

sugar content. Various techniques exist for eliminating or altering lactose, with the most prevalent method being enzymatic hydrolysis with the usage of microbial lactases (β -galactosidases). The research purpose was to study the effect of enzymatic hydrolysis of milk lactose on technological processes and the quality of the finished product in the dairy production. The experiments were conducted to create yogurt, cottage cheese, drinking baked milk, and condensed milk. The control and experimental samples were prepared for each product. Test samples were prepared with Lacta-free enzyme preparation (Italy) containing lactase obtained from *Aspergillus oryzae* microorganisms. In the production of fermented dairy products, enzymatic hydrolysis of milk sugar, both pre-hydrolysis and hydrolysis during milk fermentation, does not affect the intensity of lactic acid fermentation, but the glucose and galactose produced during hydrolysis increase the perceived sweetness of the product. When manufacturing products with prolonged high-temperature exposure to milk, pre-treatment of the raw material with lactase accelerates the melanoidin formation process, which helps to reduce the production time for such products. Compared to products obtained by using the classical technology, baked milk and condensed milk that have been fermented with lactase have a darker color and a more pronounced sweet taste.

Key words: lactose intolerance, lactase, enzymatic hydrolysis, lactose-free dairy products, yogurt, cottage cheese, baked milk, condensed milk, melanoids, sweetness coefficient.

For citation: Utkina O. S., Yudin V. M., Bazueva D. A. Novel properties of dairy products using enzymatic lactose hydrolysis. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2026; 2 (86): 137-146. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_137-146.

Authors:

O. S. Utkina[✉], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

V. M. Yudin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9976-2029>;

D. A. Bazueva, Student

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

utkinaolga1982@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 17.12.2025; одобрена после рецензирования 22.04.2026;

принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 17.12.2025; approved after reviewing 22.04.2026; accepted for publication 05.06.2026.

Научная статья

УДК 636.2.082.453.52

DOI 10.48012/1817-5457_2026_2_146-154

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ СПЕРМОПРОДУКЦИИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Фаизова Зинаида Ивановна, Исупова Юлия Викторовна[✉]

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

isupova_79@mail.ru

Аннотация. На показатели спермопродукции быков-производителей оказывают влияние как генетический потенциал, физиологическое состояние животных, так и паратипические факторы. Технологические условия содержания могут либо нивелировать негативное влияние сезонных факторов, либо, напротив, усугублять его. Целью работы являлось изучение влияния технологических условий содержания, а именно температурного режима в помещениях с различными системами климат-контроля, на количественные и качественные показатели спермопродукции быков-производителей в ООО «Можгаплем». Объектом исследований послужили быки-производители голштинской породы, размещенные в двух корпусах. Корпус № 1 оборудован системой принудительной вентиляции с частичным подогревом приточного воздуха в зимний период. Корпус № 2 имеет естественную вентиляцию. В условиях корпуса № 1 наилучшие показатели спермопродукции у быков-производителей наблюдаются в осенний

период. Максимальная концентрация спермиев в эякуляте зафиксирована в ноябре (10,19 млрд), также высокие результаты отмечены в мае (9,35 млрд) и сентябре–октябре (9,08–9,11 млрд). Наименьший процент брака отмечен в сентябре (1,2 %). В условиях корпуса № 2 прослеживается аналогичная сезонная динамика по показателям спермы быков. Наивысшая концентрация спермиев и объем эякулята у быков достигнута в октябре и составляет в среднем 9,64 млрд и 5,10 мл соответственно. Установлено, что оптимальным сезоном для получения высококачественной спермы является осень, тогда как зимний период характеризуется снижением показателей на фоне минимальных температур, причем наиболее выраженное падение отмечено в корпусе с менее совершенной системой климат-контроля.

Ключевые слова: быки-производители, спермопродукция, концентрация спермиев, объем эякулята, брак нативной спермы, система вентиляции, температура воздуха.

Для цитирования: Фаизова З. И., Исупова Ю. В. Влияние технологических условий на показатели спермопродукции быков-производителей // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2(86). С. 146-154. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_146-154.

Актуальность. В современных условиях развития животноводства и воспроизводства стада ключевая роль отводится качеству спермопродукции быков-производителей. От генетического потенциала и физиологического состояния производителей напрямую зависит эффективность искусственного осеменения, темпы воспроизводства и, в конечном итоге, рентабельность молочного и мясного скотоводства [1, 9]. Одним из лимитирующих факторов, сдерживающих реализацию генетического потенциала, являются условия внешней среды и микроклимата помещений. Многочисленными исследованиями доказано, что сперматогенез у самцов млекопитающих является высокочувствительным процессом к колебаниям температуры, влажности и светового режима. Длительное или периодическое повышение температуры воздуха внутри помещения выше +23 – +25 °C вызывает тепловой стресс репродуктивной системы быков-производителей, то есть приводит к нарушению работы сосудистого конуса семенника, что, в свою очередь, подавляет процесс сперматогенеза [5, 10, 11]. Технологические условия содержания (тип вентиляции, наличие систем охлаждения/обогрева, плотность размещения) могут либо нивелировать негативное влияние сезонных факторов, либо, напротив, усугублять его. Несмотря на обилие работ, посвященных сезонной динамике спермопродукции [3, 7, 13], вопросы сравнительного анализа влияния разных технологических условий в рамках одного хозяйства, а также учет происхождения (линии, породы) и возраста производителей остаются недостаточно изученными и требуют уточнения применительно к конкретным климатическим зонам. Важно понимать, как именно современные системы климат-контроля позволяют сглаживать неблагоприятные факторы среды и какие категории быков-производителей более чувствительны к их нарушениям [6, 16].

Исходя из вышеизложенного, **целью работы** являлось изучение влияния технологических

условий содержания, а именно температурного режима в помещениях с различными системами климат-контроля, на количественные и качественные показатели спермопродукции быков-производителей. В задачи исследования входило проведение круглогодичного мониторинга температуры наружного воздуха и внутри двух производственных корпусов, анализ месячной и сезонной динамики основных биотехнологических показателей спермы. Для количественного определения степени зависимости репродуктивных качеств от параметров микроклимата был использован корреляционный анализ, позволяющий установить тесноту связи между температурой внутри помещений и показателями спермопродукции. Полученные данные позволят определить оптимальные параметры температуры воздуха, обеспечивающие реализацию генетического потенциала быков-производителей в течение всего года.

Материал и методы. Исследования проводились в условиях племенного предприятия ООО «Можгаплем» в течение 2023 г. Объектом послужили быки-производители голштинской породы, размещенные в двух изолированных корпусах (№ 1 и № 2), различающихся системами вентиляции и поддержания микроклимата. Корпус № 1 оборудован системой принудительной вентиляции с частичным подогревом приточного воздуха в зимний период. Корпус № 2 имеет естественную вентиляцию и менее совершенную систему терморегуляции, что предполагает большую зависимость внутреннего микроклимата от наружных условий. Способ содержания животных в помещениях привязный, процессы кормления, поения и навозоудаления идентичные. Кормление быков-производителей осуществлялось в соответствии с детализированными нормами кормления с учетом живой массы, нормы нагрузки и физиологического состояния. В целом рационы кормления были сбалансированы по основным питательным веществам: концентрация обменной энергии нахо-

дилась на уровне 10,0 МДж/кг сухого вещества, содержание сырого протеина в сухом веществе составляло 15,5 %.

При сборе данных ежедневно трижды в сутки фиксировалась температура воздуха с помощью стационарных термометров и переносных термогигрометров. Для анализа использовались среднемесячные значения внутри корпусов и среднемесячные данные метеостанции региона (температура снаружи). Спермопродукция оценивалась при каждой эякуляции в течение года. Учитывались такие показатели, как объем эякулята (мл) – гравиметрическим методом, концентрация нативной спермы (млрд/мл) – с использованием фотоэлектроколориметра, общая концентрация спермиев (млрд) – расчетным путем (произведение объема на концентрацию), объем бракованной спермы (мл) и процент брака (%) – визуальная оценка и инструментальный контроль (подвижность, цвет, консистенция).

Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики с использованием пакета анализа Microsoft Excel. Рассчитывали среднюю арифметическую ($\bar{M}$), стандартную ошибку среднего ($\pm m$), достоверность разности показателей (критерий Стьюдента) [4]. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Корреляционный анализ проводили с расчетом коэффициента корреляции Пирсона (r).

Результаты исследования. В ходе круглогодичного мониторинга были получены данные, характеризующие температурный режим

в производственных корпусах и соответствующие показатели спермопродукции быков-производителей. Анализ полученного материала проводился в несколько этапов: сначала была оценена помесечная динамика показателей в каждом корпусе по отдельности, затем данные были сгруппированы по сезонам года для выявления общих закономерностей, и на завершающем этапе выполнен корреляционный анализ, позволивший количественно оценить тесноту связи между микроклиматом и репродуктивными качествами быков-производителей. В таблицах 1 и 2 представлены данные круглогодичного мониторинга температуры наружного воздуха и внутри помещений, а также помесечная динамика основных показателей спермы (объема эякулята, концентрация нативной спермы, общая концентрация спермиев в эякуляте и объем брака).

Анализ результатов исследований, полученных от производителей, содержащихся в условиях корпуса № 1 (табл. 1), показывает, что наилучшие показатели спермопродукции наблюдаются в осенний период. Максимальная концентрация спермиев в эякуляте зафиксирована в ноябре (10,19 млрд) на фоне температуры в помещении +15 °С, что выше на 26,4 % ($p < 0,01$) среднего показателя за год. Также высокие результаты по концентрации спермиев в эякуляте отмечены в мае (9,35 млрд) и сентябре–октябре (9,08–9,11 млрд). Наименьший процент брака отмечен в сентябре (1,2 %), что на 2 % ниже среднегодового показателя.

Таблица 1 – Динамика температуры воздуха и показателей спермопродукции быков-производителей в корпусе № 1 ($n = 23$ гол.)

Календарный месяц	Температура воздуха, °С		Показатели спермопродукции				
	снаружи	в помещении	объем эякулята, мл	концентрация нативной спермы, млрд/мл	концентрация спермиев в эякуляте, млрд	брак нативной спермы, мл	брак нативной спермы, %
Январь	-12,7	+14,3	4,50±0,45	1,40±0,17	6,45±1,23	0,35±0,30	8,3
Февраль	-9,1	+16,2	5,15±0,31	1,73±0,14	7,30±1,01	0,26±0,16	6,5
Март	+0,3	+17,8	4,54±0,26	1,50±0,13	6,49±0,78	0,35±0,20	8,3
Апрель	+8,2	+17,9	5,96±0,42	1,35±0,11	6,94±0,91	0,40±0,28	7,7
Май	+14,9	+17,6	5,84±0,40	1,82±0,14	9,35±1,16	0,24±0,18	4,8
Июнь	+14,8	+18,1	4,51±0,40	1,38±0,10	7,13±0,89	-	-
Июль	+20,8	+19,1	3,86±0,69	1,54±0,20	5,93±1,56	0,24±0,11	7,4
Август	+18,0	+18,3	4,00±0,60	1,92±0,21	6,19±0,89	-	-
Сентябрь	+13,8	+17,9	5,86±0,68	1,76±0,20	9,08±1,93	0,06±0,06	1,2
Октябрь	+4,4	+15,1	4,57±0,31	2,17±0,20	9,11±1,24	-	-
Ноябрь	-1,0	+15,0	5,30±0,35	2,03±0,11	10,19±0,78**	-	-
Декабрь	-11,4	+14,2	3,35±0,31***	1,26±0,10	5,21±0,81*	-	-
В среднем за год	+5,1	+16,8	4,73±0,13	1,61±0,04	7,50±0,31	0,14±0,04	3,2

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Таблица 2 – Динамика температуры воздуха и показателей спермопродукции быков-производителей в корпусе № 2 (n = 24 гол.)

Календар- ный месяц	Температура воздуха, °С		Показатели спермопродукции				
	снару- жи	в поме- щении	объем эяку- лята, мл	концентра- ция натив- ной спермы, млрд/мл	концентра- ция сперми- ев в эякуля- те, млрд	брак натив- ной спермы, мл	брак натив- ной спермы, %
Январь	-12,7	+11,9	3,00±0,24	1,82±0,22	4,63±0,79	0,19±0,11	7,58
Февраль	-9,1	+12,1	3,43±0,22	1,73±0,12	5,46±0,55	0,04±0,03	1,32
Март	+0,3	+17,9	3,94±0,28	2,00±0,11	7,16±0,62	-	-
Апрель	+8,2	+19,1	3,86±0,27	1,77±0,10	6,35±0,50	0,14±0,07	3,69
Май	+14,9	+19,6	4,00±0,21	1,76±0,10	6,37±0,60	0,08±0,05	2,22
Июнь	+14,8	+20,3	3,91±0,25	1,36±0,07	5,77±0,49	-	-
Июль	+20,8	+22,4	4,42±0,22	1,79±0,09	8,46±0,62	0,08±0,03	1,77
Август	+18,0	+20,3	4,68±0,21	2,00±0,10*	8,38±0,66	-	-
Сентябрь	+13,8	+16,7	5,09±0,36	1,63±0,10	7,35±0,68	0,06±0,06	1,28
Октябрь	+4,4	+14,8	5,10±0,24**	1,94±0,10	9,64±0,61***	-	-
Ноябрь	-1,0	+13,9	4,68±0,24	1,81±0,08	8,42±0,51	-	-
Декабрь	-11,4	+11,2	3,61±0,28*	1,29±0,09	5,72±0,70*	-	-
В среднем за год	+5,1	+16,7	4,21±0,08	1,71±0,03	7,19±0,18	0,04±0,01	0,96

Примечание: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Наихудшие результаты по объему эякулята и концентрации спермиев у быков-производителей в условиях корпуса № 1 наблюдались в декабре–январе. Так, минимальный объем эякулята отмечен в декабре – 3,35 мл, что на 29,2 % ниже (p<0,001) среднего показателя за год. Минимальная концентрация спермиев в эякуляте также зафиксирована в декабре (5,21 млрд) – на 30,5 % ниже (p<0,05) среднегодового уровня. Данное снижение коррелирует с самыми низкими температурами снаружи и внутри помещения: –11,4 и +14,2 °С соответственно.

В условиях корпуса № 2 прослеживается схожая сезонная динамика по характеристике спермопродукции быков-производителей, однако абсолютные значения и амплитуда колебаний анализируемых показателей отличаются (табл. 2). Наивысшая концентрация спермиев у быков достигнута в октябре и составляет в среднем 9,64 млрд, что выше среднего за год на 25,4 % (p<0,001) при температуре внутри помещения +14,8 °С. При этом объем эякулята в этот период также был максимальным – 5,10 мл, это выше среднего показателя за год на 17,5 % (p<0,01).

В летний период (июль–август), несмотря на высокую температуру в помещении (+22,4 °С в июле), показатели концентрации спермы остаются на достаточно высоком уровне. Так, концентрация спермиев в эякуляте находится на уровне 8,38–8,46 млрд, а концентрация нативной спермы – 1,79–2,00 млрд/мл, что также выше средних значений за год на 4,5–15,0 %. Это

может свидетельствовать о наличии компенсаторных механизмов или лучшей адаптации животных к условиям данного корпуса.

Минимальные количественные и качественные показатели спермопродуктивности приходятся на зимние месяцы, как и в корпусе № 1. Однако общая картина зимнего спада анализируемых показателей здесь менее выражена. В декабре при температуре воздуха внутри помещения +11,2 °С концентрация спермиев снизилась до 5,72 млрд (на 20,5 % ниже (p<0,05) среднего), а объем эякулята снизился до 3,61 млрд (на 14,3 % меньше (p<0,05) среднего значения по году).

В таблице 3 представлена характеристика спермопродукции быков-производителей по сезонам в зависимости от условий содержания в корпусах № 1 и № 2. Обобщение полученных результатов выявило следующие закономерности. Среднегодовая температура в корпусах была практически идентична (+16,8 °С и +16,7 °С), однако сезонные колебания в корпусе № 2 оказались более выраженными (от +11,7 °С зимой и до +21,0 °С летом), что указывает на разницу в системах климат-контроля. Максимальная концентрация спермиев в эякуляте быков-производителей, содержащихся в обоих корпусах, зафиксирована осенью – 9,69 и 8,57 млрд соответственно. Также в это время наблюдается наименьший процент брака нативной спермы (0,65 и 0,31 % соответственно), что позволяет считать данный период оптимальным для получения высококачественной спермопродукции.

Таблица 3 – Характеристика спермопродукции быков-производителей по сезонам года в зависимости от условий содержания

Сезон года	№ корпуса	Температура воздуха, °С		Показатели спермопродукции				
		снаружи	в помещении	объем эякулята, мл	концентрация нативной спермы, млрд/мл	концентрация спермиев в эякуляте, млрд	брак нативной спермы, мл	брак нативной спермы, %
Зима	1	-11,1	+14,9	4,05±0,29	1,42±0,08	6,12±0,57	0,14±0,07	3,90
	2		+11,7	3,46±0,17	1,51±0,07	5,44±0,41	0,05±0,02	6,83
Весна	1	+7,8	+17,8	5,47±0,22***	1,55±0,07	7,63±0,57	0,33±0,13	1,32
	2		+18,9	3,93±0,15	1,84±0,06**	6,63±0,33	0,07±0,03	0,24
Лето	1	+17,9	+18,5	4,31±0,29	1,48±0,08	6,73±0,68	0,05±0,03	1,43
	2		+21,0	4,26±0,14	1,66±0,05	7,33±0,35	0,03±0,01	2,01
Осень	1	+5,7	+16,0	5,21±0,25	2,02±0,09*	9,69±0,65	0,01±0,01	0,65
	2		+15,1	4,92±0,16	1,81±0,05	8,57±0,34	0,01±0,01	0,31

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Наихудшие результаты по количественным и качественным характеристикам спермы у производителей зафиксированы зимой. Низкие температуры воздуха снаружи и в помещениях приводят не только к падению концентрации, но и к росту процента выбраковки. Наибольший объем брака в корпусе № 1 и № 2 наблюдается зимой (выше среднего на 2,1 и 4,5 % соответственно). Вероятно, это связано с затратами энергии организма на терморегуляцию в ущерб процессам сперматогенеза.

Наибольший средний объем эякулята у быков в условиях корпуса № 1 отмечен весной (5,47 мл), что достоверно выше по сравнению с результатами, полученными в другом корпусе на 1,54 мл ($p < 0,001$). В корпусе № 2 лучшее значение по данному показателю отмечено осенью (4,92 мл), при этом наивысшая концентрация нативной спермы в условиях корпуса № 1 была у производителей в осенний период (2,02 млрд/мл), а в условиях корпуса № 2, наоборот, – весной (1,84 млрд/мл). При этом установлена статистически значимая разница по данному признаку в обоих случаях. Но в целом данные показатели выше в условиях принудительной системы вентиляции с подогревом воздуха в зимний период, то есть с регулируемым микроклиматом.

Для количественной оценки степени влияния температуры внутри помещения на основные показатели спермопродукции был проведен корреляционный анализ по методу Пирсона. В качестве переменных использовались среднемесячные значения температуры воздуха в корпусах и соответствующие среднемесячные показатели спермопродукции: объем эякулята, концентрация нативной спермы, общая концентрация спермиев в эякуляте и процент брака. Расчеты выполнялись отдельно для корпу-

са № 1 и корпуса № 2 с использованием пакета статистического анализа (MS Excel, надстройка «Анализ данных»).

В таблице 4 представлены коэффициенты корреляции (r) между температурой внутри помещения и изучаемыми признаками.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции между температурой в помещении и показателями спермопродукции

Показатель	Корпус № 1	Корпус № 2
Объем эякулята, мл	+0,35	+0,58*
Концентрация нативной спермы, млрд/мл	+0,43	+0,49*
Общая концентрация спермиев, млрд	+0,48*	+0,62*
Доля брака, %	-0,35	-0,51*

Примечание: * – коэффициенты статистически значимы при $p < 0,05$.

Общая концентрация спермиев в эякуляте (произведение объема на концентрацию) оказалась наиболее тесно связанной с температурным режимом. В корпусе № 2 коэффициент корреляции составил +0,62 ($p < 0,05$), что свидетельствует о средней положительной связи: повышение температуры внутри помещения (в пределах наблюдаемого диапазона) сопровождается ростом общего выхода спермиев. В корпусе № 1 эта связь слабее ($r = +0,48$) и находится на границе статистической значимости, что объясняется меньшей амплитудой температурных колебаний благодаря работе системы подогрева. Концентрация нативной спермы также положительно коррелирует с температурой, причем в корпусе № 2 коэффициент ($r = +0,49$) достигает значимого уровня. Это подтверждает, что даже умеренное снижение температуры зимой негативно отражается на процессе сперматогенеза,

уменьшая плотность спермиев в эякуляте. Объем эякулята у производителей в условиях корпуса № 2 показал умеренную положительную связь ($r = +0,58$). В корпусе № 1 эта связь выражена слабее ($r = +0,31$) и статистически незначима. Вероятно, объем семенной жидкости в большей степени зависит от других факторов (кратность взятия, индивидуальные особенности), однако в условиях нестабильного микроклимата температурный фактор начинает играть заметную роль. Доля брака спермы быков-производителей отрицательно коррелирует с температурой воздуха в помещении: в корпусе № 2 коэффициент корреляции равен $-0,51$ ($p < 0,05$), что означает увеличение процента некондиционной спермы при понижении температуры. В корпусе № 1 эта тенденция также прослеживается ($r = -0,35$), но из-за меньших колебаний брака связь не достигает уровня статистической значимости.

Более высокие значения коэффициентов корреляции по анализируемым показателям во втором корпусе подтверждают его большую зависимость от температурного фактора. Это обусловлено менее совершенной системой климат-контроля: отсутствие активного подогрева зимой приводит к падению температуры до $+11...+12$ °C, а летом достигает $+20...+22$ °C, что вызывает стресс у животных и угнетение репродуктивной функции. В корпусе № 1, где температура поддерживается в более узком диапазоне ($+14...+19$ °C), влияние внешних условий частично нивелируется, и на первый план выходят другие факторы (возраст, происхождение, изменчивость).

Таким образом, корреляционный анализ подтвердил результаты, полученные многими исследователями [1, 2, 5, 10], о существенном влиянии температуры внутри помещений на качественные и количественные характеристики спермы быков-производителей. Наиболее чувствительным показателем оказалась общая концентрация спермиев в эякуляте. Выявленные различия между корпусами позволяют рекомендовать модернизацию систем климат-контроля в корпусах с естественной вентиляцией для обеспечения стабильного температурного режима на уровне не ниже $+16$ °C в зимний период, что будет способствовать снижению сезонной депрессии сперматогенеза и увеличению выхода пригодной для криоконсервации спермы.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать ряд обобщающих выводов о характере влияния технологических условий содержания на воспроизводительную способность быков-производителей в условиях умеренно-

континентального климата. Анализ круглогодичных данных доказывает, что микроклимат производственных помещений, и в первую очередь температурный режим, является одним из ведущих паратипических факторов, модифицирующих количественные и качественные показатели спермопродукции [2, 14, 15]. При этом степень выраженности этого влияния напрямую зависит от типа системы климат-контроля.

Сравнительная оценка двух корпусов с разными технологиями обеспечения микроклимата выявила существенные различия в стабильности показателей спермопродукции в течение года. В корпусе № 1, оборудованном приточной вентиляцией с подогревом воздуха, среднегодовая температура поддерживалась на уровне $+16,8$ °C с амплитудой сезонных колебаний всего $4,9$ °C. Это обеспечило относительно высокие минимальные показатели спермы в зимний период и сглаживало негативное влияние низких наружных температур. В корпусе № 2 с естественной вентиляцией диапазон колебаний температуры внутри помещения достигал $11,2$ °C (от $+11,2$ °C зимой и до $+22,4$ °C летом), что сопровождалось более резкими спадами продуктивности в холодное время года и повышенной вариабельностью всех изучаемых признаков.

Установлена четкая сезонная закономерность в динамике спермопродукции. Оптимальным сезоном для получения спермы высокого качества следует признать осень (сентябрь–ноябрь). В этот период зафиксированы максимальные значения общей концентрации спермиев в эякуляте (до $10,19$ млрд в корпусе № 1 и $9,64$ млрд – № 2), а также наименьший процент брака ($0,48$ % в среднем по двум корпусам). Вероятно, это связано с благоприятным сочетанием фотопериода и стабилизацией температуры после летнего тепла [12, 15]. Напротив, зимний период (декабрь–февраль) характеризуется достоверным снижением всех показателей: объем эякулята уменьшается на $20–29$ %, концентрация спермиев падает на $20–30$ % относительно среднегодовых значений, а доля бракованной спермы возрастает до $5,4$ %, достигая в отдельные месяцы $8,3$ % (в корпусе № 2). Полученные данные подтверждают выводы ряда авторов [3, 8, 11] о наличии сезонной депрессии сперматогенеза у быков в зимние месяцы, однако подчеркивают, что ее глубина может быть существенно снижена за счет эффективной системы климат-контроля.

Корреляционный анализ позволил количественно оценить тесноту связи между тем-

пературным фактором и репродуктивными качествами. Наиболее информативным показателем оказалась общая концентрация спермиев в эякуляте, для которой коэффициент корреляции с температурой внутри помещения составил +0,48 в корпусе № 1 и +0,62 в корпусе № 2 ($p < 0,05$). Более высокие значения коэффициентов во втором корпусе подтверждают его большую зависимость от температурных колебаний и свидетельствуют о том, что при несовершенной системе климат-контроля именно температура становится лимитирующим фактором. Отрицательная корреляция температуры с долей брака ($r = -0,51$ в корпусе № 2) указывает на то, что понижение температуры в помещении сопровождается увеличением выхода некондиционной спермы, что, вероятно, связано с угнетением процесса созревания половых клеток и снижением их резистентности.

Список источников

1. Анбаза Ю. В. Факторы, влияющие на качественные и количественные показатели нативной спермопродукции быков ОАО «Красноярскагроплем» // Вестник КрасГАУ. 2018. № 2(137). С. 286-293.
2. Влияние генетических и паратипических факторов на качественные и количественные показатели спермы быков-производителей / Е. Н. Нарышкина [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 4. С. 15-19.
3. Волкова С. В., Алифанов В. В., Алифанов С. В. Влияние возраста быков и времени года на качество спермы // Современные проблемы науки и образования. 2008. № 6. С. 5.
4. Ефимов В. М. Как считать критерий Стьюдента статистической значимости разности средних двух выборок. I. Проверка нормальности // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2025. Т. 11, № 1. С. 43-50.
5. Зенков П. М., Торшков А. А., Зенкова Н. А. Влияние генотипических и паратипических факторов на спермопродукцию быков-производителей // Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Оренбург, 16 дек. 2022 г. Оренбург: ООО Типография «Агентство Пресса», 2022. С. 318-322.
6. Зорина А. В., Мартынова Е. Н., Исупова Ю. В. Эффективность применения сексированной спермы разных быков-производителей в СХПК «Колос» Удмуртской Республики // Пермский аграрный вестник. 2023. № 2(42). С. 82-89.
7. Искандаров Д. В., Багманов М. А., Юсупов С. Р. Породные и сезонно-возрастные особенности качества спермы быков-производителей в ГУП УР «Можгаплем» // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 222, № 2. С. 110-115.

8. Исупова Ю. В., Фаизова З. И. Влияние возраста и сезона года на показатели спермопродукции быков-производителей в условиях Удмуртской Республики // Известия Горского государственного аграрного университета. 2025. Т. 62-2. С. 60-68. DOI 10.54258/20701047_2025_62_2_60.

9. Корочкина Е. А., Молоденкова К. Э. Способы повышения качества спермопродукции самцов-производителей (обзор) // Вестник АГАТУ. 2024. № 1(13). С. 1-8.

10. Нарышкина Е. Н. Влияние физических свойств окружающей среды на количественные параметры спермопродукции быков-производителей // Пермский аграрный вестник. 2023. № 1(41). С. 120-130.

11. Руденко О. В., Алмохаммед М. Сезонные изменения воспроизводительной способности быков-производителей // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2020. № 3(55). С. 74-80.

12. Самусенко Л. Д., Морозова Е. С. Биотехнологические показатели спермопродукции быков-производителей крупного рогатого скота молочных пород // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 101-105.

13. Усова Т. П., Алексеева М. А. Взаимосвязь между признаками спермы быков-производителей голштинской породы по сезонам года // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2(73). С. 114-117.

14. Фаизова З. И., Исупова Ю. В. Влияние сезона года на показатели спермопродукции быков-производителей голштинской породы // Современные тенденции технологического развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 24–26 февр. 2025 г.: УдГАУ, 2025. С. 176-182.

15. Фаизова З. И., Исупова Ю. В. Результаты выращивания быков-производителей голштинской породы, полученных методом трансплантации эмбрионов // Современные тенденции технологического развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2 т., Ижевск, 26 февр. – 01 марта 2024 г. Ижевск: УдГАУ, 2024. С. 72-78.

16. Шкарупа К. Е., Березкина Г. Ю. Особенности роста и развития быков-производителей отечественной и импортной селекции // Новости науки в АПК. 2018. № 2–1 (11). С. 526-529.

References

1. Anbaza Yu. V. Faktory, vliyayushhie na kachestvenny'e i kolichestvenny'e pokazateli nativnoj spermo-produkcii by'kov ОАО «Krasnoyarskagropem» // Vestnik KrasGAU. 2018. № 2(137). S. 286-293.
2. Vliyanie geneticheskix i paratipicheskix faktorov na kachestvenny'e i kolichestvenny'e pokazateli spermy by'kov-proizvoditelej / E. N. Nary'shkina [i dr.] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2017. № 4. S. 15-19.
3. Volkova S. V., Alifanov V. V., Alifanov S. V. Vliyanie vozrasta by'kov i vremeni goda na kachestvo spermy // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2008. № 6. S. 5.

4. Efimov V. M. Kak schitat' kriterij St'yudenta statisticheskoj znachimosti raznosti srednix dvux vy'borok. I. Proverka normal'nosti // Pis'ma v Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2025. T. 11, № 1. S. 43-50.

5. Zenkov P. M., Torshkov A. A., Zenkova N. A. Vliyanie genotipicheskix i paratipicheskix faktorov na spermoprodukciju by'kov-proizvoditelej // Nacional'ny'e prioritety razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Nacz. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Orenburg, 16 dek. 2022 g. Orenburg: OOO Tipografiya «Agentstvo Pressa», 2022. S. 318-322.

6. Zorina A. V., Martyanova E. N., Isupova Yu. V. Effektivnost' primeneniya seksirovannoj spermy raznyx by'kov-proizvoditelej v SXPk «Kolos» Udmurtskoj Respubliki // Permskij agrarnyj vestnik. 2023. № 2(42). S. 82-89.

7. Iskandarov D. V., Bagmanov M. A., Yusupov S. R. Porodny'e i sezonno-vozrastny'e osobennosti kachestva spermy by'kov-proizvoditelej v GUP UR «Mozhgaplem» // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2015. T. 222, № 2. S. 110-115.

8. Isupova Yu. V., Faizova Z. I. Vliyanie vozrasta i sezona goda na pokazateli spermoprodukcii by'kov-proizvoditelej v usloviyax Udmurtskoj Respubliki // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. T. 62-2. S. 60-68. DOI 10.54258/20701047_2025_62_2_60.

9. Korochkina E. A., Molodenkova K. E. Sposoby povysheniya kachestva spermoprodukcii samcov-proizvoditelej (obzor) // Vestnik AGATU. 2024. № 1(13). S. 1-8.

10. Naryshkina E. N. Vliyanie fizicheskix svoystv okruzhayushhej sredy na kolichestvenny'e parametry

spermoprodukcii by'kov-proizvoditelej // Permskij agrarnyj vestnik. 2023. № 1(41). S. 120-130.

11. Rudenko O. V., Almoxammed M. Sezonny'e izmeneniya vosproizvoditel'noj sposobnosti by'kov-proizvoditelej // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 3(55). S. 74-80.

12. Samusenko L. D., Morozova E. S. Biotekhnologicheskie pokazateli spermoprodukcii by'kov-proizvoditelej krupnogo rogatogo skota molochnyx porod // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2018. № 6. S. 101-105.

13. Usova T. P., Alekseeva M. A. Vzaimosvyaz mezhdu priznakami spermy by'kov-proizvoditelej golshtinskoj porody po sezonam goda // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 2(73). S. 114-117.

14. Faizova Z. I., Isupova Yu. V. Vliyanie sezona goda na pokazateli spermoprodukcii by'kov-proizvoditelej golshtinskoj porody // Sovremennye tendencii tekhnologicheskogo razvitiya APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Izhevsk, 24-26 febr. 2025 g.: UdGAU, 2025. S. 176-182.

15. Faizova Z. I., Isupova Yu. V. Rezul'taty vy'rashhivaniya by'kov-proizvoditelej golshtinskoj porody, poluchennyx metodom transplantacii embrionov // Sovremennye tendencii tekhnologicheskogo razvitiya APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2 t., Izhevsk, 26 febr. – 01 marta 2024 g. Izhevsk: UdGAU, 2024. S. 72-78.

16. Shkarupa K. E., Berezhkina G. Yu. Osobennosti rosta i razvitiya by'kov-proizvoditelej otechestvennoj i importnoj selekcii // Novosti nauki v APK. 2018. № 2-1 (11). S. 526-529.

Сведения об авторах:

З. И. Фаизова, аспирант;

Ю. В. Исупова , кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3753-3188>

Удмуртский ГАУ, 426069, Россия, Ижевск, ул. Студенческая, 11

isupova_79@mail.ru

Original article

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS ON SPERM PRODUCTION INDICATORS IN SIRE BULLS

Zinaida I. Faizova, Julia V. Isupova 

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

isupova_79@mail.ru

Abstract. The sperm production of sire bulls is influenced by both genetic potential, the physiological condition of the animals, and paratypic factors. The technological conditions of bull keeping can either mitigate the negative effects of seasonal factors or exacerbate them. The aim of this study was to investigate the impact of technological conditions, specifically the temperature regime in rooms with different climate control systems, on the quantitative and qualitative indicators of sperm production in sire bulls at Mozhgaplem LLC. The object of the research was the herd of Holstein sire bulls, placed in two buildings. Building 1 is equipped with a forced ventilation system with partial heating of the incoming air in winter. Building 2 has the natural ventilation. In the conditions of Building 1, the best sperm production indicators were observed in the autumn period. The maximum concentration of sperm in the ejaculate was recorded in November (10.19 billion), and high results were also observed in May (9.35 billion) and September–October (9.08–9.11 billion). The lowest percentage of sperm defects was observed in September (1.2 %). In the conditions of Building 2, there was a similar seasonal pattern in the sperm production of sire

bulls. The highest concentration of spermatozoa and ejaculate volume in bulls was achieved in October, with an average of 9.64 billion and 5.10 ml, respectively. It has been established that the optimal season for obtaining high-quality sperm is autumn, while the winter period is characterized by a decrease in indicators due to the minimum temperatures, with the most pronounced drop observed in the housing with a less advanced climate control system.

Key words: sire bulls, sperm production, sperm concentration, ejaculate volume, defective native sperm, ventilation system, air temperature.

For citation: Faizova Z. I., Isupova Ju. V. Influence of technological conditions on sperm production indicators in sire bulls. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2026; 2 (86): 146-154. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_146-154.

Authors:

Z. I. Faizova, Postgraduate student;

Ju. V. Isupova✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3753-3188>
Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069
isupova_79@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 15.01.2026; одобрена после рецензирования 03.04.2026;
принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 15.01.2026; approved after reviewing 03.04.2026; accepted for publication 05.06.2026.

Научная статья

УДК 638.123:591.4.087.1

DOI 10.48012/1817-5457_2026_2_154-160

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АБОРИГЕННЫХ ПЧЕЛ УДМУРТИИ НА ПРЕДМЕТ СООТВЕТСТВИЯ ПОРОДНОМУ ЭТАЛОНУ ТЕМНОЙ ЛЕСНОЙ ПЧЕЛЫ

Юдин Виталий Маратович✉, Тронина Анастасия Сергеевна,
Воробьева Светлана Леонидовна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия
vitaliyiudin@yandex.ru

Аннотация. Во многих регионах России пчеловодами активно развозятся и внедряются в работу южные породы медоносных пчел. В связи с этим формируется гибридный массив медоносных пчел, что угрожает сохранению чистоты генофонда аборигенных пчел и потере их ценных хозяйственно полезных и биологических признаков. Цель исследования – морфометрическая оценка пчелиных семей Удмуртской Республики на соответствие породному стандарту среднерусской (темной лесной) пчелы и определение степени их гибридизации. Морфометрическому анализу подвергались показатели: длина хоботка, ширина и длина правого переднего крыла, третьего tergита и стернита, кубитальный индекс и дискоидальное смещение с использованием электронного штангенциркуля, тринокулярных микроскопов Microoptix MX-300 T, цифровых Levenhuk M1200 PLUS. Установлено, что в целом популяция сохраняет основные фенотипические черты аборигенной породы: отрицательное дискоидальное смещение характерно для 65–96 % особей, а большинство промеров варьируют в пределах нормативных значений. Вместе с тем выявлены статистически значимые отклонения, свидетельствующие о метизации южными породами. Средняя длина хоботка (6,04 мм) находится на нижней границе стандарта, а на пасеках Бalezинского, Вавожского, Завьяловского, Селтинского, Сюмсинского, Увинского, Шарканского и Юкаменского районов она опускается ниже 6,0 мм. Кубитальный индекс снижен до 53,3–59,8 % в Воткинском, Завьяловском, Сюмсинском, Игринском, Шарканском и Ярском районах. Несоответствие обоих признаков зафиксировано на пасеках Бalezинского (пасека № 1), Вавожского (пасека № 2) и всех трех пасеках Сюмсинского районов. Только 12 из 42 пасек (28,6 %) полностью соответствуют эталону породы. Увеличение доли пчел