

ISSN 1817-7204 (Print)

ISSN 1817-7239 (Online)

УДК 636.22/.28.083.14(476)

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-2-223-233>

Поступила в редакцию 06.12.2021

Received 06.12.2021

А. И. Шамонина*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Беларусь***ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ НОРМЫ ВНЕСЕНИЯ СОЛОМЕННОЙ
ПОДСТИЛКИ В СЕКЦИЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РЕШЕНИЯМИ**

Аннотация. Среди производителей и практиков сельскохозяйственного производства нет единого мнения о том, какой подстилочный материал является лучшим. На выбор в значительной мере оказывают влияние ее полезные свойства, длительность использования и дороговизна. В качестве подстилки используют органические (солому, опилки, древесные стружки, торф, и др.), неорганические (песок) и синтетические (резиновые маты, матрасы из рубленой резины, латекса, подкладки из вспененного полиуретана, водонепроницаемого воскового покрытия и др.) материалы. Значительная часть сельскохозяйственных организаций Беларуси использует озимую солому. Как подстилочный материал она обладает рядом полезных свойств: малой теплопроводностью, высокой влагопоглощательной способностью, дешевизной, комфортом для животных. В Республиканских нормах технологического проектирования новых, реконструкции и технологического перевооружения животноводческих объектов (РНТП-1-2004) нормы потребления соломенной подстилки для коров при беспривязном содержании на глубокой подстилке составляет 8 кг, однако нет норм ввода для секций с другими технологическими решениями. В статье представлены результаты исследований по определению оптимальной нормы внесения соломенной подстилки в секциях с различными технологическими решениями. Проведен анализ эволюционных реакций животных, загрязненности кожных покровов, наличия/отсутствия травм на теле, температурных характеристик соломенной подстилки в разные сезоны года и экономической эффективности применения различных норм внесения соломенной подстилки. Установлено, что оптимальной нормой внесения соломенной подстилки для общей секции является 4,5 кг/гол/сут, для секции с разделением на зону кормления и зону отдыха – 3,0 кг/гол/сут. Применение данных норм внесения соломенной подстилки позволит экономно ее использовать без ущерба со стороны продуктивности и комфортного отдыха коров. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и строительстве сооружений молочно-товарного комплекса промышленного типа, хранилищ для грубых кормов.

Ключевые слова: стельные сухостойные животные, соломенная подстилка, секции для содержания скота, гематологические показатели крови, температура логава для животных, эволюционные реакции, комфортность условий содержания, загрязненность кожных покровов, травмы, заболевания

Для цитирования: Шамонина, А. И. Нормы внесения соломенной подстилки в секциях с различными технологическими решениями / А. И. Шамонина // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 223–233. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-2-223-233>

Alla I. Shamonina*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
for Animal Breeding, Zhodino, Belarus***SUBSTANTIATION OF THE OPTIMAL RATE OF STRAW BED
IN SECTIONS WITH DIFFERENT TECHNOLOGICAL SOLUTIONS**

Abstract. There is no consensus among producers and agricultural practitioners as to which bedding material is the best. The choice is largely influenced by its useful properties, duration of use and high cost. Organic (straw, sawdust, wood shavings, peat, etc.), inorganic (sand) and synthetic (rubber mats; mattresses made of chopped rubber, latex, polyurethane foam lining, waterproof wax coating, etc.) materials are used for bedding. A significant part of agricultural organizations in Belarus uses winter straw. As a bedding material, it has a number of useful properties: low thermal conductivity, high moisture absorption capacity, low cost, and comfort for animals. According to the Republican standards for the technological design of new, reconstruction and technological re-equipment of livestock facilities (RNTD-1-2004), the standards for consumption of straw bedding for cows at loose housing on deep litter is 8 kg, but there are no input standards for sections with other technological solutions. The paper presents the results of studies to determine the optimal rate of straw bedding in sections with different technological solutions. Analysis of ethological reactions of animals, contamination of the skin, presence/absence of

injuries on the body, temperature characteristics of the straw bedding in different seasons of the year and the economic efficiency of using different straw bedding rates has been performed. It has been determined that the optimal straw bedding rate for the general section is 4.5 kg/animal per day, for a section with a division into a feeding area and a rest area – 3.0 kg/animal per day. Application of these rates of straw bedding will enable it to be used economically without affecting the productivity and resting comfort of cows. The research results can be used in design and construction of industrial dairy complexes and storages for rough feeds.

Keywords: pregnant dry animals, straw bedding, sections for livestock housing, hematological blood parameters, bed temperature, ethological reactions, comfortable housing conditions, contamination of skin, injuries, diseases

For citation: Shamonina A. I. Substantiation of the optimal rate of straw bed in sections with different technological solutions. *Vestsi Natsyyanal' nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60, no. 2, pp. 223–233 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-2-223-233>

Введение. Условия комфортного содержания крупного рогатого скота в последние годы приобретают все большую популярность. Причиной этому является повышенная чувствительность молочного скота к изменениям условий содержания. Особое внимание следует обратить на комфортность отдыха животных, так как в этот период происходит жвачка, а значит, и процесс молокообразования. Удобное ложе способствует более полноценному отдыху животных [1–3]. На комфортный отдых коров большое влияние оказывает подстилка. Солома является традиционным подстилочным материалом для многих стран постсоветского пространства, так как она обладает низкой теплопроводностью и высокой влагоемкостью [4].

Положительно влияет мягкая соломенная подстилка и на продуктивность дойного стада. Так, в работах М. Э. Кебекова и других исследователей установлено, что содержание дойных коров на глубокой соломенной подстилке обеспечивает повышение среднесуточных удоев на 4,98 %, валовых удоев – на 4,94 %, среднего процента жира в молоке – на 2,7 %, укорачивается сервис-период – на 14,7 %, на одно оплодотворение затрачивается на 0,7 меньше осеменений, число коров с больными конечностями сокращается на 25 %, маститных – на 33 %, поведение коров более спокойное на мягкой соломенной подстилке [5, 6].

Важными показателями являются теплопроводность и повышение температуры при лежании на ней животных и скорость охлаждения после вставания животных. Согласно исследованиям А. Ф. Трофимова температура соломы за 60 мин лежания животного повысилась в среднем на 12 °С, а опилок – лишь на 8 °С. Первоначальная температура подстилки после 1 ч лежания животных восстанавливалась через 80 мин, из опилок – через 45 мин. В холодный период года при отрицательной температуре наружного воздуха (–5 °С) температура соломенной подстилки повышалась в среднем на 14 °С (за 60 мин лежания животного), а опилок – на 12 °С. Первоначальная температура соломенной подстилки восстановилась в среднем через 25 мин, а опилок – через 15 мин. Кроме того, при применении на бетонном полу соломенной подстилки теплотери крупного рогатого скота составляют 120–145 ккал, а на том же полу без подстилки – 570 ккал. На образование тепла произвольно тратится не менее 2 к. ед. [7].

К недостаткам подстилки из соломы следует отнести: повышенную трудоемкость уборки подстилки, необходимость дополнительной площади для хранения материала, увеличение количества навоза [7–10].

Сегодня производители могут предложить широкий ассортимент подстилочных материалов, оборудования и препаратов, обладающих рядом ценных свойств [11–17]. Неоспоримое достоинство соломенной подстилки – это ее дешевизна, она является значительной статьей расходов сельскохозяйственных предприятий. Возникает противоречие: с одной стороны, количество вносимой соломы должно создавать комфортные условия для животных, с другой – обеспечить оптимальную норму внесения соломенной подстилки с точки зрения экономики хозяйства. Единого мнения о том, сколько нужно вносить подстилочного материала, нет.

Исследования А. А. Париева и др. показывают, что разовая норма внесения соломенной подстилки (11 кг/гол. в неделю) не создает достаточно комфортных условий для содержания молочного скота, о чем свидетельствует среднее содержание в ней примесей (навоза, глины и др.). На 5-й день после внесения количество примесей составляет 1:1 (в среднем 52 %), а на расстоянии

50–60 см при входе в бокс – 41,2–45,3 % [18, 19]. Кроме того, значительное превышение нормы внесения подстилки в бокс приводит к увеличению времени на поиск животными комфортного бокса, уменьшению времени на отдых, повышению возможности возникновения инфекционной формы мастита и заболевания конечностей и увеличению расхода подстилки [20, 21].

Биоэнергетическая оценка норм внесения соломенной подстилки при различных вариантах беспривязного содержания скота, проводимая белорусскими учеными на молочном скоте, показала, что оптимальной нормой внесения при беспривязном содержании в индивидуальных боксах является 1 кг/сут/гол. (биоэнергетическая оценка составила 7,8 %), при групповом содержании на глубокой подстилке – 8 кг (7,8 %) и при периодически сменяемой подстилке – 4,5 кг/сут/гол. (10,24 %) [22]. Экономический эффект за счет снижения трудовых и материальных затрат при боксовом содержании составил 272 у. е., на глубокой подстилке – 194 у. е., на периодически сменяемой – 429 у. е. за лактацию [9, 22].

Белорусские ученые в своих исследованиях по определению норм внесения соломенной подстилки ремонтным телкам пришли к выводу, что количество вносимой соломы при разделении площади секции на зону отдыха и зону кормления способствует повышению их среднесуточных приростов живой массы по сравнению с традиционными технологическими решениями и нормами внесения подстилки по РНТП-1-2004 на 6,4 %. При этом нормы внесения соломенной подстилки должны соответствовать возрасту животных: для ремонтного молодняка 6–12-месячного возраста следует вносить 2 кг в расчете на одну голову ежедневно, 13–16-месячного возраста – 3 кг и 17–25-месячного возраста – 4 кг [23–26].

Цель исследования – определение оптимальных норм внесения соломенной подстилки в секциях для содержания стельных сухостойных коров с различными технологическими решениями.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1) установить оптимальную норму внесения соломенной подстилки для стельных сухостойных животных на основе анализа этологических реакций животных, загрязненности кожных покровов и наличия/отсутствия травм на теле в общей секции (8×15 м) и в секции с разделением на зоны кормления (3×18 м) и отдыха (4,5×18 м);

2) определить теплозащитные свойства соломы на основании замера температуры подстилки в разные сезоны года и установить влияние температурного режима логова на комфортность условий содержания животных;

3) дать экономическую оценку от применения различных вариантов нормы внесения соломенной подстилки и установить наиболее комфортный из них.

Объекты и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили в филиале Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго» Молодечненского района в 2019–2020 гг. Объект исследований – стельные сухостойные животные голштинизированной белорусской черно-пестрой породы.

Исследования проходили в два этапа. На каждом этапе были сформированы 4 группы подопытных животных – 1 контрольная и 3 опытные. На первом этапе стельные сухостойные животные содержались в общей секции 8×15 м. На втором этапе секция была разделена на зону кормления (3×18 м) и отдыха (4,5×18 м), по 30 гол. в каждой. Схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта по технологическому зонированию и определению оптимальных норм внесения соломенной подстилки в секциях для содержания сухостойных животных, МТК «Мороськи» (филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго» Молодечненского района), 2019–2020 гг.

Table 1. Layout of experiment on technological zoning and determination of the optimal rates for introduction of straw litter in sections for dry animals housing, MTK “Moroski” (branch of Agrofirma “Lebedevo” RUE “Minskenergo” Molodechno district), 2019–2020

Вариант опыта	<i>n</i>	Внесение подстилки в зону отдыха, кг/гол/сут
<i>Содержание в секции (8×15 м)</i>		
I контрольная группа	30	8,00 (по РНТП-1-2004)
II опытная группа	30	5,00

Окончание табл. 1

Вариант опыта	n	Внесение подстилки в зону отдыха, кг/гол/сут
III опытная группа	30	4,50
IV опытная группа	30	4,00
<i>Разделение зоны кормления (3×18 м) и отдыха (4,5×18 м)</i>		
I контрольная группа	30	8,00 (по РНТП-1-2004)
II опытная группа	30	5,00
III опытная группа	30	4,50
IV опытная группа	30	3,00

Солому вносили ежедекадно в секции (8×15 м) и зоне отдыха (4,5×18 м) россыпью. К месту пребывания подопытных животных солома доставлялась на тракторе в виде рулонов.

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 использования¹.

Поведение животных определяли по записи отдельных действий или положений животных через определенные промежутки времени с учетом методических рекомендаций Е. И. Админа².

Чистоту кожи и шерстного покрова – путем визуальных наблюдений в течение двух смежных дней каждого месяца с обоих боков животного. По степени загрязнения телок разделяли на три категории: чистые (загрязнения только на запястном и скакательном суставах), среднезагрязненные (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.

Результаты и их обсуждение. Различные нормы внесения соломенной подстилки оказали влияние на поведенческие реакции подопытных коров. Результаты хронометражных наблюдений представлены на рис. 1.

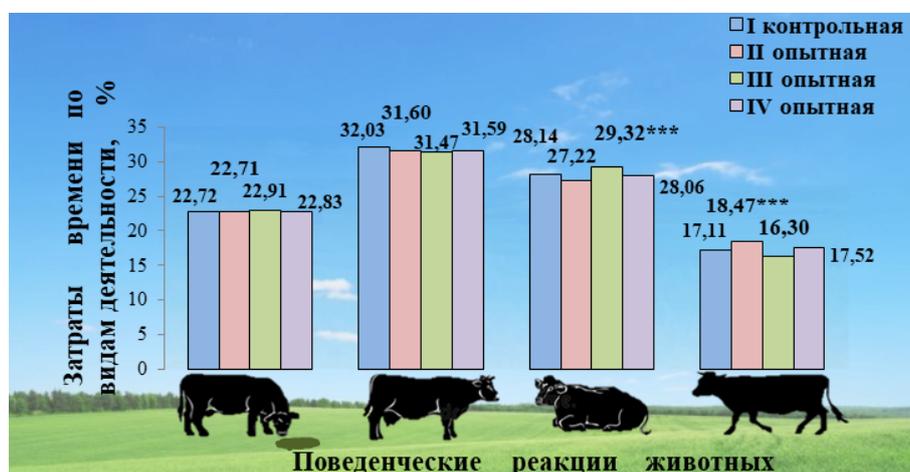


Рис. 1. Результаты хронометражных наблюдений за сухостойными животными, МТК «Мороськи» (филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго» Молодечненского района), 2019–2020 гг.

Fig. 1. Results of chronometric observations of dry animals, МТК “Moroski” (branch of Agrofirm “Lebedevo” RUE “Minskenergo” Molodechno district), 2019–2020

Примечание. Рисунок составлен по результатам собственных исследований.

¹ Степура В. Д. Определение комфортности в условиях привязного содержания молочного скота // Производство молока в Сибири: науч.-техн. бюл. Новосибирск, 1983. Вып. 9. С. 42–47.

² Изучение поведения сельскохозяйственных животных в больших группах / Е. И. Админ [и др.] // Науч.-техн. бюл. / НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР. Харьков, 1971. № 2. С. 44–50.

Животные контрольной и опытных групп вели себя достаточно активно – значительную часть времени они проводили у кормового стола или стояли. Время, проведенное сухостойными животными стоя, не имело существенных различий во всех трех группах и составило 7,69 ч в I контрольной группе, 7,58 ч – во II опытной группе, 7,55 ч – в III опытной и 7,58 ч – в IV опытной группе. Данная тенденция прослеживается и по отношению ко времени, проведенному животными у кормового стола. Так, I контрольная и II опытная группы провели у кормового стола 5,45 ч, III опытная – 5,50 ч, IV опытная – 5,48 ч.

Двигательная активность подопытных животных имела свои различия. Активнее всего проявили себя коровы II опытной группы – они провели в движении 4,43 ч, наблюдаемые различия статистически достоверны ($P < 0,001$). Подопытные животные в I контрольной и IV опытной группах были в движении 4,11 и 4,20 ч соответственно. Самыми пассивными были коровы III опытной группы – они провели в движении 3,91 ч.

Время, проведенное коровами лежа, во многом характеризует комфортность мест для отдыха. Больше времени лежа провели животные в III опытной группе – они отдыхали 7,04 ч, данные различия являются статистически достоверными при $P < 0,001$. Меньше всего времени затратили на отдых лежа коровы во II опытной группе (6,53 ч). В I контрольной и IV опытной группах коровы лежали 6,75 и 6,73 ч соответственно. Различия между группами составили 1,26–2,10 %.

Следует отметить, что на расстоянии 1,2–1,8 м вдоль кормового стола возникает зона повышенной загрязненности (животные чаще всего испражняются во время потребления корма). Загрязненная подстилка переносилась по всей секции, что может оказать отрицательное влияние на здоровье и продуктивность коров.

Хронометражные наблюдения в секции с разделением на зону кормления и зону отдыха представлен на рис. 2.

Разделение площади секции на зоны отдыха и кормления позволило животным меньше времени стоять и двигаться и больше отдыхать. Важно отметить, что значительных отличий в поведении животных подопытных групп выявлено не было.

В сутки двигательная активность подопытных животных составила 3,76–4,05 ч. Больше всего двигались животные II опытной группы (4,05 ч). Данные, полученные в результате наблюдений, статистически достоверны ($P < 0,01$).



Рис. 2. Результаты хронометражных наблюдений за сухостойными животными, МТК «Мороски» (филиал Агрофирмы «Лебедево» РУП «Минскэнерго» Молодечненского района), 2019–2020 гг.

Fig. 2. Results of chronometric observations of dry animals, MTK “Moroski” (branch of Agrofirma “Lebedevo” RUE “Minskenergo” Molodechno district), 2019–2020

Примечание. Рисунок составлен по результатам собственных исследований.

Отдых стоя у подопытных животных составил 6,51–6,78 ч. Существенных различий в поведенческих реакциях у животных III (6,62 ч) и IV опытной групп (6,63 ч) не выявлено.

Важными поведенческими актами сухостойных животных являются кормление и отдых лежа. Значительных различий во времени, проведенном у кормового стола, среди подопытных животных не установлено. В среднем животные потребляли корм от 5,20 до 5,24 ч. Данная закономерность прослеживается и по отношению ко времени, проведенному животными лежа. На отдых лежа животными было затрачено 8,21–8,22 ч.

Важно отметить, что разделение секции на зону кормления позволило избежать беспокойства животных в зоне отдыха. Подопытные животные могли выбирать поведение, которое в большей степени отвечало их потребностям: животные имели возможность в большей степени реализовывать свои биологические потребности.

При оценке общей комфортности условий содержания при разделении секции на зоны кормления и отдыха установлено, что все подопытные животные проявляли акты комфортного поведения. Существенные различия в этологических реакциях сухостойных животных не выявлены.

Вторым контрольным показателем в оценке явилась *загрязненность тела подопытных животных*. В общей секции 8×15 м вследствие затаптывания соломенной подстилки все подопытные животные имели загрязнения бедра, скакательных и запястных суставов, которые были оценены в 0,5 балла. Разделение секции на зоны кормления и отдыха способствовало более комфортному пребыванию животных, что отразилось в отсутствии загрязнений на теле (табл. 2). Следует отметить, что наличие ограждающих конструкций, разделяющих секцию на зону отдыха и кормления, позволило снизить загрязнения соломенной подстилки в зоне отдыха. Как следствие, все подопытные животные относились к категории чистые. Все нормы внесения подстилки были оценены в 1 балл.

При проведении оценки *травмирования конечностей и вымени* подопытных животных установлено, что за период исследований заболеваний конечностей и вымени у подопытных животных не было.

Таким образом, при содержании в общей секции на соломенной подстилке подопытные животные наиболее комфортно чувствовали себя при норме внесения в количестве 8 кг/гол., 5 и 4,5 кг/гол. При близких показателях при оценке комфортности животных, на наш взгляд, более выгодным является норма внесения соломенной подстилки в количестве 4,5 кг/гол. Следует отметить, что у всех групп значительную часть времени (11,79–11,46 ч) проводили в движении или стоя, это способствовало затаптыванию соломы у кормового стола с последующим загрязнением подстилки во всей секции.

Т а б л и ц а 2. Суммарная оценка комфортности, баллы

T a b l e 2. Total comfort score, points

Вариант опыта	Внесение подстилки, кг/гол/сут	Фактор оценки			итого
		поведение	загрязненность животных	травмы конечностей и вымени	
<i>Секция 8×15 м</i>					
I контрольная группа	8*	0,5	0,5	1	2,0
II опытная группа	5	1	0,5	1	2,5
III опытная группа	4,5	1	0,5	1	2,5
IV опытная группа	4	0,5	0,5	1	2,0
<i>Секция с разделением на зону кормления (3×18 м) и отдыха (4,5×18 м)</i>					
I контрольная группа	8*	1	1	1	3
II опытная группа	5	1	1	1	3
III опытная группа	4,5	1	1	1	3
IV опытная группа	3	1	1	1	3

* Согласно РНТП-1-2004.

Разделение секции на зоны кормления и отдыха позволило создать комфортные условия содержания для всех подопытных животных, об этом свидетельствуют поведенческие реакции сухостойных животных, отсутствие травм и загрязнений на теле. Различия во внесении соломенной подстилки не оказали существенного влияния на подопытных животных, следовательно, оптимальной нормой внесения соломенной подстилки в секции с разделением на зоны кормления и отдыха является 3,0 кг/гол.

Температурные показатели соломенной подстилки. Изменение количества вносимой соломенной подстилки не должно оказать отрицательного влияния на комфортность содержания скота ввиду ухудшения температурных характеристик. В связи с этим были проанализированы температурные режимы логова в течение года. Замер температуры подстилки проводили после вставания животных.

В общей секции 8×15 м в теплый период года при внесении соломы в количестве 8 кг/гол. температура колебалась в пределах 27,3–28,7 °С. С сокращением количества подстилочного материала до 4 кг температура снизилась на 0,2–0,5 °С и составила 27,1–28,2 °С.

В переходный период максимальная температура поверхности логова между подопытными группами также не имела существенных отличий. Так, в I контрольной группе она составила 21,2–27,1 °С, во II опытной – 21,3–26,9 °С, в III опытной – 20,8–27,1 °С и в IV группе – 21,3–27,1 °С, различия не являются достоверными. В холодный период года температурные показатели логова после вставания колебались от 19,7 до 21,7 °С. Следует отметить, что в опытных группах температура не имела значительных различий. Так, во II опытной группе она изменялась от 19,5 по 21,2 °С, в III группе – от 20,9 по 21,0 °С, в IV группе – от 19,3 по 21,5 °С. Результаты замеров температуры логова в I контрольной группе были выше в среднем на 0,2–0,3 °С по сравнению с замерами в опытных группах.

Температура поверхности кожи животных в теплый период года составила 33,2–33,4 °С, в переходный период – 31,3–33,5 °С и в холодное время года – 32,2–32,9 °С. Существенных колебаний температуры между группами подопытных животных не выявлено, что указывает на умеренную отдачу тепла и оптимальную теплорегуляцию.

Следует отметить, что с уменьшением количества вносимой подстилки (с 8 до 4 кг) температура снижалась на 0,2–0,5 °С в теплый и переходный периоды года и на 0,5–1,6 °С – в холодный период. Таким образом, существенных различий в температурных показателях соломенной подстилки выявлено не было.

Температурные показатели соломенной подстилки при разделении секции на зоны отдыха и кормления имели свои особенности. В теплый период года температура ложа в I контрольной группе составила 26,1–28,8 °С, во II опытной – 26,2–27,4 °С, в III опытной – 27,4–27,7 °С и в IV опытной – 27,3–28,1 °С. Разница температур между контрольной группой и опытными группами не превышала 0,7–1,4 °С.

В осенний и весенний периоды температурные колебания достигали 23,3–25,9 °С. Максимальная температура подстилки была зафиксирована в I контрольной группе, минимальная – во II опытной группе. Различия в температуре логова между опытными и контрольной группой составили 0,3–0,6 °С.

В холодный период года температура логова уменьшалась при снижении нормы внесения соломенной подстилки. Так, в I контрольной группе логово после вставания коровы имело температуру 17,4–20,3 °С, что выше на 0,2–0,4 °С, чем во II опытной группе, на 0,1–0,4 °С, чем в III опытной и на 0,3–0,5 °С, чем в IV опытной группе. Следует отметить, что при температуре соломенной подстилки 17,1–19,8 °С этологические реакции подопытных коров не имели отличий по сравнению с их аналогами из контрольной группы. Травм или загрязнений кожных покровов также выявлено не было.

Температура поверхности кожи животных в теплый период года составила 33,3–33,5 °С, в переходный период – 31,2–33,0 °С и в холодное время года – 32,2–32,6 °С. Существенных колебаний температуры между группами подопытных животных выявлено не было, следовательно, интенсивность отдачи тепла в окружающую среду была оптимальной.

Таким образом, уменьшение нормы внесения соломенной подстилки в секции с разделением на зону кормления и зону отдыха с 8 до 3 кг не ухудшило комфортность содержания сухостойных коров.

Экономическая эффективность применения различных норм внесения соломенной подстилки. Подстилочные материалы на основе соломы составляют значительную часть общих расходов на содержание молочно-товарного комплекса (табл. 3).

В результате экспериментальных исследований установлено, что при беспривязном содержании в секции расход соломы составил от 0,24 до 0,48 т. Максимальный расход соломы отмечен в I контрольной группе (14,40 т), что больше на 5,40 т, чем при внесении подстилки в количестве 5 кг/гол. (II опытная группа), и больше на 6,30 т, чем при внесении подстилки в количестве 4,5 кг/гол. (III опытная группа). Как следствие, стоимость соломы в I контрольной группе была выше на 156,60 и 182,70 руб. по сравнению со II и III опытными группами соответственно. Цена реализации 1 т овсяной озимой соломы составляет 29,00 руб.

При содержании сухостойных животных в секции с разделением на зоны кормления и отдыха расход подстилки был ниже и составил от 0,18 до 0,48 т. Минимальный расход соломы был отмечен в IV опытной группе и составил 5,40 т, что ниже расхода соломы на 37,50 % по сравнению с I контрольной группой, на 60,00 % по сравнению со II опытной группой и на 66,67 % по сравнению с III опытной группой. Стоимость соломы в исследуемых группах колебалась от 417,60 руб. (в I контрольной группе) до 156,60 руб. (в IV опытной группе).

Т а б л и ц а 3. Экономическая эффективность различных норм внесения соломы при беспривязном содержании сухостойных животных ($n = 30$)

T a b l e 3. Economic efficiency of various rates of straw application for loose housing of dry animals ($n = 30$)

Показатель	Содержание в секции (8×15 м)				Разделение зоны кормления (3×18 м) и отдыха (4,5×18 м)			
	I контрольная, 8 кг/гол/сут	II опытная, 5 кг/гол/сут	III опытная, 4,5 кг/гол/сут	IV опытная, 4 кг/гол/сут	I контрольная, 8 кг/гол/сут	II опытная, 5 кг/гол/сут	III опытная, 4,5 кг/гол/сут	IV опытная, 3 кг/гол/сут
Расход соломы за 60 дней, т	0,48	0,30	0,27	0,24	0,48	0,30	0,27	0,18
Расход соломы на поголовье животных в секции (30 гол.), т	14,40	9,00	8,10	7,20	14,40	9,00	8,10	5,40
Стоимость соломы, руб.	417,60	261,00	234,90	208,80	417,60	261,00	234,90	156,60
Экономический эффект за 60 дней, руб.	–	156,60	182,70	208,80	–	156,60	182,70	261,00

Экономический эффект при внесении соломенной подстилки в течение 60 дней в III опытной группе с нормой внесения подстилки 4,5 кг/гол. составил 182,70 руб. В секции с разделением на зоны кормления и отдыха экономический эффект в IV опытной группе при внесении 3 кг соломы составил 261,00 руб.

Таким образом, внесение соломенной подстилки в количестве 3 кг/гол. в секции с разделением на зоны кормления и отдыха обеспечивает комфортное пребывание животных и позволяет сэкономить часть расходов на содержание молочно-товарного комплекса.

Заключение. На основе анализа этологических реакций животных, загрязненности кожных покровов и наличия/отсутствия травм на теле оптимальной нормой внесения соломенной подстилки в общей секции (8×15 м) является 4,5 кг/гол/сут, в секции с разделением на зону кормления (3×18 м) и отдыха (4,5×18 м) – 3,0 кг/гол/сут.

В результате изучения температурных характеристик соломенной подстилки в разные сезоны года установлено, что в общей секции температура соломы снижалась на 0,2–0,5 °С в теплый и переходный периоды года и на 0,5–1,6 °С – в холодный период. В секции с разделением на зоны кормления и отдыха температура колебалась от 0,1 до 0,3 °С в теплый период года, 0,1–1,4 °С – в переходный и 0,1–0,5 °С – в холодный. Существенных различий температуры при разных нормах внесения соломенной подстилки выявлено не было. Следовательно, уменьшение нормы вне-

сения соломенной подстилки в общей секции и секции с разделением на зону кормления и зону отдыха не ухудшило комфортность содержания сухостойных коров.

При расчете экономической эффективности применения различных норм внесения соломенной подстилки установлен наибольший экономический эффект в общей секции при внесении 4,5 кг/гол. соломы (208,80 руб.), в секции с разделением на зону кормления и зону отдыха – при внесении 3,0 кг/гол. в сутки (261,00 руб.).

Таким образом, оптимальной нормой внесения соломенной подстилки для общей секции является 4,5 кг/гол., для секции с разделением на зону кормления и зону отдыха – 3,0 кг/гол.

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и строительстве сооружений молочно-товарного комплекса промышленного типа, хранилищ для грубых кормов. Применение данных норм внесения соломенной подстилки позволит экономно ее использовать без ущерба со стороны продуктивности и комфортного отдыха коров.

Благодарности. Работа выполнена в рамках ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 годы, подпрограмма «Животноводство и племенное дело» (№ ГР 20160395).

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. ГР 20160395).

Список используемых источников

1. Schneider, R. Liegeboxenumbau für den Kuhkomfort / R. Schneider // *Neue Landwirtschaft*. – 2006. – № 9. – S. 56–59.
2. О некоторых аспектах комфорта для молочных коров / А. А. Стекольников [и др.] // *Вопр. норматив.-правового регулирования в ветеринарии*. – 2015. – № 1. – С. 121–123.
3. Wasilewski, J. Usprzetowanie gospodarki nawozami naturalnymi w oborach sciolkowych / 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.
4. 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 НАН Беларуси по животноводству*. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 1. – С. 235–242.
5. Зависимость продуктивности коров и их воспроизводительных показателей от условий содержания / М. Э. Кебеков [и др.] // *Эффектив. животноводство*. – 2019. – № 1 (149). – С. 33–36. <https://doi.org/10.24411/9999-007A-2019-10014>
6. Завражнов, А. И. Технология приготовления органических удобрений из подстилочного навоза в буртах / А. И. Завражнов, В. Д. Хмыров, В. Б. Куденко // *Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства*. – 2015. – № 4 (20). – С. 95–96.
7. 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 Беларуси. Сер. аграр. наук*. – 2016. – № 2. – С. 80–86.
8. Ляшенко, В. В. Влияние биоподстилки на продуктивные качества коров / В. В. Ляшенко, В. В. Каешева, А. А. Воробьева // *Сурс. вестн.* – 2021. – № 3 (15). – С. 43–48. https://doi.org/10.36461/2619-1202_2021_03_007
9. Экономическая эффективность различных норм внесения соломенной подстилки / А. Трофимов [и др.] // *Агрэканоміка*. – 2004. – № 8. – С. 49–51.
10. Einstreumanagement in der Ökologischen Milchviehhaltung / K. Barth [et al.] // *Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2010 / Thünen-Inst. ; hrsg. G. Rahmann*. – Braunschweig, 2011. – S. 41–47.
11. 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>
12. Denk, K. H. Mechanisieren des Einstreuens – Überblick und Stand der Technik / K. H. Denk // *Gumpensteiner Bautagung 2001 zum Thema Stallbau-Stallklima-Verfahrenstechnik : Bericht, 19. und 20. Juni 2001 an der BAL Gumpenstein / Bundesanst. für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein*. – Irdning, 2001. – S. 59–62.
13. 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, № 1. – P. 87–97. <https://doi.org/10.1006/jaer.2001.0720>
14. Свиридова, О. Как выбрать лучшую подстилку для коров? : советы фермерам / О. Свиридова // *Молоко & Корма. Менеджмент*. – 2005. – № 3. – С. 24–27.
15. Музыка, А. А. Зоогигиеническая оценка резиновых покрытий боксов при беспривязном содержании высокопродуктивных коров / А. А. Музыка, И. В. Голодько // *Экология и живот. мир*. – 2014. – № 2. – С. 67–72.
16. Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn / F. J. Voke [et al.] // *J. of Dairy Science*. – 2001. – Vol. 84, № 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)
17. 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, № 2. – P. 134–142. <https://doi.org/10.2137/145960605774826019>

18. Парієв, А. О. Зміна технологічних властивостей солом'яної підстилки в боксі / А. О. Парієв // Наук.-техн. бюл. Ін-ту тваринництва НААН України. – 2013. – № 109, ч. 2. – С. 95–100.
19. Фізико-механічні властивості солом'яної підстилки / А. О. Парієв [и др.] // Наук.-техн. бюл. Ін-ту тваринництва НААН України. – 2013. – № 109, ч. 2. – С. 108–112.
20. Парієв, А. О. Дослідження безприв'язно-боксового утримання корів / А. О. Парієв, О. О. Дробишев, Т. М. Коротченко // Наук.-техн. бюл. Ін-ту тваринництва НААН України. – 2013. – № 109, ч. 2. – С. 100–104.
21. Москалев, А. А. Влияние норм внесения подстилки при беспривязном содержании ремонтных телок на их гематологические показатели, поведенческие реакции и продуктивность / А. А. Москалев, Н. А. Балужева, М. П. Пучка // Учен. зап. учреждения образования «Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины». – 2009. – Т. 45, вып. 2, ч. 2. – С. 152–155.
22. Нормы внесения соломенной подстилки при беспривязном содержании коров / А. Ф. Трофимов [и др.] // Аграр. наука. – 2005. – № 9. – С. 21–22.
23. Курак, А. С. Влияние технологических решений содержания ремонтных телок на их продуктивность и гематологические показатели / А. С. Курак, А. А. Москалев, М. П. Пучка // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 284–292.
24. Москалев, А. А. Продуктивность и гематологические показатели ремонтных телок в зависимости от технологических решений их содержания / А. А. Москалев, М. П. Пучка, М. И. Муравьева // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2010. – № 4. – С. 112–116.
25. Получение молока высокого качества / Н. С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 223 с.
26. Motuzko N. S., Smunев 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).

References

1. Schneider R. *Liegeboxenumbau für den Kuhkomfort* [Cubicle conversion for cow comfort]. *Neue Landwirtschaft*, 2006, no. 9, pp. 56-59 (in German).
2. Stekolnikov A.A., Semenov B.S., Veremey E.I., Rukol V.M., Zhurba V.A., Kuznetsova T.S. Some aspects of comfort for dairy cows. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii = Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine*, 2015, no. 1, pp. 121-123 (in Russian).
3. Wasilewski J. *Usprzetowanie gospodarci nawozami naturalnymi w oborach sciolkowych* [Streamlining the management of natural fertilizers in litter barns]. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem 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).
4. Moskalev A.A., Kirikovich S.A. Performance, hematological values and behavior of replacement heifers depending on norms of bedding implementation. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Zootechnic Science of Belarus: collection of scientific papers*. Zhodino, 2010, vol. 45, pt. 1, pp. 235-242 (in Russian).
5. Kebekov M.E., Gogaev O.K., Kairov V.R., Dzeranova A.V., Demurova A.R., Bestaeva R.D. Dependence of cow productivity and reproductive performance on housing conditions. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Efficient Animal Husbandry], 2019, no. 1 (149), pp. 33-36 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/9999-007A-2019-10014>
6. Zavrazhnov A.I., Khmyrov V.D., Kudenko V.B. Technology for the preparation of organic fertilizer from litter manure in piles. *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Bulletin of the All-Russian Research Institute of Livestock Mechanization], 2015, no. 4 (20), pp. 95-96 (in Russian).
7. Trofimov A.F., Muzyka A.A., Moskaliyov A.A. Features of formation of microclimate in livestock buildings depending on design. *Vestni 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).
8. Lyashenko V.V., Kaeshova I.V., Vorobyeva A.A. The effect of bio-litter on the productive qualities of cows. *Surskii vestnik* [Sursky Bulletin], 2021, no. 3 (15), pp. 43-48 (in Russian).
9. Trofimov A., Timoshenko V., Muzyka A., Kovalevskii I. Economic efficiency of different rates of straw litter application. *Agroekonomika* [Agrarian Economics], 2004, no. 8, pp. 49-51 (in Russian).
10. Barth K., Kmur K., Brinkmann J., March S., Volling O., Wieler M., Weiß M., Drerup C., Krömker V. *Einstreuemanagement in der Ökologischen Milchviehhaltung* [Bedding management in organic dairy farming]. *Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2010* [Departmental research for organic farming 2010]. Braunschweig, 2011, pp. 41-47 (in German).
11. 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>
12. Denk K.H. *Mechanisieren des Einstreuens – Überblick und Stand der Technik* [Mechanization of bedding – overview and state of the art]. *Gumpensteiner Bautagung 2001 zum Thema Stallbau-Stallklima-Verfahrenstechnik: Bericht, 19. und 20. Juni 2001 an der BAL Gumpenstein* [Gumpenstein construction conference 2001 on the subject of stable construction, stable climate, process engineering: Report, June 19th and 20th, 2001 at the BAL Gumpenstein]. Irdning, 2001, pp. 59-62 (in German).
13. 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>

14. Sviridova O. How to choose the best cow bedding? : advice to farmers. *Moloko & Korma. Menedzhment* [Milk & Feed. Management], 2005, no. 3, pp. 24-27 (in Russian).
15. Muzyka A.A., Golod'ko I.V. Zoohygienic assessment of rubber coatings of cubicles for loose housing of highly productive cows. *Ekologiya i zhyvotnyi mir = Ecology and Animal World*, 2014, no. 2, pp. 67-72 (in Russian).
16. 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)
17. 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>
18. Pariiev A.O. Changes of technological properties of the straw litter in box. *Naukovo-tekhnichnii byuletyn' Institutu tvarinnitstva NAAN Ukraïni = The Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science NAAS of Ukraine*, 2013, no. 109, pt. 2, pp. 95-100 (in Ukrainian).
19. Pariyev A.A., Drobyshev O.A., Korotchenko T.N., Kovyazina M.J. Physical and mechanical properties of straw litter. *Naukovo-tekhnichnii byuletyn' Institutu tvarinnitstva NAAN Ukraïni = The Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science NAAS of Ukraine*, 2013, no. 109, pt. 2, pp. 108-112 (in Ukrainian).
20. Pariev A.O., Drobyshev O.O., Korotchenko T.M. Research of cows keeping by the loose – boxed technology. *Naukovo-tekhnichnii byuletyn' Institutu tvarinnitstva NAAN Ukraïni = The Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science NAAS of Ukraine*, 2013, no. 109, pt. 2, pp. 100-104 (in Ukrainian).
21. Moskalev A.A., Balueva N.A., Puchka M.P. Influence of the norms of litter application in loose housing of replacement heifers on their hematological parameters, behavioral reactions and productivity. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny»* [Scientific notes of the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine], 2009, vol. 45, iss. 2, pt. 2, pp. 152-155 (in Russian).
22. Trofimov A.F., Timoshenko V.N., Popkov N.A., Muzyka A.A., Kovalevskii I.A. Rates of straw bedding application for loose housing of cows. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2005, no. 9, pp. 21-22 (in Russian).
23. Kurak A.S., Moskalev A.A., Puchka M.P. Influence of technological solutions for keeping replacement heifers on their productivity and hematological parameters. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Zootechnic Science of Belarus: collection of scientific paper*. Zhodino, 2011, vol. 46, pt. 2, pp. 284-292 (in Russian).
24. Moskalev A.A., Puchka M.P., Murav'eva M.I. Productivity and hematological indicators of replacement heifers depending on technological solutions for their maintenance. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*, 2010, no. 4, pp. 112-116 (in Russian).
25. Effect of barn airspace temperature on composition and technological parameters of bulk milk produced by dairy cows of Czech Fleckvieh and Holstein breed / O. Polak [et al.] // *Acta Univ. Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2011, vol. 59, no. 6, pp. 271-279. <https://doi.org/10.11118/actaun201159060271>
26. 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 Brunensis*, 2011, vol. 59, no. 6, pp. 271-279. <https://doi.org/10.11118/actaun201159060271>

Информация об авторе

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

Information about the author

Alla I. Shamonina – Researcher of the Laboratory for Development of Intensive Technologies for Milk and Beef Production, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of for on Animal Breeding (11, Frunze Str., 222163, Zhodino, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: alla_shamonina@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3848-1511>