УДК 619.2:612.015-616.07
Код ВАК 4.2.1
https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1969-1978



# Применение мочевых тест-полосок в скрининг-диагностике функционального состояния крупного рогатого скота

**Н. П. Здюмаева**[1]✉, **Н. М. Виноградова**[2]
[1] Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромская область, Россия
[2] ООО «Шуваловское молоко», п. Шувалово, Костромская область, Россия
✉*E-mail: ztb_znp@mail.ru*

***Аннотация.*** **Цель** исследования – определение эффективности применения многофункциональных мочевых тест-полосок для скрининговой оценки функционального состояния высокопродуктивных коров в условиях промышленного животноводческого комплекса. **Методы.** Исследование проведено на клинически здоровых коровах (2–3-й лактации) трех технологических групп: новотельные, в середине лактации и сухостойные. Пробы мочи отбирались неинвазивно в утренние часы. Анализ проводился с помощью полифункциональных тест-полосок URIT 11V (Китай) для визуального полуколичественного определения 11 показателей (лейкоциты, кетоны, нитриты, уробилиноген, билирубин, белок, глюкоза, удельный вес, кровь (по продуктам лизиса эритроцитов), pH, аскорбиновая кислота). Статистическая обработка данных выполнена с использованием непараметрических критериев (тесты Краскела – Уоллиса и Манна – Уитни) в программе Statistica 6.0. **Научная новизна.** Впервые комплексно оценена эффективность применения полифункциональных мочевых тест-полосок для скрининговой диагностики функционального состояния высокопродуктивных коров. Установлены специфические для каждой физиологической группы особенности мочевого профиля, выявлены ограничения метода, связанные с физиологией жвачных, что позволяет усовершенствовать систему раннего выявления метаболических патологий в молочном скотоводстве. **Результаты.** В моче всех групп животных отсутствовали глюкоза, нитриты и лейкоциты, что с большой долей вероятности позволяет исключить ряд патологий (сахарный диабет, значительную бактериурию, активный воспалительный процесс). Протеинурия разной степени выраженности выявлена у 40 % животных, причем более высокие показатели белка отмечены у коров в середине лактации и сухостойных. Установлено достоверное различие в относительной плотности мочи между всеми группами. Реакция мочи в основном была щелочной, однако у новотельных коров значения pH были достоверно ниже, а у 6 из них была зафиксирована кислая реакция. Наиболее важным результатом стало выявление кетонурии у значительной части новотельных коров, что свидетельствует об отрицательном энергетическом балансе. Наличие билирубина в моче этой же группы может указывать на развитие сопутствующих осложнений со стороны печени.

***Ключевые слова:*** крупный рогатый скот, скрининг, моча, тест-полоски, метаболические нарушения, кетоз, протеинурия, pH мочи

***Для цитирования:*** Здюмаева Н. П., Виноградова Н. М. Применение мочевых тест-полосок в скрининг-диагностике функционального состояния крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 10. С. 1969–1978. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1969-1978.

***Дата поступления статьи:*** 16.01.2026, ***дата рецензирования:*** 08.07.2026, ***дата принятия:*** 31.08.2026.

© Zdyumaeva N. P., Vinogradova N. M., 2026

# The use of urine test strips in screening diagnostics of the functional state of cattle

**N. P. Zdyumaeva**[1]✉, **N. M. Vinogradova**[2]
[1] Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo settlement, Kostroma region, Russia
[2] Shuvalovskoe moloko LLC, Shuvalovo settlement, Kostroma region, Russia
*E-mail: ztb_znp@mail.ru*

***Abstract.*** **The purpose** of the study was to determine the effectiveness of multifunctional urine test strips for screening the functional state of highly productive cows in an industrial livestock complex. **Methods.** The study was conducted on clinically healthy cows (2–3 lactations) of three technological groups: freshly calved, mid-lactation, and dry. Urine samples were collected non-invasively in the morning. The analysis was carried out using multifunctional test strips URIT 11V (China) for visual semi-quantitative determination of 11 parameters (leukocytes, ketones, nitrites, urobilinogen, bilirubin, protein, glucose, specific gravity, blood (based on erythrocyte lysis products), pH, ascorbic acid). Statistical data processing was performed using nonparametric criteria (Kruskal – Wallis and Mann – Whitney) in the Statistica 6.0 program. **Scientific novelty**. For the first time, the effectiveness of multifunctional urine test strips for screening the functional status of high-yielding cows was comprehensively assessed. Specific urinary profile characteristics for each physiological group were identified, and limitations of the method related to ruminant physiology were revealed, allowing for improved early detection of metabolic pathologies in dairy cattle. **Results.** Glucose, nitrites, and leukocytes were absent from the urine of all animal groups, which allows for the high probability of ruling out a number of pathologies (diabetes mellitus, significant bacteriuria, and active inflammatory processes). Proteinuria of varying severity was detected in 40 % of animals, with higher protein levels noted in mid-lactation and dry cows. A significant difference in the relative density of urine was found between all groups. Urine reaction was generally alkaline, however, fresh cows had significantly lower pH values, and 6 of them had an acidic reaction. The most significant result was the detection of ketonuria in a significant proportion of fresh cows, indicating a negative energy balance. The presence of bilirubin in the urine of this same group may indicate the development of concomitant liver complications.

***Keywords:*** cattle, screening, urine, test strips, metabolic disorders, ketosis, proteinuria, urine pH

***For citation:*** Zdyumaeva N. P., Vinogradova N. M. The use of urine test strips in screening diagnostics of the functional state of cattle. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (10): 1969–1978. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1969-1978. (In Russ.)

***Date of paper submission:*** 16.01.2026, ***date of review:*** 08.07.2026, ***date of acceptance:*** 31.08.2026.

## Постановка проблемы (Introduction)

Известно, что в условиях интенсификации молочного скотоводства нагрузка на организм высокопродуктивных коров достигает пределов физиологической адаптации. Критически уязвимым при этом является переходный (транзитный) период, когда из-за резкой смены гормонального и метаболического статуса и начала лактации на фоне отрицательного энергетического баланса могут стремительно развиваться метаболические нарушения: кетоз, жировая дистрофия печени, ацидоз. Эти состояния часто протекают субклинически, не имеют явных внешних признаков, но наносят колоссальный экономический ущерб за счет снижения продуктивности, ухудшения воспроизводительной функции, преждевременной выбраковки и затрат на лечение запущенных форм. В этой связи необходимым элементом экономически эффективного молочного скотоводства на сегодняшний день является проведение ветеринарных мероприятий, направленных на профилактику и раннее выявление патологий высокопродуктивных коров. Своевременно принятые меры помогают снизить затраты на лечение и потери молока, увеличить продолжительность продуктивного использования животных [1–3].

Традиционные методы лабораторной диагностики, такие как биохимический анализ крови, являются высокоинформативными, но требуют забора венозной крови, временных и финансовых затрат на транспортировку и проведение анализа в специализированной лаборатории, что затрудняет их использование для массового регулярного скрининга всего поголовья [4; 5]. Таким образом, возникает острая необходимость в доступном, быстром и достаточно точном инструменте для доклинической диагностики, который мог бы применяться непосредственно на производстве персоналом фермы.

В этом плане особого внимании заслуживает анализ мочи – важный диагностический инстру-

© Здюмаева Н. П., Виноградова Н. М., 2026

мент в ветеринарии, позволяющий оценить состояние здоровья животного, выявить нарушения в работе ряда внутренних органов и обменных процессах [6]. В практике молочных комплексов уже давно нашли применение отдельные экспресс-тесты, такие как определение pH и кетоновых тел, которые служат качественными скрининговыми маркерами метаболического статуса. Основными преимуществами анализа мочи традиционно считаются возможность неинвазивного отбора проб, его оперативность и низкая стоимость.

Новый аспект в исследованиях мочи животных связан с широким внедрением в ветеринарную практику усовершенствованных и адаптированных многофункциональных тест-полосок, позволяющих получить полуколичественные результаты анализа основных биохимических показателей, относительной плотности мочи, а также отдельных клеточных элементов по продуктам их лизиса одновременно [7]. Применение таких полосок основано на принципах метода «сухой химии», а именно цветных реакциях, протекающих при взаимодействии химических веществ, которыми пропитаны подушечки особых реагентных зон полосок, с присутствующими в моче веществами.

Однако, несмотря на очевидную доступность в рутинной работе, мочевые тест-полоски на сегодняшний день редко применяются для анализа мочи продуктивных животных. В литературе имеются лишь немногочисленные описания результатов такого рода исследований [8]. Для их успешного внедрения в практику промышленных комплексов необходимы научно обоснованные данные об информативности и, что особенно важно, о специфических ограничениях интерпретации результатов у жвачных животных, чья моча в норме имеет щелочную реакцию, способную искажать отдельные показатели [9]. Проведение подобных прикладных исследований в целом является насущной задачей, решение которой позволит осуществить постепенный переход к современной наукоемкой системе управления здоровьем животных, основанной на оценке рисков и профилактике.

Целью данной работы стало определение эффективности использования мочевых тест-полосок в ходе скрининга физиологического состояния высокопродуктивных коров в условиях животноводческого предприятия.

## Методология и методы исследования (Methods)

Исследование проводилось в условиях крупного животноводческого комплекса с беспривязной технологией содержания животных ООО «Шуваловское молоко» Костромской области. Рацион всех технологических групп был сбалансирован в соответствии с физиологическим статусом и продуктивностью и контролировался зоотехнической службой предприятия.

Для исследования методом случайной выборки были отобраны клинически здоровые коровы голштинской породы 2–3-й лактации. Критериями включения являлись отсутствие лечения в течение предыдущих четырех недель, удовлетворительные показатели общего клинического осмотра (температура тела, состояние слизистых оболочек, руминация, аппетит), а также отсутствие диагностированных хронических заболеваний в анамнезе. Всего в исследование было включено 48 животных, разделенных на три технологические группы в соответствии с физиологическим состоянием:

1 – группа новотельных коров ($n$ = 21) – животные в периоде 1–3 недель после отела. Данный интервал выбран как пиковый для развития ранних послеродовых метаболических расстройств.

2 – группа коров в середине лактации (в нашем исследовании животные на 4–5-м месяце лактации) ($n$ = 11), характеризующиеся стабилизацией обменных процессов.

3 – группа сухостойных коров ($n$ = 16) – животные в период за 1–3 недели до отела, находящиеся в фазе активной подготовки к следующей лактации.

Забор мочи проводили в утренние часы до раздачи корма с целью минимизации влияния алиментарного фактора на биохимический состав мочи. Для получения образца применяли легкую стимуляцию мочеиспускания путем массажа промежности. Среднюю порцию мочи собирали в стерильные одноразовые контейнеры с крышкой непосредственно в момент мочеиспускания, избегая контаминации частицами подстилки или выделениями из влагалища. Пробы анализировали в течение 30 минут после сбора.

Для экспресс-анализа использовали полифункциональные реагентные тест-полоски URIT 11V (URIT Medical Electronic Co., Ltd., Китай), предназначенные для визуального полуколичественного определения 11 показателей: лейкоциты, кетоны, нитриты, уробилиноген, билирубин, белок, глюкоза, удельный вес (плотность), кровь (гемоглобин и миоглобин), pH и аскорбиновая кислота. Полоску полностью погружали в пробу мочи на 1–2 секунды, затем извлекали и удаляли избыток жидкости, проводя ребром полоски о край контейнера. Результаты считывали визуально путем сравнения окрашенных зон с цветовой шкалой на упаковке строго в регламентированные временные интервалы для каждого показателя и разделяли их на категории в зависимости от интенсивности окрашивания (–, ±, +, ++, +++ и т. д.), соответствующей определенным диапазонам концентраций аналита. Данные в таблицах представлены как количество и процент животных в каждой категории.

Статистический анализ полученных результатов был проведен с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Ввиду

отсутствия нормального распределения данных по критерию Шапиро – Уилка и их полуколичественного характера для сравнения показателей между тремя независимыми группами применяли непараметрический критерий Краскела – Уоллиса (Kruskal – Wallis H-test). При выявлении статистически значимых межгрупповых различий ($p < 0,05$) проводили попарное сравнение с использованием U-критерия Манна – Уитни (Mann – Whitney U-test) с поправкой Бонферрони для множественных сравнений.

## Результаты (Results)

Результаты анализа 48 проб мочи выявили как физиологическую норму по ряду показателей для данного вида животных, так и статистически значимые различия, связанные с физиологическим состоянием, что требует дифференцированной интерпретации данных.

**Нормативные показатели и их диагностическое значение.** Из определяемых показателей в моче коров всех групп стабильно отсутствовали глюкоза, нитриты и лейкоциты. Поскольку тест-полоски предназначены главным образом для обнаружения «сигнальных» патологических компонентов, то есть аналитов, которые в моче здоровых животных не должны определяться (отсутствовать или присутствовать в концентрациях ниже уровня чувствительности реагентной зоны), отрицательный результат в ходе скрининга не исключает патологию, но при отсутствии клинических симптомов значительно снижает ее вероятность. В частности, отсутствие глюкозурии у коров в первую очередь свидетельствует против развития выраженной стресс-гипергликемии с превышением почечного порога. Отрицательный результат на нитриты, являющиеся продуктом метаболизма нитрат-редуцирующих бактерий, при отсутствии лейкоцитурии снижает вероятность бактериальной инфекции нижних мочевыводящих путей и активного воспалительного процесса [10–11]. В целом полученные отрицательные результаты соответствуют физиологической норме у крупного рогатого скота, что дополнительно указывает на отсутствие явных патологических процессов у включенных в исследование животных

**Гематурия как маркер острого патологического процесса.** Был обнаружен один положительный результат теста на кровь в группе новотельных коров. Данный результат является серьезным клиническим признаком ряда опасных состояний, в первую очередь послеродовой гемоглобинурии, связанной с острой гипофосфатемией. Наличие крови в моче также может указывать на травмы родовых путей, острый пиелонефрит или цистит и др., но вне зависимости от причины этот показатель является абсолютным показанием для углубленного клинико-лабораторного обследования животного [12].

**Аскорбиновая кислота: контрольный аналит и потенциальный маркер.** Высокой стабильностью отличались результаты анализа на содержание аскорбиновой кислоты (таблица 1). Причиной включения в тест данного аналита является необходимость контроля его уровня в моче в связи со значимым влиянием его высоких концентраций (выше 2,8 ммоль/л) на ложноотрицательные или заниженные результаты определения других показателей (глюкозы, нитритов и крови) [13]. В нашем случае во всех 48 исследованных образцах содержание аскорбиновой кислоты не превышало минимально определяемой концентрации – 0,6 ммоль/л, что подтверждает техническую корректность выполнения остальных тестов.

Вместе с тем в литературе имеются сведения, что аскорбиновая кислота в моче в определенной степени также может быть использована в качестве биомаркера состояния здоровья и окислительного стресса животных [14]. Несмотря на способность крупного рогатого скота синтезировать данный микронутриент, коровы и особенно телята при определенных условиях могут испытывать его значительный дефицит. Полное отсутствие почечной экскреции витамина С может косвенно отражать повышенную утилизацию этого значимого антиоксиданта, что согласуется с данными литературы о его роли как маркера оксидативного стресса у продуктивных животных [15].

**Протеинурия: распространенность, интенсивность и вопросы интерпретации.** Протеинурия была зафиксирована у 40 % (19 из 48) всех обследованных коров. Количественное содержание белка варьировало в диапазоне от следовых количеств (15 мг/дл) до 100 мг/дл. Статистический анализ выявил достоверные межгрупповые различия ($p < 0,05$). Наиболее высокая частота и интенсивность протеинурии наблюдались у коров середины лактации (протеинурия у 7 из 11 животных (64 %) с максимальным значением 100 мг/дл) и сухостойных коров (у 8 из 16, то есть у 50 %). В группе новотельных животных протеинурия была наименее выражена и встречалась реже (у 4 из 21, или у 19 %) (таблица 1). За исключением отдельных физиологических состояний и некоторых системных заболеваний, появление белка в моче чаще всего связывают с нарушением почечной функции: увеличением проницаемости клубочкового фильтра для альбумина или снижением реабсорбции низкомолекулярных белков в проксимальных канальцах [16]. Однако высокая распространенность протеинурии у клинически здоровых животных, особенно на фоне щелочной реакции мочи, требует критического подхода к интерпретации [17]. Возможным объяснением данного факта, особенно в случаях, когда отсутствуют другие отклонения в анализе или клинические симптомы, могли явиться ложнополо-

жительные результаты теста на белок, обусловленные щелочной реакцией мочи. Известно, что при pH > 7,5 большинство коммерческих тест-полосок, основанных на реакции с тетрабромфеноловым синим, могут давать ложное окрашивание при отсутствии белка. В подобных случаях для подтверждения требуется дополнительно использовать сульфосалициловую пробу или количественные методы анализа [18].

**Оценка плотности мочи и влияние метода измерения на результаты.** Относительная плотность – простой, но информативный показатель, который помогает оценить концентрационную функцию почек. При этом его нормальные значения у крупного рогатого скота имеют довольно широкий диапазон, который сильно зависит от водного баланса, типа кормления и физиологического состояния. При анализе полученных результатов наименьшие значения показателя были зарегистрированы в группе коров середины лактации (у 55 % животных плотность составляла 1,000–1,005). У сухостойных и новотельных животных плотность была достоверно выше, составляя у большинства новотельных коров значения 1,020 и выше (67 %), однако в целом практически все исследованные образцы имели плотность ниже физиологического референсного диапазона для КРС. Столь низкие показатели, полученные с помощью тест-полосок, требуют осторожной интерпретации. Учитывая, что щелочная реакция мочи у жвачных является известной причиной занижения значений, полученных данным методом, эти результаты, скорее всего, отражают методический артефакт. Для корректной оценки концентрационной функции почек у коров (выявления гипостенурии при ХПН или полиурии) предпочтительнее использовать рефрактометрию [19].

**Кислотность мочи: видовая норма и выявленные сдвиги.** Значение pH мочи является важным показателем, отражающим кислотно-основное состояние организма в целом. Считается, что в норме реакция мочи жвачных животных щелочная, но диапазон значений pH сильно зависит от рациона и особенно введения солевых добавок [20]. Снижение значения pH мочи до 7 и ниже может указывать на различные проблемы со здоровьем, включая метаболический и респираторный ацидоз, обезвоживание, гипокалиемию, голодание, кетоз, хроническую почечную недостаточность и др. В нашем исследовании в 75 % образцов отмечали щелочную реакцию, что согласуется с ранее опубликованными результатами других авторов. Достоверно более низкие значения pH регистрировали в группе коров после отела ($p < 0,05$). (таблица 1). У шести коров (29 %) этой группы реакция мочи была кислой, что является важным метаболическим маркером и требует пристального внимания и дополнительных обследований из-за возможной угрозы развития ацидоза, который у КРС чаще всего связан с нарушением рубцового пищеварения или общими нарушениями метаболизма [21; 22].

**Кетонурия как метаболический маркер периода новотельности.** Как следует из данных таблицы 2, наиболее выраженные сдвиги по этому показателю были характерны для группы новотельных коров ($p < 0,05$).

В образцах мочи 29 % (6 из 21) животных этой группы содержание кетоновых тел составило выше 1,5 ммоль/л. Данный результат имеет высокую клиническую значимость, так как прямо указывает на субклинический (при умеренном повышении) или клинический (при высоких значениях) кетоз. Это состояние является прямым следствием отрицательного энергетического баланса в период новотельности и массовой мобилизации жирных кислот с последующим кетогенезом в печени [23]. Обнаруженная кетонурия хорошо согласуется с выявленным снижением pH мочи в этой же группе.

**Билирубин в моче: частота обнаружения и диагностическая значимость.** Билирубинурия с высокой частотой была выявлена во всех группах: у 73 % коров середины лактации, 50 % сухостойных и 57 % новотельных коров. У всех животных регистрировали минимальный уровень положительной реакции («+», 0,5 мг/дл). У жвачных и плотоядных интерпретация незначительной билирубинурии достаточно сложна и имеет свою специфику. Кроме того, несмотря на то что влияние щелочной мочи на ложноположительный результат по билирубину менее выражено, чем на белок, полностью исключать его нельзя. Однако в контексте исследования стойкое обнаружение билирубина в группе новотельных животных в сочетании с кетонурией приобретает диагностическую значимость. Такая комбинация может указывать на повышенную нагрузку на печень и начало внутрипеченочного холестаза на фоне жировой инфильтрации – классического осложнения отрицательного энергетического баланса, а также является сигналом для углубленной оценки функции печени [24; 25].

**Уробилиноген** был обнаружен в незначительных количествах у части животных во всех группах (от 24 % до 45 %), что считается физиологической нормой и отражает нормальный кишечно-печеночный цикл метаболизма билирубина.

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенное исследование подтвердило целесообразность и высокий потенциал применения полифункциональных мочевых тест-полосок в качестве удобного, быстрого и неинвазивного инструмента для скрининг-диагностики функционального состояния высокопродуктивных коров в условиях промышленного животноводческого комплекса.

Таблица 1

**Результаты анализа мочи коров на аскорбиновую кислоту, белок, удельный вес и pH**

| **Аскорбиновая кислота, ммоль/л** | **–<br>(0)** | **±<br>(0,6)** | **+<br>(1,4)** | **++<br>(2,8)** | **+++<br>(5,6)** | **–** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Середина лактации, количество животных (%) | – | 11 (100) | – | – | – | |
| Сухостойные, количество животных (%) | – | 16 (100) | – | – | – | |
| Новотельные, количество животных (%) | – | 21 (100) | – | – | – | |
| **Белок, мг/дл (г/л)** | **–<br>(0)** | **± 15<br>(0,15)** | **+3 0<br>(0,3)** | **++ 100<br>(1,0)** | **+++ 300<br>(3,0)** | **++++ ≥<br>5000 (≥ 5,0)** |
| Середина лактации, количество животных (%) | 4 (36) | – | 6 (55) | 1 (9) | – | – |
| Сухостойные, количество животных (%) | 8 (50) | 1 (6) | 7 (44) | – | – | – |
| Новотельные, количество животных (%) | 17 (81) | 3 (14) | 1 (5) | – | – | – |
| **Относительная плотность** | **1,000** | **1,005** | **1,010** | **1,015** | **1,020** | **≥ 1,025** |
| Середина лактации, количество животных (%) | 6 (55) | 2 (18) | 3 (27) | – | – | – |
| Сухостойные, кол-во животных (%) | – | 4 (25) | 8 (50) | 2 (12,5) | 2 (12,5) | – |
| Новотельные, количество животных (%) | – | – | 3 (14) | 4 (19) | 14 (67) | – |
| **pH** | **5,0** | **6,0** | **6,5** | **7,0** | **7,5** | **8,0–8.5** |
| Середина лактации, количество животных (%) | – | – | – | – | – | 11 (100) |
| Сухостойные, количество животных (%) | – | – | – | – | – | 16 (100) |
| Новотельные, количество животных (%) | – | 3 (14) | 3 (14) | 6 (29) | 8 (38) | 1 (5) |

*Table 1*

***Results of cow urine analysis for ascorbic acid, protein, specific gravity, and pH***

| ***Ascorbic acid, mmol/L*** | ***–<br>(0)*** | ***±<br>(0.6)*** | ***+<br>(1.4)*** | ***++<br>(2.8)*** | ***+++<br>(5.6)*** | **–** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Lactating cows, number of animals (%)* | – | *11 (100)* | – | – | – | |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | – | *16 (100)* | – | – | – | |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | – | *21 (100)* | – | – | – | |
| ***Protein, mg/dL (g/L)*** | ***–<br>(0)*** | ***±15<br>(0.15)*** | ***+30<br>(0.3)*** | ***++100<br>(1.0)*** | ***+++300<br>(3.0)*** | ***++++ ≥<br>5000 (≥ 5.0)*** |
| *Lactating cows, number of animals (%)* | *4 (36)* | – | *6 (55)* | *1 (9)* | – | – |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | *8 (50)* | *1 (6)* | *7 (44)* | – | – | – |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | *17 (81)* | *3 (14)* | *1 (5)* | – | – | – |
| ***Specific gravity*** | ***1.000*** | ***1.005*** | ***1.010*** | ***1.015*** | ***1.020*** | ***≥1.025*** |
| *Lactating cows, number of animals (%)* | *6 (55)* | *2 (18)* | *3 (27)* | – | – | – |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | – | *4 (25)* | *8 (50)* | *2 (12.5)* | *2 (12.5)* | – |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | – | – | *3 (14)* | *4 (19)* | *14 (67)* | – |
| ***pH*** | ***5.0*** | ***6.0*** | ***6.5*** | ***7.0*** | ***7.5*** | ***8.0–8.5*** |
| *Lactating cows, number of animals (%)* | – | – | – | – | – | *11 (100)* |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | – | – | – | – | – | *16 (100)* |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | – | *3 (14)* | *3 (14)* | *6 (29)* | *8 (38)* | *1 (5)* |

Было установлено, что биохимический профиль мочи у высокопродуктивных коров существенно варьирует в зависимости от физиологической стадии (новотельность, середина лактации, сухостой). Наиболее клинически значимые изменения были зафиксированы в группе новотельных животных. Комплекс выявленных отклонений (повышенная частота кетонурии (29 %), стабильное присутствие билирубина (57 %) и единичный, но критически важный случай гематурии) формирует характерную картину метаболического напряжения в ранний послеродовый период. Сочетание кетонурии со сдвигом pH мочи в кислую сторону является прямым лабораторным подтверждением развития субклинического или клинического кетоза и сопутствующего метаболического ацидоза. Билирубинурия у животных этой группы, особенно на фоне кетоновых тел, с высокой вероятностью указывает на начальные

признаки нарушения функции печени вследствие ее жировой инфильтрации, что является классическим осложнением отрицательного энергетического баланса. Таким образом, использование мочевых тест-полосок обеспечивает возможность оперативного выявления коров с субклиническими формами патологии, что создает условия для своевременной коррекции рациона или раннего начала терапии, существенно повышая ее эффективность.

Вместе с тем полученные данные также подчеркивают важность видового подхода в лабораторной диагностике. Результаты исследования выявили необходимость критической интерпретации некоторых показателей, полученных с помощью тест-полосок, в частности белка, билирубина и относительной плотности. Высокая частота регистрации протеинурии (40 % от общего поголовья), особенно у клинически здоровых сухостойных коров и коров в середине лактации, с высокой долей вероятности является артефактом, обусловленным щелочной реакцией мочи (pH ≥ 7,5), характерной для жвачных. Положительный результат на белок у коровы, особенно при отсутствии других отклонений в анализе или клинических симптомов, не должен служить основанием для диагноза почечная патология без подтверждения сульфосалициловой пробой или количественными методами анализа. Аналогичная осторожность требуется при интерпретации низких значений относительной плотности, полученных с применением полосок, так как щелочная среда также может их искажать. Для точной оценки концентрационной функции почек предпочтительна рефрактометрия. Эти методические особенности имеют большое значение для внедрения метода в практику: персонал фермы должен быть обучен не просто механизму проведения теста, но и правилам отсева результатов, требующих верификации.

Таблица 2

**Результаты анализа мочи коров на кетоновые тела, билирубин и уробилиноген**

| **Кетоны, мг/дл (моль/л)** | **– (0)** | **±5 (0,5)** | **+15 (1,5)** | **++40 (4,0)** | **+++80 (8,0)** | **++++160 (16,0)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Середина лактации, количество животных (%) | 11 (100) | – | – | – | – | – |
| Сухостойные, количество животных (%) | 14 (87) | 2 (13) | – | – | – | – |
| Новотельные, количество животных (%)* | 15 (71) | – | 4 (19) | 1 (5) | – | 1 (5) |
| **Билирубин, мг/дл (мкмоль/л)** | **– (0)** | **+0,5 (8,6)** | **++2 (34)** | **+++6 (100)** | | |
| Середина лактации, количество животных (%) | 3 (27) | 8 (73) | – | – | | |
| Сухостойные, количество животных (%) | 8 (50) | 8 (50) | – | – | | |
| Новотельные, количество животных (%) | 9 (43) | 12 (57) | – | – | | |
| **Уробилиноген, мг/дл (мкмоль/л)** | **Норма** | **+2 (33)** | **++4 (66)** | **+++8 (≥ 131)** | | |
| Середина лактации, количество животных (%) | 6 (55) | 5 (45) | – | – | | |
| Сухостойные, количество животных (%) | 9 (56) | 7 (44) | – | – | | |
| Новотельные, количество животных (%) | 16 (76) | 5 (24) | – | – | | |

*Table 2*

***Results of cow urine analysis for ketone, bilirubin, and urobilinogen***

| ***Ketone, mg/dL (mmol/L)*** | ***– (0)*** | ***±5 (0.5)*** | ***+15 (1.5)*** | ***++40 (4.0)*** | ***+++80 (8.0)*** | ***++++160 (16.0)*** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Lactating cows, number of animals (%)* | *11 (100)* | – | – | – | – | – |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | *14 (87)* | *2 (13)* | – | – | – | – |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | *15 (71)* | – | *4 (19)* | *1 (5)* | – | *1 (5)* |
| ***Bilirubin, mg/dL (µmol/L)*** | ***– (0)*** | ***+0.5 (8.6)*** | ***++2 (34)*** | ***+++6 (100)*** | | |
| *Lactating cows, number of animals (%)* | *3 (27)* | *8 (73)* | – | – | | |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | *8 (50)* | *8 (50)* | – | – | | |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | *9 (43)* | *12 (57)* | – | – | | |
| ***Urobilinogen, mg/dL (µmol/L)*** | ***Normal*** | ***+2 (33)*** | ***++4 (66)*** | ***+++8 (≥ 131)*** | | |
| *Lactating cows, number of animals (%)* | *6 (55)* | *5 (45)* | – | – | | |
| *Non-lactating cows (dry cows), number of animals (%)* | *9 (56)* | *7 (44)* | – | – | | |
| *Postpartum cows (transition cows), number of animals (%)* | *16 (76)* | *5 (24)* | – | – | | |

Таким образом, в условиях промышленного животноводческого комплекса мочевые тест-полоски не заменяют развернутую лабораторную диагностику или клинический осмотр, но эффективно их дополняют, выполняя функцию высокочувствительного «сита». Их основная практическая ценность заключается в возможности быстрой сортировки всего поголовья или целевых групп (например, всех новотельных коров) для выявления особей с отклонениями. Животные, попавшие в группу риска по результатам скрининга (положительные тесты на кровь, выраженная кетонурия, стойкое закисление мочи), нуждаются в проведении углубленного и, что немаловажно, более затратного обследования (биохимического анализа крови, ультразвуковой диагностики печени, исследования состава рубцовой жидкости). Такой двухэтапный алгоритм является экономически оправданным и позволяет оптимизировать трудозатраты ветеринарных специалистов, сконцентрировав ресурсы на животных с объективными признаками неблагополучия.

**Библиографический список**

1. Коник Н. В., Калиниченко Э. Б., Каиров В. Р., Кубатиева З. А., Капитонова Е. А. Эффективность производственного использования коров молочных пород // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 51–60. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-01-51-60.

2. LeBlanc S. J. Review: relationships between metabolic disorders and reproductive performance in dairy cows // Animal. 2020. No. 14 (S1). Pp. s44–s54. DOI: 10.1017/S1751731119003227.

3. Белоусов А. И., Шкуратова И. А., Красноперов А. С., Малков С. В., Черницкий А. Е. Динамика и распространенность заболеваний печени у коров голштинской породы в Свердловской области // Ветеринария. 2024. № 9. С. 43–47. DOI: 10.30896/0042-4846.2024.27.9.43-47.

4. Нохрин Д. Ю., Соколова О. В., Белоусов А. И., Исаева А. Г., Мокерова Е. В., Герасимова Ю. С. Нелинейные главные компоненты биохимического профиля молочного скота пяти пород // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 08. С. 1056–1070. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-08-1056-1070.

5. Кузьминова Е. В., Рудь Е. Н., Семененко М. П., Абрамов А. А. Состояние биохимического профиля крови и уровня эндогенной интоксикации у коров с гепатопатиями в условиях теплового стресса // Ветеринария сегодня. 2022. Т. 11, № 2. С. 135–141. DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-2-135-141.

6. Parrah J. D., Moulvi B. A., Gazi M. A., Makhdoomi D. M., Athar H., Din M. U., Dar S., Mir A. Q. Importance of urinalysis in veterinary practice – a review // Veterinary World. 2013. Vol. 6, No. 9. Pp. 640–646. DOI: 10.14202/vetworld.2013.640-646.

7. Smyroglou E. D., Athanasiou L. V., Baka R. D., Polizopoulou Z. S. Comparative evaluation between visual and automated dipstick urinalyses in dogs // Veterinary Sciences. 2023. Vol. 10, No. 4. Pp. 284–291. DOI: 10.3390/vetsci10040284.

8. Цагареишвили М. Р., Калюжный И. И. Исследование параметров мочи с помощью экспресс-методов в рамках скрининговой диагностики поголовья крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 03. С. 473–483. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-03-473-483.

9. Ihedioha J. I., Ukachukwu C. V., Ugochukwu I. C. I., Anyogu D. C. Evaluation of kidney function and urinary analytes in Nigerian trade cattle // Tropical Animal Health and Production. 2019. Vol. 51, No. 7. Pp. 1867–1875. DOI: 10.1007/s11250-019-01879-1.

10. Jacob J. Urinalysis in animals: a review // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2020. Vol. 8, No. 6. Pp. 1650–1653.

11. Issi M., Gül Y., Basbug O. Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis // Turkey Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2016. Vol. 40, No. 1. Pp. 47–52. DOI: 10.3906/vet-1505-16.

12. Rahmati S., Aziz A., Tawfeeq M., Zabuli J., Nazhat S. Clinical features of post-parturient hemoglobinuria in dairy cattle and buffaloes: a review // Open Journal of Veterinary Medicine. 2021. Vol. 11, No. 4. Pp. 143–155. DOI: 10.4236/ojvm.2021.114010.

13. Lee W., Kim Y., Chang S., Lee A. J., Jeon C. H. The influence of vitamin C on the urine dipstick tests in the clinical specimens: a multicenter study // Journal of Clinical Laboratory Analysis. 2017. Vol. 31, No. 5. Pp. 22080–22085. DOI: 10.1002/jcla.22080.

14. Виноградова Н. М., Автаева Т., Прохоров М. А., Горностаев Н. Е., Здюмаева Н. П. Особенности сезонной динамики отдельных биохимических и гематологических показателей коровы // Аграрный вестник Нечерноземья. 2024. № 1 (13). С. 49–53. DOI: 10.52025/2712-8679-2024-01-49.

15. Matsui T. Vitamin C nutrition in cattle // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2012. Vol. 25, No. 5. Pp. 597–605. DOI: 10.5713/ajas.2012.r.01.

16. Ferlizza E., Fasoli S., Cavallini D., Bolcato M., Andreani G., Isani G. Preliminary study on urine chemistry and protein profile in cows and heifers // Pakistan Veterinary Journal. 2020. Vol. 40, No. 4. Pp. 413–418. DOI: 10.29261/pakvetj/2020.067.

17. Herman N., Bourges-Abella N., Braun J. P., Ancel C., Schelcher F., Trumel C. Urinalysis and determination of the urine protein-to-creatinine ratio reference interval in healthy cows // Journal of Veterinary Internal Medicine. 2019. Vol. 33, No. 2. Pp. 999–1008. DOI: 10.1111/jvim.15452.

18. Barsanti J. A. Urinary disorders // In: Willard M. D., Tvedten H. (eds.) Small animal clinical diagnosis by laboratory methods. 5th ed. Saint Louis: Elsevier, 2012. Pp. 126–153.

19. Megahed A. A., Grünberg W., Constable P. D. Clinical utility of urine specific gravity, electrical conductivity, and color as on-farm methods for evaluating urine concentration in dairy cattle // Journal of Veterinary Internal Medicine. 2019. Vol. 33, No. 3. Pp. 1530–1539. DOI: 10.1111/jvim.15502.

20. Шляхова О. Г., Рядчиков В. Г. Значение водородного показателя мочи при характеристике физиологических показателей коров // Ветеринария Кубани. 2018. № 1. С. 15–17.

21. Melendez P., Redrovan D., Chelikani P. K. Urine pH as predictor of blood acid-base status in dairy cattle fed acidogenic diets // The Veterinary Journal. 2024. Vol. 306. Article number 106187. DOI: 10.1016/j.tvjl.2024.106187.

22. Кулаченко И. В. Анализ результатов определения резервной щелочности крови коров в первый период лактации и их диагностическое значение // Ветеринария Кубани. 2025. № 1. С. 16–18. DOI: 10.33861/2071-8020-2025-1-16-18.

23. Zhang G., Mandal R., Wishart D. S., Ametaj B. N. A multi-platform metabolomics approach identifies urinary metabolite signatures that differentiate ketotic from healthy dairy cows // Frontiers in Veterinary Science 2021. Vol. 8. Article number 595983. DOI: 10.3389/fvets.2021.595983.

24. Bombik E., Sokół J., Pietrzkiewicz K: Fatty liver disease in dairy cattle – risk factors, symptoms and prevention // Animal Science and Genetics. 2020. Vol. 16, No. 4. Pp. 51–58. DOI: 10.5604/01.3001.0014.6072.

25. Melendez P., Pinedo P. Update on fatty liver in dairy cattle with major emphasis on epidemiological patterns, pathophysiology in relationship to abdominal adiposity, and early diagnosis // Dairy. 2024. Vol. 5, No. 4. Pp. 672–687. DOI: 10.3390/dairy5040050.

***Об авторах:***

**Наталья Петровна Здюмаева**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры анатомии, физиологии и биохимии животных, Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромская область, Россия; ORCID 0009-0000-0495-5072, AuthorID 167832. *E-mail: ztb_znp@mail.ru*

**Надежда Михайловна Виноградова**, ветеринарный врач, ООО «Шуваловское молоко», п. Шувалово, Костромская область, Россия; ORCID 0009-0002-5891-158X, AuthorID 1330737.
*E-mail: nadyav181@yandex.ru*

## References

1. Konik N. V., Kalinichenko E. B., Kairov V. R., Kubatieva Z. A., Kapitonova E. A. Efficiency of production use of dairy cows in the context of federal districts of Russia. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2025; 25 (01): 51–60. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-01-51-60. (In Russ.)

2. LeBlanc S. J. Review: Relationships between metabolic disorders and reproductive performance in dairy cows. *Animal*. 2020; 14 (S1): 44–54. DOI: 10.1017/S1751731119003227.

3. Belousov A. I., Shkuratova I. A., Krasnoperov A. S., Malkov S. V., Chernitskiy A. E. Dynamics and prevalence of liver diseases in holstin cows in the Sverdlovsk region. *Veterinary Medicine Journal.* 2024; 9: 43–47. DOI: 10.30896/0042-4846.2024.27.9.43-47.

4. Nokhrin D. Yu., Sokolova O. V., Belousov A. I., Isaeva A. G., Mokerova E. V., Gerasimova Yu. S. Nonlinear main components of the biochemical profile of dairy cattle of five breeds. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2024; 24 (08): 1056–1070. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-08-1056-1070. (In Russ.)

5. Kuzminova E. V., Rud E. N., Semenenko M. P., Abramov A. A. Biochemical blood parameters and level of endogenous intoxication in cows suffering from hepatopathies under heat stress. *Veterinary Science Today.* 2022; 11 (2): 135–141. DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-2-135-141. (In Russ.)

6. Parrah J. D., Moulvi B. A., Gazi M. A., Makhdoomi D. M., Athar H., Din M. U., Dar S., Mir A. Q. Importance of urinalysis in veterinary practice – a review. *Veterinary World*. 2013; 6 (9): 640–646. DOI: 10.14202/vetworld.2013.640-646.

7. Smyroglou E. D., Athanasiou L. V., Baka R. D., Polizopoulou Z. S. Comparative evaluation between visual and automated dipstick urinalyses in dogs. *Veterinary Sciences.* 2023; 10 (4): 284–291. DOI: 10.3390/vetsci10040284.

8. Tsagareishvili M. R., Kalyuzhnyy I. I. Examination of urine parameters using express methods in the framework of screening diagnostics of digestive pathologies in cattle. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2025; 25 (03): 473–483. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-03-473-483. (In Russ.)

9. Ihedioha J. I., Ukachukwu C. V., Ugochukwu I. C. I., Anyogu D. C. Evaluation of kidney function and urinary analytes in Nigerian trade cattle. *Tropical Animal Health and Production.* 2019; 51 (7): 1867–1875. DOI: 10.1007/s11250-019-01879-1.

10. Jacob J. Urinalysis in animals: a review. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 2020; 8 (6): 1650–1653.

11. Issi M., Gül Y., Basbug O. Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis. *Turkey Journal of Veterinary and Animal Sciences.* 2016; 40 (1): 47–52. DOI: 10.3906/vet-1505-16.

12. Rahmati S., Aziz A., Tawfeeq M., Zabuli J., Nazhat S. Clinical features of post-parturient hemoglobinuria in dairy cattle and buffaloes: a review. *Open Journal of Veterinary Medicine.* 2021; 11 (4): 143–155. DOI: 10.4236/ojvm.2021.114010.

13. Lee W., Kim Y., Chang S., Lee A. J., Jeon C. H. The influence of vitamin C on the urine dipstick tests in the clinical specimens: a multicenter study. *Journal of Clinical Laboratory Analysis.* 2017; 31 (5): 22080–22085. DOI: 10.1002/jcla.22080.

14. Vinogradova N. M., Avtaeva T., Prokhorov M. A., Gornostaev N. E., Zdyumaeva N. P. Features of seasonal dynamics of individual biochemical and hematological parameters of a cow. *Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Region.* 2024; 1 (13): 49–53. DOI: 10.52025/2712-8679-2024-01-49. (In Russ.)

15. Matsui T. Vitamin C nutrition in cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2012; 25 (5): 597–605. DOI: 10.5713/ajas.2012.r.01.

16. Ferlizza E., Fasoli S., Cavallini D., Bolcato M., Andreani G., Isani G. Preliminary study on urine chemistry and protein profile in cows and heifers. *Pakistan Veterinary Journal.* 2020; 40 (4): 413–418. DOI: 10.29261/pakvetj/2020.067.

17. Herman N., Bourges-Abella N., Braun J. P., Ancel C., Schelcher F., Trumel C. Urinalysis and determination of the urine protein-to-creatinine ratio reference interval in healthy cows. *Journal of Veterinary Internal Medicine.* 2019; 33 (2): 999–1008. DOI: 10.1111/jvim.15452.

18. Barsanti J. A. Urinary disorders. In: Willard M. D., Tvedten H. (eds.) *Small Animal clinical diagnosis by laboratory method*. 5th ed. Saint Louis: Elsevier, 2012. Pp. 126–153.

19. Megahed A. A., Grünberg W., Constable P. D. Clinical utility of urine specific gravity, electrical conductivity, and color as on-farm methods for evaluating urine concentration in dairy cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine.* 2019; 33 (3): 1530–1539. DOI: 10.1111/jvim.15502.

20. Shlyakhova O. G., Ryadchikov V. G. Urine pH significante at cows' physiological parameters characteristics. *Veterinariya Kubani.* 2018; 1: 15–17. (In Russ.)

21. Melendez P., Redrovan D., Chelikani P. K. Urine pH as predictor of blood acid-base status in dairy cattle fed acidogenic diets. *The Veterinary Journal.* 2024; 306: 106187. DOI: 10.1016/j.tvjl.2024.106187.

22. Kulachenko I. V. Analysis of the results of alkalinity reserve determination of cows' blood in the first period of lactation and the diagnostic significance *Veterinariya Kubani.* 2025; 1: 16–18. DOI: 10.33861/2071-8020-2025-1-16-18. (In Russ.)

23. Zhang G., Mandal R., Wishart D. S., Ametaj B. N. A multi-platform metabolomics approach identifies urinary metabolite signatures that differentiate ketotic from healthy dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science.* 2021; 8: 595983. DOI: 10.3389/fvets.2021.595983.

24. Bombik E., Sokół J., Pietrzkiewicz K: Fatty liver disease in dairy cattle – risk factors, symptoms and prevention. *Animal Science and Genetics.* 2020; 16 (4): 51–58. DOI: 10.5604/01.3001.0014.6072.

25. Melendez P., Pinedo P. Update on fatty liver in dairy cattle with major emphasis on epidemiological patterns, pathophysiology in relationship to abdominal adiposity, and early diagnosis. *Dairy.* 2024; 5 (4): 672–687. DOI: 10.3390/dairy5040050.

***Authors' information:***

**Natalya P. Zdyumaeva**, doctor of biological sciences, associate professor, professor of the department of animal anatomy, physiology, and biochemistry, Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo settlement, Kostroma region, Russia; ORCID 0009-0000-0495-5072, AuthorID 167832. *E-mail: ztb_znp@mail.ru*

**Nadezhda M. Vinogradova**, Veterinarian of Shuvalovskoe moloko LLC, Shuvalovo settlement, Kostroma region, Russia; ORCID 0009-0002-5891-158X, AuthorID 1330737. *E-mail: nadyav181@yandex.ru*