

УДК [636.03+636.03]:577.1

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

исследования/research

Новикова И. А.<sup>1</sup>  
Долгая М.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Орловский государственный аграрный университет, 302019, ул. Генерала Родина, 69, Орел, Орловская область, Россия  
E-mail: novira00@mail.ru

<sup>2</sup> ГК ВИК, ул. Марксистская, д. 3, с. 7, Москва, Россия

**Ключевые слова:** субклинический кетоз, биохимический состав крови, ферменты, цеолиты, лецитин, молочные коровы

**Для цитирования:** Новикова И.А., Долгая М.Н. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 22–26.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

**Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.**

**Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.**

Irina A. Novikova<sup>1</sup>,  
Marina N. Dolgaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, 69, General Rodin st., Orel, 302019, Russian Federation  
E-mail: novira00@mail.ru

<sup>2</sup> VIC GROUP, st. Marxistskaya, 3 build. 7, Moscow, Russia

**Key words:** subclinical ketosis, biochemical composition of blood, enzymes, zeolites, lecithin, dairy cows

**For citation:** Novikova I.A., Dolgaya M.N. The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 22–26. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

**The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.**

**The authors declare no conflict of interest.**

# Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Кетоз — часто наблюдаемое заболевание крупного рогатого скота, которому особенно подвержены высокопродуктивные коровы после отела, в связи с чем активно ведется поиск доступных и эффективных методов профилактики и коррекции данного состояния.

**Материалы и методы.** Проведено исследование биохимических показателей сыворотки крови больных субклиническим кетозом коров черно-пестрой породы при лечении по схемам, включавшим пропиленгликоль, природные цеолиты Хотынецкого месторождения и лецитин. Биохимический состав сыворотки крови и активность ферментов в ней исследовались в 4 группах новотельных коров: 1 — клинически здоровые (контроль); 2 — больные субклиническим кетозом, получавшие 250 мл пропиленгликоля 2 раза в день в течение 7 дней; 3 — больные субклиническим кетозом, получавшие 250 мл пропиленгликоля 2 раза в день в течение 7 дней и цеолиты в количестве 3% сухой массы корма в течение 21 дня; 4 — больные субклиническим кетозом, получавшие 250 мл пропиленгликоля 2 раза в день в течение 7 дней, цеолиты в количестве 3% сухой массы корма и 15 г лецитина на 100 кг живой массы в течение 21 дня.

**Результаты исследований.** Удалось установить, что восстановление показателей биохимического состава сыворотки крови заболевших коров до уровней клинически здоровых животных достигается на 22-й день терапии при совместном использовании пропиленгликоля, природных цеолитов и лецитина. Исключение составило содержание глюкозы, которое осталось достоверно повышено на 14,0% в сравнении с контрольным показателем. Преимущество комплексной схемы лечения перед используемой в хозяйстве основной терапией с применением только пропиленгликоля выражается в достоверном повышении на 22-й день эксперимента в сыворотке крови общего белка на 7,0%, мочевины — на 17,5%, снижении концентрации холестерина на 29,0%, общего билирубина — на 27,5%, активностей ферментов АСТ — на 31,9% и ЛДГ — на 28,5%.

## The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin

### ABSTRACT

**Relevance.** Ketosis is a frequently observed disease in cattle, which is especially susceptible to highly productive cows after calving, and therefore the search for affordable and effective methods for the prevention and correction of this condition is actively pursued.

**Materials and methods.** The biochemical parameters of the blood serum of Black-and-White cows with subclinical ketosis treated according to schemes that included propylene glycol, natural zeolites of the Khotynets deposit, and lecithin were studied. The biochemical composition of blood serum and the activity of enzymes in it were investigated in 4 groups of newly calved cows: 1 — clinically healthy (control); 2 — animals with subclinical ketosis which received 250 ml of propylene glycol 2 times a day for 7 days; 3 — animals with subclinical ketosis which received 250 ml of propylene glycol 2 times a day for 7 days and zeolites in the amount of 3% of the dry weight of the feed for 21 days; 4 — animals with subclinical ketosis which received 250 ml of propylene glycol 2 times a day for 7 days, zeolites in the amount of 3% of the dry weight of the feed and 15 g of lecithin per 100 kg of live weight for 21 days.

**Research results.** It was found that the restoration of the parameters of the biochemical composition of the blood serum of diseased cows to the levels of clinically healthy animals had been achieved on the 22<sup>nd</sup> day of therapy with the combined use of propylene glycol, natural zeolites and lecithin. The exception was the glucose content, which remained significantly increased by 14.0% compared to the control. The advantage of a complex treatment scheme over the main therapy used on the farm with the use of only propylene glycol is expressed in a significant increase on the 22<sup>nd</sup> day of the experiment in the blood serum of total protein by 7.0%, urea — by 17.5%, a decrease in cholesterol concentration by 29.0%, total bilirubin — by 27.5%, AST enzyme activities — by 31.9% and LDH — by 28.5%.

Поступила: 12 апреля 2022  
Принята к публикации: 18 мая 2022

Received: 12 April 2022  
Accepted: 18 May 2022

## Введение

Кетоз у крупного рогатого скота представляет собой одно из самых распространенных заболеваний из группы метаболических нарушений. В большей степени заболеваю подвержены коровы с высокими удоями во время стойлового периода. При резко возрастающих в связи с началом лактации энергетических потребностях такие животные оказываются не в состоянии обеспечить их путем получения достаточного количества энергии из кормов рациона. Дефицит энергии начинает компенсироваться использованием липидов жировых депо с образованием кетоновых тел и аммиака [1, 2]. Вклад в патогенез кетоза вносят гормональные нарушения, возникающие при напряженном течении метаболических процессов у коров с высокой продуктивностью; у коров с высокой упитанностью вероятно развитие инсулинорезистентности и нарушение усвоения глюкозы тканями организма. Неспецифическим фактором развития патологии является усиление оксидативного стресса [3, 4].

Нарушения обменных процессов при кетозе приводят к высокой продукции и накоплению в организме кетоновых тел: бета-оксимасляной и ацетоуксусной кислот и ацетона. В крови снижается содержание глюкозы, растет уровень общих липидов, летучих жирных кислот и неэтерифицированных жирных кислот. Отмечаются поражения почек, печени, в которой снижается синтез белка и мочевины, желез эндокринной системы, интоксикация организма, возможны проявления неврологических симптомов и агрессии [2, 5]. Животные теряют аппетит, снижается их живая масса. Заболевание коров кетозом в субклинической форме выражается в сокращении молочной продуктивности на 10–15%, снижении качества молока, увеличении сроков восстановления репродуктивной функции после родов и получении ослабленного потомства, восприимчивого к диспепсии и респираторным заболеваниям [6, 7].

Возникновение у коров кетоза связано с повышением риска задержания последа во время родов и развития послеродовых осложнений: метрита, мастита, кист в яичниках и их гормональной дисфункции [7].

Важно, чтобы терапия кетоза начиналась с нормализации рациона и включения источников легкоусвояемых углеводов, оптимальной балансировки по белку, сахару (сахаропротеиновое отношение необходимо поддерживать на уровне 1,5), макро- и микроэлементам [8, 9].

В профилактике и лечении кетоза используют терапию пропиленгликолем в виде добавок в рацион в дозе 3–5% от сухой массы концентратов. Достаточно распространенными средствами являются глюкоза, пропионат натрия, глицерин, ниацин, также комплексные препараты минеральных элементов и витаминов [10].

Целью нашей работы было исследование биохимических показателей сыворотки крови коров в ходе тера-

пии субклинического кетоза с использованием, помимо пропиленгликоля, природных цеолитов Хотынецкого месторождения и лецитина. Цеолиты — минералы группы алюмосиликатов известны большой сорбционной способностью, в кормлении животных используются в целях детоксикации, регуляции минерального обмена, поддержания кислотно-основного равновесия [11]. У жвачных цеолиты стимулируют жизнедеятельность микрофлоры рубца и активность ряда ферментов. В свою очередь лецитин, состоящий из фосфолипидов, жирных кислот и биологически активных витаминopodobных веществ, стабилизирует клеточные мембраны, защищает клетки и ткани от окислительного стресса, усиливает усвоение жирорастворимых витаминов. Лецитины также используются в роли гепатопротектора и регулятора метаболизма [12].

## Методика

Исследование биохимических показателей сыворотки крови новотельных коров с субклиническим кетозом при различных схемах терапии заболевания проводилось на базе промышленного животноводческого комплекса в Орловском районе Орловской области России. В опыт были поставлены высокопродуктивные коровы черно-пестрой породы в период начала 2-й лактации.

Животные были сформированы в группы по принципу пар-аналогов с учетом физиологического состояния, молочной продуктивности и живой массы. Все коровы содержались в одинаковых условиях и получали рацион в соответствии с рекомендациями Российской академии сельскохозяйственных наук (основной рацион). Диагноз «субклинический кетоз» подтверждали при выявлении у животных кетонемии, кетолактмии и кетонурии. Для этого проводили качественное определение кетоновых тел в биологических жидкостях с помощью пробы Лестраде. Сформированные группы животных и использованные схемы лечения указаны в таблице 1.

Работу вели в соответствии с принципами гуманного обращения с животными, используемыми в научном эксперименте. Кровь для биохимического анализа получали до начала опыта, затем на 8-е, 15-е и 22-е сутки с момента начала лечения. Пробы отбирали до первого кормления из яремной вены, соблюдая меры асептики и антисептики.

В сыворотке определяли концентрации глюкозы, общих липидов, общего билирубина, холестерина с помощью диагностических наборов BIO-LA-TEST (Lachema, Чехия), общего белка — рефрактометрическим методом, мочевины — фотометрическим методом при реакции с диацетилмонооксином. Показатели каталитической активности ферментов АЛТ, АСТ, ЛДГ и ЩФ измеряли с помощью биохимического анализатора Clima 15.

Математическую обработку результатов производили с использованием прикладных программ MS Excel

Таблица 1. Схема эксперимента

Table 1. Design of experiment

| 1-я группа (n = 10)                   | 2-я группа (n = 10)                                                                                 | 3-я группа (n = 10)                                                                                                               | 4-я группа (n = 10)                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Клинически здоровые коровы (контроль) | Коровы с субклиническим кетозом                                                                     | Коровы с субклиническим кетозом                                                                                                   | Коровы с субклиническим кетозом                                                                                                                                                  |
| Основной рацион                       | Основной рацион + пропиленгликоль по 250 мл 2 раза в день в течение 7 дней (основная схема лечения) | Основной рацион + пропиленгликоль по 250 мл 2 раза в день в течение 7 дней + хотынецкие цеолиты 3% от сухой массы корма — 21 день | Основной рацион + пропиленгликоль по 250 мл 2 раза в день в течение 7 дней + хотынецкие цеолиты 3% от сухой массы корма — 21 день + лецитин 15 г на 100 кг живой массы — 21 день |

и Statistica Statsoft Inc. Статистическую значимость различий между показателями разных групп устанавливали по *t*-критерию Стьюдента.

### Результаты

Результаты анализа показателей углеводного, белкового и жирового обменов у коров при традиционной схеме лечения и терапии, дополненной использованием хитынецких цеолитов и лецитина, представлены в таблице 2.

Во всех опытных группах больных кетозом коров у животных устанавливались признаки гипогликемии — достоверное снижение уровня глюкозы до начала опыта в сравнении с контролем на 26,5–28,1%. Недостаток глюкозы организм коров компенсирует посредством расхода депонированных жиров с высвобождением жирных кислот, при вовлечении которых в метаболические процессы образуется большое количество кетоновых тел. К 8-му дню опыта снижение содержания глюкозы становилось менее выраженным и составляло 14,9–17,3%, к 15-му дню — 14,7–16,5%. К завершению опыта содержание глюкозы оставалось снижено во 2-й группе на 15,5%, в 3-й группе — на 15,1%, в 4-й группе — на 14,0%, однако значения показателя в опытных группах находились в пределах физиологической нормы, соответствующей 2,2–3,3 ммоль/л.

Концентрация общего белка у заболевших коров при постановке в опыт также была значимо снижена в сравнении с показателем контрольной группы, разница составляла 15,4–16,7%. Показатель у коров с субклиническим кетозом повышается к 22-му дню эксперимента, однако во 2-й и 3-й группе продолжает достоверно отличаться от уровня контрольной группы (ниже на 12,1 и 8,0% соответственно). У коров 4-й группы достоверной разницы со здоровыми коровами в уровне общего белка не было, в сравнении с коровами 2-й группы, получавшими в ходе лечения только пропиленгликоль, уровень общего белка был больше на 7,0%.

Уровень мочевины в сыворотке крови был ниже у больных коров на 44,9–45,4% по сравнению со здоровыми до начала опыта. К концу опыта в 3-й и 4-й группах не было зафиксировано достоверного снижения показателя относительно животных в контрольной группе, при этом в 4-й группе содержание мочевины было на 17,5% выше в сравнении с показателем 2-й группы. Во 2-й группе также сохранилось более низкое (на 34,0%) значение показателя в сравнении с контролем. Сниженный уровень мочевины на фоне пониженного уровня белка может указывать на недостаток пластических веществ и обменной энергии, замедление обмена веществ, также снижение мочевины рассматривается как признак нарушения функций почек и печени [13, 14, 15].

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови коров

Table 2. Biochemical indicators of cow blood serum

| Показатели                | Группа коров | День опыта   |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                           |              | до начала    | 8-й день     | 15-й день    | 22-й день    |
| Глюкоза, ммоль/л          | 1-я группа   | 2,49±0,14    | 2,55±0,10    | 2,66±0,12    | 2,71±0,13    |
|                           | 2-я группа   | 1,79±0,13**  | 2,11±0,15*   | 2,22±0,17*   | 2,29±0,12*   |
|                           | 3-я группа   | 1,80±0,12**  | 2,13±0,14*   | 2,24±0,16*   | 2,30±0,09*   |
|                           | 4-я группа   | 1,83±0,11**  | 2,17±0,10*   | 2,27±0,11*   | 2,33±0,07*   |
| Общий белок, г/л          | 1-я группа   | 73,31±2,50   | 74,93±2,22   | 75,29±2,01   | 75,82±1,84   |
|                           | 2-я группа   | 61,74±1,96** | 64,10±1,93** | 65,26±1,78** | 66,62±1,51** |
|                           | 3-я группа   | 62,05±2,44** | 64,77±2,09** | 67,98±1,64*  | 69,76±1,33*  |
|                           | 4-я группа   | 61,04±2,25** | 65,92±1,84** | 68,84±1,84*  | 71,30±1,62/* |
| Мочевина, ммоль/л         | 1-я группа   | 3,81±0,54    | 3,74±0,62    | 3,69±0,59    | 3,65±0,52    |
|                           | 2-я группа   | 2,08±0,11**  | 2,19±0,15*   | 2,32±0,13*   | 2,41±0,19*   |
|                           | 3-я группа   | 2,14±0,12**  | 2,25±0,17*   | 2,39±0,14*   | 2,52±0,22    |
|                           | 4-я группа   | 2,10±0,14**  | 2,36±0,11*   | 2,68±0,20    | 3,01±0,16/*  |
| Общие липиды, г/л         | 1-я группа   | 3,72±0,33    | 3,69±0,31    | 3,65±0,28    | 3,60±0,35    |
|                           | 2-я группа   | 4,62±0,26*   | 4,55±0,24*   | 4,48±0,19*   | 4,42±0,28    |
|                           | 3-я группа   | 4,69±0,22*   | 4,51±0,18*   | 4,32±0,15*   | 4,26±0,25    |
|                           | 4-я группа   | 4,64±0,28*   | 4,47±0,20*   | 4,23±0,30    | 4,17±0,31    |
| Холестерин, ммоль/л       | 1-я группа   | 2,81±0,35    | 2,78±0,29    | 2,73±0,30    | 2,69±0,26    |
|                           | 2-я группа   | 4,30±0,27**  | 4,24±0,25**  | 4,15±0,28**  | 4,07±0,29**  |
|                           | 3-я группа   | 4,29±0,31**  | 4,23±0,30**  | 4,14±0,35**  | 4,03±0,32**  |
|                           | 4-я группа   | 4,32±0,30**  | 3,83±0,28*   | 3,27±0,26/*  | 2,89±0,24/** |
| Общий билирубин, мкмоль/л | 1-я группа   | 4,38±0,36    | 4,27±0,41    | 4,25±0,38    | 4,13±0,44    |
|                           | 2-я группа   | 8,22±0,51*** | 7,96±0,40*** | 7,89±0,53*** | 7,64±0,61*** |
|                           | 3-я группа   | 8,27±0,57*** | 7,93±0,69*** | 7,83±0,66*** | 7,55±0,76**  |
|                           | 4-я группа   | 8,25±0,63*** | 7,73±0,73*** | 6,71±0,80*   | 5,54±0,75/*  |

Примечание: \* —  $P < 0,05$ ; \*\* —  $P < 0,01$ ; \*\*\* —  $P < 0,001$ , различия достоверны по отношению к показателям 1-й группы; /\* —  $P < 0,05$ ; /\*\* —  $P < 0,01$ ; /\*\*\* —  $P < 0,001$ , различия достоверны по отношению к показателям 2-й группы.

Таким образом, схема «пропиленгликоль + цеолиты + лецитин» обладает наибольшей эффективностью в коррекции белкового обмена при субклиническом кетозе у коров.

В показателях липидного обмена при кетозе происходят обратные изменения. До начала терапии субклинического кетоза у больных коров выявляли повышение концентрации общих липидов на 24,2–26,1% и холестерина — на 53,0–53,7%. Как правило, высокие уровни общих липидов и холестерина у недавно отелившихся коров связаны с мобилизацией жиров из депо и недостаточным поступлением легкопереваримых углеводов. Количество холестерина подвержено изменениям и в связи с синтезом стероидных гормонов. Физиологической нормой для высокопродуктивных молочных коров считается содержание общих липидов в сыворотке крови на уровне 3,5–5,5 г/л и холестерина — 1,3–4,42 ммоль/л [16, 17, 18]. При комплексном лечении животных с использованием цеолитов и лецитина в обоих показателях достоверные различия со значениями здоровых животных не были зарегистрированы уже на 15-й день наблюдений. На 22-й день эксперимента восстановление уровня общих липидов удалось достичь при

Таблица 3. Активность ферментов сыворотки крови коров

Table 3. The activity of enzymes in cow blood serum

| Показатели      | Группа коров | День опыта    |               |               |                |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                 |              | до начала     | 8-й день      | 15-й день     | 22-й день      |
| АЛТ, мкмоль/с-л | 1-я группа   | 0,26±0,018    | 0,25±0,020    | 0,24±0,021    | 0,22±0,019     |
|                 | 2-я группа   | 0,39±0,029**  | 0,36±0,027**  | 0,33±0,030*   | 0,31±0,029*    |
|                 | 3-я группа   | 0,38±0,026**  | 0,34±0,028*   | 0,30±0,027    | 0,27±0,030     |
|                 | 4-я группа   | 0,37±0,028**  | 0,32±0,022*   | 0,29±0,018    | 0,25±0,024     |
| АСТ, мкмоль/с-л | 1-я группа   | 0,37±0,039    | 0,34±0,034    | 0,31±0,033    | 0,30±0,035     |
|                 | 2-я группа   | 1,22±0,082*** | 1,10±0,081*** | 0,97±0,087*** | 0,91±0,086***  |
|                 | 3-я группа   | 1,21±0,062*** | 1,07±0,069*** | 0,88±0,076*** | 0,82±0,079***  |
|                 | 4-я группа   | 1,23±0,069*** | 0,96±0,072*** | 0,76±0,075*** | 0,62±0,083**/* |
| ЛДГ, мкмоль/с-л | 1-я группа   | 13,90±1,24    | 13,83±1,37    | 13,67±1,10    | 13,52          |
|                 | 2-я группа   | 28,39±1,78*** | 26,02±2,06*** | 25,11±1,99*** | 24,56±2,64**   |
|                 | 3-я группа   | 28,60±1,91*** | 25,55±2,28*** | 23,84±2,73**  | 21,46±2,60*    |
|                 | 4-я группа   | 28,47±1,89*** | 23,30±2,16**  | 20,29±2,52*   | 17,57±1,85/*   |
| ЩФ, мкмоль/с-л  | 1-я группа   | 1,37±0,11     | 1,32±0,12     | 1,28±0,10     | 1,25±0,14      |
|                 | 2-я группа   | 1,97±0,16**   | 1,89±0,18**   | 1,81±0,17*    | 1,74±0,15*     |
|                 | 3-я группа   | 1,96±0,17**   | 1,83±0,20**   | 1,75±0,19*    | 1,67±0,16      |
|                 | 4-я группа   | 1,99±0,13**   | 1,78±0,14*    | 1,68±0,18     | 1,52±0,17      |

Примечание: \* —  $P < 0,05$ ; \*\* —  $P < 0,01$ ; \*\*\* —  $P < 0,001$ , различия достоверны по отношению к показателям 1-й группы; /\* —  $P < 0,05$ ; /\*\* —  $P < 0,01$ ; /\*\*\* —  $P < 0,001$  различия достоверны по отношению к показателям 2-й группы.

всех схемах лечения. Уровень холестерина в это время соответствовал значению здоровых коров только в 4-й группе, при этом он был достоверно ниже, чем у коров 2-й группы — на 29,0%.

Повышение концентрации общего билирубина в сыворотке крови может свидетельствовать о повышенном разрушении эритроцитов и патологических процессах в печени. При заболевании кетозом показатель до начала лечения был повышен в 1,9 раза в сравнении с его значением у здоровых животных. Все варианты терапии заболевания характеризуются тенденцией к снижению концентрации билирубина на 8-й и 15-й дни применения. При завершении эксперимента во 2-й и 3-й группах коров уровень общего билирубина остается в 1,8 раз выше, чем у здоровых животных контрольной группы, в то время как в 4-й группе показатель приближается к значению здоровых животных, достоверно не отличаясь от него. В сравнении со 2-й группой, получавшей пропиленгликоль, в 4-й группе концентрация билирубина при завершении опыта была ниже на 27,5%. Можно предположить, что лучшие показатели коров в 4-й группе связаны с гепатопротекторным, антиоксидантным и антиоксидантным действием фосфолипидов (лецитина) [18, 19].

Субклинический кетоз у коров протекает на фоне выраженного повышения активности ферментов в сыворотке крови (таблица 3). Известно, что к увеличению их активности приводит воздействие стресс-факторов, вызывающих дисфункцию и разрушение клеток с высвобождением ферментов. Так, до начала опыта активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) была повышена на 42,3–50,0%, однако находилась в пределах физиологических значений. Терапия с использованием хитынецких цеолитов в группах 3 и 4 позволила снизить активность АЛТ до уровня здоровых животных к 15-му дню опыта. На 22-й день во 2-й группе активность АЛТ

сохранялась выше контрольной на 40,9%.

Активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) в сыворотке крови до начала терапии в сравнении с контролем была в 3,3 раза выше в группах заболевших коров. К 15-му дню активность АСТ продолжала быть выше в опытных группах в 2,5–3,1 раза, к завершению опыта — в 2,1–3,0 раза. При этом в момент завершения опыта активность фермента снизилась до референтных значений — 0,18–0,98 мкмоль/с-л, наименьший показатель — 0,62 мкмоль/с-л — зафиксирован в 4-й группе. В норме фермент имеет низкие значения активности в крови, большей частью присутствуя в клетках печени и сердца. Рост активности АСТ, отмечаемый при развитии кетоза, вероятен из-за повреждения тканей печени. При этом самое большое снижение показателя в 4-й группе говорит о восстановлении гепатоцитов при скормливаниях цеолитов и лецитина.

Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) у больных животных превышала уровень у здоровых коров в 2,0–2,1 раза, что является неспецифическим показателем тканевого

повреждения. Снижение показателя было зарегистрировано в сыворотке крови коров 4-й группы на 22-й день опыта, в это его время значение соответствовало уровню 1-й группы и было ниже, чем во 2-й, на 28,5%.

Достоверное повышение активности до начала лечения фиксировалось и в случае щелочной фосфатазы (ЩФ) — на 43,1–45,3% выше, чем у здоровых коров 1-й группы. В это время показатель также превосходил значение физиологической нормы — 1,67 мкмоль/с-л. Достижение значения здоровых животных было отмечено в 4-й группе на 15-й день наблюдений, на 22-й показатель достиг значения здоровых животных в 3-й и 4-й группах, а во 2-й остался повышен на 39,2%.

## Выводы

Установлено положительное влияние использования хитынецких цеолитов и лецитина в сочетании с основной схемой лечения на биохимические показатели коров с субклиническим кетозом.

Проведенные исследования биохимического состава сыворотки крови заболевших высокопродуктивных коров, полученной во время и при завершении терапии, показывают, что при совместном использовании в схеме лечения пропиленгликоля, природных цеолитов и лецитина в большей степени достигается восстановление показателей и приближение их к значениям клинически здоровых животных.

Преимущество указанной комплексной схемы лечения перед традиционно используемой терапией с применением только пропиленгликоля выражается в достоверном повышении на 22-й день эксперимента в сыворотке крови общего белка на 7,0%, мочевины — на 17,5%, снижении концентрации холестерина на 29,0%, общего билирубина — на 27,5%, активностей ферментов АСТ — на 31,9% и ЛДГ — на 28,5%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонов ВА. О метаболическом профиле высокопродуктивных коров при беременности и бесплодии. *Сельскохозяйственная биология*. 2008;4: 64–67.
2. Issi M, Gül Y, Başbuğ O. Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis. *Turkish journal of veterinary and animal sciences*. 2016;40(1): 47–52.
3. Нежданов АГ, Рецкий МИ, Сафонов ВА, Близнетцова ГН. Гормональный и антиоксидантный статус бесплодных коров. *Ветеринария*. 2012;10: 38–41.
4. Youssef M, El-Ashker M. Significance of insulin resistance and oxidative stress in dairy cattle with subclinical ketosis during the transition period. *Tropical animal health and production*. 2017;49(2): 239–244.
5. Новикова ИА, Ярован НИ, Гумаров МХ. Уровень кетонных тел в крови высокопродуктивных коров голштинской породы в условиях промышленного комплекса. *Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы IV Международной заочной научно-практической Интернет-конференции*. 2011: 89–92.
6. Antanaitis R, Žilaitis V, Kučinskas A, Juozaitienė V, Leonauskaitė K. Changes in cow activity, milk yield, and milk conductivity before clinical diagnosis of ketosis, and acidosis. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2015;70(92): 3–9.
7. Калаева ЕА, Калаев ВН, Черницкий АЕ, Алхамед М, Сафонов ВА Роль микроэлементного и гематологического статуса матери и плода в формировании предрасположенности к развитию бронхопневмонии у телят в неонатальный период. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2019;2: 44–53.
8. Тимошина СВ, Столбова О. Кетоз у крупного рогатого скота. Интеграция науки и практики для развития Агропромышленного комплекса. Сборник статей всероссийской научной конференции. 2017: 353–358.
9. Романов КИ. Диагностические и профилактические мероприятия при кетозе крупного рогатого скота. *Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации*. Рязань: Издательство Рязанского государственного агроэкономического университета; 2021;1: 136–141.
10. Gordon JL, LeBlanc S, Duffield TF. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2013;29(2): 433–445.
11. Учасов ДС, Буряков ВС, Ярован НИ, Червонова ИВ, Сеин ОБ. Пробиотики и пребиотики в промышленном свиноводстве и птицеводстве. Орел: Издательство Орел ГАУ. 2014. 164 с.
12. Bot F, Cossuta D, O'Mahony JA. Inter-relationships between composition, physicochemical properties and functionality of lecithin ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2021;111: 261–270.
13. Ярован НИ, Ермакова ЛА. Мониторинг метаболического статуса организма коров – залог своевременной коррекции обменных процессов. *Вестник аграрной науки*. 2019;2(77): 85–89.
14. Waterman RC, Löest CA, Bryant WD, Petersen MK. Supplemental methionine and urea for gestating beef cows consuming low quality forage diets. *Journal of animal science*. 2007;85(3): 731–736.
15. Зеленина ОВ, Пузач ЛВ. Биохимические показатели сыворотки крови коров в летний период. *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков*. 2015;9: 8–13.
16. Dhama AJ, Theodore VK, Panchal MT, Hadiya KK, Lunagariya PM, Sarvaiya NP. Effect of peripartum nutritional supplementation on postpartum fertility and blood biochemical and steroid hormone profile in crossbred cows. *Indian Journal of Animal Research*. 2017;51(5): 821–826.
17. Нежданов АГ, Рецкий МИ, Сафонов ВА, Братченко ЭВ. Изменение пероксидного и эндокринного статуса телок в процессе становления половой и физиологической зрелости. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2012;3: 69–70.
18. Бондаренко ЕВ. Комплексное использование крапивы и лецитина для коррекции нарушений в оксидантно-антиоксидантной системе у высокопродуктивных коров в условиях промышленного комплекса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. 03.01.04. Курск, 2013. 24 с.
19. Манджигладзе ТЮ, Арчинова ТЮ, Романцова НА, Виноградова ЮГ. Сравнительная оценка гепатотропного действия яичного лецитина и сиропа с лецитином. *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*. 2015;1: 92–95.

## ОБ АВТОРАХ:

**Новикова Ирина Анатольевна**, кандидат биологических наук, Орловский государственный аграрный университет  
ORCID 0000-0001-6717-4863  
**Долгая Марина Николаевна**, кандидат биологических наук, научный консультант  
ORCID 0000-0003-3123-6641

## REFERENCES

1. Safonov VA. Metabolic profile of high productive cows during pregnancy and barrenness. *Agricultural biology*. 2008;4: 64–67 (In Russ.).
2. Issi M, Gül Y, Başbuğ O. Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis. *Turkish journal of veterinary and animal sciences*. 2016;40(1): 47–52.
3. Nezhdanov AG., Retsky MI., Safonov VA., Bliznetsova GN. Hormonal and antioxidant status of infertile cows. *Veterinary*. 2012;10: 38–41 (In Russ.).
4. Youssef M, El-Ashker M. Significance of insulin resistance and oxidative stress in dairy cattle with subclinical ketosis during the transition period. *Tropical animal health and production*. 2017;49(2): 239–244.
5. Novikova IA, Yarovani NI, Gumarov MK. The level of ketone bodies in the blood of high productive Holstein cows under conditions of an industrial complex. In: *Innovative fundamental and applied research in the field of chemistry for agricultural production. Materials of the IV International Extramural Scientific and Practical Internet Conference*; 2011: 89–92 (In Russ.).
6. Antanaitis R, Žilaitis V, Kučinskas A, Juozaitienė V, Leonauskaitė K. Changes in cow activity, milk yield, and milk conductivity before clinical diagnosis of ketosis, and acidosis. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2015;70(92): 3–9.
7. Kalaeva EA, Kalaev VN, Chernitsky AE, Alkhamed M, Safonov VA. The role of the microelement and hematological status of the mother and fetus in the formation of predisposition to the development of bronchopneumonia in calves during the neonatal period. *Problems of biology of productive animals*. 2019;2: 44–53 (In Russ.).
8. Timoshina SV, Stolbova O. Ketosis in cattle. In: *Integration of science and practice for the development of the agro-industrial complex. Collection of articles of the All-Russian scientific conference*; 2017: 353–358 (In Russ.).
9. Romanov KI. Diagnostic and preventive measures for ketosis in cattle. In: *Prospect technologies in the modern agro-industrial complex of Russia: traditions and innovations*. Ryazan: Publishing House of the Ryazan State Agrotechnological University; 2021; 1: 136–141 (In Russ.).
10. Gordon JL, LeBlanc S, Duffield TF. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2013;29(2): 433–445.
11. Uchasov DS, Buyarov VS, Yarovani NI, Chervonova IV, Sein OB. Probiotics and prebiotics in industrial pig and poultry farming. *Orel: Orel GAU Publishing House*. 2014. 164 p. (In Russ.).
12. Bot F, Cossuta D, O'Mahony JA. Inter-relationships between composition, physicochemical properties and functionality of lecithin ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2021;111: 261–270.
13. Yarovani NI, Ermakova LA. Monitoring the metabolic status of cows is the key to timely correction of metabolic processes. *Bulletin of agrarian science*. 2019;2(77): 85–89 (In Russ.).
14. Waterman RC, Löest CA, Bryant WD, Petersen MK. Supplemental methionine and urea for gestating beef cows consuming low quality forage diets. *Journal of animal science*. 2007;85(3): 731–736.
15. Zelenina OV, Puzach LV. Biochemical indicators of blood serum of cows in the summer. *Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century*. 2015;9:8–13. (In Russ.).
16. Dhama AJ, Theodore VK, Panchal MT, Hadiya KK, Lunagariya PM, Sarvaiya NP. Effect of peripartum nutritional supplementation on postpartum fertility and blood biochemical and steroid hormone profile in crossbred cows. *Indian Journal of Animal Research*. 2017;51(5): 821–826.
17. Nezhdanov AG, Retsky MI, Safonov VA, Bratchenko EV. Change in peroxide and endocrine status of heifers in the process of establishment of sexual and physiological maturity. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012;3: 69–70 (In Russ.).
18. Bondarenko EV. Complex use of nettle and lecithin for the correction of disorders in the oxidant-antioxidant system in highly productive cows in an industrial complex. Abstract of the dissertation for the candidate of biological sciences degree. 03.01.04. Kursk, 2013. 24 p. (In Russ.).
19. Manjigoladze TY, Archinova TY, Romantsova NA, Vinogradova YG. Comparative assessment of the hepatotropic effect of egg lecithin and syrup with lecithin. *Rational nutrition, nutritional supplements and biostimulants*. 2015;1: 92–95 (In Russ.).

## ABOUT THE AUTHORS:

**Novikova I.A.**, Candidate of Biological Sciences, Orel State Agrarian University  
ORCID 0000-0001-6717-4863  
**Dolgaya M.N.**, Candidate of Biological Sciences, scientific editor  
ORCID 0000-0003-3123-6641