

ISSN 1817-7204(Print)
ISSN 1817-7239(Online)
УДК 636.22/.28.084.523

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-1-79-90>

Поступила в редакцию 09.08.2021

Received 09.08.2021

А. И. Шамонина

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Беларусь*

ОПТИМАЛЬНЫЕ НОРМЫ ФРОНТА КОРМЛЕНИЯ ДЛЯ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ И СЕРЕДИНЫ ЛАКТАЦИИ ПРИ СОДЕРЖАНИИ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

Аннотация: Технология должна объединять в единый производственный процесс биотехнические методы стимулирования развития функциональных возможностей и повышения адаптивных способностей животных с зоотехническими приемами, обеспечивающими комфортные условия и сохранение сложившегося стереотипа содержания в течение всего технологического цикла, что позволяет исключить необоснованные потери продуктивности и способствует более полному проявлению генетического потенциала. Поэтому необходимы поиски таких технологических решений, которые не вступали бы в противоречия с животным организмом, а наоборот, носили стимулирующий характер. На всех этапах продуктивной жизни животных нужны поиски для разработки новых и совершенствования существующих технологий, которые бы в наибольшей степени отвечали физиологическим потребностям организма. В статье представлены результаты исследований по определению оптимального фронта кормления для лактирующих коров в период раздоя и середины лактации. Установлено, что комфортные этологические признаки, выраженные в индексах пищевой, двигательной и общей активности, проявились в период раздоя у коров с фронтом кормления 0,60–0,65 м/гол. У этих животных отмечены более высокие показатели молочной продуктивности. Для коров в середине лактации оптимальный фронт кормления составил 0,45–0,50 м/гол. Это позволяет создать более комфортные условия для коров в основной период лактации, что способствует полной реализации генетического потенциала молочной продуктивности. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и строительстве молочно-товарных комплексов промышленного типа. **Благодарности.** Работа выполнена в рамках ГПНИ «Качество эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 годы, подпрограмма «Животноводство и племенное дело» (№ ГР 20160395).

Ключевые слова: лактирующие коровы, первотелки, фронт кормления, молочная продуктивность, раздой, этологические реакции, комфортность условий содержания, загрязненность кожных покровов

Для цитирования: Шамонина, А. И. Оптимальные нормы фронта кормления для коров в период раздоя и середины лактации при содержании на молочно-товарных комплексах промышленного типа / А. И. Шамонина // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 1. – С. 79–90. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-1-79-90>

Alla I. Shamonina

Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Belarus

OPTIMAL RATES FOR FEEDING FRONT FOR COWS DURING THE MILKING AND MIDLACTATION PERIOD WHEN CONTAINED AT DAIRY COMPLEXES OF THE INDUSTRIAL TYPE

Abstract: Technology should combine into a single production process biotechnical methods of stimulating the development of functional capabilities and increasing the adaptive abilities of animals with zootechnical techniques that provide comfortable conditions and preservation of the existing stereotype of housing throughout the entire technological cycle, which makes it possible to exclude unjustified losses in productivity and contributes to more complete manifestation of genetic potential. Therefore, search is required for such technological solutions that would not interfere with the animal body, but, on the contrary, would have a stimulating nature. At all stages of the productive life of animals, searches are needed to develop new and improve existing technologies that would best meet the physiological needs of the body. The paper presents the results of researches aimed to establish the optimal feeding front for lactating cows during the period of milk production and mid-lactation. It has been determined that comfortable ethological signs, expressed in the indices of food, motor and general activity, were manifested during the period of milk production in cows with a feeding front of 0.60-0.65 m/animal. These animals showed higher indicators of milk yield. For cows in the mid-lactation, the optimal feeding front was 0.45-0.50 m/animals. It allows to create more comfortable conditions for cows during the main lactation period, which contributes to more complete implementation of the genetic potential of dairy performance. The research results can be used in design and construction of industrial dairy complexes.

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of the State Scientific Research Program “Quality and Efficiency of Agroindustrial Production” for 2016–2020, subprogram “Livestock and breeding” (No. SR 20160395).

Keywords: lactating cows, first-calf heifers, feeding front, dairy performance, milk yield, ethological reactions, comfort level of housing, skin contamination

For citation: Shamonina A.I. Optimal rates for feeding front for cows during the milking and midlactation period when contained at dairy complexes of the industrial type. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60, no 1, pp. 79-90 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-1-79-90>

Введение. Дальнейшая интенсификация молочного скотоводства неразрывно связана с внедрением прогрессивных, ресурсосберегающих технологий кормления и содержания коров. Этой задаче наиболее полно отвечают крупные молочные комплексы с беспривязно-боксовым содержанием¹. Они оснащены современными машинами и оборудованием, которые позволяют автоматизировать трудоемкие процессы. Однако высокая эффективность таких предприятий возможна только при организации полноценного и бесперебойного в течение всего производственного цикла кормления коров [1–6]. Возможность беспрепятственного перемещения животных и свободный доступ к кормовому столу при беспривязном содержании коров следует рассматривать как важнейшее условие управления уровнем их продуктивности. Кормовой стол следует располагать так, чтобы, с одной стороны, коровам было бы удобно поедать корма, а с другой – удобно раздавать кормосмеси. Особое внимание следует уделить фронту кормления [7–12] (под фронтом кормления понимают длину кормового стола, приходящуюся на одно животное). Величина данного показателя для дойного стада в литературных источниках имеет различные значения² [13–17].

Согласно исследованиям К. Нордлунга³, фронт кормления должен составлять не менее 76 см/гол. в загонах для коров дородовой и послеродовой групп, чтобы все коровы могли одновременно подойти к свежему корму в течение 90 мин после его доставки и после каждого доения. Обеспечение пространства шириной 76 см предполагает, что такие загоны оснащены хэдлоками или другими вертикальными разделителями мест кормления. Если кормление коров осуществляется без использования хэдлоков, необходимо предусмотреть дополнительное пространство, так как в этом случае доминирующие коровы могут отодвинуть более слабых животных.

В США стандартный показатель фронта кормления для коров – 0,61–0,76 м. При этом некоторые менеджеры для животных в период позднего сухостоя или для новотельных коров обеспечивают 91,4 см кормового стола на голову и не используют ограничителей, чтобы обеспечить максимальное потребление кормосмеси⁴. В исследованиях Н. С. Мотузко, В. И. Смунова, Н. П. Разумовского и др. [18] отмечается, что обеспечение одновременного подхода к кормам всех коров снижает конкуренцию.

Исследования А. Ф. Трофимова, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка и И. А. Ковалевского показали, что оптимальный фронт кормления должен составлять 0,7 м с обязательным ограждением кормонавозного прохода кормовыми решетками с фиксацией типа «хэдлок» [19].

¹ Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. Жодино : [б. и.], 2018. 138 с. ; Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : респ. регламент / И. В. Брыло [и др.] ; М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. Минск : [б. и.], 2014. 105 с. ; Технологические основы производства молока / И. В. Брыло [и др.]. Жодино : Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству, 2012. 373 с. ; Грусманн Л. Основные пути и методы работы с голштинской породой крупного рогатого скота // Практические рекомендации по оптимизации кормления, обеспечению правильного обмена веществ, созданию комфорта для высокопродуктивных пород крупного рогатого скота. Самара, 2015. С. 10–16.

² Ганущенко О. Ф., Соболев Д. Т. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания : рекомендации. Витебск : ВГАВМ, 2016. 77 с. ; Технологический регламент по организации кормления и содержания молочного стада крупного рогатого скота / подгот.: Н. В. Цугленок [и др.]. Красноярск : [б. и.], 2014. 74 с.

³ Method for optimizing health and productivity of milk producing animals : pat. US 7886691 B2 / K. V. Nordlund, T. B. Bennett, G. R. Oetzel, M. K. Clayton, N. B. Cook. Publ. date 15.02.2011.

⁴ Хатченс М., Аалсет Э. Уход за коровами в переходный период [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://trofimov33.my1.ru/load/0-0-0-22-20>. Дата доступа: 09.05.2021.

Н. П. Разумовский, О. Ф. Ганущенко, А. В. Жалнеровская⁵ в своих исследованиях пришли к выводу, что фронт кормления для коров должен быть не менее 80 см на голову, особенно для первотелок и коров в первые 100 дней лактации.

По результатам исследований В. Ф. Ковалевского, фронт кормления у коров в первые 30 дней лактации должен составлять не менее 75 см, а лучше – 1,3 м. Система содержания должна предусматривать наличие барьерной решетки кормового стола типа «хедлок»⁶.

Группа ученых Гродненского государственного аграрного университета пришла к выводу, что фронт кормления для нетелей и первотелок должен быть не менее 70 см/гол.⁷ Вместе с тем нормативный документ «Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технологического перевооружения животноводческих объектов» регламентирует в отношении кормушки фронт кормления для взрослого скота и нетелей 0,7–0,8 м⁸. Требования к кормовому столу и ограждениям кормового стола, его конструкции в этом документе не приводятся. Таким образом, актуальность данной проблемы очевидна.

Цель исследования – определение оптимального фронта кормления для коров-первотелок в период раздоя и середины лактации.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) установить оптимальный фронт кормления для коров в период раздоя (21–120 дней лактации) и середины лактации (121–200 день) на основе анализа этологических реакций животных, загрязненности кожных покровов и наличия/отсутствия травм на теле;
- 2) выявить связь между фронтом кормления, поведенческими реакциями первотелок и их молочной продуктивностью;
- 3) дать экономическую оценку от применения различных вариантов фронта кормления и установить наиболее комфортный.

Объекты и методы исследований. Экспериментальные исследования проходили в филиале Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго» Молодечненского района в 2019–2020 гг. Объект исследований – коровы-первотелки голштинизированной белорусской черно-пестрой породы. Группы животных формировали методом накопления, по 10 гол. Эксперимент проходил в 2 этапа.

Для каждого этапа экспериментов было сформировано 7 групп коров: 1 контрольная и 6 опытных. Различия между группами состояли в различном фронте кормления: у животных I контрольной группы – 0,70–0,80 м/гол., II опытной – 0,65–0,70, III опытной – 0,60–0,65, VI опытной – 0,55–0,60, V опытной – 0,50–0,55, VI опытной – 0,45–0,50 и VII опытной – 0,40–0,45 м/гол. На первом этапе экспериментов проводили исследования на коровах в период раздоя (21–120 дней лактации), на втором этапе – в период середины лактации (121–200 дней лактации).

Комфортность условий содержания скота определяли методом балльной оценки и набора контролируемых факторов, предложенным В. Д. Степурой: поведение, загрязненность животных, травмы конечностей и вымени. Наличие отрицательных явлений – как нулевую комфортность, частичное их присутствие – в 0,5 балла, отсутствие отрицательных явлений – 1 балл. Наивысшая сумма баллов свидетельствует о комфортности и предпочтительности использования [20].

Поведение животных определяли по записи отдельных действий или положений животных через определенные промежутки времени с учетом методических рекомендаций Е. И. Админа [21].

Чистоту кожи и шерстного покрова – путем визуальных наблюдений в течение двух смежных дней каждого месяца с обоих боков животного. По степени загрязнения телок разделяли

⁵ Разумовский Н. П., Ганущенко О. Ф., Жалнеровская А. В. Рациональное использование полнорационных кормосмесей в рационах коров : рекомендации. Витебск: ВГАВМ, 2018. 23 с.

⁶ Ковалевский В. Ф. Начало лактации: испытание на прочность или мотивация на сохранение здоровья // Наше сел. хо-во. 2020. № 6 (230). С. 28–35.

⁷ Современные технологии производства продукции животноводства : рекомендации / В. К. Пестис [и др.] ; ред.: В. К. Пестис, Е. А. Добрук. Гродно : ГГАУ, 2011. 459 с.

⁸ Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технологического перевооружения животноводческих объектов : РНТП-1-2004. Минск : [б. и.], 2004. 101 с.

на три категории: чистые (загрязнения только на запястном и скакательном суставах), средне-загрязненные (грязные места с одного бока бедра) и грязные (загрязнены тазовые конечности и живот).

Состояние здоровья животных определяли в течение всего периода исследований путем учета случаев заболеваний органов дыхания, пищеварения, заболеваний конечностей и вымени.

Более детально этологические реакции животных были изучены по методике В. И. Великжанина⁹ путем хронометража элементарных актов при 12-часовых наблюдениях с использованием азбуки поведенческих признаков. Основными критериями, по которым оценивали поведение животных, служили индекс общей активности (ИОА) и индекс пищевой активности (ИПА), которые рассчитывали по формулам (1)–(3):

$$\text{ИПА} = t_1 / 720, \quad (1)$$

где ИПА – индекс пищевой активности; t_1 – время, затраченное на поедание корма и жвачку, мин; 720 – время наблюдений (12 ч), мин;

$$\text{ИДА} = t_2 / 720, \quad (2)$$

где ИДА – индекс двигательной активности; t_2 – время, затраченное на стояние, движение, поедание корма и жвачку, мин; 720 – время наблюдений (12 ч), мин;

$$\text{ИОА} = t_3 / 720, \quad (3)$$

где ИОА – индекс общей активности; t_3 – время, затраченное на стояние, движение, поедание корма, жвачку и молокоотдачу, мин; 720 – время наблюдений (12 ч), мин.

Все группы подопытных животных получали корм в одно время, через каждые 3 ч его подравнивали и перемешивали. Лабораторная оценка качества кормов в рационе кормления новотельных коров показала, что значительных отклонений по основным показателям корма выявлено не было. Клинические исследования выполняли в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству. Кормление подопытных животных организовано в соответствии нормами кормления, предложенными в справочнике «Нормы кормления крупного рогатого скота»¹⁰.

Результаты и их обсуждение. В процессе экспериментальных исследований оценивали комфортность условий содержания лактирующих коров в период раздоя и середины лактации (табл. 1).

Поведение животных I контрольной и II, III, IV и V опытных групп не имело существенных различий – они подходили к кормовому столу 10–14 раз в сутки. Средний прием корма длился около 30 мин. Ранговые взаимодействия в группе прослеживались, однако не вызывали неестественных изменений поведения животных.

Для VI и VII опытных групп изменения фронта кормления вызвало ряд негативных явлений. Первотелки много стояли (5,50–7,00 ч/сут), держались разрозненными группами. К кормовому столу подходили 8–10 раз в сутки, жадно потребляли корм, были пугливыми. Согласно исследованию ряда ученых, поведенческие реакции животных меняются в условиях стресса [10, 11, 16, 22].

Вторым важным показателем комфортности содержания первотелок является отсутствие загрязненности на теле и конечностях. Для всех подопытных животных было характерно отсутствие загрязнений кожных покровов.

В процессе исследований учитывали случаи травм конечностей и вымени подопытных животных. Так, первотелки II, III, VI и VII опытных групп не имели случаев травмирования. Коровы I контрольной группы, IV и V опытные группы имели по 2 случая клинического мастита.

⁹ Великжанин В. И. Классификация систем поведения сельскохозяйственных животных // Поведение животных в условиях промышленных комплексов : науч. тр. ВАСХНИЛ / ВНИИ разведения и генетики с.-х. животных. М., 1979. С. 14–34 ; Великжанин В. И. Генетика поведения сельскохозяйственных животных (этология, темперамент, продуктивность). СПб. : [б. и.], 2004. 203 с.

¹⁰ Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попов [и др.]. Жодино ; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству, 2011. 259 с.

Таблица 1. Суммарная оценка комфортности условий содержания коров в период раздоя и середины лактации, филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго», Молодечненский район, 2019–2020 гг. баллы ($n=10$)

Table 1. Total assessment of the comfort of cows housing conditions in the milking and mid lactation period, branch of “Lebedevo” Agrofirma of RUE “Minskenergo”, Molodechno district, 2019–2020, points ($n=10$)

Вариант опыта	Фронт кормления, м/гол.	Факторы оценки			Итого
		поведение	загрязненность животных	травмы конечностей и вымени	
В период раздоя					
I контрольная группа	0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	1	1	0,5	2,50
II опытная группа	0,65–0,70	1	1	1	3,00
III опытная группа	0,60–0,65	1	1	1	3,00
IV опытная группа	0,55–0,60	1	1	0,5	2,50
V опытная группа	0,50–0,55	1	1	0,5	2,50
VI опытная группа	0,45–0,50	0,5	1	1	2,50
VII опытная группа	0,40–0,45	0,5	1	1	2,50
В период середины лактации					
I контрольная группа	0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	1	1	1	3,00
II опытная группа	0,65–0,70	1	1	1	3,00
III опытная группа	0,60–0,65	1	1	1	3,00
IV опытная группа	0,55–0,60	1	1	1	3,00
V опытная группа	0,50–0,55	1	1	1	3,00
VI опытная группа	0,45–0,50	1	1	1	3,00
VII опытная группа	0,40–0,45	0,5	1	1	2,50

Таким образом, наибольшая суммарная оценка комфортности в период раздоя составила 3,00 балла и была отмечена у животных II и III опытных групп.

При оценке комфортности условий содержания коров в период середины лактации следует отметить, что поведение животных I–VI групп было естественным и комфортным. Так, к кормовому столу коровы подходили 10–12 раз в сутки, средняя продолжительность поедания корма составила 30–40 мин. Отдых занимал до 14 ч/сут. Ранговые взаимодействия проявлялись во всех группах, однако поведение коров не имело агрессивного характера. Группы были оценены в 1 балл.

При сокращении фронта кормления до 0,40–0,45 м/гол. агрессивное поведение коров наблюдалось в VII опытной группе. Доминантные коровы проводили значительную часть времени у кормового стола, даже не потребляя корм, и отгоняли более слабых животных. Животные были пугливыми, разрозненно стояли в секции, поэтому VII опытная группа была оценена в 0,5 балла.

Загрязненности и травмирования животных за период эксперимента выявлено не было. Все группы были оценены в 1 балл.

Таким образом, максимальный суммарный балл комфортности был равен 3 и отмечен у I контрольной, II–VI опытных групп с фронтом кормления от 0,45 до 0,80 м/гол.

Детальная оценка этологических реакций подопытных животных проведена по методике, предложенной В. И. Великжаниным. Результаты оценки представлены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показал, что высокие индексы пищевой активности (ИПА) были характерны для животных II, III и IV опытных групп – 0,72, 0,71 ($p<0,01$) и 0,71 ($p<0,05$) соответственно. Ниже индекс был у I контрольной и V опытных групп – 0,64 и 0,63 соответственно. Коровы вышеперечисленных групп больше потребляли корм, чаще подходили к кормовому столу.

Низкий ИПА был отмечен у первотелок VI и VII опытных групп – 0,59 и 0,57 соответственно. Первотелки много стояли, подходили к кормовому столу небольшими группами, реже в одиночку.

Таблица 2. Оценка этологических показателей подопытных животных в период раздоя и середины лактации, филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго», Молодечненский района, 2019–2020 гг. ($n=10$)

Table 2. Assessment of etological indicators of experimental animals in the milking and mid lactation period, branch of “Lebedevo” Agrofirma of RUE “Minskenergo”, Molodechno district, 2019-2020, points ($n=10$)

Вариант опыта	Значение индекса	Индексы		
		пищевой (ИПА)	двигательный (ИДА)	общей активности (ИОА)
В период раздоя				
I контрольная группа, 0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	M±m	0,64±0,01	0,74±0,02	0,79±0,01
	Cv, %	2,80	8,99	2,56
II опытная группа, 0,65–0,70	M±m	0,72±0,04	0,75±0,01	0,84±0,01***
	Cv, %	15,42	4,22	5,28
III опытная группа, 0,60–0,65	M±m	0,71±0,02**	0,75±0,01	0,81±0,02
	Cv, %	7,54	5,34	7,74
IV опытная группа, 0,55–0,60	M±m	0,71±0,03*	0,74±0,01	0,78±0,01
	Cv, %	13,89	2,85	2,60
V опытная группа, 0,50–0,55	M±m	0,63±0,01	0,72±0,01	0,83±0,01**
	Cv, %	6,68	5,37	5,61
VI опытная группа, 0,45–0,50	M±m	0,59±0,02*	0,71±0,00	0,75±0,01**
	Cv, %	8,45	1,73	4,20
VII опытная группа, 0,40–0,45	M±m	0,57±0,02**	0,69±0,02	0,74±0,01***
	Cv, %	11,30	7,64	4,30
В период середины лактации				
I контрольная группа, 0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	M±m	0,53±0,01	0,73±0,03	0,75±0,03
	Cv, %	5,00	14,78	11,17
II опытная группа, 0,65–0,70	M±m	0,54±0,02	0,74±0,02	0,83±0,02*
	Cv, %	9,79	8,78	7,79
III опытная группа, 0,60–0,65	M±m	0,60±0,02**	0,74±0,02	0,76±0,03
	Cv, %	10,48	6,78	12,35
IV опытная группа, 0,55–0,60	M±m	0,53±0,02	0,74±0,04	0,75±0,02
	Cv, %	10,78	15,10	6,48
V опытная группа, 0,50–0,55	M±m	0,62±0,05	0,73±0,02	0,76±0,03
	Cv, %	26,84	6,98	12,24
VI опытная группа, 0,45–0,50	M±m	0,59±0,02**	0,74±0,02	0,83±0,01*
	Cv, %	9,28	9,63	3,24
VII опытная группа, 0,40–0,45	M±m	0,51±0,02	0,72±0,02	0,71±0,02
	Cv, %	9,28	9,93	10,29

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Индекс двигательной активности (ИДА) также имел отличия по группам. Так, самые высокие результаты были получены от первотелок II и III опытных групп (0,75). Хуже были результаты у I контрольной и IV опытной групп (0,74). Высокая двигательная активность коров свидетельствует о быстро протекающих обменных процесса в организме, комфортных условиях содержания скота.

Наиболее низкие результаты были характерны для коров VI и VII опытных групп – индексы по ним составили 0,71 и 0,69 соответственно, результаты не были достоверными.

Низкая пищевая и двигательная активность коров могут указывать на некомфортные условия содержания скота, нестабильное ранговое взаимодействие в группе или недостаточный фронт кормления.

Индекс общей активности (ИОА) дает представление о времени, которое было затрачено на стояние, движение, поедание корма, жвачку и молокоотдачу, т.е. реализацию ее основных физиологических процессов в целом. Анализ этологических реакций первотелок показал, что высокий ИОА характерен для II, III и V опытных групп – индекс составил 0,84 ($p < 0,001$), 0,81 и 0,83 ($p < 0,01$) соответственно. Ниже индекс был у I контрольной и IV опытных групп – 0,79 и 0,78, у VI и VII опытных групп – 0,75 и 0,74 соответственно.

Таким образом, высокие результаты ИПА, ИДА и ИОА характерны для III опытной группы.

В период середины лактации высокие значения ИПА были характерны для III, V и VI опытных групп. Индекс пищевой активности составил 0,60 ($p<0,01$), 0,62 и 0,59 ($p<0,01$). ИПА у I контрольной, II и IV опытных групп находились в диапазоне 0,53–0,54. Низкое значение индекса отмечено в VII опытной группе (0,51). Следует отметить, нет четкой закономерности, что с уменьшением фронта кормления уменьшается и пищевая активность животных.

Двигательная активность подопытных животных не имела существенных различий и находилась в пределах 0,73–0,74. ИДА в VII опытной группе был ниже – 0,72. Данное явление объясняется тем, что коровы имели возможность потреблять кормовую смесь в любое время.

Индекс общей активности имел различия среди подопытных групп и колебался в пределах 0,71–0,83. Высокие значения ИОА характерны для II и VI опытных групп (0,83), низкие значения – у VII опытной группы (0,71).

Таким образом, не выявлено изменений в поведенческих реакциях животных при фронте кормления в промежутке 0,45–0,65 м/гол.

Для выявления связи нормы фронта кормления с молочной продуктивностью были проанализированы следующие показатели: средний суточный удой подопытных животных, массовую долю жира, массовую долю белка и скорость молокоотдачи за период раздоя (табл. 3).

Таблица 3. Показатели молочной продуктивности коров, филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго», Молодечненский район, 2019–2020 гг. ($n=10$)

Table 3. Indicators of milk productivity of cows, branch of “Lebedevo” Agrofirma of RUE “Minskenergo”, Molodechno district, 2019-2020, points ($n=10$)

Вариант опыта	Фронт кормления, м/гол	Средний суточный удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Средняя скорость молокоотдачи, кг/мин
<i>В период раздоя</i>					
I контрольная группа	0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	21,14±0,19	3,46±0,04	3,34±0,01	3,41±0,16
II опытная группа	0,65–0,70	21,76±0,20*	3,45±0,02	3,35±0,01	3,44±0,38
III опытная группа	0,60–0,65	21,68±0,11*	3,48±0,02	3,35±0,01	3,26±0,14
IV опытная группа	0,55–0,60	21,19±0,21	3,47±0,02	3,35±0,01	3,24±0,19
V опытная группа	0,50–0,55	20,67±0,14	3,48±0,02	3,36±0,02	3,32±0,13
VI опытная группа	0,45–0,50	21,60±0,02*	3,48±0,03	3,34±0,01	3,32±0,23
VII опытная группа	0,40–0,45	20,35±0,24*	3,49±0,04	3,36±0,01	4,45±0,10***
<i>В период середины лактации</i>					
I контрольная группа	0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	17,47±0,23	3,48±0,03	3,34±0,01	3,35±0,21
II опытная группа	0,65–0,70	17,52±0,22	3,51±0,01	3,35±0,01	3,54±0,14
III опытная группа	0,60–0,65	18,13±0,13*	3,48±0,03	3,33±0,02	3,76±0,31
IV опытная группа	0,55–0,60	17,31±0,08	3,47±0,02	3,35±0,02	3,57±0,08
V опытная группа	0,50–0,55	17,77±0,32	3,49±0,02	3,32±0,02	3,71±0,15
VI опытная группа	0,45–0,50	18,11±0,08*	3,49±0,02	3,32±0,02	3,46±0,22
VII опытная группа	0,40–0,45	17,46±0,17	3,52±0,02	3,33±0,02	3,80±0,11

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Важно учитывать, что в процессе жизнедеятельности коров их физиологические периоды изменяются. Согласно исследованиям Н. П. Разумовского и И. Я. Пахомова¹¹, коровы с 1-й по 8-ю неделю после отела до 50 % удоя образуют за счет энергии тела. Корова в период раздоя может потерять около 100 кг живой массы. Такие потери недопустимы. Особенно актуальна эта проблема для первотелок, которым питательные вещества необходимы не только для лактации, но и для собственного роста, поэтому фронт кормления должен соответствовать потребностям животных.

¹¹ Разумовский Н. П., Пахомов И. Я. Пути устранения дефицита энергии в рационах коров [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kovelos.ru/cow-energy>. Дата доступа: 01.05.2021.

Анализируя продуктивность первотелок, следует отметить, что наибольшая величина суточного удоя была характерна для II и III опытных групп. Молочная продуктивность у них составила 21,76 ($p<0,05$) и 21,68 кг ($p<0,05$), что выше среднего суточного удоя I контрольной группы на 0,62 и на 0,54 кг соответственно. Ниже был удой у VI опытной группы – 21,60 кг ($p<0,05$). Молочная продуктивность VII опытной группы характеризовалась наименьшим удоём (20,35 кг), однако массовая доля жира и белка была самой высокой. Так, содержание жира у III, V и VI группы составило 3,48 %, у VII группы – 3,49 %. Содержание белка было наибольшим у V и VII группы (3,36 %). Высокое содержание жира и белка было отмечено в IV опытной группе. Массовая доля жира составила 3,47 %, белка – 3,35 %.

Таким образом, высокие показатели молочной продуктивности (средний суточный удой, массовая доля жира и белка) были характерны для III и IV опытных групп.

Анализируя показатели молочной продуктивности (средний суточный удой, массовую долю жира и белка), следует отметить, что за период с 121-го по 200-й день лактации удой среди подопытных групп находился в пределах 17,46–18,13 кг.

Наибольшие удои были получены от животных III, V и VI опытных групп. Молочная продуктивность по этим группам была выше на 0,66 ($p<0,05$), 0,30 и 0,64 ($p<0,05$) кг по сравнению с удоём I контрольной группы.

Наибольшая жирномолочность отмечена у II и VII опытных групп – 3,51 и 3,52 % соответственно. Высокие значения массовой доли белка были выявлены у коров II и IV опытных групп (3,35 %).

Скорость молокоотдачи по всем группам не превышала 4 кг/мин. Наиболее интенсивная молокоотдача характерна для I контрольной и VI опытной групп (3,35 и 3,46 кг/мин соответственно). Скорость молокоотдачи у коров III и VII групп была самой низкой. По сравнению с I контрольной группой разница составила 0,41 кг/мин в III опытной группе и 0,45 кг/мин – в VII группе. Различия недостоверны.

Таким образом, высокие значения показателей молочной продуктивности были характерны для подопытных коров с фронтом кормления 0,45–0,80 до м/гол.

В процессе определения оптимального фронта кормления для коров было выявлено влияние этологических реакций животных на величину суточного удоя у коров. Так, анализ молочной продуктивности коров-первотелок в период раздоя с учетом их индекса общей активности показал, что во II опытной группе 100 % (10 гол.), V опытной – 80 % и I контрольной группе – 80 % (8 гол.) животных относятся к активным и ультраактивным индексам. У III и IV опытных групп распределение составляет примерно 50/50 (60/40 и 30/70 соответственно). Подопытные животные из VI и VII опытных групп имели пассивные (П) или инфрапассивные (ИП) индексы общей активности (10 гол. (100 %) и 8 гол. (80 %) соответственно). Результаты исследования представлены в табл. 4.

Среди всех подопытных животных 31,43 % (22 гол.) имеют пассивный ИОА и 30 % (21 гол.) – активный. Следует отметить, что средний суточный удой у коров с активным (А) и ультраактивным (УА) индексами был выше на 0,33 и 1,53 кг по сравнению с продуктивностью животных с инфрапассивным (ИП) и пассивным (П) индексами. Наибольшая численность А и УА коров была отмечена во II опытной (10 гол.), I контрольной (7 гол.), IV опытной (7 гол.) и V опытной (8 гол.) группах. Таким образом, обеспечение фронта кормления для коров-первотелок в период раздоя не менее 0,60 м/гол. создает комфортные условия для потребления корма, что позволяет более полно реализовывать их генетический потенциал молочной продуктивности.

В процессе изучения этологических реакций у коров-первотелок в середине лактации отмечены изменения индекса активности животных (табл. 4), возросло количество активных и ультраактивных первотелок.

Так, в I контрольной группе их число составило 8 гол. (80 %), во II опытной группе – 9 гол. (90 %), в III опытной – 8 гол. (80 %), в IV опытной – 8 гол. (80 %), в VI опытной – 10 гол. (100 %) и в VII опытной группе – 6 гол. (60 % от числа животных в группе). В V опытной группе животные распределились поровну (50/50 %). В целом из 70 коров, участвовавших в эксперименте, 37 гол. (52,86 %) отнесены к ультраактивным (У) и 17 (24,29 %) – к активным (А). Как и в период раздоя, молочная продуктивность А и УА первотелок была выше (на 0,17–2,23 кг) по сравне-

Таблица 4. Связь индекса общей активности (ИОА) со средним суточным удоем подопытных животных в период раздоя и середины лактации, филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго», Молодечненский район, 2019–2020 гг.

Table 4. Correlation of general activity index (IOA) with an average daily milk yield of experimental animals in the milking and mid lactation period, branch of "Lebedevo" Agrofirma of RUE "Minskenergo", Molodechno district, 2019-2020

Вариант опыта	Средняя продуктивность по группе	Индекс общей активности													
		ИП (инфрассивные)			П (пассивные)			А (активные)			УА (ультраактивные)				
		M±m	Cv, %	n	M±m	Cv, %	n	M±m	Cv, %	n	M±m	Cv, %	n		
В период раздоя															
I контрольная группа, 0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	21,14±0,19	2,85	10	0	0	0	20,26±0,08	0,59	2	21,30±0,16	1,99	7	21,79±0,00	0	1
II опытная группа, 0,65–0,70	21,76±0,20*	2,90	10	0	0	0	0	0	0	21,30±0,19	1,79	4	22,06±0,24	2,70	6
III опытная группа, 0,60–0,65	21,68±0,11*	1,64	10	0	0	0	21,55±0,17	1,94	6	0	0	0	21,88±0,00	0,04	4
IV опытная группа, 0,55–0,60	21,19±0,21	3,14	10	20,29±0,00	0	1	20,31±0,04	0,24	2	21,56±0,12	1,5	7	0	0	0
V опытная группа, 0,50–0,55	20,67±0,14	2,19	10	0	0	0	20,10±0,06	0,42	2	20,52±0,00	0	1	20,85±0,15	1,88	7
VI опытная группа, 0,45–0,50	21,60±0,02*	0,32	10	21,52±0,00	0	2	21,62±0,02	0,28	8	0	0	0	0	0	0
VII опытная группа, 0,40–0,45	20,35±0,24*	3,75	10	19,89±0,25	3,11	6	20,84±0,03	0,20	2	21,23±0,15	1	2	0	0	0
Количество животных		70		9			22			21			18		
В середине лактации															
I Контрольная группа, 0,70–0,80 (по РНТП 1-2004)	17,47±0,23	4,14	10	16,81±0,00	0	1	16,91±0,00	0	1	17,19±0,09	1,00	4	18,07±0,42	4,64	4
II опытная группа, 0,65–0,70	17,52±0,22	4,05	10	0	0	0	17,00±	0	1	17,12±0,00	0	1	17,77±0,49	5,55	8
III опытная группа, 0,60–0,65	18,13±0,13*	2,27	10	17,64±0,00	0	1	18,00±0,00	0	1	17,81±0,00	0	1	18,34±0,23	2,55	7
IV опытная группа, 0,55–0,60	17,31±0,08	1,42	10	0	0	0	17,02±0,21	1,70	2	17,26±0,03	0,31	7	17,72±0,00	0	1
V опытная группа, 0,50–0,55	17,77±0,32	5,68	10	17,00±0,00	0	1	17,15±0,02	0,29	4	19,23±0,00	0	1	18,23±0,58	6,37	4
VI опытная группа, 0,45–0,50	18,11±0,08*	1,46	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,11±0,08	1,46	10
VII опытная группа, 0,40–0,45	17,46±0,17	3,05	10	17,01±0,12	1,21	3	17,23±0,00	0	1	17,33±0,10	1	3	18,12±0,26	2,47	3
Количество животных		70		6			10			17			37		

нию с продуктивностью коров с пассивным (П) и инфрапассивным (ИП) индексами активности. Таким образом, для коров-первотелок применение фронта кормления не менее 0,45–0,50 м/гол. обеспечивает комфортные условия для потребления корма.

Проанализировав полученные результаты, была проведена экономическая оценка норм фронта кормления. Наибольший удой за период раздоя получен от III опытной группы с фронтом кормления 0,60–0,65 м/гол. При стоимости молока 0,90 руб/кг стоимость дополнительной продукции составила 569,74 руб. В период середины лактации наибольший удой был у животных III опытной группы с фронтом кормления 0,60–0,65 м/гол. (14322,70 кг). Однако при пересчете на удой базисной жирности лучшие результаты были характерны для VI опытной группы с фронтом кормления 0,45–0,50 м/гол. Стоимость дополнительной продукции составила 475,65 руб. Таким образом, наиболее эффективным является применение фронта кормления 0,45–0,50 м/гол.

Заключение. По результатам анализа этологических реакций животных, загрязненности кожных покровов и наличия/отсутствия травм на теле была определена суммарная оценка комфортности. В период раздоя наибольший балл был равен 3,00 и отмечен у II и III опытных групп с фронтом кормления 0,65–0,70 и 0,60–0,65 м/гол. соответственно. В период середины лактации максимальная суммарная оценка комфортности составила 3 балла при фронте кормления от 0,45 до 0,80 м/гол.

Комфортные этологические признаки животных, выраженные в индексах пищевой (ИПА), двигательной (ИДА) и общей активности (ИОА), проявились в период раздоя у животных III опытной группы с фронтом кормления 0,60–0,65 м/гол.: ИПА – 0,71, ИДА – 0,75 и ИОА – 0,81. В период середины лактации оптимальные результаты получены по животным III, V и VI опытным группам с фронтом кормления от 0,45 до 0,65 м/гол.

Высокие показатели молочной продуктивности (средний суточный удой, массовая доля жира и белка) в период раздоя были характерны для III и IV опытных групп с фронтом кормления 0,60–0,65 и 0,55–0,60 м/гол. соответственно. В III опытной группе средний суточный удой составил 21,68 кг, массовая доля жира – 3,48 %, массовая доля белка – 3,35 %, скорость молокоотдачи – 3,26 кг/мин. По IV опытной группе результаты были следующие: удой – 21,19 кг, жирномолочность – 3,47 %, белковомолочность – 3,35 %, интенсивность молокоотдачи – 3,24 кг/мин. В период середины лактации существенных различий при фронте кормления от 0,45 до 0,80 м/гол. выявлено не было.

В период раздоя наибольший удой отмечен у III опытной группы с фронтом кормления 0,60–0,65 м/гол. По сравнению с I контрольной группой стоимость дополнительной продукции возросла на 3,15 %. В период середины лактации лучшие результаты получены по VI опытной группе с фронтом кормления 0,45–0,50 м/гол. Стоимость дополнительной продукции возросла на 3,96 % (по сравнению с продуктивностью I контрольной группы).

Таким образом, оптимальный фронт кормления для животных в период раздоя будет являться фронт кормления не менее 0,60–0,65 м/гол., для коров в период середины лактации – не менее 0,45–0,50 м/гол, что обеспечит более полную реализацию генетического потенциала животных. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и строительстве животноводческих помещений молочно-товарных комплексов промышленного типа, что обеспечит создание комфортных условий содержания животных, способствующих увеличению молочной продуктивности. Практическая значимость исследований состоит в том, что комфортный фронт кормления для коров в период раздоя и середины лактации позволит увеличить молочную продуктивность животных без ущерба их здоровью.

Благодарности. Работа выполнена в рамках ГПНИ «Качество эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 годы, подпрограмма «Животноводство и племенное дело» (№ ГР 20160395), задание 5.26 «Обоснование адаптивных технологических приемов формирования оптимальных условий среды жизнеобеспечения для высокопродуктивных коров в условиях интенсивной технологии».

Список используемых источников

1. Головин, А. В. Усовершенствованные нормы потребностей – основа для разработки эффективных систем кормления молочного скота / А. В. Головин, А. С. Аникин // Кормопроизводство. – 2017. – № 6. – С. 39–42.
2. Wasilewski, J. Usprzetowanie gospodarki nawozami naturalnymi w oborach ściolkowych / J. Wasilewski // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE / Inst. Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa. – Warszawa, 2005. – Cz. 1. – S. 177–180.

3. Трофимов, А. Ф. Особенности формирования микроклимата животноводческих помещений в зависимости от конструктивных решений / А. Ф. Трофимов, А. А. Музыка, А. А. Москалев // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – № 2. – С. 80–86.
4. Hörning, B. The assessment of housing conditions of dairy cows in littered loose housing systems using three scoring methods / B. Hörning // *Acta Agriculturae Scandinavica. Sect. A, Animal Science*. – 2001. – Vol. 51, suppl. 30. – P. 42–47. <https://doi.org/10.1080/090647001316923045>
5. Kapuinen, P. Deep litter systems for beef cattle housed in uninsulated barns. Part 2: Temperatures and nutrients / P. Kapuinen // *J. of Agr. Engineering Research*. – 2001. – Vol. 80, N 1. – P. 87–97. <https://doi.org/10.1006/jaer.2001.0720>
6. Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn / F. J. Vokey [et al.] // *J. of Dairy Science*. – 2001. – Vol. 84, N 12. – P. 2686–2699. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74723-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74723-6)
7. Полноценное кормление, коррекция нарушений обмена веществ и функций воспроизводства у высокопродуктивных коров / Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 251 с.
8. Зоогигиеническая оценка параметров микроклимата животноводческих помещений в летний период в зависимости от зон и точек размещения животных / Л. Н. Шейграцова [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 13–14 мая 2021 г. / Краснояр. науч.-исслед. ин-т животноводства. – Красноярск, 2021. – С. 358–362.
9. Москалев, А. А. Продуктивность, гематологические показатели и поведенческие реакции ремонтных телок в зависимости от норм внесения подстилки / А. А. Москалев, С. А. Кирикович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 1. – С. 235–242.
10. Ruunaniemi, J. Physical properties of synthetic bedding materials for free-stall dairy cow / J. Ruunaniemi, M. Hautala, J. Ahokas // *Agr. a. Food Science*. – 2005. – Vol. 14, N 2. – P. 134–142. <https://doi.org/10.2137/145960605774826019>
11. Features of the formation and monitoring of the microclimate in non-insulated barns: unresolved issues / R. Mylostyvyi [et al.] // *Theoretical a. Appl. Veterinary Medicine*. – 2020. – Vol. 8, № 2. – P. 73–85. <https://doi.org/10.32819/2020.82011>
12. Karandušovská, I. Effect of differently designed systems of housing for dairy cows on ammonia and carbon dioxide concentration / I. Karandušovská, Š. Mihina, Š. Boďo // *Acta Technologica Agriculturae*. – 2012. – Vol. 15, N 4. – P. 106–109.
13. Ганущенко, О. Ф. Пути повышения эффективности использования кормов в молочном скотоводстве / О. Ф. Ганущенко, Н. П. Разумовский, Л. А. Возмитель // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Витебск, 30 окт. – 2 нояб. 2019 г. / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Всерос. науч.-исслед. ветеринар. ин-т патологии, фармакологии и терапии. – Витебск, 2019. – С. 18–23.
14. Филинская, О. В. Практические методы контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров в условиях современного комплекса / О. В. Филинская, С. А. Кеворкян // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2018. – № 4 (44). – С. 30–36.
15. Головин, А. В. Особенности организации полноценного кормления высокопродуктивных молочных коров / А. В. Головин, Р. В. Некрасов, А. С. Аникин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 7. – С. 93–100.
16. Лукьянов, Б. Информационная технология оптимизации оборота стада на молочно-товарной ферме / Б. Лукьянов, П. Лукьянов // Междунар. с.-х. журн. – 2013. – № 4. – С. 62–64.
17. Effect of barn airspace temperature on composition and technological parameters of bulk milk produced by dairy cows of Czech Fleckvieh and Holstein breeds / O. Polak [et al.] // *Acta Univ. Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. – 2011. – Vol. 59, N 6. – P. 271–279. <https://doi.org/10.11118/actaun201159060271>
18. Получение молока высокого качества / Н. С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 223 с.
19. Совершенствование организации раздоя коров на фермах с интенсивной технологией производства молока / А. Ф. Трофимов [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2009. – Вып. 12, ч. 1. – С. 466–473.
20. Стенура, В. Д. Определение комфортности в условиях привязного содержания молочного скота / В. Д. Стенура // Производство молока в Сибири : науч.-техн. бюл. / Сиб. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т животноводства. – Новосибирск, 1983. – Вып. 9. – С. 42–47.
21. Админ, Е. И. Изучение поведения сельскохозяйственных животных в больших группах / Е. И. Админ // Науч.-техн. бюл. / Науч.-исслед. ин-т животноводства Лесостепи и Полесья УССР. – Харьков, 1971. – № 2. – С. 44–50.
22. Поведенческая активность коров голштинской и холмогорской породы в условиях роботизированного доения / Р. Р. Хисамов [и др.] // Вестн. Мичур. гос. аграр. ун-та. – 2021. – № 1 (64). – С. 143–147.

References

1. Golovin A. V., Anikin A. S. Improved rates for nutrient consumption - basis for the effective feeding development of dairy cows. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2017, no. 6, pp. 39-42 (in Russian).
2. Wasilewski J. Usprzetowanie gospodarki nawozami naturalnymi w oborach sciolkowych. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzezy z uwzglednieniem ochrony srodowiska i standardow UE* [Problems of animal production intensification taking into account environmental protection and EU standards]. Warszawa, 2005, pt. 1, pp. 177-180 (in Polish).
3. Trofimov A. F., Muzyka A. A., Moskaliov A. A. Features of formation of microclimate in livestock buildings depending on design. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2016, no. 2, pp. 80-86 (in Russian).
4. Hörning B. The assessment of housing conditions of dairy cows in littered loose housing systems using three scoring methods. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A, Animal Science*, 2001, vol. 51, suppl. 30, pp. 42-47. <https://doi.org/10.1080/090647001316923045>
5. Kapuinen, P. Deep litter systems for beef cattle housed in uninsulated barns. Part 2: Temperatures and nutrients. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2001, vol. 80, no. 1, pp. 87-97. <https://doi.org/10.1006/jaer.2001.0720>

6. Vokey F. J., Guard C. L., Erb H. N., Galton D. M. Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science*, 2001, vol. 84, no. 12, pp. 2686-2699. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74723-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74723-6)
7. Gavrichenko N. I., Prudnikov V. S., Kuz'mich R. G., Razumovskii N. P., Kovzov V. V. *Nutritious feeding, correction of metabolic and reproductive disorders in highly productive cows*. Vitebsk, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 2019. 251 p. (in Russian).
8. Sheygratsova L. N., Shmatko N. N., Kirikovich S. A., Puchka M. P. Zoohygienic assessment of parameters of microclimate in livestock buildings during summer period depending on zones and locations of animals. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: materialy V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Krasnoyarsk, 13-14 maya 2021 g.* [Scientific support of animal husbandry in Siberia: proceedings of the 5th International scientific-practical conference, Krasnoyarsk, May 13-14, 2021]. Krasnoyarsk, 2021, pp. 358-362 (in Russian).
9. Moskalev A. A., Kirikovich S. A. Performance, hematological values and behavior of replacement heifers depending on norms of bedding implementation. *Zootehnicheskaya nauka Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Zootechnic Science of Belarus: collection of scientific papers*. Zhodino, 2010, vol. 45, pt. 1, pp. 235-242 (in Russian).
10. Ruunaniemi J., Hautala M., Ahokas J. Physical properties of synthetic bedding materials for free-stall dairy cow. *Agricultural and Food Science*, 2005, vol. 14, no. 2, pp. 134-142. <https://doi.org/10.2137/145960605774826019>
11. Mylostyyvi R., Vysokos M., Timoshenko V., Muzyka A., Vtoryi V., Vtoryi S., Chernenko O., Izhboldina O., Khmeleva O., Hoffmann G. Features of the formation and monitoring of themicroclimate in non-insulated barns: unresolved issues. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 2020, vol. 8, no. 2, pp. 73-85. <https://doi.org/10.32819/2020.82011>
12. Karandušovská I., Mihina Š., Boďo Š. Effect of differently designed systems of housing for dairy cows on ammonia and carbon dioxide concentration. *Acta Technologica Agriculturae*, 2012, vol. 15, no. 4, pp. 106-109.
13. Ganushchenko O. F., Razumovskii N. P., Vozmitel' L. A. Ways to improve the efficiency of fodder use in dairy farming. *Aktual'nye problemy lecheniya i profilaktiki boleznei molodnyaka : materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Vitebsk, 30 oktyabrya - 2 noyabrya 2019 g.)* [Actual problems of treatment and prevention of diseases of young animals: proceedings of the International scientific and practical conference (Vitebsk, October 30 - November 2, 2019)]. Vitebsk, 2019, pp. 18-23 (in Russian).
14. Filinskaya O. V., Kevorkyan S. A. Practical methods of controlling the usefulness of feeding highly productive cows in the modern complex. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya = Herald Agroindustrial Complex of Upper Volga Region*, 2018, no. 4 (44), pp. 30-36 (in Russian).
15. Golovin A. V., Nekrasov R. V., Anikin A. S. Peculiarities of organization of complete feeding of high-productive dairy cows. *Veterinariya, zootekhniya i biotekhnologiya = Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*, 2018, no. 7, pp. 93-100 (in Russian).
16. Lukyanov B., Lukyanov P. Information technology of optimization of the herd turnover on the dairy farm. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = International Agricultural Journal*, 2013, no. 4, pp. 62-64 (in Russian).
17. Polak O., Falta D., Hanus O., Chladek G. Effect of barn airspace temperature on composition and technological parameters of bulk milk produced by dairy cows of Czech Fleckvieh and Holstein breeds. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensi*, 2011, vol. 59, no. 6, pp. 271-279. <https://doi.org/10.11118/actaun201159060271>
18. Motuzko N. S., Smunev V. I., Razumovskii N. P., Ganushchenko O. F., Lapotentov A. M. *High quality milk production*. Vitebsk, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 2019. 223 p. (in Russian).
19. Trofimov A. F., Timoshenko V. N., Muzyka A. A., Kovalevskii I. A. Improving the organization of milking of cows at farms with intensive milk production technology. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: sbornik nauchnykh trudov* [Actual problems of intensive development of animal husbandry: collection of scientific papers]. Gorki, 2009, iss. 12, pt. 1, pp. 466-473 (in Russian).
20. Stepura V. D. Determination of comfort degree in the conditions of tied housing of dairy cattle. *Proizvodstvo moloka v Sibiri: nauchno-tehnicheskii byulleten'* [Milk production in Siberia: scientific and technical bulletin]. Novosibirsk, 1983, iss. 9, pp. 42-47 (in Russian).
21. Admin E. I. Studying the behavior of farm animals in large groups. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' Nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva Lesostepi i Poles'ya USSR* [Scientific and Technical Bulletin of the Scientific Research Institute of Animal Husbandry of the Forest-Steppe and Polesie of the Ukrainian SSR]. Kharkov, 1971, no. 2, pp. 44-50 (in Russian).
22. Khisamov R. R., Zagidullin L. R., Shaydullin R. R., Sharipov D. R. Behavioral activity of cows of the Holstein and Kholmogory breed in the conditions of robotic milking. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2021, no. 1 (64), pp. 143-147 (in Russian).

Информация об авторе

Шамонина Алла Ивановна – аспирант, научный сотрудник, лаборатория интенсивных технологий производства молока и говядины, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163 г. Жодино, Минский район, Минская область, Республика Беларусь). E-mail: alla_shamonina@mail.ru ; <http://orcid.org/0000-0002-3848-1511>

Information about the author

Alla I. Shamonina - Postgraduate. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Breeding (11, Frunze Str., Zhodino 222163, Minsk district, Republic of Belarus). E-mail: alla_shamonina@mail.ru ; <http://orcid.org/0000-0002-3848-1511>