

## Исследование параметров мочи с помощью экспресс-методов в рамках скрининговой диагностики патологий органов пищеварения у крупного рогатого скота

М. Р. Цагарейшвили<sup>✉</sup>, И. И. Калюжный

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: [marksagareishvili@gmail.com](mailto:marksagareishvili@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматривается применение экспресс-методов анализа мочи в рамках скрининговой диагностики болезней незаразной этиологии крупного рогатого скота. Актуальность обусловлена интенсификацией животноводства и необходимостью оперативной оценки состояния здоровья животных поголовья. **Цель** исследования – анализ мочи крупного рогатого скота экспресс-методами и адаптация анализа мочи для диагностического протокола пищеварительных функций исследуемых животных. **Методы.** Исследование проводилось на 15 головах дойного поголовья симментальской породы с использованием диагностических тест-полосок для качественного и полуколичественного определения «Уривет-11». Разработана версия протокола скрининговой оценки органов пищеварения, включающая 60 пунктов, пригодная для хранения в электронном виде и программной обработки, включающая анализ мочи по 11 показателям (лейкоциты, кровь, кетоновые тела, белок, нитриты, билирубин, уробилиноген, глюкоза, pH, относительная плотность, аскорбиновая кислота). **Научная новизна** решения заключается в разработке подходов ранней диагностики заболеваний пищеварительного профиля у крупных животных, объединяющих физикальные методы исследования и экспресс-методы анализа биологических жидкостей. **Результаты.** Проведенные исследования показали, что у 8 из 15 животных выявлены отклонения от нормы по различным показателям, что в совокупности с данными клинического обследования, обладает большим диагностическим значением. Выявленные отклонения свидетельствует о необходимости регулярных скрининговых обследований для оперативной диагностики нарушений физиологического статуса. Использование тест-полосок позволяет проводить исследования непосредственно в животноводческом хозяйстве, что отвечает требованиям ранней диагностики. Методика формализации подхода к исследованию животных и фиксации результатов, в том числе в электронной форме, может быть использована для разработки других диагностических протоколов.

**Ключевые слова:** ветеринарная диагностика, незаразные болезни животных, скрининг, протокол диагностический, формализация, крупный рогатый скот, цифровые технологии

**Для цитирования:** Цагарейшвили 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. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-473-483>.

**Дата поступления статьи:** 05.01.2025, **дата рецензирования:** 04.02.2025, **дата принятия:** 20.02.2025

## Examination of urine parameters using express methods in the framework of screening diagnostics of digestive pathologies in cattle

M. R. Tsagareishvili<sup>✉</sup>, I. I. Kalyuzhnyy

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: marktsagareishvili@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the application of rapid urine analysis methods within the framework of screening diagnostics for non-contagious diseases of cattle. The relevance is due to the intensification of animal husbandry and the need for a rapid assessment of the health status of livestock. **The purpose** of the research is to analyze cattle urine using rapid methods and to adapt urine analysis for the diagnostic protocol of the digestive functions of the animals under study. **Methods.** The study was conducted on 15 heads of Simmental dairy cattle using diagnostic test strips for qualitative and semi-quantitative determination “Urivet-11”. A version of the screening assessment protocol for digestive organs, including 60 items, suitable for electronic storage and software processing, including urine analysis for 11 indicators (leukocytes, blood, ketone bodies, protein, nitrites, bilirubin, urobilinogen, glucose, pH, specific gravity, ascorbic acid) was developed. **The scientific novelty** of the solution lies in the development of approaches for early diagnosis of diseases of the digestive profile in large animals, combining physical examination methods and rapid methods of biological fluid analysis. **Results.** Studies have shown that 8 out of 15 animals showed deviations from the norm for various indicators, which, combined with clinical examination data, has great diagnostic value. The identified deviations indicate the need for regular screening examinations for rapid diagnosis of physiological status disorders. The use of test strips allows for research directly on the livestock farm, which meets the requirements of early diagnosis. The method of formalizing the approach to animal research and recording the results, including in electronic form, can be used to develop other diagnostic protocols.

**Keywords:** veterinary diagnostics, non-infectious animal disease, screening, diagnostic protocol, formalization, cattle, digital technologies

**For citation:** 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. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-473-483>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 05.01.2025, **date of review:** 04.02.2025, **date of acceptance:** 20.02.2025

### Постановка проблемы (Introduction)

Современное развитие отрасли животноводства характеризуется значительной интенсификацией и увеличением численности поголовья, что затрудняет исследование всех содержащихся в хозяйстве животных [1; 2]. Поэтому в связи с переводом хозяйств на промышленную основу в соответствии с методическими указаниями по диспансеризации крупного рогатого скота в каждом хозяйстве создают группы животных, которые являются эталоном для оценки здоровья, в частности, определения состояния обмена веществ в организме животных в целом по стаду [3].

В данном свете особую актуальность представляют подходы экспресс-диагностики и маркерного скрининга, позволяющие собирать данные о состоянии животного за ограниченный срок. Скрининг – это предположительное выявление скрытой болезни или дефекта путем применения тестов, об-

следований и других процедур, которые могут быть проведены быстро [4; 5].

Моча сельскохозяйственных животных является важным диагностическим маркером, который используется для определения состояния здоровья организма. Так, для осуществления непрерывного состояния здоровья коровы предлагается использовать качественный анализ определенных компонентов в моче, например белка, глюкозы, ацетоновых тел и крови [6].

Исследование мочи может также включаться в методы контроля кормления высокопродуктивных коров. Изменение pH мочи в кислую сторону может свидетельствовать о длительном потреблении рационов с большим количеством концентрированных и кислых кормов, а также о нарушении минерального обмена. При кетозе количество кетоновых тел в моче может возрасти до 200–300 мг%. Избыток протеина в рационах влечет за собой увеличе-

ние содержания аммиака, мочевины и аминного азота в моче, а появление гистамина в моче служит диагностическим признаком избытка протеина в рационе, нарушения белкового обмена и поражения печени [7].

Показатели мочи отражают функциональное состояние гепаторенальной системы у коров и могут указывать на нарушение условий кормления и содержания. Так, для определения биохимического статуса коров Н. Б. Никулина, В. М. Аксенова использовали определение рН, плотности мочи и содержание в ней билирубина, уробилина, кетона, белка, нитритов, глюкозы. Определив у группы животных отклонения в виде извращения аппетита, нарушения процесса жвачки, гипотонии и атонии преджелудков, ослабления перистальтики кишечника, исследователи установили следующие отклонения в моче: плотность мочи – 1,004 г/см<sup>3</sup>; рН – 9,0; присутствие кетонных тел (в среднем 20,1 мг/л), билирубина (в среднем 0,05 мг/мл), уробилина (в среднем 0,01 мг/мл) и белка в моче (в среднем до 56,7 мг/л), которые превышали границы физиологических норм; кровь, нитриты, глюкоза и лейкоциты отсутствовали [8].

Протеинурия – появление белка в моче – может возникать из-за развивающейся токсемии при скармливании кормов низкого качества. Помимо этого, у животных диагностируют общее снижение молочной продуктивности и аппетита, признаки метаболического ацидоза (рН мочи менее 7,0), повышение относительной плотности мочи вследствие развития олигурии, дегидратации, а также состояний, сопровождающихся диарейным синдромом [9]. Некоторые исследователи отмечают, что у высокопродуктивных коров (7–8 тыс. кг молока за лактацию) при клиническом и субклиническом кетозе наблюдается выраженная протеинурия, которая может возникать чаще, чем кетонурия: незначительная кетонурия наблюдалась у 40 % коров первой группы без клинических признаков кетоза и второй группы с клиническим и субклиническим проявлением кетоза. У 75 % коров второй группы при кетонии водородный показатель мочи был понижен (рН = 6,0...7,0). Протеинурию выявили у 40 % коров первой группы и 70 % коров второй группы [10].

Использование крови для оценки продуктивного здоровья высокопродуктивных коров уже используется в ветеринарной практике как подход биохимического скрининга, однако нарушение параметров мочи крупного рогатого скота также может указывать на нарушения в работе органов пищеварения и обмена веществ [11]. Поэтому физиологический мониторинг здоровья животных на основании анализа мочи обладает большой актуальностью. Однако из-за интенсификации технологических процессов

внутри животноводческих хозяйств содержится значительное количество животных, соответственно, данные о состоянии здоровья каждой головы составляют большой массив данных и сбор, хранение, а также аналитическую обработку такого объема информации эффективнее производить с использованием информационных технологий [12–14]. Подобное решение может быть реализовано в виде электронных версий диагностических протоколов, использующих экспресс-методы исследования показателей здоровья животных, поэтому требуется разработка новых подходов к диагностике, учитывающая данные требования [15].

Цель работы – исследование мочи крупного рогатого скота с помощью экспресс-методов и интегрирование анализа мочи для диагностического скрининга пищеварительных функций крупного рогатого скота.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Методология разработки диагностического протокола оценки функций органов пищеварения основана на клинико-физиологическом подходе к обоснованию включаемых методов исследования и интерпретации полученных результатов. Методы исследования включали качественное и полуколичественное определение крови/гемоглобина, кетонных тел, белка, нитритов, билирубина, уробилиногена, глюкозы, рН, относительной плотности, лейкоцитов и аскорбиновой кислоты в моче с помощью визуальных тест-полосок для животных «УриВет-11» производства ООО «Биосенсор АН», (Россия, 2024 год). Исследование включало анализ мочи 15 голов дойного поголовья симментальской породы крупного рогатого скота, разводимого в АО ПЗ «Мелиоратор» Аткарского района Саратовской области.

#### **Результаты (Results)**

Исследование животных проводилось в рамках разработки диагностического протокола оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота. Для формализации проводимых исследований была разработана версия протокола, которая подходит для хранения в электронном виде и пригодна для дальнейшей программной обработки (таблица 1).

Особенностью разработанного протокола оценки функций органов пищеварения является порядок ответов, который разработан с учётом удобства для заполнения формы ветеринарным врачом. Это значит, что порядок ответов в протоколе подчиняется правилу «1-норма» для удобства работы с электронной версией протокола оценки функций органов пищеварения – не разворачивая список результатов при исследовании, можно проверить, что выставлена физиологическая норма, если она регистрируется.

Таблица 1

Фрагмент разработанного протокола оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и варианты результатов исследования

Биология и биотехнологии

№	Оцениваемый маркер	Варианты результатов оценки
<b>1. Оценка общего состояния</b>		
1	Упитанность	1 – упитанность средняя и ниже средней (1,5–3,5 балла); 2 – упитанность высшая (4 балла и более); 3 – тощая (1,0–1,4 балла); 4 – истощение/кахексия (менее 1 балла)
2	Способность к движению (положение тела в пространстве)	1 – животное двигается свободно; 2 – шаткая походка; 3 – хромота; 4 – вынужденное стоячее; 5 – вынужденное лежачее; 6 – вынужденные движения
3	Состояние тонуса мышц	1 – нормальное; 2 – слабость; 3 – мышечная дрожь; 4 – судороги
4	Реакция на раздражители	1 – нормальная реакция на окружающие раздражители; 2 – сонливость; 3 – угнетение; 4 – коматозное состояние; 5 – повышенная возбудимость
5	Волосистой покров	1 – гладкий, блестящий, плотно прилегает к коже и направлен преимущественно в одну сторону; 2 – взъерошенный и/или тусклый; 3 – волосистой покров неравномерный, с очагами алопеции; 4 – загрязнен
6	Кожа	1 – без повреждений; 2 – ссадины, раневая травматизация; 3 – кожные сыпи; 4 – язвы, пролежни; 5 – другие повреждения/изменения
7	Эластичность кожи	1 – хорошая, складка расправляется без задержки; 2 – умеренно снижена, кожа расправляется с задержкой более 10 с; 3 – резко снижена
8	Лимфатические узлы подчелюстные и околушные	1 – не увеличены, гладкие, подвижные, безболезненные, с нормальной температурой покрывающей их кожи; 2 – увеличены или патологически изменены
9	Лимфатические узлы туловища (предлопаточные, коленной складки, надвыменные узлы)	1 – не увеличены, гладкие, подвижные, безболезненные, с нормальной температурой покрывающей их кожи; 2 – увеличены или патологически изменены
10	Температура тела, °С	1 – 37,5–39,5; 2 – более 39,5; 3 – менее 37,5
11	Пульс, уд/мин	1 – 50–80 (норма); 2 – более 80 (учащен); 3 – менее 50 (снижен)
12	Количество дыхательных движений в минуту	1 – 12–25 (норма); 2 – более 25 (учащено); 3 – менее 12 (снижено)
<b>2. Исследование ротовой полости и пищевода</b>		
13	Приём корма и питья, аппетит	1 – в норме; 2 – легкая степень расстройства жевания, вялое жевание; 3 – затрудненное или болезненное жевание, затрудненное или болезненное глотание; 4 – отсутствие приема корма и питья; 5 – слюнотечение; 6 – извращение аппетита; 7 – повышение аппетита

14	Запах из ротовой полости	1 – свойственный животному; 2 – неприятный; 3 – кислый; 4 – гнилостный; 5 – зловонный; 6 – ацетона
15	Слизистая ротовой полости и десен	1 – бледно-розового цвета, не воспалена; 2 – патологически изменена (гиперемия/узелки/пузырьки/эрозии/язвы/раны и т. п.); 3 – желтушность; 4 – побледнение; 5 – геморрагические явления; 6 – синюшность
16	Язык	1 – без повреждений; 2 – серо-белый налет; 3 – механические повреждения; 4 – патологические изменения (эрозии, язвы, 5 – новообразования
17	Глотка и шейная часть пищевода	1 – при пальпации ощущается как тонкая прослойка тканей, безболезненна; 2 – пальпация вызывает болевые ощущения/ кашель/ пустые глотательные движения и, или инфильтрация (опухлость) тканей; 3 – другие изменения (уплотнения, скопление кормовых масс и т. п.)
18	Параметр pH слюны	1 – 8,0–8,5 (нормальный); 2 – 7,9 и меньше (отклонение в кислую сторону); 3 – 8,6 и больше (отклонение в щелочную сторону)
Исследования № 19–47 в рамках разделов: 3. Исследование живота, преджелудков, сычуга и печени. 4. Исследование кишечника и дефекации. 5. Исследование фекалий		
<b>6. Исследование мочи с помощью тест-полосок</b>		
48	Лейкоциты, лейкоцитов/мкл	1 – не определяется (менее 15); 2 – 15; 3 – 70,0; 4 – 125; 5 – $\geq 500,0$
49	Кровь/гемоглобин, эри/мкл	1 – не определяется (менее 10); 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50; 5 – $\geq 250$
50	Кетоновые тела, ммоль/л	1 – не определяется (менее 0,5); 2 – 0,5; 3 – 1,5; 4 – 4,0; 5 – 8,0; 6 – $\geq 16,0$
51	Белок, г/л	1 – не определяется (менее 0,1); 2 – 0,1; 3 – 0,3; 4 – 1,0; 5 – 3,0; 6 – $\geq 10,0$
52	Нитриты, мг/дл	1 – не определяется; 2 – определяется (существенная бактериурия, 0,1–0,3)
53	Билирубин, ммоль/л	1 – не определяется (менее 9,0); 2 – 9,0; 3 – 17,0; 4 – $\geq 50,0$
54	Уробилиноген, мкмоль/л	1 – 3,5; 2 – 17,5; 3 – 35; 4 – 70,0; 5 – 140,0; 6 – $\geq 210,0$

55	Глюкоза, ммоль/л	1 – не определяется (менее 2,8); 2 – 5,6; 3 – 14,0; 4 – 28,0; 5 – $\geq 56,0$
56	Мочи pH	1 – 6,0–7,0; 2 – 7,5–8,0; 3 – 8,5–9,0; 4 – 9,5 и более; 5 – 5,5 и менее
57	Относительная плотность	1 – 1,015–1,030 и более; 2 – 1,010–1,000; 3 – менее 1,000
58	Аскорбиновая кислота	1 – не определяется (менее 10,0 мг/дл); 2 – 10,0 мг/дл; 3 – 20,0; 4 $\geq 40,0$ мг/дл

Table 1  
A fragment of the developed protocol for assessing the functions of the digestive organs of cattle and variants of the study results

No.	Evaluated marker	Options for evaluation results
<b>1. Assessment of general condition</b>		
1	Body condition	1 – average and below average (1.5–3.5 points); 2 – very high (4 points and more); 3 – thin (1.0–1.4 points); 4 – emaciation/cachexia (less than 1 point)
2	Ability to move (body position in space)	1 – animal moves freely; 2 – unsteady gait; 3 – lameness; 4 – forced standing; 5 – forced lying; 6 – forced movements
3	Muscle tone	1 – normal; 2 – weakness; 3 – muscle tremors; 4 – seizures
4	Reaction to stimuli	1 – normal reaction to surrounding stimuli; 2 – drowsiness; 3 – depression; 4 – comatose state; 5 – increased excitability
5	Hair coat	1 – smooth, shiny, tightly adheres to the skin and directed predominantly in one direction; 2 – ruffled and/or dull; 3 – uneven hair coat, with areas of alopecia; 4 – dirty
6	Skin	1 – without damage; 2 – abrasions, wound traumatization; 3 – skin rashes; 4 – ulcers, bedsores; 5 – other damage/changes.
7	Skin elasticity	1 – good, fold straightens out without delay; 2 – moderately reduced, skin straightens out with a delay of more than 10 seconds; 3 – sharply reduced
8	Submandibular and parotid lymph nodes	1 – not enlarged, smooth, mobile, painless, with normal temperature of the skin covering them; 2 – enlarged or pathologically altered
9	Lymph nodes of the torso (prescapular, knee fold, supramammary nodes)	1 – not enlarged, smooth, mobile, painless, with normal temperature of the skin covering them; 2 – enlarged or pathologically altered
10	Body temperature, °C	1 – 37.5–39.5; 2 – more than 39.5; 3 – less than 37.5

11	Pulse, beats per minute	1 – 50–80 (normal); 2 – more than 80 (rapid); 3 – less than 50 (slowed)
12	Respiratory rate per minute	1 – 12–25 (normal); 2 – more than 25 (rapid); 3 – less than 12 (slowed)
<b>2. Examination of the oral cavity and esophagus</b>		
13	Feed and Water Intake, Appetite	1 – normal; 2 – mild chewing disorder, slow chewing; 3 – difficult or painful chewing, difficult or painful swallowing; 4 – absence of feed and water intake; 5 – salivation; 6 – perverted appetite; 7 – increased appetite
14	Oral Cavity Odor	1 – typical for the animal 2 – unpleasant 3 – acidic 4 – putrid 5 – fetid 6 – acetone
15	Mucous membrane of the oral cavity and gums	1 – pale pink in color, not inflamed; 2 – pathologically altered (hyperemia/nodules/vesicles/erosions/ulcers/wounds, etc.); 3 – jaundice; 4 – pallor; 5 – hemorrhagic phenomena; 6 – cyanosis
16	Tongue	1 – without damage; 2 – gray–white coating; 3 – mechanical damage; 4 – pathological changes (erosions, ulcers); 5 – neoplasms
17	Pharynx and Cervical Esophagus	1 – palpation reveals a thin layer of tissue, painless; 2 – palpation elicits pain / coughing / empty swallowing motions and/or tissue infiltration (swelling); 3 – other changes (induration, accumulation of feed masses, etc.)
18	Saliva pH Parameter	1 – 8.0–8.5 (normal); 2 – 7.9 or less (deviation towards acidic); 3 – 8.6 or greater (deviation towards alkaline)
Studies No. 19–47 within the following sections: 3. Examination of the abdomen, forestomachs, abomasum, and liver. 4. Examination of the intestines and defecation. 5. Examination of feces		
<b>6. Urinalysis using test strips</b>		
48	Leukocytes, leukocytes/ $\mu$ L	1 – not detected (less than 15); 2 – 15; 3 – 70.0; 4 – 125; 5 – $\geq 500.0$
49	Blood/hemoglobin, Ery/ $\mu$ L	1 – not detected (less than 10); 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50; 5 – $\geq 250$
50	Ketone bodies, mmol/L	1 – not detected (less than 0.5); 2 – 0.5; 3 – 1.5; 4 – 4.0; 5 – 8.0; 6 – $\geq 16.0$
51	Protein, g/L	1 – not detected (less than 0.1); 2 – 0.1; 3 – 0.3; 4 – 1.0; 5 – 3.0; 6 – $\geq 10.0$

52	Nitrites, mg/dL	1 – not detected; 2 – detected (significant bacteriuria, 0.1–0.3)
53	Bilirubin, $\mu\text{mol/L}$	1 – not detected (less than 9.0); 2 – 9.0; 3 – 17.0; 4 – $\geq 50.0$
54	Urobilinogen, $\mu\text{mol/L}$	1 – 3.5; 2 – 17.5; 3 – 35; 4 – 70.0; 5 – 140.0; 6 – $\geq 210.0$
55	Glucose, mmol/L	1 – not detected (less than 2.8); 2 – 5.6; 3 – 14.0; 4 – 28.0; 5 – $\geq 56.0$
56	Urine pH	1 – 6.0–7.0; 2 – 7.5–8.0; 3 – 8.5–9.0; 4 – 9.5 or more; 5 – 5.5 or less
57	Relative density	1 – 1.015–1.030 and more; 2 – 1.010–1.000; 3 – less than 1.000
58	Ascorbic acid	1 – not detected (less than 10.0 mg/dL); 2 – 10.0 mg/dL; 3 – 20.0; 4 $\geq 40.0$ mg/dL

Таблица 2

Результаты анализа мочи у исследуемой группы КРС по разработанному протоколу

Показатели	Вариант исследований															Норма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Лейкоциты	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1
Кровь/гемоглобин	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1
Кетоновые тела	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	4	1	1	1
Белок	2	1	1	1	3	1	1	2	1	3	1	3	2	1	1	1
Нитриты	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Билирубин	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	1	1
Уробилиноген	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1
Глюкоза	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Мочи pH	2	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	4	1	3	1
Относительная плотность	1	1	1	1	1	1	3	2	1	3	1	1	3	1	1	1
Аскорбиновая кислота	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Table 2

Results of urinalysis in the studied group of cattle according to the developed protocol

Indicators	Variant of studies															Normal value
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Leukocytes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1
Blood/hemoglobin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1
Ketone bodies	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	4	1	1	1
Protein	2	1	1	1	3	1	1	2	1	3	1	3	2	1	1	1
Nitrites	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bilirubin	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	1	1
Urobilinogen	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1
Glucose	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Urine pH	2	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	4	1	3	1
Relative density	1	1	1	1	1	1	3	2	1	3	1	1	3	1	1	1
Ascorbic acid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

a)  
a)b)  
b)

Рис. 1. Оценка показателей мочи:

- a) исследование непосредственно в помещении, где содержатся животные;  
b) исследование собранной мочи в ветеринарном кабинете в хозяйстве

Fig. 1. Evaluation of urine parameters:

- a) examination directly in the room where the animals are kept;  
b) examination of collected urine in the veterinary office on the farm

Проведён анализ мочи группы животных по разработанному протоколу, результаты представлены в таблице 2. Всего обнаружено 8 животных из 15 исследуемых с отклоняющимися показателями (53,3 % от общего числа исследуемых животных), что говорит о необходимости регулярного обследования поголовья скрининговыми методами, позволяющими быстро и эффективно диагностировать отклонения в физиологическом статусе организма.

Особенно удобно исследование мочи с помощью тест-полосок, так как позволяет исследовать мочу животных в «полевых условиях» (рис. 1). Далее выявленных животных необходимо включать в группу для дообследования с целью уточнения причин отклонений и их клинической интерпретации.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате проведенной работы в разрабатываемый диагностический протокол интегрировано исследование мочи – методика формализации такого рода подхода к исследованию животных и фиксации результатов обследования, в том числе в электронной форме, может быть использована в рамках разработки различных диагностических протоколов. Отдельно стоит отметить, что для удобства

заполняемой формы электронной версии протокола было выбрано решение выстраивать ответы на протокол таким образом, чтобы значение единицы отражало вариант физиологической нормы для исследуемого животного – в данном случае коров. Таким образом, повышается читаемость заполненного протокола (видно, в каких показателях отклонения) и при работе с электронной версией использована функция автозаполнения варианта с нормой по умолчанию с целью оптимизации временных затрат ветеринарного специалиста на работу с данной формой. На основании проведенных исследований можно отметить, что массовые и быстрые исследования животных в животноводческих хозяйствах необходимо осуществлять в рамках проведения физиологического мониторинга с целью обнаружения отклонений в показателях здоровья. В совокупности с собираемыми данными клинического обследования животных по различным диагностическим протоколам, в том числе по разработанному нами, данный вид исследований может представлять значительную ценность в рамках ранней диагностики заболеваний незаразной этиологии.

#### Библиографический список

1. Marino R., Petrera F., Abeni F. Scientific productions on precision livestock farming: an overview of the evolution and current state of research based on a bibliometric analysis // *Animals*. 2023. Vol. 13, No. 14. DOI: 10.3390/ani13142280.
2. Агаева Д. Б. Интенсификация производства продукции скотоводства // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012. № 6 (92). С. 103–106.

3. Яшин А. В., Прусаков А. В., Калюжный И. И. [и др.] Незаразная патология крупного рогатого скота в хозяйствах с промышленной технологией: учебное пособие для СПО / Под ред. А. В. Яшина. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 288 с.
4. Драпкина О. М., Самородская И. В. Скрининг: терминология, принципы и международный опыт // Профилактическая медицина. 2019. № 22 (1). С. 90–97. DOI: 10.17116/profmed20192201190.
5. Perera T. R. W., Skerrett-Byrne D. A., Gibb Z., Nixon B., Swegen A. The future of biomarkers in veterinary medicine: emerging approaches and associated challenges // *Animals*. 2022. Vol. 12, No. 17. DOI: 10.3390/ani12172194.
6. Виноградова Н. М., Автаева Т., Здюмаева Н. П. Паспорт здоровья коровы // Актуальные вопросы развития науки и технологий: сборник статей молодых ученых. Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. С. 77–85.
7. Романенко Л. В., Волгин В. И., Прохоренко П. Н., Федорова Л. Методы контроля кормления коров с высокой продуктивностью адаптивными рационами // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 23–27.
8. Никулина Н. Б., Аксенова В. М. Функциональное состояние гепаторенальной системы у коров при нарушении кормления и содержания // Современные аспекты ветеринарии и зоотехнии. Творческое наследие В. К. Бириха (к 115-летию со дня рождения): материалы Всероссийской научно-практической конференции. Пермь, 2018. С. 96–99.
9. Белоусов А. И., Красноперов А. С., Порываева А. П. Метаболические признаки токсемии у высокопродуктивных коров при скармливании кормов низкого качества // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2017. № 3. С. 98–101.
10. Вовкотруб Н. В., Чуб О. В. Экспрес-скрининг углеводно-липидного статусу в корів за різної продуктивності // Науковий вісник ветеринарної медицини. 2014. № 14 (114). С. 32–36.
11. Белоусов А. И., Соколова О. В., Беспамятных Е. Н. Применение биохимического скрининга при оценке продуктивного здоровья высокопродуктивных коров в Свердловской области // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018. № 4. С. 278–280.
12. Гринченков Д. В., Романенко И. В. Анализ подходов к реализации систем поддержки принятия решений на животноводческих предприятиях и их особенности // Научная школа «Зеленое будущее» для молодых ученых, аспирантов и студентов: тезисы докладов Научной школы. Новочеркасск, 2023. С. 206–210.
13. Белая Ю. В. Использование информационных технологий в ветеринарии // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научной конференции. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2018. Том V. Часть 1. С. 100–103.
14. Болодурина И. П., Соловьев С. А., Акимов С. С. Разработка системы поддержки принятия решений для повышения продуктивности молочного животноводства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2020. Т. 20, № 2. С. 36–44. DOI: 10.14529/ctcr200204.
15. Лукьянов П. Б. Диагностика болезней сельскохозяйственных животных в экспертных системах «КОРАЛЛ» // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. АГРОИНФО-2021: материалы 8-й Международной научно-практической конференции. Новосибирск – Краснообск, 2021. С. 80–84. DOI: 10.26898/agroinfo-2021-80-84.

#### Об авторах:

**Марк Робертович Цагарейшвили**, аспирант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия; ORCID 0009-0004-3916-7219, AuthorID 1196767. E-mail: marktsagareishvili@gmail.com

**Иван Исаевич Калюжный**, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза», Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия; ORCID 0000-0002-3729-0027, AuthorID 673009. E-mail: kalugnivan@mail.ru

#### References

1. Marino R., Petrera F., Abeni F. Scientific productions on precision livestock farming: an overview of the evolution and current state of research based on a bibliometric analysis. *Animals*. 2023; 13 (14). DOI: 10.3390/ani13142280. (In Eng.)
2. Agaeva D. B. Intensification of livestock production. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2012; 6 (92): 103–106. (In Russ.)

3. Yashin A. V., Prusakov A. V., Kalyuzhnyy I. I., et al. *Non-contagious pathology of cattle in farms with industrial technology: textbook for secondary vocational education*. Saint Petersburg: Lan', 2021. 288 p. (In Russ.)
4. Drapkina O. M., Samorodskaya I. V. Screening: terminology, principles and international experience. *Preventive Medicine*. 2019; 22 (1): 90–97. DOI: 10.17116/profmed20192201190. (In Russ.)
5. Perera T. R. W., Skerrett-Byrne D. A., Gibb Z., Nixon B., Swegen A. The Future of Biomarkers in Veterinary Medicine: Emerging Approaches and Associated Challenges. *Animals*. 2022; 12 (17). DOI: 10.3390/ani12172194. (In Eng.)
6. Vinogradova N. M., Avtaeva T., Zdyumaeva N. P. Cow health passport. Current issues in the development of science and technology: a collection of articles by young scientists. Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2023. Pp. 77–85. (In Russ.)
7. Romanenko L. V., Volgin V. I., Prokhorenko P. N., Fedorova L. Methods of controls of high-productive cows' feeding by adaptive rations. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2017; 1: 23–27. (In Russ.)
8. Nikulina N. B., Aksenova V. M. Functional state of the hepatorenal system in cows with impaired feeding and maintenance. Modern aspects of veterinary science and zootechnics. *Creative heritage of V. K. Birikh (on the 115th anniversary of his birth): materials of the All-Russian scientific and practical conference*. Perm': IPTs Prokrost', 2018. Pp. 96–99. (In Russ.)
9. Belousov A. I., Krasnoperov A. S., Poryvaeva A. P. Metabolic signs of toxemia in highly productive cows when feeding low-quality feed. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2017; 3: 98–101. (In Russ.)
10. Vovkotrub N. V., Chub O. V. Express screening of carbohydrate-lipid effects in cows with different productivity. *Scientific Journal of Veterinary Medicine*. 2014; 14 (114): 32–36. (In Ukrain.)
11. Belousov A. I., Sokolova O. V., Bespamyatnykh Ye. N. The use of biochemical screening in assessing the productive health of highly productive cows in the Sverdlovsk region. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2018; 4: 278–280. (In Russ.)
12. Grinchenkov D. V., Romanenko I. V. Analysis of approaches to the implementation of decision support systems in livestock enterprises and their features. *Scientific school "Green Future" for young scientists, postgraduates and students: abstracts of the reports of the Scientific school*. Novocherkassk, 2023. Pp. 206–210. (In Russ.)
13. Belaya Yu. V. The use of information technology in veterinary medicine. *In the World of Scientific Discoveries: proceedings of the ii international student scientific conference*. Ulyanovsk, 2018. Pp. 100–103. (In Russ.)
14. Bolodurina I. P., Solov'yev S. A., Akimov S. S. Development of a decision making support system to increase the productivity of dairy animal breeding. *Bulletin of the South Ural State University. Series Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2020; 20 (2): 36–44. DOI: 10.14529/ctcr200204. (In Russ.)
15. Luk'yanov P. B. Diagnostics of diseases of farm animals in expert systems "CORAL". Information technologies, systems and devices in the agro-industrial complex. *AGROINFO-2021: materials of the 8th International scientific and practical conference*. Novosibirsk – Krasnoobsk, 2021. Pp. 80–84. DOI: 10.26898/agroinfo-2021-80-84. (In Russ.)

#### **Authors' information:**

**Mark R. Tsagareishvili**, postgraduate, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia; ORCID 0009-0004-3916-7219, AuthorID 1196767.

*E-mail: marktsagareishvili@gmail.com*

**Ivan I. Kalyuzhnyy**, doctor of veterinary sciences, professor of the department "Animal diseases and veterinary sanitary expertise", Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia; ORCID 0000-0002-3729-0027, AuthorID 673009. *E-mail: kalugnivan@mail.ru*