

**Е.О. Крупин, ✉**  
**Ш.К. Шакиров***Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань, Российская Федерация*✉ [evgeny.krupin@gmail.com](mailto:evgeny.krupin@gmail.com)Поступила в редакцию:  
06.09.2022Одобрена после рецензирования:  
30.12.2022Принята к публикации:  
30.01.2023**Evgeny O. Krupin, ✉**  
**Shamil Sh. Shakirov***Tatar Research Institute of Agriculture — a separate structural subdivision of the Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan, Russian Federation*✉ [evgeny.krupin@gmail.com](mailto:evgeny.krupin@gmail.com)Received by the editorial office:  
06.09.2022Accepted in revised:  
30.12.2022Accepted for publication:  
30.01.2023

# Изменения отдельных диагностических маркеров углеводного, липидного и минерального обмена веществ у дойных коров, обусловленные кормлением

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Любые изменения функциональных процессов в организме коров отражаются на биохимических показателях их крови. У высокопродуктивных животных энергетические затраты в послеродовой период на становление лактации не покрываются объемом поедаемых кормов. Недостаток энергии компенсируется за счет внутренних резервов организма, что обуславливает катаболический характер обмена веществ. Последствием нарушения белкового, углеводно-жирового и витаминно-минерального обмена в целом является изменение гормонального статуса организма, что негативно влияет на воспроизводительную функцию и приводит к снижению молочной продуктивности.

**Методы.** Формирование групп животных и методические приемы постановки научно-хозяйственного опыта выполнены по А. Овсянникову. Рационы, состав премикса и испытанной кормовой добавки рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия). Потребности дойных коров в питательных и биологически активных веществах определяли по А. Калашникову, В. Фисинину, В. Щеглову и др. В сыворотке крови определяли содержание глюкозы, холестерина, триглицеридов, кальция общего, фосфора неорганического на полуавтоматическом биохимическом анализаторе с проточной кюветой BS-3000M. Результаты обрабатывали биометрически, достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента.

**Результаты.** Максимальное увеличение концентрации глюкозы в крови отмечено у коров третьей группы (7,93%) ( $p < 0,05$ ), холестерина — у коров второй группы (24,43%). Содержание триглицеридов у животных контрольной группы снижалось на 25,00% ( $p < 0,05$ ). Уровень кальция в сыворотке крови животных имел тенденцию к увеличению. Наиболее выраженное увеличение наблюдалось у особей третьей группы. У животных опытных групп уровень фосфора неорганического снижался.

**Ключевые слова:** корова, корм, рацион, обмен веществ, кровь, анализ, диагностика

**Для цитирования:** Крупин Е.О., Шакиров Ш.К. Изменения отдельных диагностических маркеров углеводного, липидного и минерального обмена веществ у дойных коров, обусловленные кормлением. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 30–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34>

© Крупин Е.О., Шакиров Ш.К.

# Changes in individual diagnostic markers of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in dairy cows due to feeding

## ABSTRACT

**Relevance.** Any changes in the functional processes in the body of cows are reflected in the biochemical parameters of their blood. In highly productive animals, the energy costs in the postpartum period for the formation of lactation are not covered by the volume of feed consumed. The lack of energy is compensated by the internal reserves of the body, which causes the catabolic nature of metabolism. The consequence of a violation of protein, carbohydrate-fat and vitamin-mineral metabolism in general is a change in the hormonal status of the body, which negatively affects the reproductive function and leads to a decrease in milk productivity.

**Methods.** The formation of animal groups and methodological techniques for setting scientific and economic experience were performed according to A. Ovsyannikov. The diets, the composition of the premix and the tested feed additive are designed using the program «Optima expert» («Cormersurs», Russia) the needs of milking cows in nutrient and biologically active substances were determined by A. Kalashnikov, V. Fisinin, V. Shcheglov and others. In the blood serum, the content, glucose, cholesterol, triglycerides, general calcium, and the unorganic focoria on the semi-automatic biochemical analyzer with the BS-3000M cuvette were determined. The results were processed biometrically, the reliability of the differences was evaluated by the Students t-criterion.

**Results.** The maximum increase in the concentration of glucose in the blood was observed in cows of the third group (7.93%) ( $p < 0.05$ ), cholesterol — in cows of the second group (24.43%). The content of triglycerides in animals of the control group decreased by 25.00% ( $p < 0.05$ ). The level of calcium in the blood serum of animals was a tendency to increase. The most pronounced increase was observed in individuals of the third group. In animals of experimental groups, the level of fosphor inorganic decreased.

**Key words:** cow, food, diet, metabolism, blood, analysis, diagnostics

**For citation:** Krupin E.O., Shakirov Sh.K. Changes in individual diagnostic markers of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in dairy cows due to feeding. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 30–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34> (In Russian).

© Krupin E.O., Shakirov Sh.K.

**Введение**

Для того чтобы сельскохозяйственное животное могло полностью реализовать свой генетический потенциал по продуктивным качествам, необходимо нормальное функционирование всего организма. Это зависит от характера протекания метаболических процессов [1]. Любые изменения функциональных процессов в организме коров отражаются на биохимических показателях их крови [2].

В современных технологических условиях кормления и содержания молочных коров, обусловленных интенсификацией производства, на организм животных воздействует большое количество стрессовых факторов различной силы и длительности. Это вызывает глубокие (а зачастую даже необратимые) нарушения метаболических процессов, приводящие к развитию ряда патологий [3]. Кроме того, сильным стрессом является отел, что особенно негативно сказывается на организме коров-первотелок [4].

При развитии стрессовой реакции возрастает в крови уровень глюкозы, общих липидов и пировиноградной кислоты, снижается уровень триглицеридов,  $\beta$ -липопротеидов и общего холестерина, что является признаком начала дистрофии печени, обусловленной серьезными нарушениями в кормлении [5].

У высокопродуктивных молочных коров при неполноценных и некачественных рационах кормления нередко отмечают кетоз. Причиной болезни считают нарушение углеводно-жирового обмена [6].

Последствием нарушения белкового, углеводно-жирового и витаминно-минерального обменов в целом является изменение гормонального статуса организма, что негативно влияет на воспроизводительную функцию и приводит к снижению молочной продуктивности [7].

Использование в кормлении лактирующих коров высококачественных сочных кормов из бобовых культур положительно влияет на продуктивность и качество молока, позволяет улучшить белковый, углеводный и минеральный обмен животных [8]. Положительный эффект наблюдают при заготовке сенажа с использованием биоконсервантов. Отмечалось, что за продолжительный период проведения опытов биохимические параметры сыворотки крови опытных коров не выходили за пределы физиологических норм [9]. Учеными изучено влияние различных балансирующих кормовых добавок, скармливаемых дойным коровам. Установлено, что их применение улучшает переваримость кормов и усвоение питательных веществ рационов [10].

Основными направлениями в животноводстве, на которых должны быть сконцентрированы усилия специалистов, являются профилактика заболеваний, повышение резистентности организма к ним, создание оптимальных условий содержания, своевременное выявление ликвидации причин, способных вызвать появление массовых заболеваний, в том числе и алиментарной этиологии [11].

Цель настоящей работы — изучение изменения величин отдельных биохимических маркеров в сыворотке крови, характеризующих углеводный, липидный и минеральный обмен веществ у коров в зависимости от особенностей их кормления, обусловленных введением в состав рациона различных балансирующих кормовых добавок.

**Материал и методы исследования /  
Material and methods**

Исследования выполнены в ООО «СХП «Татарстан»» (Балталинский муниципальный район, Республика Татарстан, Россия) на 48 дойных коровах в период раздоя голштинизированной черно-пестрой породы, разделенных на три группы по 16 животных в каждой. Формирование групп животных и методические приемы постановки научно-хозяйственного опыта выполнены по А. Овсянникову (Москва, 1976). Схема опыта представлена в таблице 1.

Животные первой (контрольной) группы получали основной сбалансированный рацион кормления. Коровам второй группы в составе рациона скармливали экспериментальную энергопротеиновую кормовую добавку производства ТатНИИСХ в дозе 500 г ежедневно на протяжении 60 дней лактации. В ее составе зажиренный дикалайт, отруби пшеничные или ржаные, карбамид, сера кормовая, кислота уксусная ледяная, взятые при оптимальном соотношении компонентов. Особи третьей группы в составе основного рациона получали пропиленгликоль (BASF, Германия) в эквивалентной по содержанию энергии дозе ежедневно на протяжении 60 дней лактации.

Основной среднесуточный рацион кормления дойных коров контрольной и опытных групп включал в себя 2 кг соломы ячменной, 25 кг сенажа из однолетних трав, 15 кг силоса кукурузного, 6 кг дробленой зерносмеси, 2 кг овса запаренного, 4 кг жмыха рапсового и мальтозного, 1 кг патоки кормовой, 0,05 кг витаминно-минерального премикса (0,05 кг).

В составе рациона дойные коровы получали витаминно-минеральный премикс, содержащий витамины (А, D, Е), макроэлементы (кальций, фосфор, магний, сера), микроэлементы (медь, цинк, марганец, кобальт, йод, селен), комплекс ферментов, антиоксидант. Животные опытных групп получали в составе рациона испытываемые кормовые средства в вышеуказанных дозах.

Рационы, применяемые в кормлении животных, а также состав премикса и испытываемой кормовой добавки рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия) на основании данных о химическом составе и питательности кормов в хозяйстве. Потребности дойных коров в питательных и биологически активных веществах определены в соответствии с нормами по А. Калашникову, В. Фисинину, В. Щеглову и др. (Москва, 2003).

Кровь для биохимических исследований отбирали в пробирки Vacuette с активатором свертывания объемом 9 мл (Greiner Bio-One, Австрия), применяя двусторонние иглы для однократного взятия Vacuette 1,25 x 38 мм 18GX1,5" и держатель Vacuette стандартного нестерильного (Greiner Bio-One, Австрия) с соблюдением

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта  
Table 1. Scheme of scientific and economic experience

Группы	Физиологический период (особенности кормления)
Первая (контрольная)	Лактация (раздой) (основной сбалансированный рацион)
Вторая	Лактация (раздой) (основной сбалансированный рацион с экспериментальной энергопротеиновой кормовой добавкой производства ТатНИИСХ по 500 г в сутки в течение 60 дней лактации)
Третья	Лактация (раздой) (основной сбалансированный рацион с пропиленгликолем в эквивалентной по содержанию энергии дозе в течение 60 дней лактации)

нием правил асептики и антисептики из хвостовой вены по О. Грачевой, Г. Пахомову, А. Елдашеву (Казань, 2008). Кровь отбирали у пяти животных-аналогов каждой группы в 1-й день исследования до скармливания испытуемых кормовых добавок животным опытных групп, а также на 60-й день исследования.

Полученная сыворотка крови каждого животного контрольной и опытных групп не имела признаков гемолиза, хилеза и иктеричности. В полученной сыворотке определяли содержание глюкозы (ферментативный фотометрический тест), холестерина (ферментативный фотометрический тест), триглицеридов (ферментативный фотометрический тест), кальция общего (метод с о-крезолфталеином), фосфора неорганического (метод с молибдатом аммония). Определение выполнялось на полуавтоматическом биохимическом анализаторе с проточной кюветой BS-3000M (Sinnova Medical Science & Technology Co., Ltd, Китай) с применением наборов жидких реагентов «ДиаВет Тест» («Диакон-Вет», Россия) в соответствии с методиками производителей.

Полученные в ходе исследований результаты обрабатывали с применением биометрических методов по А. Плохинскому (Москва, 1970), А. Усовичу, П. Лебедеву (Омск, 1976). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Анализ данных выполняли в программах Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США).

В период выполнения опыта условия содержания коров всех групп не отличались между собой. Обращение с животными в период опыта проводилось в соответствии с ГОСТом 33215-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур» и соответствовали Директиве от 22 сентября 2010 года 2010/63/ЕС Европейского парламента и Совета о защите животных, используемых в научных целях (Европейская комиссия, г. Брюссель, 2010).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Установлено, что концентрация глюкозы в сыворотке крови имела тенденцию к увеличению у коров первой и третьей групп на 5,91% и 7,93% ( $p < 0,05$ ), у особей второй группы, наоборот, снизилась на 8,86%. Уровень холестерина у животных в динамике лактации снизился. Так, у животных первой и третьей групп он составил 4,81% и 14,73% (до 3,30 ммоль/л и 3,40 ммоль/л) соответственно, тогда как у особей второй группы наблюдалось увеличение на 24,43% — до 5,50 ммоль/л. Содержание триглицеридов в сыворотке крови коров второй группы не изменилось за 60 дней лактации, у животных контрольной группы снизилось на 25,00% ( $p < 0,05$ ), у особей третьей группы увеличилось на 14,28%. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Рис. 1. Динамика показателей углеводного и липидного обмена (n = 5)

Fig. 1. Dynamics of carbohydrate and lipid metabolism indicators (n = 5)

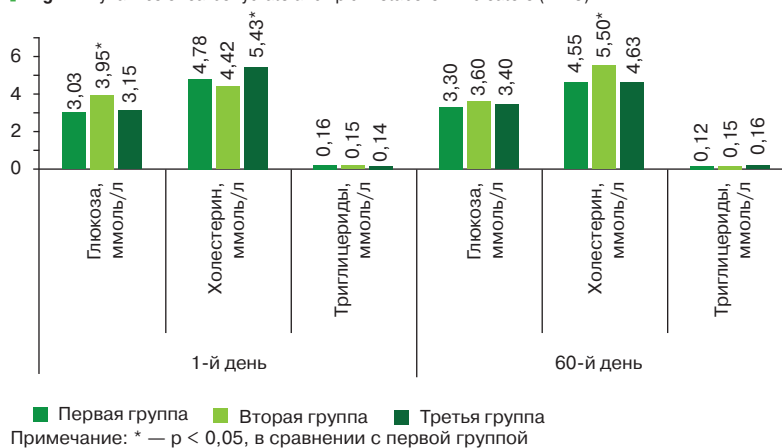
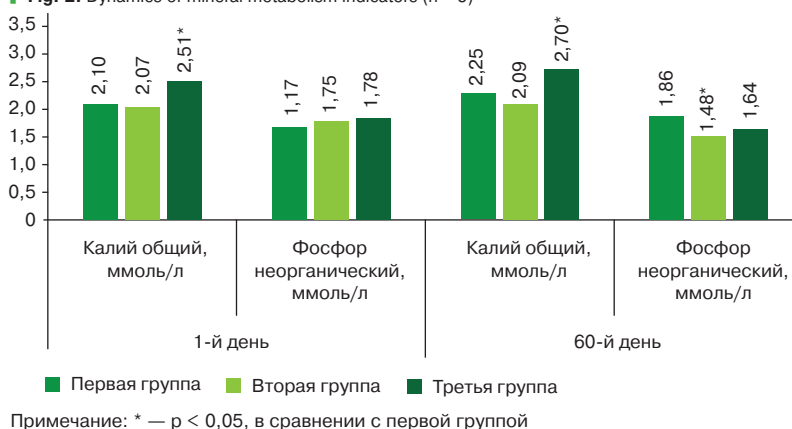


Рис. 2. Динамика показателей минерального обмена (n = 5)

Fig. 2. Dynamics of mineral metabolism indicators (n = 5)



Уровень кальция в сыворотке крови животных имел тенденцию к увеличению. Наиболее выраженное увеличение наблюдалось у особей третьей группы — 8,00%, что на 0,86% больше, чем у коров первой группы. Наименьшее увеличение уровня общего кальция было свойственно коровам второй группы — 0,96%. У животных второй и третьей групп снижение в крови уровня фосфора неорганического составило 15,42 и 7,86% соответственно, в то время как у коров контрольной группы наблюдали увеличение данного показателя на 8,77%. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

Исследованиями Н. Голова, О. Гуляевой, В. Гудыма (2017) [12] установлено, что добавление пропиленгликоля в рацион приводит к уменьшению содержания триацилглицеролов в крови на 21,22% ( $p < 0,05$ ), что расходится с нашими результатами. Однако выявленная динамика уровня триглицеридов не была достоверной. И. Петрух, М. Симонов, В. Влизло (2015) [13] указывали на нормализацию показателей минерального обмена при использовании пропиленгликоля в комплексе с препаратом «Ремивитал». Нами также установлены более высокие уровни содержания макроэлементов в крови при пероральном применении пропиленгликоля.

### Выводы / Conclusions

Введение в рацион кормления коров опытных групп испытуемых кормовых добавок значительно отразилось на изменении величин отдельных биохимических маркеров в сыворотке крови. Максимальное увеличение концентрации глюкозы в крови отмечено при приме-

нении пропиленгликоля — 7,93% ( $p < 0,05$ ), а холестерин — при скармливании в составе рационов экспериментальной энергопротеиновой кормовой добавкой производства ТатНИИСХ (24,43%), содержащей высокоэнергетические компоненты маслоэкстракционного производства.

Содержание триглицеридов у животных контрольной группы снижалось на 25,00% ( $p < 0,05$ ), однако это требует дальнейшего изучения с точки зрения анализов иных печеночных маркеров. Испытуемые кормовые добавки не оказали достоверного влияния на маркеры минерального обмена.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». Номер регистрации: 122011800138-7.

## FUNDING

The work was carried out as part of the state assignment «Ecological and Genetic approaches to the creation and preservation of plant resources and animals, expand their adaptive potential and biodiversity, the development of saving agricultural technologies in order to increase the stability of the production of high-quality products, and achieve safety for human health and the environment». Registration number: 122011800138-7.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козловский В. Продуктивность черно-пестрых коров и показатели белкового и липидного обмена сыворотки крови. *Молочное и мясное скотоводство*. 2009; 2: 30.
2. Лукина В.А., Синева А.М., Лысенко А.В., Чусова Г.Г., Моргунова В.И., Каширина Л.Н. Изменение показателей белкового, липидного и углеводного обмена у молочных коров после родов при становлении лактационной доминанты. *Ветеринарный фармакологический вестник*. 2020; 1 (10): 106-114.
3. Ланец О.В., Гринь В.А., Семенов М.П., Кузьмина Е.В. Фармакокоррекция метаболического и антиоксидантного профиля коров в ранний послеродовой период. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2021; 3 (63): 274-282.
4. Бучель А.В., Мижевикина А.С., Савостина Т.В., Лыкасова И.А., Самородова И.М. Влияние препарата селемаг на некоторые показатели углеводного обмена у коров в условиях Южного Урала. *АПК России*. 2019; 26 (4): 605-609.
5. Кувяда Н.Н., Лукьянова Г.А., Кувяда Е.Н. Влияние перегрева на показатели углеводно-липидного обмена у высокопродуктивных коров. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2016; 6 (169): 102-107.
6. Требухов А.В. Изменения биохимических показателей крови у коров и телят при нарушении углеводного и жирового обмена. *Ветеринария*. 2021; 5: 50-54.
7. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К. Продуктивное долголетие коров: влияние метаболитов обмена веществ на репродуктивную функцию. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; 8: 19-22.
8. Дулепинских Л.Н., Юнусова О.Ю., Сычева Л.В. Влияние белковых объёмистых кормов на молочную продуктивность и обмен веществ лактирующих коров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; 2 (94): 306-309.
9. Вафин Ф.Р., Шакиров Ш.К., Бикчантаев И.Т. Влияние сенажей законсервированных с различными биологическими препаратами на биохимию крови коров. *Ветеринарный врач*. 2019; 3: 57-60.
10. Варакин А.Т., Саломатин В.В., Харламова Е.А. Обмен веществ у лактирующих коров при использовании кормовых добавок. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2014; 1 (33): 151-155.
11. Филипов И.Г., Чеходарида Ф.Н. Нарушение обмена веществ у коров в сухостойный период и причины заболевания новорожденных телят бронхопневмонией. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2021; 23: 614-617.
12. Голова Н.В. Влияние добавления к рациону коров пропиленгликоля и кормовой добавки на биохимические показатели плазмы крови. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2017; 19 (79): 22-26.
13. Петрух И.М. Минеральный гомеостаз у коров, больных кетозом, при лечении препаратом «Ремивитал». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015; 17 (2 (62)): 183-188.

## REFERENCES

1. Kozlovsky V. The productivity of black-festival cows and indicators of protein and lipid metabolism of blood serum. *Dairy and beef cattle breeding*. 2009; 2: 30. (In Russian).
2. Lukina V.A., Sineva A.M., Lysenko A.V., Chusova G.G., Morgunova V.I., Kashirina L.N. Changing indicators of protein, lipid and carbohydrate metabolism in milk cows after giving birth with the formation of a lactation dominant. *Veterinary Pharmacological Bulletin*. 2020; 1 (10): 106-114. (In Russian).
3. Lanets O.V., Grin V.A., Semenenko M.P., Kuzminova E.V. Pharmacocorrection of the metabolic and antioxidant profile of cows in the early postpartum period. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2021; 3 (63): 274-282. (In Russian).
4. Buchel A.V., Mizhevikina A.S., Savostina T.V., Lykasova I.A., Samorodova I.M. The effect of the Celemag drug on some indicators of carbohydrate metabolism in cows in the Southern Urals. *APK of Russia*. 2019; 26 (4): 605-609. (In Russian).
5. Kuevda N.N., Lukyanova G.A., Kuevda E.N. The effect of overheating on carbohydrate-lipid metabolism in high-quality cows. *Proceedings of agricultural science of Taurida*; 6 (169): 102-107. (In Russian).
6. Trebukhov A.V. Changes in the biochemical indicators of blood in cows and calves in case of violation of carbohydrate and fat metabolism. *Veterinary*. 2021; 5: 50-54. (In Russian)
7. Krupin E.O., Shakirov Sh.K. Productive longevity of cows: the effect of metabolites of metabolism on reproductive function. *Dairy and beef cattle breeding*. 2020; 8: 19-22. (In Russian).
8. Dulepinsky L.N., Yunusova O.Yu., Sycheva L.V. The effect of protein voluminous feed on milk productivity and metabolism of lactating cows. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2022; 2 (94): 306-309. (In Russian).
9. Vafin F.R., Shakirov Sh.K., Bichantaev I.T. The effect of haying mothballed with various biological preparations on the biochemistry of the blood of cows. *Veterinarian*. 2019; 3: 57-60. (In Russian).
10. Varakin A.T., Salomatov V.V., Kharlamova E.A. Metabolism in lactating cows when using feed additives. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2014; 1 (33): 151-155. (In Russian).
11. Filipov I.G., Chekodaridi F.N. Violation of metabolism in cows in the dry period and the causes of the disease of newborn calves with bronchopneumonia. *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. 2021; 23: 614-617. (In Russian).
12. Golova N.V. The effect of the addition of propylene glycol and feed additives on the biochemical indicators of blood plasma. *Scientific Bulletin of S.Z. Gzhitskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. 2017; 19 (79): 22-26. (Ukrainian).
13. Petrukh I.M. Mineral homeostasis in cows patients with ketosis, in the treatment with the drug "Remivital". *Scientific Bulletin of S.Z. Gzhitskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. 2015; 17 (2 (62)): 183-188. (Ukrainian).

**ОБ АВТОРАХ:**

**Евгений Олегович Крупин,**  
 доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,  
 Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Лобачевского, 2/31. Казань, 420111, Российская Федерация  
 e-mail: evgeny.krupin@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

**Шамиль Касымович Шакиров,**  
 Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
 Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Лобачевского, 2/31. Казань, 420111, Российская Федерация  
 e-mail: intechkorm@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

**ABOUT THE AUTHORS:**

**Evgeny Olegovich Krupin,**  
 Doctor of veterinary sciences, leading researcher,  
 Tatar Scientific Research Institute of Agriculture – subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 2/31, str. Lobachevsky, Kazan, 420111, Russian Federation  
 e-mail: evgeny.krupin@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

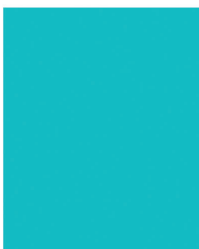
**Shamil Kasimovich Shakirov,**  
 Doctor of Agricultural Sciences, Professor,  
 Tatar Scientific Research Institute of Agriculture – subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 2/31, str. Lobachevsky, Kazan, 420111, Russian Federation  
 e-mail: intechkorm@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>



**AQUA  
 PRO EXPO**

**Международная выставка**  
 оборудования и технологий добычи,  
 разведения и переработки рыбы  
 и морепродуктов

**11-13 апреля 2023**  
 Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Организатор:



+7 (495) 320-80 41  
[info@aquaproexpo.ru](mailto:info@aquaproexpo.ru)

**Забронируйте стенд**  
**[aquaproexpo.ru](http://aquaproexpo.ru)**