

## СОДЕРЖАНИЕ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПО ПЕРИОДАМ ЛАКТАЦИИ И СПОСОБАМ СОДЕРЖАНИЯ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

© Корельская Л.А., Гусаров И.В.,  
Обряева О.Д., Коломиец С.А.



**Лариса Александровна Корельская**

Вологодский научный центр Российской академии наук  
Вологда, Российская Федерация

e-mail: [larisa030976@mail.ru](mailto:larisa030976@mail.ru)

ORCID: [0000-0002-6651-0615](https://orcid.org/0000-0002-6651-0615)



**Игорь Владимирович Гусаров**

Вологодский научный центр Российской академии наук  
Вологда, Российская Федерация

e-mail: [i-gusarov@yandex.ru](mailto:i-gusarov@yandex.ru)

ORCID: [0000-0002-3497-3703](https://orcid.org/0000-0002-3497-3703)



**Оксана Дмитриевна Обряева**

Вологодский научный центр Российской академии наук  
Вологда, Российская Федерация

e-mail: [obryaeva@bk.ru](mailto:obryaeva@bk.ru)

ORCID: [0000-0003-4626-7336](https://orcid.org/0000-0003-4626-7336)



**Светлана Анатольевна Коломиец**

Вологодский научный центр Российской академии наук  
Вологда, Российская Федерация

e-mail: [lady.lana-2014@yandex.ru](mailto:lady.lana-2014@yandex.ru)

*В рамках темы НИР № FMGZ-2022-0003 проводились исследования биохимического состава крови высокопродуктивных лактирующих и сухостойных коров, находящихся на привязном и беспривязном содержании. Постановка научно-хозяйственного опыта осуществлялась на базе сельскохозяйственного предприятия Племзавод-колхоз «Аврора» Грязовецкого района Вологодской области. Место исследований включает в себя животноводческий комплекс привязного содержания коров с доением в молокопровод, животноводческий комплекс беспривязного содержания коров с доением в доильном зале, животноводческий комплекс беспривязного содержания коров с роботизированным доением. Целью исследований являлось изучение биохимических показателей крови высокопродуктивных коров в разные периоды физиологического цикла при разных способах содержания. В ходе работы были установлены референсные значения глюкозы в крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания, от 36,91 мг% в разгар лактации*

на привязном до 53,80 мг% в сухостойный период на беспривязном содержании при роботизированном доении. Анализ результатов биохимических исследований говорит о том, что при составлении рационов недостаточно использовать только расчетные нормы кормления высокопродуктивных животных; целесообразно принимать во внимание данные лабораторных анализов кормов с учетом уровня биохимических показателей крови животных. Полученные данные биохимического анализа крови коров по разнотипным способам содержания и периодам лактации имеют практическое значение для составления и корректировки рационов, обеспечивающих физиологические потребности животных в разные фазы лактации и в период сухостоя, предупреждения нарушений обменных процессов и здоровья высокопродуктивных коров, оценки их метаболического статуса, проведения лечебно-профилактических мероприятий. Регулярно пользуясь биохимическими исследованиями крови, специалисты могут вовремя, на ранних стадиях неблагоприятного влияния того или иного фактора, отреагировать и принять меры по его устранению.

*Кровь, биохимический анализ, энергетический обмен, глюкоза, крупный рогатый скот.*

Молочное скотоводство – одна из важнейших отраслей животноводства, обеспечивающая общество полноценным продуктом питания. Молоко не только является источником белков, незаменимых аминокислот, витаминов, макроэлементов и других ценных питательных веществ, но и служит источником сырья для промышленности. При мировых объемах производства молока 600 млн т во многих развитых странах обеспечивается его потребление на душу населения в пределах физиологических норм. Молочное скотоводство обеспечивает продовольственную независимость страны, принося стабильный доход, а также имеет огромное значение в социальном аспекте (Щетинин, 2006).

Эффективность развития отрасли животноводства всецело опирается на современные технологии содержания и разведения крупного рогатого скота (КРС). Основопологающим фактором успешного использования молочных коров является нормированное кормление животных. Объективную оценку полноценности питания скота возможно получить через биохимическое исследование крови в разные периоды лактации. Контроль над состоянием и напряженностью обмена веществ в организме обеспечивает долго-

временное использование продуктивных животных и их высокую продуктивность (Кудрин, 2012).

Многочисленные биохимические показатели крови животного отражают нормальное состояние органов и тканей, течение метаболических реакций на молекулярном уровне, поэтому их отклонение от нормы позволяет своевременно диагностировать те или иные нарушения обмена веществ в организме, а следовательно, принять необходимые меры к их устранению (Тяпугин и др., 2016а; Тяпугин и др., 2016b; Тяпугин и др., 2016с).

Обмен веществ в клетке не отделен от обмена энергии. Синтез веществ организма невозможен без затрат химической энергии. Эту энергию организм черпает из среды вместе с питательными веществами. Другой характерной чертой обмена веществ является тонкая регуляция скорости протекания отдельных химических реакций. Живая клетка – это саморегулирующаяся система обмена веществ. Накопление межклеточных продуктов (метаболитов) в количествах, превышающих критический уровень, действует как сигнал, который может вызвать уменьшение скорости реакций, приводящих к образованию этих веществ (Горюнова и др., 2017; Гусаров и др., 2020).

Глюкоза – основная форма углеводов, поступающая из пищеварительного тракта в различные ткани и органы животного. Она является главным энергетическим веществом организма для отдельных специализированных тканей, играет первостепенную роль в метаболизме, влияет на интенсивность обмена жиров и протеинов, стимулирует функцию поджелудочной железы и печени, обладает антикетогенным действием. При голодании животного продукция глюкозы снижается (Гусаров, 2018а; Гусаров, 2018b).

Основное количество глюкозы кормов из пищеварительного тракта поступает в циркуляцию крови для последующего использования в различных тканях (Тяпугин и др., 2016а; Тяпугин и др., 2016b; Тяпугин и др., 2016с).

Запасов свободной глюкозы, а также гликогена в печени и мышцах коровы, как источников энергии, достаточно в среднем лишь на одни сутки. Количество гликогена, которое может быть депонировано в печени, ограничено и при нормальных условиях никогда не превышает 10% от общей массы печени. Из тонкого кишечника жвачного животного в кровь поступает небольшое количество глюкозы. В этих условиях организм животного испытывает ее постоянный потенциальный дефицит. Чтобы предупредить подобное состояние, жвачные должны иметь развитую эффективную систему продуцирования и сохранения глюкозы. Такой системой и является альтернативный путь синтеза глюкозы – глюконеогенез. Глюконеогенез – важный анаболический процесс для функционирования различных тканей организма. Даже в условиях, когда большая часть энергии обеспечивается за счет жиров, в организме есть определенная потребность в глюкозе. Например, глюкоза является единственным источником энергии для функционирования мышечной ткани в анаэроб-

ных условиях. Особенно глюконеогенез важен в период интенсивной физической работы животного. Он дает возможность поддерживать должный уровень глюкозы в мозге и мышечной ткани даже после полного окисления глюкозы кормов. Молочная железа требует наличия глюкозы для синтеза лактозы молока; источником молекул глюкозы в данном случае становится процесс глюконеогенеза. Глюконеогенез активно протекает в клетках печени и в меньшей мере в корковом веществе почек в состоянии хронического ацидоза (Васильева, 2019).

Количество гликогена в печени животного является недостаточным, для того чтобы постоянно поддерживать уровень глюкозы в крови. Основным источником глюкозы в крови при голодании животного выступает процесс глюконеогенеза в печени, который стимулируется глюкагоном и адреналином. При длительном голодании животного процесс глюконеогенеза стимулируется глюкокортикоидами, а после приема корма угнетается инсулином. Печень – основной орган, снабжающий весь организм свободной глюкозой. Таким образом, важнейшая функция печени – обеспечение различных тканей организма энергией, источниками которой являются глюкоза, аминокислоты, кетонные тела (Тяпугин и др., 2016а; Тяпугин и др., 2016b; Тяпугин и др., 2016с).

Определение глюкозы в сыворотке крови позволяет получить представление об уровне энергетического метаболизма у сельскохозяйственных животных, своевременно обнаружить их отклонения. Количественная характеристика биохимических показателей крови является разницей между поступившими в организм коров и вынесенными из организма с молоком метаболитами и определяется нами как физиологический фон, границы которого (пороговые и оптимальные) указывают на нормативные значения, необходимые для

сохранения высокой интенсивности обменных процессов и здоровья высокопродуктивных коров<sup>1</sup> (Гусаров, 2018b).

Глюкоза – нестойкое органическое соединение: спустя сутки после получения пробы крови (плазмы) концентрация в ней глюкозы падает на 30–40%, что необходимо учитывать в диагностической работе (Громько, 2005).

Целью исследований является изучение биохимических показателей крови высокопродуктивных коров в разные периоды физиологического цикла при разных способах содержания.

Для достижения цели в работе были поставлены следующие задачи:

1) определить показатели глюкозы в крови высокопродуктивных коров в исследуемом хозяйстве по периодам лактации, при различных условиях содержания;

2) сравнить полученные результаты.

Полученные данные биохимического анализа крови коров по разным способам содержания и периодам лактации имеют практическое значение для составления и корректировки рационов, обеспечивающих физиологические потребности животных в разные фазы лактации и в период сухостоя, предупреждения нарушений обменных процессов и здоровья высокопродуктивных коров, оценки их метаболического статуса, проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Научная новизна работы заключается в поиске оптимальных значений содержания глюкозы в сыворотке крови высокопродуктивных животных в условиях Европейского Севера Российской Федерации. Она состоит в решении научной задачи по разработке направлений повышения эффективности контроля над содержанием глюкозы в сыворотке крови высокопродуктивных коров, регулирования ее концентрации. У лактирующих коров глюкоза

играет ключевую роль в обеспечении организма энергией, наличие глюкозы требуется для синтеза лактозы молока.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что биохимические исследования крови коров в разные физиологические периоды позволяют своевременно обнаружить отклонения в энергетическом обмене. Таким образом, данные биохимического анализа крови коров, характеризующихся разным способом содержания, имеют практическое значение для составления и корректировки рационов, обеспечивающих физиологические потребности животных в разные фазы лактации и в период сухостоя, предупреждения нарушений обменных процессов и здоровья высокопродуктивных животных.

#### **Методика проведения работ**

В рамках темы НИР № FMGZ-2022-0003 проводились исследования биохимического состава крови высокопродуктивных лактирующих и сухостойных коров на привязном и беспривязном содержании. Постановка производственного опыта осуществлялась на базе Племзавода-колхоза «Аврора» Грязовецкого района Вологодской области.

Объектом исследования стали коровы черно-пестрой голштинизированной породы продуктивностью свыше 8500 кг по хозяйству. Для биотестирования отбирали кровь у животных опытной группы разных периодов лактации и в период сухостоя. Всего обследовано 108 коров, кровь отбиралась перед утренним кормлением.

Предметом исследования являются кровь и сыворотка высокопродуктивных коров.

Исследование проводилось на базе лаборатории химического анализа Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хо-

<sup>1</sup> Кондрахин И.П. (2004). Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: КолосС. 520 с.

зьяства. В частности, определялось количество глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и в зависимости от способа содержания животных. Обработка полученных данных была проведена с помощью программ ПК «Microsoft Access» (2007), «Microsoft Office Excel» (2007).

Содержание глюкозы в сыворотке крови определяли с помощью диагностического набора «Глюкоза Агат 400» глюкозооксидазным методом (изготовитель ООО «Агат-Мед»). Принцип метода: глюкозооксидаза окисляет D-глюкозу до глюкуроновой кислоты с образованием перекиси водорода; последняя под действием пероксидазы реагирует с 4-аминоантипирином и фенолом с образованием соединения красного цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна кон-

центрации глюкозы в анализируемом образце и измеряется фотометрически при длине волны 504 (490–550 нм).

Оборудование: пробирки, пипетки, колбы, воронки, дозаторы, секундомер, спектрофотометр.

Референсные значения (метаболические профили) биохимических показателей крови по периодам лактации и продуктивности коров разрабатываются в лаборатории биохимии крови животных отдела кормов и кормления СЗНИИМЛПХ (Пак и др., 1993).

### Результаты исследований

Значения, полученные при постановке опыта, заключающегося в количественном и качественном колориметрическом определении концентрации глюкозы в сыворотке крови коров, представлены в табл. 1, 2.

**Таблица 1. Среднее содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания животных, 2020 год, мг%**

Способ содержания	Период физиологического цикла							
	1–100 дней (раздой)		101–200 дней (разгар лактации)		201–300 дней (затухание лактации)		сухой	
	средний суточный удой, кг	глюкоза, мг%, М±m	средний суточный удой, кг	глюкоза, мг%, М±m	средний суточный удой, кг	глюкоза, мг%, М±m	средний суточный удой, кг	глюкоза, мг%, М±m
Привязное содержание с доением в молокопровод	38,0	38,85±3,55	36,4	36,91±3,27	21,8	40,12±4,68	-	48,82±6,03
Беспривязное содержание с доением в доильном зале	33,1	37,69±4,60	27,4	44,0±5,55	27,7	41,72±2,62	-	43,94±4,63
Беспривязное содержание с роботизированным доением	34,9	45,79±4,04	33,6	50,51±3,12	26,2	47,81±4,45	-	53,80±4,59

Составлено по: результаты исследований лаборатории биохимии и физиологии животных СЗНИИМЛПХ.

**Таблица 2. Содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания животных, 2020 год, % к ранее рекомендуемым нами значениям**

Способ содержания	Период физиологического цикла							
	1–100 дней (раздой)		101–200 дней (разгар лактации)		201–300 дней (затухание лактации)		сухой	
	нижняя граница, %	отклонение, %	нижняя граница, %	отклонение, %	нижняя граница, %	отклонение, %	нижняя граница, %	отклонение, %
Привязное содержание с доением в молокопровод	97,13	-2,87	85,84	-14,16	93,74	-6,26	116,24	+16,24
Беспривязное содержание с доением в доильном зале	94,23	-5,77	102,33	+2,33	97,48	-2,55	104,62	+4,62
Беспривязное содержание с роботизированным доением	114,48	+14,48	117,47	+17,47	111,71	+11,71	128,10	+28,10

Составлено по: результаты исследований лаборатории биохимии и физиологии животных СЗНИИМЛПХ.

В период разгара лактации наблюдается самый низкий уровень глюкозы в крови животных на привязном содержании; напротив, в период сухостоя количество глюкозы в крови коров повышается (рис. 1).

Таким образом, в сухостойный период наблюдается самый высокий уровень глюкозы в крови животных на всех способах содержания при максимальном значении, характерном для высокопродуктивных коров на беспривязном содержании с роботизированным доением.

На беспривязном содержании в период разгара лактации содержание глюкозы у коров становится на 1% выше референсных значений и достигает 1,9% выше референсных значений в сухостойный период (рис. 2).

При роботизированном доении показатели глюкозы более стабильные, превышают нижнюю границу рекомендуемых нами значений. Содержание глюкозы в сыворотке крови от периода раздоя до сухостойного периода повышается от 5,8 до 11,8%.

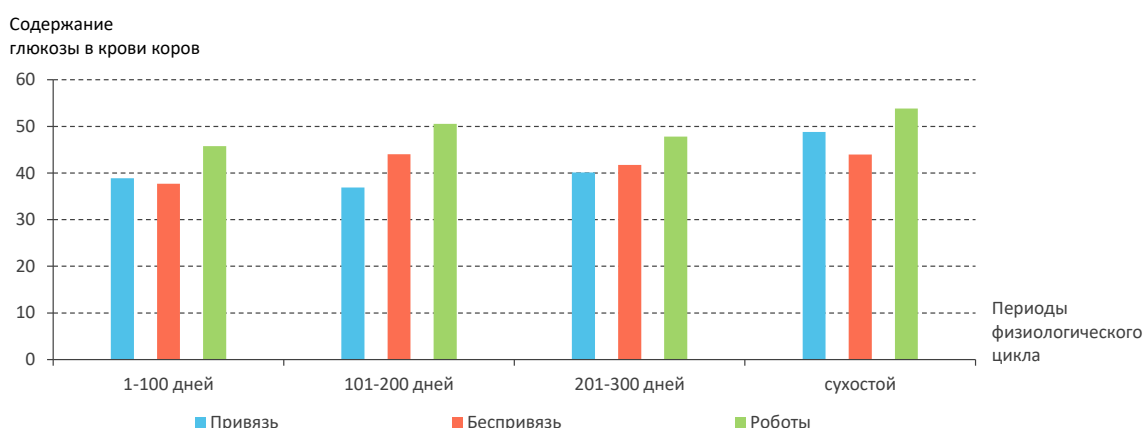


Рис. 1. Содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания животных, 2020 год, мг%

Источник: собственные исследования СЗНИИМЛПХ.

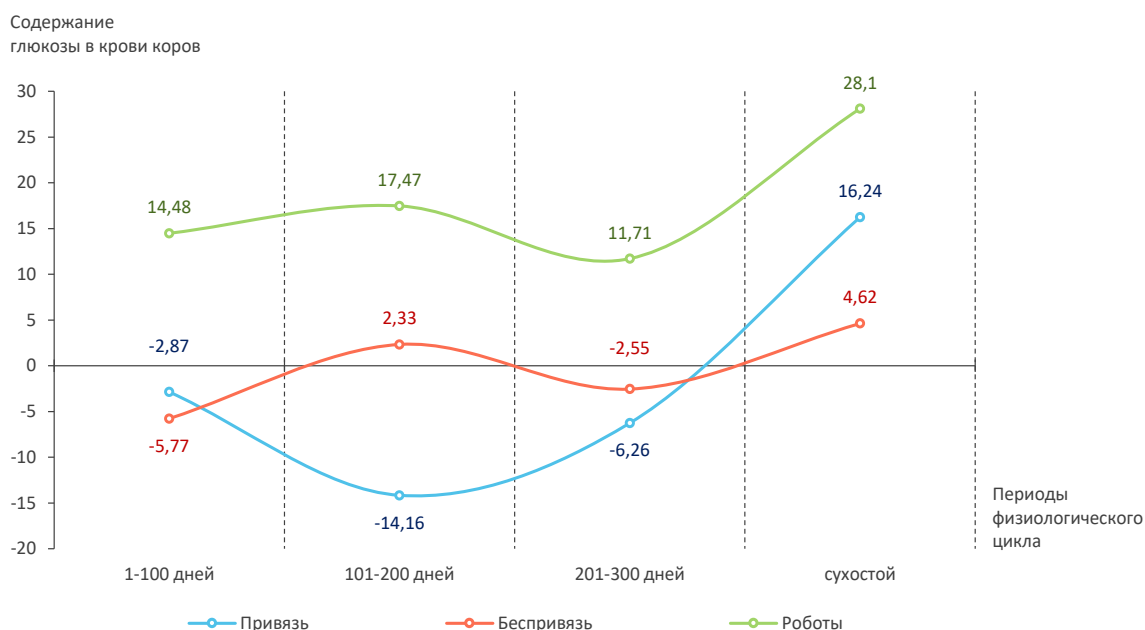


Рис. 2. Содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания, 2020 год, % к ранее рекомендуемым нами значениям

Источник: собственные исследования СЗНИИМЛПХ.

## Выводы

В ходе исследования были определены показатели содержания глюкозы в сыворотке крови для установления референсных значений глюкозы в биохимическом статусе крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания животных. Они составили от 36,91 мг% в разгар лактации у коров на привязном содержании до 53,80 мг% в сухостойный период на беспривязном с роботизированным доением.

В сухостойный период отмечается самый высокий уровень глюкозы в крови животных, находящихся на всех способах содержания, он варьируется от 43,94 мг% на беспривязном содержании до 53,8 мг% при роботизированном доении.

Относительно способа содержания животных самый высокий показатель глюкозы в крови высокопродуктивных коров наблюдается при роботизированном доении. Он колеблется от 45,79 мг% в период раздоя до 53,8 мг% в сухостойный период.

Наиболее низкое содержание глюкозы по периодам физиологического цикла прослеживается во время разгара и затухания

лактации при привязном содержании животных, составляя от 36,91 до 40,12 мг%.

Анализ результатов биохимических исследований говорит о том, что при составлении рационов недостаточно использовать только расчетные нормы кормления высокопродуктивных животных. Разработку и корректировку рационов целесообразно проводить по данным лабораторных анализов кормов с учетом биохимических характеристик сывороток крови животных. Систематический мониторинг биохимического статуса высокопродуктивных коров позволит избежать ошибок и погрешностей в системе нормированного кормления животных.

Таким образом, в современных условиях развития животноводства на промышленной основе важными и актуальными являются проблемы своевременного контроля физиологического состояния животных, оценки их метаболического статуса, проведения лечебно-профилактических мероприятий с целью повышения продуктивности дойного стада и экономической эффективности молочного животноводства.

## ЛИТЕРАТУРА

- Васильева С. В. (2019). Состояние углеводного и липидного обмена у коров в периоды сухостоя и раздоя в связи с содержанием обменной энергии в рационах // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. № 1. С. 233–235.
- Горюнова Т.Ж., Шутова М.В., Соснина Л.П. (2017). Биохимический состав крови высокопродуктивных коров по фазам лактации // Молочнохозяйственный вестник. № 3 (27). С. 47–53. DOI: 10.24411/2225-4269-2017-00025
- Громько Е.В. (2005). Оценка состояния организма коров методами биохимии // Экологический вестник Северного Кавказа. № 2. С. 80–94.
- Гусаров И.В., Фоменко П.А., Богатырева Е.В. (2018а). Система полноценного кормления КРС в Вологодской области // Сыроделие и маслоделие. № 4. С. 16–19.
- Гусаров И.В., Фоменко П.А., Богатырева Е.В., Шутова М.В. (2018b). Биохимическое исследование крови высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя в зависимости от системы содержания // Молочнохозяйственный вестник. № 3 (31). С. 16–23.
- Гусаров И.В., Шутова М.В., Корельская Л.А. (2020). Содержание кетоновых тел в крови высокопродуктивных коров // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: мат-лы III научно-практической конференции с международным участием. С. 141–146.
- Кудрин М.Р., Ижболдина С.Н., Калинин В.Е. (2012). Черно-пестрая порода в условиях Удмуртской Республики // Аграрная наука. № 9. С. 26–28.

- Пак В.Б., Орлов М.Г. [и др.] (1993). Метод биологического контроля пищевого статуса коров с удоем 6–8 тысяч килограммов молока по метаболическим профилям (технопроект). Вологда – Молочное: СЗНИИМЛПХ. С. 39.
- Тяпугин Е.А., Маклахов А.В., Симонов Г.А. [и др.] (2016а). Рацион и статус крови высокопродуктивных дойных коров в период затухания лактации // Тенденции развития молочного скотоводства в России: юбилейный спецвыпуск научных трудов СЗНИИМЛПХ, посв. 95-летию со дня образования института / ФГБНУ «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства». Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. С. 69–73.
- Тяпугин Е.А., Маклахов А.В., Симонов Г.А. [и др.] (2016б). Влияние сбалансированности рациона на статус крови сухостойных коров // Тенденции развития молочного скотоводства в России: юбилейный спецвыпуск научных трудов СЗНИИМЛПХ, посв. 95-летию со дня образования института / ФГБНУ «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства». Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. С. 74–79.
- Тяпугин Е.А., Симонов Г.А., Богатырева Е.В. [и др.] (2016с). Сбалансированность рационов и статус крови высокопродуктивных новотельных молочных коров // Тенденции развития молочного скотоводства в России: юбилейный спецвыпуск научных трудов СЗНИИМЛПХ, посв. 95-летию со дня образования института / ФГБНУ «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства». Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. С. 64–69.
- Щетинин В.П. (2006). Стратегические направления развития агропромышленного комплекса Российской Федерации // О долгосрочной стратегии развития агропромышленного комплекса Российской Федерации: аналитический вестник № 10 (699). М.: Издание Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. С. 6–9.

### **Сведения об авторах**

Лариса Александровна Корельская – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: larisa030976@mail.ru)

Игорь Владимирович Гусаров – кандидат биологических наук, заведующий отделом, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: i-gusarov@yandex.ru)

Оксана Дмитриевна Обряева – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: obryaeva@bk.ru)

Светлана Анатольевна Коломиец – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: lady.lana-2014@yandex.ru)



## GLUCOSE CONTENT IN THE BLOOD OF HIGHLY PRODUCTIVE CATTLE BY LACTATION PERIODS AND HOUSING METHODS AS A CRITERION FOR ASSESSING ENERGY METABOLISM

Korel'skaya L.A., Gusarov I.V., Obryaeva O.D., Kolomiets S.A.

Within the framework of the research topic no. FMGZ-2022-0003, we have studied the biochemical blood composition of highly productive lactating and dry cattle on tie-up and yarn housing. We have carried out scientific and economic experimentation on the basis of the agricultural enterprise Stud-collective farm "Aurora" of Gryazovetsky District of the Vologda Oblast. The research site includes livestock breeding complex for tie-up housing cattle with milking in a milk pipeline, livestock breeding complex for yarn housing cattle with milking in a milking parlor, and livestock breeding complex for yarn housing cattle with robotic milking. The purpose of the research is to study the biochemical blood values of highly productive cows in different periods of the physiological cycle with different housing methods. In the course of the work, we have established reference glucose values in the blood of highly productive cows with different housing methods, from 36.91 mg% at the lactation height on tie-up housing to 53.80 mg% in the dry period on yarn housing with robotic milking. Analysis of the biochemical research results suggests that when compiling diets, it is insufficient to use only calculated feeding rates of highly productive animals; it is advisable to take into account the data of laboratory analyses of feed taking into account the level of biochemical blood values of cattle. The obtained data of biochemical blood analysis of cattle according to different types of housing methods and lactation periods are of practical importance for the preparation and adjustment of diets that ensure physiological needs of animals in different lactation phases and during deadwood, prevention of metabolic disorders and health of highly productive cattle, assessment of their metabolic status, and carrying out therapeutic and preventive measures. Regularly using biochemical blood tests, specialists can react in time at the early stages of the adverse effect of a factor and take measures to eliminate it.

*Blood, biochemical analysis, energy metabolism, glucose, cattle.*

### REFERENCES

- Vasilyeva S.V. (2019). Condition of the carbohydrate and lipid exchange in cows during the periods of dry and breaking in connection with the content of exchange energy in rations. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii=Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine*, 1, 233–235 (in Russian).
- Goryunova T.Zh., Shutova M.V., Sosnina L.P. (2017). Biochemical composition of highly productive cows' blood in lactation phases. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik=Dairy Bulletin*, 3(27), 47–53. DOI: 10.24411/2225-4269-2017-00025 (in Russian).
- Gromuiko E.V. (2005). Application of cows' organism state by biochemical methods. *Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza=The North Caucasus Ecological Herald*, 2, 80–94 (in Russian).
- Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V. (2018a). The system of full-value feeding of the cattle in the Vologda region: Effects on milk productivity and milk quality. *Syrodelie i maslodielie=Cheesemaking and Buttermaking*, 4, 16–19 (in Russian).
- Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V., Shutova M.V. (2018b). Biochemical blood test in high-yielding lactating cows during the initial stage of lactation depending on the housing system. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik=Dairy Bulletin*, 3(31), 16–23 (in Russian).

- Gusarov I.V., Shutova M.V., Korelskaya L.A. (2020). The content of kenote bodies in the blood of highly productive cows. In: *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyanie, problemy, perspektivy: mat-ly III nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Agrarian Science at the Present Stage: State, Problems, Prospects: Materials of the 3rd scientific and Practical Conference with International Participation]. Vologda: VolRC RAS (in Russian).
- Kudrin M.R., Izhboldina S.N., Kalinin V.E. (2012). A black-and-white breed in the conditions of the Udmurt Republic. *Agrarnaya nauka=Agrarian Science*, 9, 26–28 (in Russian).
- Pak V.B., Orlov M.G. et al. (1993). *Metod biologicheskogo kontrolya pishchevogo statusa korov s udoem 6–8 tysyach kilogrammov moloka po metabolicheskim profilyam (tekhnoproekt)* [Method of Biological Control of the Nutritional Status of Cows with Milk Yield of 6–8 Thousand Kilograms of Milk according to Metabolic Profiles (Technoproject)]. Vologda – Molochnoe: SZNIIMLPKh.
- Tyapugin E.A., Maklakhov A.V., Simonov G.A. et al. (2016a). Diet and blood status of highly productive dairy cows during lactation attenuation. In: *Tendentsii razvitiya molochnogo skotovodstva v Rossii: yubileinyi spetsvypusk nauchnykh trudov SZNIIMLPKh, posv. 95-letiyu so dnya obrazovaniya instituta* [Trends in the Development of Dairy Cattle Breeding in Russia: Anniversary Special Issue of Scientific Papers of the NWDFGMRI, Dedicated to the 95th Anniversary of the Establishment of the Institute]. Vologda – Molochnoe: FGBOU VO Vologodskaya GMKhA (in Russian).
- Tyapugin E.A., Maklakhov A.V., Simonov G.A. et al. (2016b). The effect of balanced diet on the blood status of dry cows. In: *Tendentsii razvitiya molochnogo skotovodstva v Rossii: yubileinyi spetsvypusk nauchnykh trudov SZNIIMLPKh, posv. 95-letiyu so dnya obrazovaniya instituta* [Trends in the Development of Dairy Cattle Breeding in Russia: Anniversary Special Issue of Scientific Papers of the NWDFGMRI, Dedicated to the 95th Anniversary of the Establishment of the Institute]. Vologda – Molochnoe: FGBOU VO Vologodskaya GMKhA (in Russian).
- Tyapugin E.A., Simonov G.A., Bogatyreva E.V. et al. (2016c). Balanced diets and blood status of highly productive new-bodied dairy cows. In: *Tendentsii razvitiya molochnogo skotovodstva v Rossii: yubileinyi spetsvypusk nauchnykh trudov SZNIIMLPKh, posv. 95-letiyu so dnya obrazovaniya instituta* [Trends in the Development of Dairy Cattle Breeding in Russia: Anniversary Special Issue of Scientific Papers of the NWDFGMRI, Dedicated to the 95th Anniversary of the Establishment of the Institute]. Vologda – Molochnoe: FGBOU VO Vologodskaya GMKhA (in Russian).
- Shchetinin V.P. (2006). Strategic directions of development of the agro-industrial complex of the Russian Federation. In: *O dolgosrochnoi strategii razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii: analiticheskii vestnik № 10 (699)* [On the long-term development strategy of the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation: Analytical Bulletin no. 10(699)]. Moscow: Izdanie Soveta Federatsii Federal'nogo Sobraniya Rossiiskoi Federatsii (in Russian).

## Information about the authors

Larisa A. Korel'skaya – Researcher, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: larisa030976@mail.ru)

Igor V. Gusarov – Candidate of Sciences (Biology), head of department, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: i-gusarov@yandex.ru)

Oksana D. Obryaeva – Researcher, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: obryaeva@bk.ru)

Svetlana A. Kolomiets – Researcher, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: lady.lana-2014@yandex.ru)