоке находится на уровне 15–30 мг/дл. В случае белкового перекорма мочевины возрастает, отправной точкой обнаружения нарушения полноценности кормления является значение мочевины в молоке более 35 мг/дл.

Сравнительный анализ изменения содержания мочевины в молоке подопытных коров показал, что установлено достоверное снижение ее уровня на 0,56 мг/дл на 60-й день (при $p = 0,03$) и 120-й (при $p = 0,02$) день исследований у животных, получавших пребиотическую добавку. В среднем за период исследований этот показатель в опытной группе составил 24,30 против 25,36 мг/дл у аналогов контрольного варианта, что свидетельствует о лучшем использовании

животными опытной группы азота микробиомом рубца и способствует получению более высокой продуктивности.

При нарушении обмена веществ лактирующие коровы выделяют в молоко метаболиты: бета-гидроксиасляную кислоту и ацетон. Последние технологические достижения по исследованию свежего молока показали, что молоко так же, как и кровь, может являться биомаркером, подходящим для мониторинга уровня бета-гидроксипутирата (ВНВ). Так, Н.Г. Букаров и др. [17], а также Коек et al. [18] считают, что поро-

говые значения ВНВ в молоке составляют от 0,15 до 0,19 мМоль/л. Повышение ВНВ более 0,20 мМоль/л может указывать на субклинический кетоз.

Исследование биомаркера в нашем эксперименте показало, что в молоке коров контрольной группы на протяжении всего периода ВНВ имел значения от 0,20 до 0,24 мМоль/л, это указывает на риск заболевания животных, особенно в начале лактации, когда отмечен максимальный удой (рис. 1).

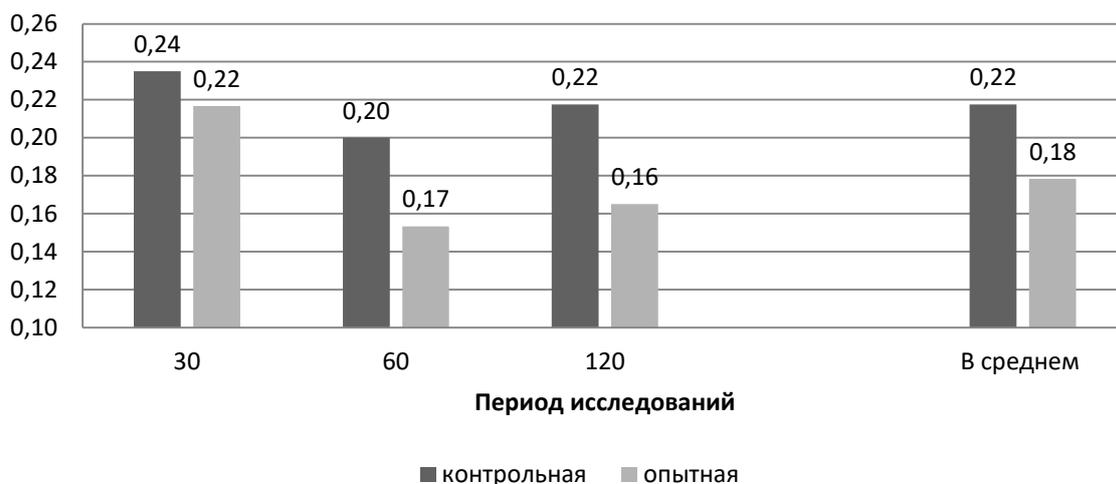


Рис. 1. Динамика изменения ВНВ в молоке подопытных коров
Dynamics of BHB changes in milk of experimental cows

Наиболее высокое содержание кетоновых образований в молоке, как в контрольной, так и в опытной группе, отмечено в первый месяц опыта, что, по нашему мнению, связано с недостатком энергии в этот период. Однако в последующем в опытной группе показатель ВНВ соответствовал референсным значениям, что можно объяснить действием пребиотической добавки.

На рисунке 2 показана динамика изменения концентрации ацетона в молоке коров, которая аналогична динамике изменения ВНВ в молоке подопытных животных. Скармливание микроскопических водорослей рода хлореллы за период способствовало достоверному снижению концентрации ацетона в среднем за период исследований на 67 % (при $p = 0,03$), при этом рационы подопытных животных имели равный уровень энергетической ценности. Мы считаем,

что снижение концентрации ацетона в молоке у животных, получавших пребиотическую добавку, произошло за счет нормализации микробного баланса в рубцовом содержимом, как следствие, положительно сказалось на метаболических реакциях, протекающих в организме, и позволило увеличить секрецию молока, снизить затраты кормов на производство 1 кг молока.

Следовательно, при одном и том же потреблении кормов рациона животные, получавшие суспензию хлореллы в качестве пребиотической добавки, очевидно, обладали лучшей переваримостью питательных веществ рациона и их усвояемостью, что в конечном результате способствовало снижению содержания ацетона и кетоновых образований в молоке и положительно отразилось на здоровье и продуктивности коров в первую фазу лактации.

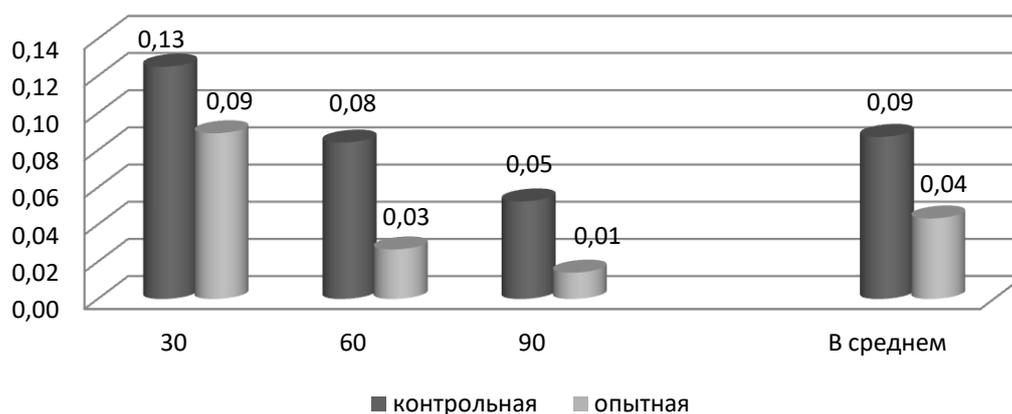


Рис. 2. Динамика изменения концентрации ацетона в молоке подопытных коров
Dynamics of changes in acetone concentration in milk of experimental cows

Заключение. Скармливание в составе основного рациона высокопродуктивных коров, находящихся в начале лактации, пребиотической добавки на основе микроскопических водорослей *Chlorella* способствовало повышению продуктивности, увеличению в молоке фракции

казеина, повышению содержания лактозы и позволило стабилизировать уровень мочевины и ВНВ. Отмечено, что пребиотическая добавка более эффективно работает на рационе с более высоким содержанием объемистых кормов и меньшим количеством концентратов.

Список источников

1. Кувшинов В.Н., Дуборезов В.М., Цис Е.Ю. Продуктивность и качество молока при скармливании суспензии хлореллы высокопродуктивным коровам // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 1. С. 144–155. DOI: 10.33284/2658-3135-107-1-83.
2. Быков Д.В., Васильев А.А., Сыроватский М.В. Влияние скармливания микроводорослей лактирующим коровам на качество молока и молочную продуктивность // Ветеринария, зоотехния, биотехнология. 2023. № 9. С. 11–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202309011.
3. Цис Е.Ю., Дуборезов В.М. Характеристика компонентного состава молока первотелок при разном уровне кормления // Аграрная наука. 2025. Т. 390, № 1. С. 86–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-390-01-86-92.
4. Харитонов Е.Л., Василевский Н.В., Лысова Е.А., и др. Оценка лимитирующих молокопродукцию факторов в первую фазу лактации // Молочное и мясное скотоводство. 2024. № 6. С. 32–36 DOI: 10.33943/MMS.2024.61.80.006.
5. Стребкова К.А., Абилов Б.Т., Артамонов В.С. Использование кормовой добавки "хлорелла" в рационах дойных коров и телят-молочников // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 13. С. 64–73. DOI: 10.25930/2687-1254/011.5.13.2020.
6. Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Дунашев Т.П., и др. Таксономические и функциональные особенности микробиоты рубца у дойных коров с диагнозом кетоз // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 2. С. 356–373. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.2.356rus.
7. Дуборезов В., Цис Е., Ваулин Е. Пребиотическая добавка на основе микроскопических водорослей в рационе первотелок // Комбикорма. 2023. № 6. С. 46–48. DOI: 10.25741/2413-287X-2023-06-4-202.
8. Bequette B.J., Nelson K. The roles of amino acids in milk yield and components // Florida ruminant Nutrition Symposium. February. 2006. Vol. 1 (2). P. 75–77.

9. Glover, K.E., Budge S., Rose M., et al. Effect of feeding fresh forage and marine algae on the fatty acid composition and oxidation of milk and butter // *Journal of dairy science*. 2012. № 95 (6). P. 2797–2809. DOI: 10.3168/jds.2011-4736.
10. Богданова А.А., Флерова Е.А., Паюта А.А. Влияние условий культивирования на качественные и количественные показатели *Chlorella vulgaris* // *Химия растительного сырья*. 2019. № 4. С. 293–304.
11. Фомичев Ю.П., Игнатъева Л.П., Мишуров А.В., и др. Жирнокислотный состав, физические и санитарно-гигиенические показатели молока коров при применении в питании энергокорма, обогащенного микроводорослью *Spirulina Platensis* и дигидрохверцетином // *Генетика и разведение животных*. 2020. № 3. С. 83–90. DOI: 10.31043/2410-2733-2020-3-83-90.
12. Ваулин Н.Е., Погорельский А.Л., Погорельский И.А. Фотобиореактор для культивирования одноклеточных водорослей. Патент РФ RU 201397 U1. 14.12.2020.
13. Некрасова Р.В., Головина А.В., Махаева Е.А., ред. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. М., 2018. 290 с.
14. Карликов Д.В., Карликова Г.Г., Канеев А.З., и др. Контроль молочной продуктивности коров: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГУП, 2004. 108 с.
15. Коростелева Н.И., Кондрашкова И.С., Рудишина Н.М., и др. Биометрия в животноводстве. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. 210 с. EDN: QLARDH.
16. Moate P.J., Williams S.R.O., Hannah M.C. et al. Effects of feeding algal meal high in docosahexaenoic acid on feed intake, milk production, and methane emissions in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2013. № 96 (5). P. 3177–3188. DOI: 10.3168/jds.2012-6168.
17. Букаров Н.Г., Кисель Е.Е., Белякова А.Н. Оценка состояния обмена веществ дойных коров по составу молока // *Молочное и мясное скотоводство*. 2015. №4. С. 16–18.
18. Koeck A., Jamrozik J., Schenkel F.S., et al. Genetic analysis of milk β -hydroxybutyrate and its association with fat-to-protein ratio, body condition score, clinical ketosis, and displaced abomasum in early first lactation of Canadian Holsteins // *Journal of dairy science*. 2014. № 97 (11). P. 7286–7292. DOI: 10.3168/jds.2014-8405.

References

1. Kuvshinov VN, Duborezov VM, Tsis EYu. Productivity and milk quality after feeding high-yielding cows with chlorella suspension. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(1):83-92. (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-107-1-83.
2. Bykov DV, Vasiliev AA, Syrovatsky MV. Influence of microalgae feeding to lactating cows on milk quality and milk productivity. *Veterinary science, zootechnics, biotechnology*. 2023;9:11-15. (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202309011.
3. Tsis EYu, Duborezov VM. Characteristics of the component composition of milk from first-calf heifers at different feeding levels. *Agramaya nauka*. 2025;390(01):86-92. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2025-390-01-86-92.
4. Kharitonov EL, Vasilevsky NV, Lysova EA, et al. Evaluation of limiting factors limiting milk production in the first phase of lactation. *Dairy and beef cattle breeding*. 2024;(6):32-36. (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2024.61.80.006.
5. Strebkova KA, Abilov BT, Artamonov VS. The use of "Chlorella" feed additive in the diets of dairy cows and unweaned calves. *Agricultural Journal*. 2020;(13):64-73. (In Russ.). DOI: 10.25930/2687-1254/011.5.13.2020.
6. Laptev GY, Yildirim EA, Duniyashev TP, et al. Taxonomic and functional features of rumen microbiota in dairy cows diagnosed with ketosis. *Agricultural Biology*. 2021;56(2):356-373. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiol.2021.2.356rus.
7. Duborezov V, Tsis E, Vaulin E. Prebiotic supplement based on microscopic algae in the diet of first heifers. *Combi-feeds*. 2023;(6):46-48. (In Russ.). DOI: 10.25741/2413-287X-2023-06-4-202.

8. Bequette BJ, Nelson K. The roles of amino acids in milk yield and components. *Florida ruminant Nutrition Symposium*. February. 2006;1(2):75-77.
9. Glover KE, Budge S, Rose M, et al. Effect of feeding fresh forage and marine algae on the fatty acid composition and oxidation of milk and butter. *Journal of dairy science*. 2012, 95(6): 2797-2809. DOI: 10.3168/jds.2011-4736.
10. Bogdanova AA, Fleurova EA, Payuta AA. Effect of cultivation conditions on qualitative and quantitative indicators of *Chlorella vulgaris*. *Chemistry of plant raw materials*. 2019;(4):293-304. (In Russ.).
11. Fomichev YP, Ignatyeva LP, Mishurov AV, et al. Fatty acid composition, physical and sanitary-hygienic indicators of cow milk when used in the diet energy feed enriched with microalgae *Spirulina platensis* and dihydroquercetin. *Animal Genetics and Breeding*. 2020;(3):83-90. (In Russ.). DOI: 10.31043/2410-2733-2020-3-83-90.
12. Vaulin NE, Pogorel'skij AL, Pogorel'skij IA. Fotobioreaktor dlya kul'tivirovaniya odnokletochnyh vodoroslej. Patent RUS RU 201397 U1. 14.12.2020. (In Russ.).
13. Nekrasova RV, Golovina AV, Mahaeva EA, editors. *Normy potrebnostej molochnogo skota i svinej v pitatel'nyh veshchestvah*. Moscow, 2018. 290 p. (In Russ.).
14. Karlikov DV, Karlikova GG, Kaneev AZ, et al. *Control of milk productivity of cows: textbook*. 2nd ed., revision and supplement. Moscow: MSUP, 2004. 108 p. (In Russ.).
15. Korosteleva NI, Kondrashkova IS, Rudishina NM, et al. *Biometriya v zhivotnovodstve*. Barnaul: Publishing house ASAU, 2009. 210 p. (In Russ.). EDN: QLARDH.
16. Moate PJ, Williams SRO, Hannah MC, et al. Effects of feeding algal meals high in docosahexaenoic acid on feed intake, milk production, and methane emissions in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013. 96(5): 3177-3188. DOI: 10.3168/jds.2012-6168.
17. Bukarov NG, Kisel EE, Belyakova AN. Assessment of metabolism of dairy cows by milk composition. *Dairy and beef cattle breeding*. 2015.(4):16-18. (In Russ.).
18. Koeck A, Jamrozik J, Schenkel FS, et al. Genetic analysis of milk β -hydroxybutyrate and its association with fat-to-protein ratio, body condition score, clinical ketosis, and displaced abomasum in early first lactation of Canadian Holsteins. *Journal of dairy science*. 2014;97(11):7286-7292. DOI: 10.3168/jds.2014-8405.

Статья принята к публикации 04.04.2025 / The article accepted for publication 04.04.2025.

Информация об авторах:

Елена Юрьевна Цис¹, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Василий Мартынович Дуборезов², главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Information about the authors:

Elena Yuryevna Tsis¹, Researcher at the Department of Farm Animal Nutrition, Candidate of Agricultural Sciences

Vasily Martynovich Duborezov², Chief Researcher at the Department of Farm Animal Nutrition, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

