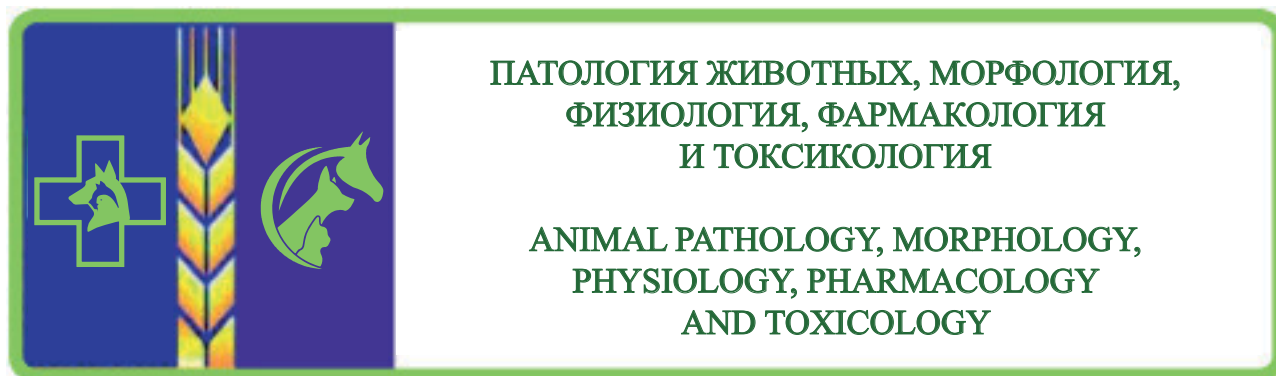




УДК 636.393.9

DOI:10.31677/2311-0651-2024-43-1-70-77

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛИРУЮЩИХ БАВ НА УРОВЕНЬ ЖЕЛЕЗА В КРОВИ ЗААНЕНСКИХ КОЗЛЯТ

О.В. Иванцова, аспирант

В.И. Максимов, доктор биологических наук, профессор

А.А. Дельцов, доктор ветеринарных наук, профессор

О.А. Шапкайтс, кандидат биологических наук, доцент

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина

E-mail: oksana-latoukhina@mail.ru

Ключевые слова: зааненская порода, козлята, кровь, Абиопептид, Абиотоник, Био-железо, железо.

Реферат. Козье молоко становится все более интересным для продовольственной сферы в связи с некоторыми преимуществами по сравнению с коровьим: в нем выше жирность, уровень белка, магния, калия, фосфора, кобальта, витаминов В₁, В₂, С и некоторых аминокислот. Наиболее привлекательной для хозяйств породой является зааненская, так как наряду с качественным превосходством молока этой породе свойственны повышенные объемы удоя. В настоящее время главной задачей исследований в козоводстве является сохранение и улучшение генетического потенциала животных в условиях интенсивной эксплуатации, когда любой фактор окружающей среды (в особенности неполноценное кормление) может негативным образом отразиться на продуктивных качествах животных. Особенно значим период их пренатального и раннего постнатального онтогенеза. Одним из ключевых показателей обменных процессов в организме молодняка является железо, усиливающее окислительные процессы и способствующее воспроизводству гемоглобина эритроцитов. Исследование показало влияние возрастного фактора на увеличение концентрации железа в крови, а также лучшее усвоение железа в присутствии в организме меди. Отмечена эффективность применения железосодержащего препарата в комплексе с белковым гидролизатом, являющимся источником белка, необходимого для формирования ферментов и гормонов, участвующих в регуляции метаболизма железа в организме.

INFLUENCE OF STIMULATING BASICS ON THE LEVEL OF IRON IN THE BLOOD OF SAANEN KIDS

O.V. Ivantsova, PhD student

V.I. Maksimov, Doctor of Biological Sciences, Professor

A.A. Deltsov, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

O.A. Shapkayts, PhD of Biological Sciences, Associate Professor

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin

Keywords: Saanen breed, kids, blood, Abiopeptide, Abiotonic, Bio-iron, iron.

Abstract. Goat milk is becoming increasingly attractive for the food sector due to some advantages compared to cow milk: it has higher fat content, protein levels, magnesium, potassium, phosphorus, cobalt, vitamins B₁, B₂, C, and some amino acids. The Saanen breed is the most attractive for farms since, along with the qualitative superiority of milk, this breed is characterized by increased milk yield. Currently, the main goal of research in goat breeding is to preserve and improve animals' genetic potential under intensive exploitation conditions when any environmental factor (incredibly inadequate feeding) can negatively affect the productive qualities of animals. The period of their prenatal and early postnatal ontogenesis is especially significant. One of the critical indicators of metabolic processes in the body of young animals is iron, which enhances oxidative processes and promotes the reproduction of erythrocyte hemoglobin. The study showed the influence of the age factor on an increase in the concentration of iron in the blood and better absorption of iron in the presence of copper in the body. The effectiveness of using an iron-containing preparation in combination with protein hydrolysate, a source of protein necessary for the formation of enzymes and hormones involved in regulating iron metabolism in the body, has been noted.

Молочное козоводство является одним из перспективных животноводческих направлений в связи с особыми качествами козьего молока, которое, в сравнении с коровьим, содержит больше магния, калия, фосфора, кобальта и витаминов В₁, В₂, С, аминокислот (валин, гистидин, лейцин, метионин и цистеин); молоко некоторых пород коз обладает повышенной жирностью, более высокими показателями белка, плотности, сухого вещества, лактозы и калорийности. Одной из таких пород является зааненская [1, 2].

Повышенные объемы удоя и ценностные показатели обеспечиваются генотипом породы, но нарушения правил содержания и полноценного кормления животных, которые нередки в промышленных масштабах, могут стать причиной снижения здоровья и продуктивности коз. Особого внимания заслуживает ранний период постнатального онтогенеза, когда происходит смена фаз питания (молочивная фаза сменяется молочной, затем молочно-растительной и, наконец, растительной), и любое неблагоприятное воздействие может снизить адаптивные ресурсы организма и подорвать генетический потенциал животного.

Одним из ключевых показателей обменных процессов в организме молодняка является железо, роль которого заключается в обеспечении окислительных процессов, воспроизводстве гемоглобина эритроцитов, восстановлении ДНК, и его недостаток наряду с другими микроэлементами и витаминами приводит к нарушению нормального гемопоэза [3–5].

В целях предупреждения макро- и микроэлементозов хозяйства прибегают к применению кормовых добавок с содержанием минерального и/или витаминного комплекса. Особый интерес представляют добавки комплексного действия, решающие сразу несколько проблемных вопросов в части полноценного кормления [6, 7].

Принимая во внимание, что для жвачных животных предпочтительными считаются добавки на основе компонентов природного происхождения [8], нами проведено исследование влияния на уровень железа в крови коз добавок растительного происхождения Абиопептид и Абиотоник в комплексе с железосодержащим препаратом Био-железо с микроэлементами, разработанных российской фирмой «А-Био» (Московская область, Россия).

Абиопептид (АБП) представляет собой гидролизат соевого белка со вспомогательными компонентами (сорбат калия и вода). Абиотоник (АБТ) – также гидролизат соевого белка со вспомогательными компонентами (сорбат калия и вода) и комплексом витаминов (А, D₃, Е, С, В₁, В₂, В₅, В₆, В₉) и микроэлементов (селен, йод). Био-железо с микроэлементами (БЖМ), представляет собой жидкую коллоидную форму железа и микроэлементов: кобальта, меди, селена, йода.

Указанные добавки показали усиление обмена веществ и адаптивных качеств у сельскохозяйственной птицы, свиней, крупного рогатого скота и коз зааненской породы после перехода на растительное кормление [9 – 11].

Целью исследования являлось изучение влияния комплексных добавок на основе белкового гидролизата совместно с железосодержащим препаратом на уровень железа в крови козлят зааненской породы, выращиваемых в условиях промышленного комплекса, от рождения до двухмесячного возраста (начала растительного питания).

Экспериментальные исследования проводились на зааненских козах и полученных от них козлятах на протяжении 70 суток (при даче добавок козам со 110-х суток суягности до 1 месяца от родов, козлятам – через 2 ч после рождения до 30-суточного возраста) в условиях промышленного комплекса ООО «Нефёдовское» (Псковская область, Россия).

В эксперименте использованы 24 суягных зааненских козы (первой беременности), объединенные по 8 голов в контрольную и две экспериментальные группы, и 25 полученных от них козлят в динамике роста и развития, из них 8 козлят были объединены, как и козоматки, в контрольную группу, 17 козлят – в две экспериментальные группы, соответствующие группам их матерей.

Содержание и кормление коз и полученных от них козлят было физиологически обусловлено [1, 12 – 17]. Кормление козоматок проводилось в соответствии с нормами и рационами, разработанными Всероссийским государственным научно-исследовательским институтом животноводства для сукозных животных [18]: разнотравное сено и воду они получали в неограниченном количестве, комбикорм – индивидуально из расчета 400 г/гол/сут. Состав кормосмеси для коз (в рационе, %): кукуруза – 24,5, ячмень – 20,5, пшеница – 15, жмых подсолнечный – 15, шрот соевый – 10, жмых рапсовый – 8, меласса – 2, монокальцийфосфат – 1,55, сода пищевая – 1, известняковая мука – 0,9, премикс ПКК 60-1 ркх – 0,5, соль поваренная – 0,5, Лигногран – 0,3, Биосорб – 0,25.

Сразу после рождения козлята содержались отдельно от козоматок, в боксах под ИК-лампами. В первые 2 ч после рождения им выпаивалось молозиво, полученное от матери. Затем козлят кормили через каждые 3 ч смесью молока и молозива, полученных в общем объеме от коз, находящихся в раздойном периоде, в течение всей фазы новорожденности (7 суток в эксперименте).

В конце фазы новорожденности козлят переводили в групповые боксы, в рацион к молоку добавлялись овсяные хлопья (из цельного зерна) и вода. С 14-х суток содержание молока в рационе снижалось, увеличивалось количество овсяных хлопьев, вводилось разнотравное сено. В возрасте 30 дней козлята начинали получать комбикорм из расчета 10 г/гол/сут. Состав кормосмеси для козлят (в рационе, %): кукуруза – 15, ячмень – 28,75, пшеница – 28, жмых подсолнечный – 15, шрот соевый – 9, меласса – 2,1, монокальцийфосфат – 1,1, премикс ПКК 60-1 ркх 1 % – 0,5, Лигногран – 0,3, Биосорб – 0,25.

С 1,5-месячного возраста из рациона выводилось молоко. К 2-месячному возрасту козлят переводили в общий двор, где содержали до 4–6-месячного возраста в загонах, разделенных по половому признаку и в зависимости от габитуса.

В целях профилактики болезней и гиповитаминозов в первые сутки жизни козлята подвергались профилактической вакцинации сывороткой против пастереллеза, сальмонеллеза, эшерихиоза, парагриппа и инфекционного ринотрахеита, а также витаминизации комплексным витаминосодержащим препаратом Элеовит и иммунизации препаратом Азоксивет. Во вторые сутки козлят дегельминтизировали препаратом Стоп-кокцид, витаминизировали комплексным витаминосодержащим препаратом Селемаг. На третьи сутки проводилась витаминизация

витамином В₁₂, на четвертые – комплексным витаминсодержащим препаратом Тетравит. Кроме того, со вторых по пятые сутки жизни новорожденным животным вводили подкожно раствор Рингера, раствор глюкозы и кальция борглюконат в целях профилактики обезвоживания и других сопутствующих процессов. Очередная витаминизация козлят проводилась в 14 суток внутримышечным введением лекарственного препарата Хелсивит.

Экспериментальные животные дополнительно к стандартному рациону получали одновременно биодобавки: 8 коз и полученные от них 8 козлят – биодобавку Абиопептид из расчета 40 мл/гол/сут для козы и 1 мг/кг для козленка) и железосодержащий препарат Био-железо с микроэлементами по 10 мл/гол/сут для козы и 1 мл/гол/сут для козленка (далее – группа «АБП+ БЖМ»); 8 коз и полученные от них 9 козлят – биодобавку Абиотоник и железосодержащий препарат Био-железо с микроэлементами по такому же расчету: белкового гидролизата – 40 мл/гол/сут для козы и 1 мг/кг для козленка, железосодержащего препарата – по 10 мл/гол/сут для козы и 1 мл/гол/сут для козленка (далее – группа «АБТ+ БЖМ»).

Все биодобавки вводились животным орально через индивидуальные шприцы (козлятам в шприцах объемом 5 мл).

Для определения уровня железа в крови отбирали сыворотку крови у козлят на 3, 7, 14, 21, 30, 45 и 60-е сутки от рождения в соответствии с Правилами взятия патологического материала, крови, кормов и пересылки их для лабораторного исследования (утверждены Главным управлением ветеринарии Минсельхоза СССР 24.06.1971).

Отобранную кровь центрифугировали на лабораторной центрифуге ОПН-8 при 7000 об/мин в течение 7 мин согласно расчетам, проведенным в соответствии с п. 3.4 приказа Минздрава России от 23.09.2002 № 295 «Об утверждении Инструкции по проведению донорского прерывистого плазмафереза».

Отделенную сыворотку подвергали замораживанию по технологии быстрой заморозки согласно Национальному стандарту Российской Федерации «Кровь донорская и ее компоненты» (ГОСТ Р 53420-2009, утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации от 28.10.2009 № 485-ст) и хранили при температуре -30 °С. Пробы размораживались непосредственно перед исследованием с соблюдением правил разморозки и требований инструкций в зависимости от определяемого гормонального показателя.

Измерение концентрации железа проводилось на автоматическом биохимическом анализаторе Mindray BS 300 с комплектом наборов, разработанных компанией Mindray Medical International Limited (Шэньчжэнь, Китай) колориметрическим методом без депротеинизации.

Статистическую обработку полученных в ходе опыта данных, в том числе оценку достоверности различий между выборками экспериментальных и контрольной групп проводили с помощью сравнения независимых выборок по двустороннему t-критерию Стьюдента. Достоверность различий внутри групп между разными экспериментальными периодами оценивали с помощью сравнения зависимых выборок по двустороннему t-критерию Стьюдента. Различия принимали достоверными (p) при выполнении неравенства $p \leq 0,05$.

Результаты исследования уровня железа в крови зааненских козлят с 3-суточного до 2-месячного возраста с учетом применения комплексных кормовых добавок, получаемых со 110-х суток пренатального по 30-е сутки постнатального онтогенеза, выявили изменения, представленные в таблице.

Концентрация железа в сыворотке крови козлят ($M \pm m$), ммоль/л
Iron concentration in blood serum of goat kids ($M \pm m$), mmol/l

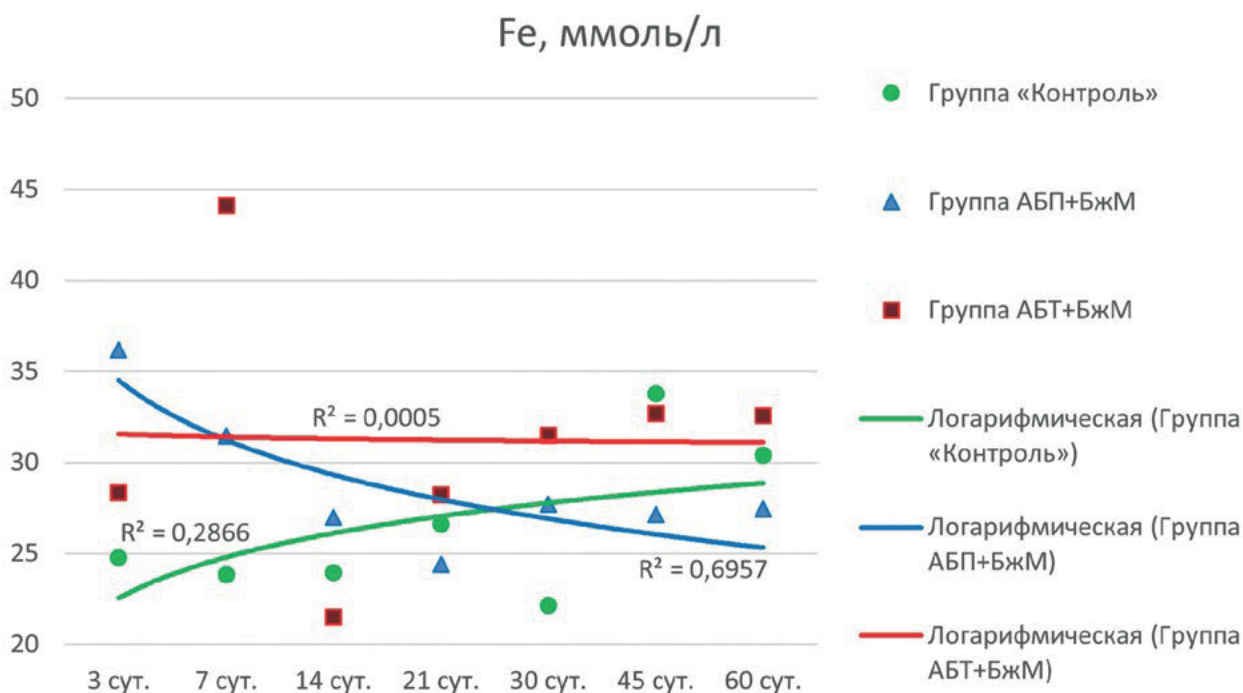
Возраст, сут	Группа		
	контроль (n=8)	АБП+БжМ (n=8)	АБТ+БжМ (n=9)
3	24,78±1,80	36,19±2,98●	28,33±4,33
7	23,82±2,10*	31,46±4,21*	44,12±6,59*■
14	23,93±2,40*#	26,98±4,11*#	21,5±3,59*#
21	26,62±2,10*#Δ	24,39±4,69*#Δ	28,22±3,71*#Δ
30	22,16±0,70*#Δ○	27,69±4,14*#Δ○	31,48±4,83
45	33,78±3,50#Δ○□	27,14±1,55#○□	32,69±3,09#○
60	30,41± ±3,06*#Δ○□ β	27,45±2,55*#Δ○□ β	32,58±3,42*#Δ○□ β

Примечания:

1. Достоверность внутри группы (зависимая выборка) $\leq 0,05$ по отношению к показателям: *3-х суток; #7-х суток; Δ14-х суток; °21-х суток; □30-х суток; β45-х суток.

2. Достоверность между группами по отношению к контролю (независимая выборка): ■ $\leq 0,05$; ● $\leq 0,01$.

На рисунке приведено графическое изображение динамики железа за период исследования.



Возрастная динамика концентрации железа в сыворотке крови у козлят трёх подопытных групп (логарифмический тренд).

По оси X – количество суток после рождения. Символом ○ обозначены опытные точки для тренда в контрольной группе с существенным значением коэффициента детерминации R^2

Age-related dynamics of iron concentration in blood serum in goat kids of three experimental groups (logarithmic trend). The X axis is the number of days after birth. The symbol ○ indicates experimental points for the trend in the control group with a significant coefficient of determination R^2 value.

Наиболее высокие показатели железа отмечаются в группе АБТ+БжМ (за исключением 14-х суток), наиболее низкие – в контрольной группе (за исключением 45-х суток).

Поступающее с кормом железо в основном состоит из неорганического трехвалентного железа (Fe^{3+}) и всасывается в энтероциты через переносчик двухвалентных металлов 1 (DMT1) после восстановления Fe^{3+} до Fe^{2+} цитохромом b двенадцатиперстной кишки в присутствии медной оксидоредуктазы гестина на мембране энтероцитов. Из просвета энтероцитов Fe^{2+} переносится в сосудистое русло через переносчик металлов ферропортин. Экскретируемый Fe^{2+} затем окисляется до Fe^{3+} медной оксидоредуктазой церулоплазмином, и образующееся трехвалентное железо связывается с сывороточным трансферритином [19, 20].

Наличие меди в составе биодобавки Абиотоник объясняет превосходство показателя железа в группе АБТ+БЖМ, а его резкое снижение на 14-е сутки может объясняться интенсивным использованием железа в кроветворении, простимулированном в этот период препаратом Хелсивит.

Повышенный показатель уровня железа в крови козлят контрольной группы на 45-е сутки, очевидно, связан с выведением из их рациона молока как источника белка, являющегося основной частью пептидных регуляторов железа, необходимых для всасывания железа в кишечнике, а также пептидного гормона печени гепсидина – регулятора концентрации железа в крови и тканях.

Таким образом, по результатам исследования крови козлят зааненской породы было выявлено следующее:

- в процессе роста и развития организма козлят в период постнатального онтогенеза до их перехода на растительное кормление концентрация железа повышается;
- повышенное усвоение железа в организме возможно в присутствии меди (содержится в Абиотонике и Био-железе с микроэлементами);
- использование белкового гидролизата (Абиопептид и Абиотоник) совместно с железосодержащим препаратом (Био-железо с микроэлементами) способствует лучшему усвоению организмом железа благодаря дополнительному поступлению белка, являющегося основной частью регуляторов метаболизма железа в организме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Адаптационные* и продуктивные возможности молочных коз разных генотипов и условий выращивания / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, Е.И. Кизилова [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 3. – С. 36–43.
2. *Devendra C., Haenlein G.F.W.* Animals that produce dairy foods // *Encycl. Dairy Sci.* – 2016. – P. 77–97. – DOI: [org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00035-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00035-2).
3. *Кондрахин И.П., Акбаев М.Ш., Крупальник В.Л.* Основы козоводства и профилактика болезней коз: справочное пособие. – М.: Аквариум, 2012. – С. 60–61.
4. *Тельцов Л.П., Романова Т.А., Музыка И.Г.* Закономерности развития организма и практика животноводства // *Ветеринарный врач.* – 2008. – № 5. – С. 34–36.
5. *Age related changes in serum biochemical profile of Saanen goat kids during the first three months of life / S. Abdolvahabi & Zaeemi, Mahdiah & Mohri, Mehrdad [et al.]* // *Revue de médecine vétérinaire.* – 2016. – Vol. 167. – P. 106–112.
6. *Баврина С.А., Зайцева А.В.* Влияние минерального препарата Silaccess на качество молока дойных коз зааненской породы // Молодежь, наука, медицина: тез. 68-й Всерос. межвуз. студ. науч. конф. с междунар. участием, Тверь, 20–21 апреля 2022 г. – Тверь: Тверская гос. мед. Академия, 2022. – С. 45–46.
7. *Миловидова Е.Д.* Влияние минерального препарата «Silaccess» на физиологические показатели сукозных коз зааненской породы // Передовое развитие современной науки: опыт, проблемы, прогнозы: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 27 дек. 2021 г. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая наука» (ИП Ивановская И.И.), 2021. – С. 334–341.

8. Лушников А.В., Гнеушева И.А. Комплексные препараты на основе БАВ растительного и микробного происхождения для современных агротехнологий // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию факультета технологии и товароведения Воронеж. гос. аграр. ун-та им. императора Петра I, Воронеж, 7–9 нояб. 2018 г. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т им. Императора Петра I, 2018. – Ч. II. – С. 36–38.
9. Бетин А.Н., Фролов А.И., Лобков В.Ю. Эффективность применения абиопептида и биожегеза в рационах цыплят бройлеров // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 4. – С. 50–53.
10. Максимов В.И., Иванцова О.В., Дельцов А.А. Обмен веществ у суягных зааненских коз и влияние на него стимулирующих БАВ // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: сб. тр. науч.-практ. конф. – М.: С.-х. технологии, 2022. – С. 275–276.
11. Исследование белковой энергетической добавки «Абиотоник» для роста и сохранности поросят / Ю.Г. Ткаченко, А.В. Ежелев, З.Н. Федорова [и др.] // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. – Ростов-н/Д: Дон. ГТУ, 2020. – Т. 2, С. 404–407.
12. Нормированное кормление козлят молочных пород / А.В. Кильпа, Ю.Д. Квитко, Б.Т. Абилов, И.А. Синельщикова // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Т. 2, № 1. – С. 163–169.
13. Влияние систем кормления, биологически активных веществ и нетрадиционных кормов на переваримость и физиологию пищеварения у коз / Д.А. Кислова, Г.К. Дускаев, О.В. Кван, Е.В. Шейда // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105, № 4. – С. 131–145.
14. Орифджонова П.Д., Раджабов Ф.М., Косимов М.А. Влияние разного уровня кормления маток таджикской шерстной породы коз на рост и развитие их козлят // Kishovar. – 2015. – № 4. – С. 38–40.
15. Evaluation of metabolic profiles of Saanen goats in the transition period / Akkaya, Fatma & Senturk, Sezgin & Mecitoğlu, Zafer // Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. – 2020. – Vol. 71. – P. 21–27. – DOI: 10.12681/jhvms.23637.
16. Macromineral requirements for growing Saanen goat kids / R.A. Gomes, D. Oliveira-Pascoa, I.A.M.A. Teixeira [et al.] // Small Ruminant Research. – 2011. – Vol. 99, Is. 2–3. – P. 160–165.
17. Khanal P., Nielsen M.O. Impacts of prenatal nutrition on animal production and performance: a focus on growth and metabolic and endocrine function in sheep // Journal of Animal Science and Biotechnology. – 2017. – Vol. 8, N 1. – P. 1–14. – DOI: 10.1186/s40104-017-0205-1.
18. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – С. 211–225.
19. Body iron metabolism and pathophysiology of iron overload / Y. Kohgo, K. Ikuta, T. Ohtake [et al.] // Int J Hematol. – 2008, Jul. – Vol. 88 (1). – P. 7–15. – DOI: 10.1007/s12185-008-0120-5.
20. Zhang A.S., Enns C.A. Molecular mechanisms of normal iron homeostasis // Hematology Am Soc Hematol Educ Program. – 2009. – Vol. 207. – P. 14. – DOI: 10.1182/asheducation-2009.1.207.

REFERENCES

1. Novopashina S.I., Sannikov M.Yu., Kizilova E.I. [i dr.], *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 2018, No. 3, pp. 36–43. (In Russ.)
2. Devendra C., Haenlein G.F.W. Animals that produce dairy foods, *Encycl. Dairy Sci*, 2016, P. 77–97, DOI: org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00035-2.
3. Kondrahin I.P., Akbaev M.SH., Krupal'nik V.L. *Osnovy kozovodstva i profilaktika boleznej koz: spravocnoe posobie* (Basics of Goat Breeding and Prevention of Goat Diseases: A Reference Manual), Moscow: Akvarium, 2012, pp. 60–61.
4. Tel'cov L.P., Romanova T.A., Muzyka I.G., *Veterinarnyj vrach*, 2008, No. 5, pp. 34–36. (In Russ.)
5. Abdolvahabi S. & Zaeemi, Mahdieh & Mohri, Mehrdad [et al.] Age related changes in serum biochemical profile of Saanen goat kids during the first three months of life, *Revue de médecine vétérinaire*, 2016, Vol. 167, P. 106–112.

6. Bavrina S.A., Zajceva A.V., *Molodezh', nauka, medicina* (Youth, Science, Medicine), Abstracts of the 68th All-Russian Interuniversity Student Scientific Conference with International Participation, Tver, April 20–21, 2022, Tver: Tverskaya gos. med. Akademiya, 2022, 45–46. (In Russ.)
7. Milovidova E.D. *Peredovoe razvitie sovremennoj nauki: opyt, problemy, prognozy* (Advanced Development of Modern Science: Experience, Problems, Forecasts), Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, December 27, 2021, Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva "Novaya nauka" (IP Ivanovskaya I.I.), 2021, pp. 334–341. (In Russ.)
8. Lushnikov A.V., Gneusheva I.A., *Proizvodstvo i pererabotka sel'skohozyajstvennoj produkcii* (Production and Processing of Agricultural Products: Quality and Safety Management), Voronezh: Voronezh. gos. agrar. un-t im. Imperatora Petra I, 2018, part II, pp. 36–38. (In Russ.)
9. Betin A.N., Frolov A.I., Lobkov V.Yu., *Vestnik APK Verhnevolzh'ya*, 2014, No. 4, pp. 50–53. (In Russ.)
10. Maksimov V.I., Ivancova O.V., Del'cov A.A., *Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny, zootekhnii, biotekhnologii i ekspertizy syr'ya i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya* (Actual Problems of Veterinary Medicine, Zootechnics, Biotechnology and Expertise of Raw Materials and Products of Animal Origin), Proceedings of the Scientific and Practical Conference, Moscow: S.-h. tekhnologii, 2022, pp. 275–276. (In Russ.)
11. Tkachenko Yu.G., Ezhelev A.V., Fedorova Z.N. [i dr.], *Sostoyanie i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa*, Rostov-on-Don: Don. GTU, 2020, Vol. 2, pp. 404–407. (In Russ.)
12. Kil'pa A.V., Kvitko Yu.D., Abilov B.T., Sinel'shchikova I.A., *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, 2012, Vol. 2, No. 1, pp. 163–169. (In Russ.)
13. Kislova D.A., Duskaev G.K., Kvan O.V., Shejda E.V., *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2022, Vol. 105, No. 4, pp. 131–145. (In Russ.)
14. Orifdzhonova P.D., Radzhabov F.M., Kosimov M.A., *Kishovarz*, 2015, No. 4, pp. 38–40. (In Russ.)
15. Akkaya, Fatma & Senturk, Sezgin & Mecitoğlu, Zafer, Evaluation of metabolic profiles of Saanen goats in the transition period, *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 2020, Vol. 71, P. 21–27, DOI: 10.12681/jhvms.23637.
16. Gomes R.A., Oliveira-Pascoa D., Teixeira I.A.M.A. et al., Macromineral requirements for growing Saanen goat kids, *Small Ruminant Research*, Vol. 99, Issue 2–3, 2011, P. 160–165.
17. Khanal P., Nielsen M.O. Impacts of prenatal nutrition on animal production and performance: a focus on growth and metabolic and endocrine function in sheep, *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2017, Vol. 8, N 1, P. 1–14, DOI: 10.1186/s40104-017-0205-1.
18. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V. [i dr.], *Normy i rationy kormleniya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh* (Norms and rations for feeding farm animals), Moscow: Rossel'hozakademiya, 2003, pp. 211–225.
19. Kohgo Y., Ikuta K., Ohtake T. [et al.], Body iron metabolism and pathophysiology of iron overload, *Int J Hematol*, 2008, Jul, Vol. 88 (1), P. 7–15, DOI: 10.1007/s12185-008-0120-5.
20. Zhang A.S., Enns C.A. Molecular mechanisms of normal iron homeostasis, *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*, 2009, Vol. 207, P. 14, DOI: 10.1182/asheducation-2009.1.207.