## 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки)

*doi:10.18286/1816-4501-2026-3-162-171*
*УДК 636.2:636.082.1*

# Гормональные, метаболические и морфологические показатели крови высокопродуктивных коров при использовании ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт»

**А. И. Афанасьева**✉, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Общая биология, биотехнология и разведения животных»

**В. А. Сарычев,** кандидат биологических наук, доцент кафедры «Общая биология, биотехнология и разведения животных»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»,

656049, Алтайский край, г. Барнаул, проспект Красноармейский, д. 98, ✉antonina59-09@mail.ru

**Резюме.** Исследования проводи с целью изучения гормонального статуса, уровня обмена веществ и морфологических показателей крови у голштинских коров, при использовании в сухостойный период ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт». Исследование проведено на контрольной и опытной группах коров в условиях промышленного комплекса ООО «Агрофирма Гудвилл» Алтайского края. Животные опытной группы получали добавку «Натуфорт» в течение 60 дней сухостойного периода. Кровь исследовали на 7 месяцев стельности (фоновые значения) и через 13 дней после отела, в пробах определяли концентрацию тиреоидных гормонов и кортизола, биохимические и морфологические показатели. Установлено, что после применения ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт уровень кортизола в крови коров опытной группы был на 54,15 % ниже, а концентрация общего тироксина и трийодтиронина – на 14,9 и 14,1 % выше, чем у контрольных животных. В опытной группе отмечалои повышение концентрации общего белка на 3,53 % и альбуминов на 19,9 % (P≤0,01), увеличение содержания глюкозы на 4,56 % и общего кальция на 5,88 %, снижение уровня холестерина на 4,74 %. Морфологический состав крови животных опытной группы характеризовался повышением уровня эритроцитов, гемоглобина и гематокрита, ростом числа лимфоцитов на 38,1% (P ≤ 0,05) на фоне снижения гранулоцитов на 17,9 % (P ≤ 0,05) и тромбоцитов на 29,2 (P ≤ 0,01) %, в сравнении с контролем. Полученные данные свидетельствуют о выраженном адаптогенном и метаболическом эффекте ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт», способствующем снижению стрессовой нагрузки на организм коров в послеродовой период, улучшению тиреоидного статуса и нормализацией показателей метаболизма для синтеза энергии, улучшения здоровья и профилактики послеродовых нарушений обмена веществ.

**Ключевые слова:** голштинская порода, сухостойный период, пробиотики, гормоны щитовидной железы, кортизол, обмен веществ, морфологические показатели крови.

**Для цитирования:** Афанасьева А. И., Сарычев В. А. Гормональные, метаболические и морфологические показатели крови высокопродуктивных коров при использовании ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 3 (75). С. 162-171. doi:10.18286/1816-4501-2026-3-162-171

# Hormonal, metabolic and morphological parameters of the blood of highly productive cows when using the enzyme-probiotic feed additive "Natufort"

**A. I. Afanasyeva**✉**, V. A. Sarychev**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Altai State Agrarian University",

65604998 Altai Territory, Barnaul, Krasnoarmeysky Avenue, 98

✉antonina59-09@mail.ru

**Abstract.** The study was conducted to investigate the hormonal status, metabolic profile, and morphological blood parameters of Holstein cows receiving the enzyme-probiotic feed additive “Naturfort” during the dry period. The study was performed in control and experimental groups of cows under the conditions of the industrial complex of LLC “Agrofirma Goodwill”, Altai Krai. Cows in the experimental group received the “Naturfort” supplement throughout the 60-day dry period. Blood samples were collected at 7 months of pregnancy (baseline values) and 13 days after calving. The concentrations of thyroid hormones and cortisol, as well as biochemical and morphological blood parameters, were determined. It was established that after supplementation with the enzyme-probiotic feed additive “Naturfort”, the blood cortisol level in cows of the experimental group was 54.15% lower, while the concentrations of total thyroxine and triiodothyronine were 14.9% and 14.1% higher, respectively, compared with the control animals. In the experimental group, an increase in total protein

concentration by 3.53% and albumin by 19.9% (P ≤ 0.01), as well as an increase in glucose by 4.56% and total calcium by 5.88%, was observed, along with a 4.74% decrease in cholesterol concentration. The morphological blood profile of the experimental animals was characterized by increases in erythrocyte count, hemoglobin concentration, and hematocrit, as well as a 38.1% increase in lymphocyte count (P ≤ 0.05), accompanied by decreases in granulocytes by 17.9% (P ≤ 0.05) and platelets by 29.2% (P ≤ 0.01) compared with the control group. The obtained data indicate a pronounced adaptogenic and metabolic effect of the enzyme-probiotic feed additive “Naturfort”, contributing to a reduction in stress load during the postpartum period, improvement of thyroid status, and normalization of metabolic parameters associated with energy production, health maintenance, and prevention of postpartum metabolic disorders.

**Keywords:** Holstein breed, dry period, probiotics, thyroid hormones, cortisol, metabolism, morphological blood parameters.

**For citation:** Afanasyeva A. I., Sarychev V. A. Hormonal, metabolic and morphological parameters of the blood of highly productive cows when using the enzyme-probiotic feed additive "Natufort" // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.3 (75): 162-171 doi:10.18286/1816-4501-2026-3-162-171

**Исследования выполняли в рамках гранта Министерства сельского хозяйства РФ в форме субсидии из средств федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания № 082-03-2026-108**

**Введение**

В период беременности в организме самки происходят сложные морфологические и функциональные перестройки, обеспечивающие наиболее благоприятные условия для развития плода и его взаимодействия с организмом матери. Вся деятельность организма направлена на оптимальное обеспечение тех генетических потенций, которые заложены в оплодотворенной яйцеклетке. Развитие и течение беременности сопровождается существенным изменением гормональной регуляции, модификацией метаболизма. При этом уровень и соотношение гормонов зависят от комплекса внешних факторов и специфических изменений, происходящих в организме самки при развитии фетоплацентарного комплекса [1]. Исход беременности во многом зависит от согласованной работы механизмов гомеорезиса, поддерживающих физиологическое состояние организма посредством скоординированного контроля метаболизма тканей тела [2, 3].

Наиболее сложным этапом развития беременности у крупного рогатого скота является сухостойный период, продолжительность которого составляет от 40 до 60 дней. В этот период усиливаются рост матки, весовой и линейный рост скелета плода, структурно-функциональные преобразования тканей и систем органов. В молочной железе коров происходит инволюция и последующая регенерация тканей.

В условиях промышленного комплекса, особенно при круглогодовом однотипном кормлении, у лактирующих и сухостойных коров, развивается дефицит энергии, который компенсируют, за счет увеличения в структуре рациона концентрированных кормов. Из-за нестабильности буферных механизмов это приводит к дисбиозу микробиоты рубца, изменениям ферментации в рубце, накоплению органических кислот и изменению метаболического профиля [4, 5]. Особенно чувствительными к метаболическим нарушениям являются высокопродуктивные животные [6].

На этом фоне, в организме животных происходят нейрогормональные изменения, направленные на сохранение метаболического гомеостаза, обеспечиваемого адаптивным метаболизмом, при котором мобилизуются эндогенные резервы для улучшения эффективности обмена веществ в период недостатка энергии.

Однако, если не происходит успешная координация изменений, модифицируется метаболизм, возникают расстройства репродуктивной функции, у полученного молодняка снижается резистентность и жизнеспособность [7, 8, 9]. Метаболические изменения возникают в результате гормонального дисбаланса и через нейроэндокринную обратную связь, способствуют нарушению функций воспроизводства [10]. Очень сложный и непонятный абзац, переформулируйте, пожалуйста.

Одним из возможных инструментов стабилизации микробиома, гормонального и метаболического статуса животных, в условиях промышленных комплексов, при однотипном круглогодовом кормлении, является применение пробиотиков, способствующих расщеплению целлюлозы и обеспечению, таким образом, организма хозяина дополнительным источником энергии.

Цель работы – изучить гормональный статус, уровень обмена веществ и морфологические показатели крови у голштинских коров при использовании в сухостойных период ферментно-пробиоической кормовой добавки «Натуфорт».

**Материалы и методы**

Базой для проведения экспериментальных исследований было ООО «Агрофирма Гудвилл» Алтайского края. Изучение физиологического эффекта применения ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» у сухостойных коров проходило в период с 2025 по 2026 гг. Для опыта были отобраны клинически здоровые коровы голштинской породы сразу после запуска, за 60 дней до предполагаемого отела. Животные были разделены на две группы по 20 голов в каждой. В группы включали коров 2…3-й лактации со среднегодовой молочной продуктивностью 9160 кг. Формирование групп проводили на основании рекомендаций А.И. Овсянникова (1976).

Рацион сухостойных коров составляли в соответствии с рекомендациями ВИЖа, тип кормления

силосно-сенажный, сено многолетних трав, заготовленное в хозяйстве, составляло 0,5 кг на голову в сутки, в рацион также включены витаминно-минеральные добавки, поваренная соль, обеспечивающие физиологические потребности беременных животных. Различие между контрольной и опытной группами заключалось в том, что коровы контрольной группы получали основной рацион без добавления препарата, тогда как животным опытной группы дополнительно к основному рациону ежедневно вводили «Натуфорт» в дозе 50,0 г на голову в сутки в течение 60-дневного сухостойного периода.

Ферментно-пробиотическая кормовая добавка «Натуфорт» производства ООО «БИОТРОФ» (Санкт-Петербург) представляет собой комплексный ферментативный пробиотик, содержащий живую культуру Enterococcus faecium 1-35 и комплекс ферментов с целлюлозолитической активностью.

Гормональный статус коров определяли по уровню гормонов щитовидной железы (тироксина-Т4 и трийодтирнина -Т3) и надпочечников (кортизола) в сыворотке крови, с использованием иммуноферментного анализа, на спектрофотометре «Униплан» при длине волны 450 нм, с помощью готовых реактивов производства фирмы «Хема-Медика».

Уровень белкового, углеводного и липидного обмен у сухостойных коров оценивали по содержанию в сыворотки крови общего белка, альбуминов, глобулинов, глюкозы, холестерина и мочевины, а также по активности аспартатаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ) и щелочной фосфатазы. Исследования проводили с использованием биохимического анализатора BioChemSA.

Морфологический состав крови изучен на автоматическом ветеринарном гематологическом анализаторе MicroCC-20 Plus.

Кровь для исследований получали из подхвостовой вены в вакуумные пробирки марки APEXLAB 9 ml со стабилизатором К3-ЭДТА и марки APEXLAB 9 ml для получения сыворотки: первый раз до введения в рацион ферментно-пробиотической кормовой добавки у животных экспериментальных групп ( фоновые показатели) и второй раз через 13 дней после отела.

Числовой материал обработан статистически. Сравнительный анализ проведён с помощью программного обеспечения MS Excel в соответствии с методами вариационной статистики. Для сравниваемых групп рассчитаны средние значения (S) и стандартные ошибки средних (±SEM). Анализ средних значений выполнен с использованием t-критерия Стьюдента (Коростелева Н.И., 2009).

**Результаты**

Результаты исследований уровня гормонов щитовидной железы и надпочечников у сухостойных коров голштинской породы контрольной и опытной групп, на 7 месяце стельности, до введения ферментно-пробиотической кормовой добавки, не имели существенной разницы (рис. 1).

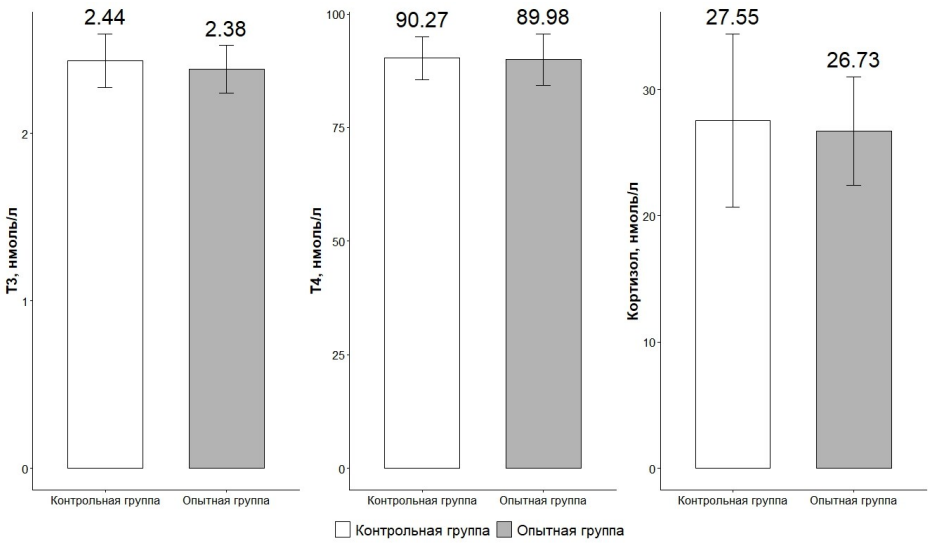



**Рис. 1. Гормональный профиль сухостойных коров голштинской породы сразу после запуска (7 месяцев стельности)**

В послеродовой период уровень гормонов значительно снижался. Концентрация кортизола в крови коров контрольной и опытной групп была ниже на 25,78 и 58,9 %, тироксина и трийодтиронина на 44,2 и 25,5 %, 33,6 и 58,6 % соответственно (P≤0,01), в сравнении с фоновыми значениями, установленными на 7 месяце стельности (рис. 2).

Использование в рационе кормления коров в течение сухостойного периода ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт», способствовало снижению функциональной активности надпочечников. Уровень кортизола в крови животных опытной группы был на 54,15 % (P ≤ 0,05) ниже, чем у контрольных животных (рис. 2)

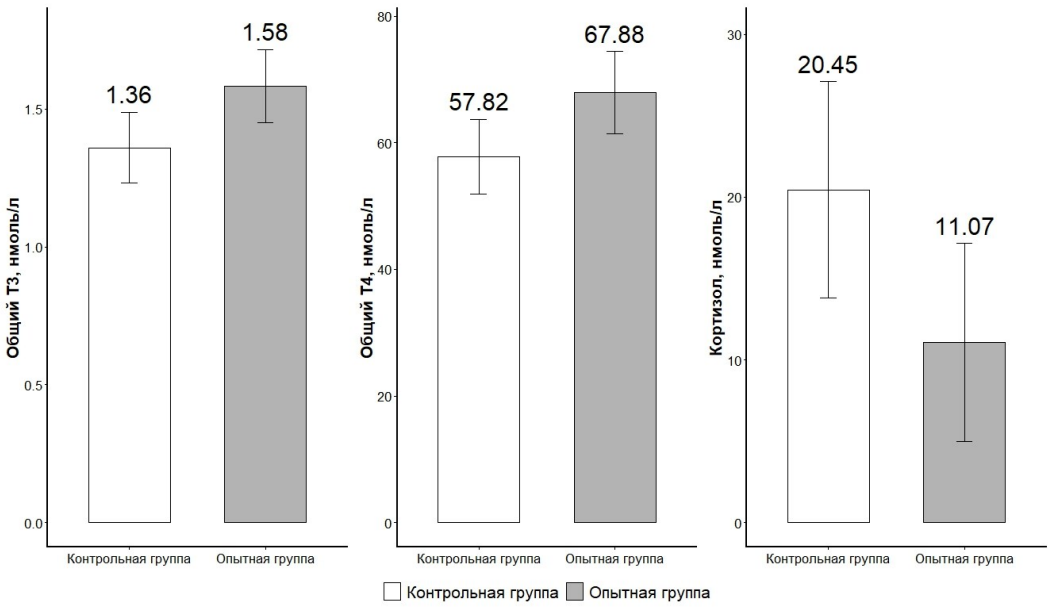



**Рис. 2. Гормональный статус коров в послеродовой период, на фоне применения ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт»**

Наши исследования показали, что в послеродовой период уровень тироксина и трийодтиронина в крови коров контрольной и опытной групп оказался ниже на 36,0 и 22,6 %; 44,2 и 33,6 % соответственно, в сравнении с фоновыми значениями (7 месяц стельности), что соответствует физиологическим закономерностям. Использование ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» коровам опытной группы, в течение сухостойного периода, на фоне снижения уровня кортизола (снятия гиперкортизолемии), способствовало повышению функциональной активности щитовидной железы и концентрации в крови общего тироксина на 14,9 %, общего трийодтиронина на 14,1 %, в сравнении с животными контрольной группы (рис. 2).

**Таблица 1. Биохимические показатели крови коров в послеродовом периоде, на фоне применения ферменто-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт»**

| Показатель | Ед. изм. | Физиологическая норма | Контрольная группа | Опытная группа |
|---|---|---|---|---|
| Общий белок | г/л | 72…86 | 73,6±3,95 | 76,2±2,10 |
| Альбумины | г/л | 30…43 | 25,6±1,91 | 30,7±2,05* |
| Глобулины | г/л | 30…48 | 48,0±3,50 | 45,5±3,00 |
| Мочевина | ммоль/л | 3,3…6,7 | 4,58±0,40 | 4,42±0,38 |
| Холестерин | ммоль/л | 1,5…4,5 | 4,01±0,90 | 4,20±0,85 |
| Глюкоза | ммоль/л | 2,2…3,3 | 2,63±0,41 | 2,75±0,30 |
| Общий кальций | ммоль/л | 2,50…3,13 | 2,55±0,10 | 2,70±0,12 |
| Неорганический фосфор | ммоль/л | 1,45…1,94 | 1,65±0,12 | 1,78±0,15 |
| Щелочная фосфатаза | Ед/л | 71,1… 258,9 | 210,5±23,43 | 190,4±10,71 |
| АлАт | Ед/л | 1,3… 65 | 52,3±11,31 | 63,8±6,36 |
| АсАт | Ед/л | 11… 160 | 68,72±19,78 | 57,90±6,59 |

* P ≤ 0,05 по сравнению с контрольной группой

На фоне применения ферметно-проботической кормовой добавки концентрация общего белка и альбуминов в крови коров опытной группы была на 3,53 % и 19,92 % (P ≤ 0,05) больше, чем у аналогов контрольной группы (табл.1). Содержание глобулинов, напротив, снизилось на 5,21 %. Уровень мочевины в опытной группе был ниже на 3,49 %, тогда как концентрация глюкозы и холестерина увеличилась соответственно на 4,56 и 4,74 %.

На фоне скармливания кормовой добавки у животных опытной группы отмечали повышение содержания общего кальция и неорганического фосфора на 5,88%, и на 7,88 % соответственно, по сравнению с животными контрольной группы.

Изменения активности ферментов характеризовались снижением АсАТ на 15,82 % и щелочной фосфатазы на 9,55 %, при одновременном повышении активности АлАТ на 21,99 %. В целом у коров опытной группы отмечалось увеличение содержания альбуминов, глюкозы, холестерина, кальция и фосфора на фоне изменения активности ферментов крови по сравнению с контрольной группой.

Для дополнительной оценки влияния ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» на состояние животных были проанализированы морфологические показатели крови (табл.2).

**Таблица 2. Морфологические показатели крови коров в послеродовом периоде, на фоне применения ферменто-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт»**

| Показатель | Единицы | Физиологическая норма | Контрольная группа | Опытная группа |
|---|---|---|---|---|
| Лейкоциты | $10^9$/л | 5…12 | 6,68 ± 0,59 | 6,73 ± 0,79 |
| Лимфоциты | $10^9$/л | 2,5…6,0 | 2,10 ± 0,16 | 2,90 ± 0,10* |
| Гранулоциты | $10^9$/л | 2,0…5,0 | 4,20 ± 0,20 | 3,45 ± 0,26* |
| Эритроциты | $10^{12}$/л | 4,5…10,1 | 6,63 ± 0,21 | 6,72 ± 0,36 |
| Гемоглобин | г/л | 90…139 | 105,8 ± 1,62 | 110,3 ± 1,55* |
| Гематокрит | % | 28…46 | 27,76 ± 0,64 | 29,08 ± 1,45 |
| Тромбоциты | $10^9$/л | 120…820 | 440,2 ± 21,5 | 312,0 ± 24,7** |

* P ≤ 0,05, ** P ≤ 0,01 по сравнению контрольной группой

При анализе морфологических показателей крови у животных опытной группы отмечалось увеличение количества лимфоцитов на 38,1% (P ≤ 0,05) и снижение уровня гранулоцитов на 17,9 % (P ≤ 0,05) по сравнению с контрольной группой (табл.2). Содержание эритроцитов, гемоглобина и гематокрита в опытной группе было выше соответственно на 1,4, 4,3 (P ≤ 0,05) и 4,8 %. Количество тромбоцитов, напротив, снизилось на 29,2 % (P ≤ 0,01) относительно контрольной группы. Наиболее выраженные различия отмечались по содержанию лимфоцитов и количеству тромбоцитов, тогда как показатели эритроцитов, гемоглобина и гематокрита изменялись в меньшей степени.

**Обсуждение**

Гормональный статус животных очень лабилен и зависит физиологического и функционального состояния организма. Числовые значения тироксина, трийодтиронина и кортизола, установленные в крови коров на 7 месяце беременности (фоновые показатели) соответствовали ранее полученным данным, характерным для молочного скота в плодный период беременности [1]. После отела, в организме самки происходят значительные нейроэндокринные изменения, связанные с инволюцией половой системы, регенерацией и повышением функциональной активности молочной железы и яичников, которые соответствуют физиологическому стрессу [11] и сопровождаются изменением гормонального статуса, что зафиксировано, в том числе, в наших исследованиях. Наряду с физиологическими компенсаторными нейроэндокринными процессами [12], организм высокопродуктивных коров в условиях промышленного комплекса при однотипном круглогодичном кормлении испытывает кормовой стресс, связанный с избыточным поступлением крахмалсодержащих компонентов в рацион при силосно-сенажном типе кормления [1], а также в результате поступления с кормом различных ксенобиотиков, в том числе микотоксинов [13], что значительно повышает функциональную активность надпочечников и приводит к повышению в крови гормона стресса-кортизола.

Нашими исследованиями установлено, что использование в рационе кормления коров в течение сухостойного периода ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» способствовало значительному снижению концентрации кортизола в крови коров опытной группы. Установлено, что введение пробиотиков, формирует здоровый микробиом, способствующий снижению функциональной активности надпочечников и стрессового воздействия на организм. Микробиом желудочно-кишечного тракта — сложная экосистема, состоящая из триллионов микроорганизмов, оказывающих регулирующее значение в двусторонней коммуникационной сети, включающей в себя сложные пути взаимодействия [14]. В результате использования микробиотой желудочно-кишечного тракта пищевых остатков синтезируются нейромедиаторы, короткоцепочечные жирные кислоты, кишечные гормоны и аминокислоты с разветвлённой цепью, оказывающие влияние на нервную и эндокринную системы хозяина [15]. Считается доказанным наличие взаимосвязи между гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системой и микробиотой кишечника. Пробиотики изменяют состав кишечной микробиоты, что влияет на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось и, следовательно, на продукцию кортизола. Применение пробиотиков значительно снижает реакцию организма на стресс и уровень кортизола в крови животных [16]. Пробиотики способны модулировать иммунный ответ, реакцию на стресс и снижать негативное воздействие на стресс [17]. В период беременности это является фактором, предотвращающим нарушение развития плода и воспроизводительной функции после отела [18, 19]. Установлено, что при развитии плода полезные кишечные и пробиотические бактерии играют существенную роль в проявлении функциональной активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, а также повышении гематоэнцефаличесого и кишечного барьера. Использование пробиотиков оказывает положительное влияние на взаимодействие между гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системой и осью «кишечник - мозг -микробиота». Применение пробиотиков в период беременности положительно влияет на синаптическую передачу, повышает целостность гематоэцефалического и гематокишечного барьера, снижает уровень кортизола в крови [20]. Необходимо отметить, что некоторыми исследованиями установлено, что снижение уровня кортизола возможно при использовании только одного штамма пробиотиков, а не нескольких одновременно [21].

Физиологическое значение гормонов щитовидной железы чрезвычайно многообразно. Их главной биологической ролью считают воздействие на

экспрессию генов, участвующих в метаболических реакциях организма и активирующих процессы пролиферации и дифференциации клеток. Концентрация тиреоидных гормонов в крови определяет адаптивные изменения метаболизма для сохранения энергии и белка [22]. Тиреоидные гормоны могут рассматриваться как предикторы метаболических и продуктивных функций крупного рогатого скота [23]. Известно, что при повышении функциональной активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, активность системы гипофиз-щитовидная железа снижается.

В тоже время, при нормализации микробиома и уменьшении уровня кортизола в крови, концентрация гормонов щитовидной железы увеличивается, то есть существует обратная коррелятивная связь. Считается, что пробиотики влияют на функцию щитовидной железы, снижая проницаемость кишечника, подавляя системное воспаление, модулируя гипоталамо-гипофизарную-тиреоидную ось, улучшая усвоение критически важных для синтеза гормонов щитовидной железы микроэлементов селена, цинка, йода [24, 25, 26].

В свою очередь, динамика концентрации кортизола и гормонов щитовидной железы в крови является своеобразной формой адаптации к потребностям развивающегося плода и послеродовым изменениям, модулирует метаболические процессы. Введение в организм животных опытной группы ферментно-пробиотической кормовой добавки оказало стимулирующее влияние на тиреоидный статус на фоне гиперкортиколемии, что может отражать адаптогенную направленность его действия [27]. Результаты аналогичного характера получены при проведении наших исследований.

Ферментно-пробиотическая кормовая добавка «Натуфорт», введенная в рацион коров опытной группы, улучшая микробиом желудочно-кишечного тракта, в результате снижения катаболического влияния кортизола, в сочетании с анаболическим эффектом трийодтиронина способствует усилению ассимиляционных процессов, что особенно важно в период сложных морфо-функциональных перестроек организма в послеродовой период, что в наших исследованиях сопровождалось повышением показателей белкового обмена. Повышение стимулированного трийодтрониином глюконеогенеза обеспечивает организм дополнительным источником энергии, что проявлялось у животных опытной группы повышением уровня глюкозы и холестерина. Снижение уровня кортизола в крови животных опытной группы и улучшение общего метаболизма, при использовании ферментно-пробиотической кормовой добавки, уменьшает нагрузку на печень и повышает ее детоксикационную функцию. При использовании ферментно-пробиотической кормовой добавки, отмечалось улучшение кальциевого гомеостаза, усиление его всасывания из кишечника. Это можно рассматривать как физиологический эффект тиреоидных гормонов, стимулирующих распад холестерина до желчных кислот. Более низкая функциональная активность щитовидной железы, отмеченная у коров контрольной группы, может привести к замедлению мобилизации жировых депо, необходимых для восполнения возросших энергетических потребностей [28].

Исследования показали, что введение в организм животных опытной группы ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» оказывает влияние на процессы гемопоэза. Гемопоэз – это строго регулируемый процесс, при котором происходит дифференцировка и созревание стволовых клеток в различные типы клеток, такие как эритроциты, мегакариоциты и иммунные клетки различных линий [29]. Установлено, что на процессы гемопоэза кишечный микробиом оказывает как непосредственное, так и опосредованное (через нейроэндокринную регуляцию) влияние. На процессы кроветворения это воздействие происходит через выработку метаболитов (бутирата и индола), которые регулируют дифференциацию гемопоэтических стволовых клеток и иммунные реакции.

При нарушении баланса микробиоты целостность кишечного эпителиального барьера нарушается. Микроорганизмы могут проникать в кровоток, близлежащие лимфатические узлы, изменяется гормональный статус организма, развиваются воспалительные реакции, нарушается обмен веществ. Применение пробиотиков нормализует микробиоту, улучшают усвоение питательных веществ, защищают слизистую оболочку кишечника, адаптирует гормональный статус и уровень обмена веществ в соответствии с физиологическими потребностями [30]. Важной функций пробиотиков является подавление воспаления, за счет выработки бутирата, который усиливает кишечный барьер и иммунную функцию слизистой оболочки путем модуляции сигнальных путей, участвующих в ядерном NF-κB, и ингибирования гистондеацетилазы [31], что также отражается на гормональном статусе животных.

Исследованиями Quatrini L соавторами[32] установлено, что кортизол участвует в регуляции процессов гемопоэза, в том числе контролирует дифференцировку гемопоэтических стволовых клеток и последующее созревание клеток белой крови. Причем, кортизол, как стероидный гормон, способен оказывать быстрое «негеномное» воздействие непосредственно влияя на цитоплазматическую сигнальную транскрипцию [33]. Регуляция транскрипции, осуществляется с помощью рецепторов стероидных гормонов ремоделированием хроматина или взаимодействием с определенным набором транскрипционных факторов [34]. Глюкокортикоидная сигнализация регулирует эритропоэз [35]. При этом, в гемопоэтические стволовые клетки, поступают сигналы через рецепторы глюкокортикоидов, индуцирующие повышенную экспрессию молекул, организующих актин и способствуя миграции клеток [36]. Гормоны

щитовидной железы стимулируют образование эритропоэтина, тем самым повышая интенсивность эритропоэза [37].

Наши исследования показали, что использование в рационе ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт», посредством изменения соотношения кортизола и тиреоидных гормонов, способствовало усилению синтеза эритропоэтина, стимулированию эритропоэза. И повышению в крови количества эритроцитов, гемоглобина и гематокрита.

Важной деятельностью кортизола является влияние на лейкоциты, в которых экспрессируются глюкокортикоидные рецепторы, способствующие клеточной адгезии и привлечении лейкоцитов из костного мозга. Кортизол способен контролировать процессы миелопоэза в костном мозге, что является физиологическим механизмом, обеспечивающим сохранение гранулоцитов и их предшественников для обеспечения быстрой защиты организма при действии чрезвычайных факторов [38]. Кроме того, под влиянием гормона изменяется количественный состав лейкоцитов в крови за счет пролиферации, дифференцировки апоптоза клеток [39].

Под влиянием микробиоты кишечника, за счет скоординированной деятельности симпатической нервной системы, активизируетя адаптивный иммунитет [40]. В наших исследованиях это проявлялось повышением в крови животных опытной группы числа агранулоцитов и снижением гранулоцитов (нейтрофильных лейкоцитов). Переключение реакции организма со стрессового профиля на адаптивный соответствует снижению в крови животных опытной группы уровня кортизола и согласуется с ранее полученными результатами [41]. Снижение количества тромбоцитов у животных опытной группы может свидетельствовать об улучшении микроциркуляции в тканях, в том числе, репродуктивной системы, что улучшает восстановление органов воспроизводительной системы после отела.

**Заключение**

Полученные результаты свидетельствуют о выраженном влиянии применения ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» в сухостойный период на гормональный и метаболический статус коров в послеродовом периоде. На фоне применения добавки уровень кортизола снизился на 54,15 % ($P \leq 0,05$), тогда как концентрация общего тироксина и трийодтиронина повысилась соответственно на 14,9 и 14,1 %.

Изменения показателе биохимического статуса сыворотки крови позволило установить повышением содержания альбуминов на 19,92 % ($P \leq 0,05$), общего белка на 3,53 %, глюкозы на 4,56 %, холестерина на 4,74 %, кальция на 5,88 % и неорганического фосфора на 7,88 %. Морфологический состав крови характеризовался увеличение числа лимфоцитов на 38,1 % ($P \leq 0,05$) и и концентрации гемоглобина на 4,3 % ($P \leq 0,05$) на фоне снижения уровня гранулоцитов на 17,9 % ($P \leq 0,05$) и тромбоцитов на 29,2 % ($P \leq 0,01$).

В организме сухостойных коров в условиях промышленного комплекса, при круглогодовом однотипном кормлении, применение ферментно-пробиотической кормовой добавки «Натуфорт» способствовало выраженному адаптогенному и метаболическому эффекту, модификации метаболизма для синтеза энергии, улучшению здоровья.

**Литература**

1. Адаптивные методы кормления коров в сухостойный период / В.Г. Огуй, А.И. Афанасьева, С.Г. Катаманов и др. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. 155 с.

2. Baumgard L., Collier R., Bauman D. A 100-year review: regulation of nutrient partitioning to support lactation // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. P. 10353-10366.

3. Relationships between metabolic profiles and gene expression in liver and leukocytes of dairy cows in early lactation / D.C. Wathes, Z. Cheng, M. Salavati, et al. // Journal of Dairy Science. 2021 Vol. 104 No. 3 P. 3596-3616 doi:10.3168/jds.2020-19165.

4. Влияние биологической кормовой добавки на показатели молочной продуктивности и воспроизводства коров голштинской породы / Т.С. Сметанникова, В.А. Филиппова, Е.А. Йылдырым, и др. // Аграрный вестник Урала. 2024 Vol. 24 No. 12 P. 1694-1704 doi:10.32417/1997-4868-2024-24-12-1694-1704.

5. Hare E., Norman H.D., Wright J.R. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States // Journal of Dairy Science. 2006. Vol. 89. P. 3713-3720.

6. The effect of seasonal heat stress on oxidants-antioxidants biomarkers, trace minerals and acute-phase response of peri-parturient Holstein Friesian cows supplemented with adequate minerals and vitamins with and without retained fetal membranes / A.M. Abo El-Maaty, M.A. Aly, M.S. Kotp, et al. // Bulletin of the National Research Centre. 2021 Vol. 45 No. 1 P. 8 doi:10.1186/s42269-020-00468-9.

7. Крупинин Е.О. Оценка изменений белкового, углеводного и липидного обмена веществ у сухостойных коров под влиянием витаминно-минеральных премиксов и 1,2-пропиленгликоля // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2018. № 16 (179). С. 114-120.

8. Baddela V.S., Sharma A., Vanselow J. Non-esterified fatty acids in the ovary: friends or foes? // Reproductive Biology and Endocrinology. 2020. Vol. 18. № 1. P. 60.

9. Symposium review: Mechanisms linking metabolic stress with innate immunity in the endometrium / I.M. Sheldon, J.G. Cronin, M. Pospiech, et al. // Journal of Dairy Science. 2018 Vol. 101 No. 4 P. 3655-3664 doi:10.3168/jds.2017-13135.

10. Froidurot A., Julliand V. Cellulolytic bacteria in the large intestine of mammals // Gut Microbes. 2022. Vol. 14. P. ? doi: 10.1080/19490976.2022.2031694.

11. Афанасьева А.И. Физиологические механизмы адаптации коз горноалтайской пуховой

породы в постнатальном онтогенезе. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. 387 с.

12. Risk factors for post-partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study / G. Opsomer, Y.T. Gröhn, J. Hertl, et al. // Theriogenology. 2000 Vol. 53 No. 4 P. 841-857 doi:10.1016/S0093-691X(00)00234-X.

13. Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Чабаев М.Г. и др. Способы оптимизации пищеварительных, обменных процессов и функций печени у молочного скота. Дубровицы, 2015. 152 с.

14. Appleton J. The Gut-Brain Axis: Influence of Microbiota on Mood and Mental Health // Integrative Medicine (Encinitas). 2018. Vol. 17. № 4. P. 28-32.

15. Microbiota-gut-brain axis and its therapeutic applications in neurodegenerative diseases / J.S. Loh, W.Q. Mak, L.K.S. Tan, et al. // Signal Transduction and Targeted Therapy. 2024 Vol. 9 P. 37 doi:10.1038/s41392-024-01743-1.

16. Chronic gastrointestinal inflammation induces anxiety-like behavior and alters central nervous system biochemistry in mice / P. Bercik, E.F. Verdu, J.A. Foster, et al. // Gastroenterology. 2010 Vol. 139 No. 6 P. 2102-2112 doi:10.1053/j.gastro.2010.06.063.

17. Maternal supplementation of Saccharomyces cerevisiae boulardii during late-gestation through lactation differentially modulated immune status and stress responsiveness of the progeny to farrowing and weaning stressors / J.L. Salak-Johnson, C. Reddout, L. Hernandez, et al. // Animals. 2022 Vol. 12 No. 2 P. 164 doi:10.3390/ani12020164.

18. Probiotic supplements and stress-related occupational health outcomes: A scoping review / J. Jun, A. Kasumova, T. Tussing, et al. // Journal of Occupational Health. 2023 Vol. 65 No. 1 P. e12404 doi:10.1002/1348-9585.12404.

19. Psycho-Microbiology, a New Frontier for Probiotics: An Exploratory Overview / A. Accettulli, M.R. Corbo, M. Sinigaglia, et al. // Microorganisms. 2022 Vol. 10 No. 11 P. 2141 doi:10.3390/microorganisms10112141.

20. Kaybysheva V.O., Nikonov E.L. Probiotics from the standpoint of evidence-based medicine // Russian Journal of Evidence-Based Gastroenterology. 2019. Vol. 8. № 3. P. 45-54. doi: 10.17116/dokgastro2019803145.

21. The Cortisol Awakening Response: Regulation and Functional Significance / T. Stalder, H. Oster, J.L. Abelson, et al. // Endocrine Reviews. 2025 Vol. 46 No. 1 P. 43-59 doi:10.1210/endrev/bnae024.

22. Concentration of thyroid hormones and prolactin in dairy cattle serum and milk at three stages of lactation / M.A. Akasha, R.R. Anderson, M. Ellersieck, et al. // Journal of Dairy Science. 1987 Vol. 70 No. 2 P. 271-276 doi:10.3168/jds.S0022-0302(87)80007-3.

23. Новгородова И.П., Некрасов Р.В. Показатели тиреоидной системы как предикторы метаболических и продуктивных функций у крупного рогатого скота (обзор) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3 (71). С. 147-160. doi: 10.18286/1816-4501-2025-3-147-160.

24. Effects of Lactobacilli on the performance, diarrhea incidence, VFA concentration and gastrointestinal microbial flora of weaning pigs / C.H. Huang, S.Y. Qiao, D.F. Li, et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2004 Vol. 17 No. 3 P. 401-409 doi:10.5713/ajas.2004.401.

25. Del Castillo-Matamoros S.E., Poveda N.E. Importance of nutrition in pregnant women // Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología. 2021. Vol. 72. № 4. P. 339-345. doi: 10.18597/rcog.3825.

26. Evans J.J., Pragg F.L., Mason D.R. Release of luteinizing hormone from the anterior pituitary gland in vitro can be concurrently regulated by at least three peptides: gonadotropin-releasing hormone, oxytocin and neuropeptide Y // Neuroendocrinology. 2001. Vol. 73. № 6. P. 408-416.

27. Kim H.B., Isaacson R.E. The pig gut microbial diversity: understanding the pig gut microbial ecology through the next generation high throughput sequencing // Veterinary Microbiology. 2015. Vol. 177. № 3-4. P. 242-251.

28. Митяшова О.С., Соломахин А.А., Боголюбова Н.В. и др. Липидный обмен и тиреоидный статус у коров-первотелок с разным функциональным состоянием яичников // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 2. С. 69-74.

29. Ribatti D., d'Amati A. Hematopoiesis and mast cell development // International Journal of Molecular Sciences. 2023. Vol. 24. № 13. P. 10679.

30. Zhou Y., Zhou C., Zhang A. Gut microbiota in acute leukemia: Current evidence and future directions // Frontiers in Microbiology. 2022. Vol. 13. P. 1045497. doi: 10.3389/fmicb.2022.1045497.

31. Gut microbiota regulates acute myeloid leukaemia via alteration of intestinal barrier function mediated by butyrate / R. Wang, X. Yang, J. Liu, et al. // Nature Communications. 2022 Vol. 13 No. 1 P. 2522 doi:10.1038/s41467-022-30240-8.

32. Regulation of the immune system development by glucocorticoids and sex hormones / L. Quatrini, B. Ricci, C. Ciancaglini, et al. // Frontiers in Immunology. 2021 Vol. 12 P. 672853 doi:10.3389/fimmu.2021.672853.

33. Kovats S. Estrogen receptors regulate innate immune cells and signaling pathways // Cellular Immunology. 2015. Vol. 294. № 2. P. 63-69.

34. Ito K., Barnes P.J., Adcock I.M. Glucocorticoid receptor recruitment of histone deacetylase 2 inhibits interleukin-1β-induced histone H4 acetylation on lysines 8 and 12 // Molecular and Cellular Biology. 2000. Vol. 20. № 18. P. 6891-6903.

35. PPAR-α and glucocorticoid receptor synergize to promote erythroid progenitor self-renewal / H.Y. Lee, X. Gao, M.I. Barrasa, et al. // Nature. 2015 Vol. 522 No. 7557 P. 474-477 doi:10.1038/nature14326.

36. Cholinergic signals from the CNS regulate G-CSF-mediated HSC mobilization from bone marrow via a glucocorticoid signaling relay / H. Pierce, D. Zhang, C. Magnon, et al. // Cell Stem Cell. 2017 Vol. 20 No. 5 P. 648-658 doi:10.1016/j.stem.2017.01.002.

37. Потапенко А.Я., Кягова А.А., Тихомиров А.М. Осмотическая устойчивость эритроцитов. Москва, 2006. 16 с.

38. Natural glucocorticoids induce expansion of all developmental stages of murine bone marrow granulocytes without inhibiting function / M.D. Trottier, M.M. Newsted, L.E. King, et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2008 Vol. 105 No. 6 P. 2028-2033 doi:10.1073/pnas.0712003105.

39. Jia W.Y., Zhang J.J. Effects of glucocorticoids on leukocytes: Genomic and non-genomic mechanisms // World Journal of Clinical Cases. 2022. Vol. 10. № 21. P. 7187-7194. doi: 10.12998/wjcc.v10.i21.7187.

40. Ishikawa Y., Furuyashiki T. The impact of stress on immune systems and its relevance to mental illness // Neuroscience Research. 2022. Vol. 175. P. 16-24. doi: 10.1016/j.neures.2021.09.005.

41. Effect of heat stress on haemato-biochemical and corticosterone level of coloured synthetic broiler male line / S. Swain, N. Dalai, S. Mohapatra, et al. // Pharma Innovation Journal. 2023 Vol. 12 P. 385-389 doi:10.22271/tpi.2023.v12.i1e.18019.

**References**

1. 1. Adaptive methods of feeding cows in the dry period / V.G. Ogui, A.I. Afanasyeva, S.G. Catamanov et al. Barnaul: Publishing house of ASAU, 2007. 155 p.Baumgard L., Collier R., Bauman D. A 100-year review: regulation of nutrient partitioning to support lactation // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. P. 10353-10366.

2. Relationships between metabolic profiles and gene expression in liver and leukocytes of dairy cows in early lactation / D.C. Wathes, Z. Cheng, M. Salavati, et al. // Journal of Dairy Science. 2021 Vol. 104 No. 3 P. 3596-3616 doi:10.3168/jds.2020-19165.

3. The influence of biological feed additives on the indicators of milk productivity and reproduction of Holstein cows / T.S. Smetannikova, V.A. Filippova, E.A. Yildirim, et al. // Agrarian Bulletin of the Urals. 2024 Vol. 24 No. 12 P. 1694-1704 doi:10.32417/1997-4868-2024-24-12-1694-1704.

4. Hare E., Norman H.D., Wright J.R. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States // Journal of Dairy Science. 2006. Vol. 89. P. 3713-3720.

5. The effect of seasonal heat stress on oxidants-antioxidants biomarkers, trace minerals and acute-phase response of peri-parturient Holstein Friesian cows supplemented with adequate minerals and vitamins with and without retained fetal membranes / A.M. Abo El-Maaty, M.A. Aly, M.S. Kotp, et al. // Bulletin of the National Research Centre. 2021 Vol. 45 No. 1 P. 8 doi:10.1186/s42269-020-00468-9.

6. Krupinin E.O. Assessment of changes in protein, carbohydrate and lipid metabolism in dry cows under the influence of vitamin and mineral premixes and 1,2-propylene glycol // News of agricultural science of Taurida. 2018. No. 16 (179). P. 114-120.

7. Baddela V.S., Sharma A., Vanselow J. Non-esterified fatty acids in the ovary: friends or foes? // Reproductive Biology and Endocrinology. 2020. Vol. 18. № 1. P. 60.

8. Symposium review: Mechanisms linking metabolic stress with innate immunity in the endometrium / I.M. Sheldon, J.G. Cronin, M. Pospiech, et al. // Journal of Dairy Science. 2018 Vol. 101 No. 4 P. 3655-3664 doi:10.3168/jds.2017-13135.

9. Froidurot A., Julliand V. Cellulolytic bacteria in the large intestine of mammals // Gut Microbes. 2022. Vol. 14. P. ? doi: 10.1080/19490976.2022.2031694.

10. Afanasyeva A.I. Physiological mechanisms of adaptation of goats of the Mountain Altai down breed in postnatal ontogenesis. Barnaul: Rio Altaisky State Agrarian University, 2016. 387 p.

11. Risk factors for post-partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study / G. Opsomer, Y.T. Gröhn, J. Hertl, et al. // Theriogenology. 2000 Vol. 53 No. 4 P. 841-857 doi:10.1016/S0093-691X(00)00234-X.

12. Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Chabaev M.G., et al. Methods for optimizing digestive, metabolic processes, and liver functions in dairy cattle. Dubrovitsy, 2015. 152 p.Appleton J. The Gut-Brain Axis: Influence of Microbiota on Mood and Mental Health // Integrative Medicine (Encinitas). 2018. Vol. 17. № 4. P. 28-32.

13. Microbiota-gut-brain axis and its therapeutic applications in neurodegenerative diseases / J.S. Loh, W.Q. Mak, L.K.S. Tan, et al. // Signal Transduction and Targeted Therapy. 2024 Vol. 9 P. 37 doi:10.1038/s41392-024-01743-1.

14. Chronic gastrointestinal inflammation induces anxiety-like behavior and alters central nervous system biochemistry in mice / P. Bercik, E.F. Verdu, J.A. Foster, et al. // Gastroenterology. 2010 Vol. 139 No. 6 P. 2102-2112 doi:10.1053/j.gastro.2010.06.063.

15. Maternal supplementation of Saccharomyces cerevisiae boulardii during late-gestation through lactation differentially modulated immune status and stress responsiveness of the progeny to farrowing and weaning stressors / J.L. Salak-Johnson, C. Reddout, L. Hernandez, et al. // Animals. 2022 Vol. 12 No. 2 P. 164 doi:10.3390/ani12020164.

16. Probiotic supplements and stress-related occupational health outcomes: A scoping review / J. Jun, A. Kasumova, T. Tussing, et al. // Journal of Occupational Health. 2023 Vol. 65 No. 1 P. e12404 doi:10.1002/1348-9585.12404.

17. Psycho-Microbiology, a New Frontier for Probiotics: An Exploratory Overview / A. Accettulli, M.R. Corbo, M. Sinigaglia, et al. // Microorganisms. 2022 Vol. 10 No. 11 P. 2141 doi:10.3390/microorganisms10112141.

18. Kaybysheva V.O., Nikonov E.L. Probiotics from the standpoint of evidence-based medicine // Russian Journal of Evidence-Based Gastroenterology. 2019. Vol. 8. № 3. P. 45-54. doi: 10.17116/dokgastro2019803145.

19. The Cortisol Awakening Response: Regulation and Functional Significance / T. Stalder, H. Oster, J.L. Abelson, et al. // Endocrine Reviews. 2025 Vol. 46 No. 1 P. 43-59 doi:10.1210/endrev/bnae024.

20. Concentration of thyroid hormones and prolactin in dairy cattle serum and milk at three stages of lactation / M.A. Akasha, R.R. Anderson, M. Ellersieck, et al. // Journal of Dairy Science. 1987 Vol. 70 No. 2 P. 271-276 doi:10.3168/jds.S0022-0302(87)80007-3.

21. 23. Novgorodova I.P., Nekrasov R.V. Indicators of the thyroid system as predictors of metabolic and productive functions in cattle (review) // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2025. No. 3 (71). P. 147–160. doi: 10.18286/1816-4501-2025-3-147-160.

22. Effects of Lactobacilli on the performance, diarrhea incidence, VFA concentration and gastrointestinal microbial flora of weaning pigs / C.H. Huang, S.Y. Qiao, D.F. Li, et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2004 Vol. 17 No. 3 P. 401-409 doi:10.5713/ajas.2004.401.

23. Del Castillo-Matamoros S.E., Poveda N.E. Importance of nutrition in pregnant women // Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología. 2021. Vol. 72. № 4. P. 339-345. doi: 10.18597/rcog.3825.

24. Evans J.J., Pragg F.L., Mason D.R. Release of luteinizing hormone from the anterior pituitary gland in vitro can be concurrently regulated by at least three peptides: gonadotropin-releasing hormone, oxytocin and neuropeptide Y // Neuroendocrinology. 2001. Vol. 73. № 6. P. 408-416.

25. Kim H.B., Isaacson R.E. The pig gut microbial diversity: understanding the pig gut microbial ecology through the next generation high throughput sequencing // Veterinary Microbiology. 2015. Vol. 177. № 3-4. P. 242-251.

26. 28. Mityashova O.S., Solomakhin A.A., Bogolyubova N.V., et al. Lipid metabolism and thyroid status in first-calf heifers with different functional ovarian states // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. Vol. 34. No. 2. Pp. 69–74.

27. Ribatti D., d'Amati A. Hematopoiesis and mast cell development // International Journal of Molecular Sciences. 2023. Vol. 24. № 13. P. 10679.

28. Zhou Y., Zhou C., Zhang A. Gut microbiota in acute leukemia: Current evidence and future directions // Frontiers in Microbiology. 2022. Vol. 13. P. 1045497. doi: 10.3389/fmicb.2022.1045497.

29. Gut microbiota regulates acute myeloid leukaemia via alteration of intestinal barrier function mediated by butyrate / R. Wang, X. Yang, J. Liu, et al. // Nature Communications. 2022 Vol. 13 No. 1 P. 2522 doi:10.1038/s41467-022-30240-8.

30. Regulation of the immune system development by glucocorticoids and sex hormones / L. Quatrini, B. Ricci, C. Ciancaglini, et al. // Frontiers in Immunology. 2021 Vol. 12 P. 672853 doi:10.3389/fimmu.2021.672853.

31. Kovats S. Estrogen receptors regulate innate immune cells and signaling pathways // Cellular Immunology. 2015. Vol. 294. № 2. P. 63-69.

32. Ito K., Barnes P.J., Adcock I.M. Glucocorticoid receptor recruitment of histone deacetylase 2 inhibits interleukin-1β-induced histone H4 acetylation on lysines 8 and 12 // Molecular and Cellular Biology. 2000. Vol. 20. № 18. P. 6891-6903.

33. PPAR-α and glucocorticoid receptor synergize to promote erythroid progenitor self-renewal / H.Y. Lee, X. Gao, M.I. Barrasa, et al. // Nature. 2015 Vol. 522 No. 7557 P. 474-477 doi:10.1038/nature14326.

34. Cholinergic signals from the CNS regulate G-CSF-mediated HSC mobilization from bone marrow via a glucocorticoid signaling relay / H. Pierce, D. Zhang, C. Magnon, et al. // Cell Stem Cell. 2017 Vol. 20 No. 5 P. 648-658 doi:10.1016/j.stem.2017.01.002.

35. Potapenko A.Ya., Kyagova A.A., Tikhomirov A.M. Osmotic stability of erythrocytes. Moscow, 2006. 16 p.

36. Natural glucocorticoids induce expansion of all developmental stages of murine bone marrow granulocytes without inhibiting function / M.D. Trottier, M.M. Newsted, L.E. King, et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2008 Vol. 105 No. 6 P. 2028-2033 doi:10.1073/pnas.0712003105.

37. Jia W.Y., Zhang J.J. Effects of glucocorticoids on leukocytes: Genomic and non-genomic mechanisms // World Journal of Clinical Cases. 2022. Vol. 10. № 21. P. 7187-7194. doi: 10.12998/wjcc.v10.i21.7187.

38. Ishikawa Y., Furuyashiki T. The impact of stress on immune systems and its relevance to mental illness // Neuroscience Research. 2022. Vol. 175. P. 16-24. doi: 10.1016/j.neures.2021.09.005.

39. Effect of heat stress on haemato-biochemical and corticosterone level of coloured synthetic broiler male line / S. Swain, N. Dalai, S. Mohapatra, et al. // Pharma Innovation Journal. 2023 Vol. 12 P. 385-389 doi:10.22271/tpi.2023.v12.i1e.18019.