

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ХВОЙНОГО ЭКСТРАКТА
НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ У БЫЧКОВ
В ПЕРИОД ДОРАЩИВАНИЯ**

Волнин А.А., Боголюбова Н.В., Рыков Р.А.

*Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста,
Подольск-Дубровицы, Российская Федерация*

Цель работы – исследование влияния скармливания добавки хвойного экстракта (ХЭД) на показатели минерального обмена у растущих бычков. Добавка представляет собой смесь экстрактивных веществ из биомассы хвои на глицерине, с торговым названием «Хвойно-энергетическая добавка», производитель – НТЦ «Химинвест», Нижний Новгород. Эксперимент проведен на двух группах бычков черно-пестрой голштинизированной породы (возраст 5-8 месяцев, n=7, живая масса 170 кг). Бычки контрольной группы получали сено-концентратный рацион и зелёные корма по поедаемости. Бычкам опытной группы к основному рациону ежедневно задавали ХЭД из расчета 2,5 мл на 10 кг живой массы. Через 1 месяц от начала скармливания отмечена более высокая концентрация меди и цинка в цельной крови в опытной группе ($P < 0,05$). Через 3 месяца в опытной группе концентрация хлоридов в сыворотке крови у животных опытной группы была выше на 8,5% ($P < 0,05$) в сравнении с контрольной группой. Уровень селена был выше в крови животных опытной группы относительно контроля ($P < 0,05$) и начала опыта ($P < 0,05$). На фоне менее устойчивых сдвигов в сравнении с контролем и по двум периодам исследования в уровне и соотношении общего Са и неорганического фосфора, наиболее выраженным эффектом в действии хвойной добавки были изменения в уровне микроэлементов – повышение концентрации цинка, меди и селена в сыворотке крови. Заключение, что применение добавки хвойного экстракта оказывает разностороннее влияние на минеральный обмен у растущих бычков. С учётом данных, полученных в других исследованиях, исследованную кормовую добавку можно рекомендовать для применения в качестве дополнительного источника микроэлементов и биологически активных веществ в рационе молодняка крупного рогатого скота.

Ключевые слова: быки на доращивании, хвойно-энергетическая добавка, макро- и микроэлементы крови, цинк, медь, селен

Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 1: 86-95

Введение

Тенденция к сокращению источников традиционных натуральных кормов в животноводстве стимулирует поиск натуральных продуктов, оказывающих положительное влияние на продуктивность; в частности, у жвачных – за счёт модуляции ферментной активности в рубце (McIntosh et al., 2003). В последнее время данное направление становится актуальным в связи с использованием нетрадиционных кормовых средств, полученных путём переработки промышленных отходов, в том числе отходов лесной промышленности. Одним из направлений в поиске подобных продуктов является исследование биологической эффективности применения в кормлении продуктивных животных хвои и продуктов её переработки. При этом решается несколько важных задач – поиск новых, безопасных, высокоэффективных и дешёвых кормовых продуктов; утилизация промышленных отходов без негативного воздействия на окружающую среду; рациональное природопользование.

О ценных питательных качествах и высоком содержании биологически активных веществ в хвое, а также возможности её использования в кормлении сельскохозяйственных животных известно давно (Алешин, 1975; Голяркин, 1979), однако, экономически обоснованным данное направление стало относительно недавно, с появлением новых эффективных технологий переработки хвои для получения кормовых средств (Киргинцев и др., 2017).

Эксперименты с растительными эфирными маслами демонстрируют возможность использования природных продуктов, в частности растительных вторичных метаболитов, для воздействия на процессы ферментации в рубце путём селективного подавления определённых видов микроорганизмов (McIntosh et al., 2003). Изучены эффекты влияния хвои жёлтой сосны (*Pinus ponderosa*) на процессы пищеварения у крупного рогатого скота (Pfister et al., 1992). Крупный рогатый скот на свободном выпасе часто поедает хвою (Uresk, Painter, 1993; Pfister, Adams, 1993; Pfister, 1997). Иголки жёлтой сосны содержат большое количество конденсированных танинов (Adams et al., 1992), которые способствуют увеличению образования микробиального белка (Waghorn et al., 1987; McNabb et al., 1993). Уровень свободных аминокислот сыворотки крови у крупного рогатого скота, потреблявшего высушенные на воздухе иглы жёлтой сосны, был повышен по сравнению с контрольной группой (Kronberg, Short et al., 1997). Показано, что эфирные масла из пихты Дугласа (*Pseudotsuga menziesii*) оказывают влияние на активность рубцовой микрофлоры у овец и оленей (Oh et al., 1967). Изучено влияние растительных эфирных масел на жизнедеятельность рубцовой микрофлоры и продукцию микробиального белка, показана возможность использования коммерческой смеси соединений эфирных масел для воздействия на процессы ферментации в рубце (Fernandez et al., 1997).

Представлены данные о повышении молочной продуктивности коров при применении хвойно-энергетической кормовой добавки (Рыжов и др., 2014). Изучено влияние хвойной энергетической добавки на общие клинико-биохимические показатели крови у быков (Боголюбова и др., 2018). Показано положительное влияние хвойной кормовой добавки на интенсивность роста нетелей (Прытков и др., 2015). Изучены показатели минерального обмена у коров при применении хвойной добавки (Зенкин и др., 2014).

Целью данного исследования была оценка влияния скармливания добавки хвойного экстракта на содержание макро- и микроэлементов в крови у бычков в период дорастивания.

Материал и методы

Эксперимент был проведен в условиях физиологического двора ВИЖа на двух группах бычков голштинизированной черно-пестрой породы (возраст 5-8 мес., n=7, живая масса 170 кг). Бычки контрольной группы получали рацион, содержащий зерновую дерть (ячмень 70%+пшеница 30%), сено ежи сборной и зелёные корма по поедаемости. Бычкам опытной группы к основному рациону ежедневно задавали добавку хвойного экстракта из расчёта 2,5 мл на 10 кг живой массы. Хвойно-энергетическая добавка (производитель – НТЦ «Химинвест», Нижний Новгород, РФ) представляет собой комплекс дополнительного питания, включающий медицинский глицерин и хвойный экстракт.

Отбор проб крови проводили из хвостовой вены перед утренним кормлением, до начала исследований, через 1 и 3 месяца после начала исследований. Активность щелочной фосфатазы, концентрацию общего кальция, неорганического фосфора, хлоридов, магния и железа определяли в сыворотке крови с помощью биохимического анализатора ChemWell (Awareness technology, США) с использованием наборов реактивов: Analyticon, Германия (фосфор, щелочная фосфатаза, железо); Spinreact, Испания (магний, хлориды); Диакон-ДС, Россия (кальций).

Концентрацию цинка, меди и селена определяли в цельной крови; подготовку проб выполняли методом кислотного озоления в микроволновой системе MARS 5 (CEM, США); кровь растворяли в концентрированной азотной кислоте и нагревали в течение 40 мин при

температуре 190⁰С в режиме – нагрев до 190⁰С в течение 20 мин, удержание температуры в течение 10 мин, охлаждение до 100⁰С – 10 мин); полученный минерализат исследовали на атомно-абсорбционном спектрометре КВАНТ – 2А (ООО КОРТЭК, Россия).

Результаты и обсуждение

В образцах сыворотки и цельной крови, полученных до начала исследования, не было установлено статистически значимых различий между животными опытной и контрольной группы по всем исследованным показателям (активность щелочной фосфатазы, концентрация кальция, фосфора, хлоридов, магния и железа в сыворотке крови, а также концентрация цинка меди и селена в цельной крови).

Через 1 месяц от начала скармливания добавки не установлено различий между опытной группой и контролем по активности щелочной фосфатазы, концентрации кальция, фосфора, соотношения Са/Р и концентрации железа в сыворотке крови. Концентрация магния в сыворотке крови была выше в контрольной группе по сравнению с опытной на 24 (P<0,01).

Через 3 месяца от начала опыта у животных опытной группы концентрация хлоридов в сыворотке крови была ниже на 8,5% (P<0,05), а концентрация меди и цинка в цельной крови выше по сравнению с контрольной группой на 17,7% и 21,9% (P<0,05) соответственно (табл. 1). Уровень селена был выше в опытной группе в 2,3 раза (P<0,05) (табл. 2).

Таблица 1. Активность щелочной фосфатазы (ALP), концентрация кальция, фосфора, хлоридов в сыворотке крови бычков

Группы	Щелочная фосфатаза, МЕ/л	Са, мМ	Р мМ	Са/Р	Хлориды, мМ
До начала исследования					
Контроль	384±32	2,77±0,11	2,61±0,20	1,09±0,07	99,0±4,7
Опыт	381±29	2,85±0,14	2,62±0,19	1,13±0,12	99,0±5,5
Через 1 мес.					
Контроль	283±27↓	2,46±0,08	2,72±0,05	0,91±0,04↓	97,2±1,8
Опыт	294±39	2,22±0,07↓	2,67±0,11	0,84±0,03↓	92,9±1,6
Через 3 мес.					
Контроль	371±44	2,71±0,04↑	3,62±0,06↑	0,75±0,02↓	101,3±1,5**
Опыт	322±24	2,70±0,05↑	3,47±0,09↑	0,78±0,03	92,7±1,3↓

Примечания: ↓/↑ P<0,05; ↓↓/↑↑ P<0,01 по критерию Манна-Уитни при сравнении с началом опыта.

Таблица 2. Концентрация магния, железа в сыворотке, селена, меди и цинка в цельной крови бычков

Группы	Mg, моль/л	Fe, мкМ	Se, мкМ	Cu, мкМ	Zn, мкМ
До начала исследований					
Контроль	1,00±0,05	38,3±1,4	0,86±0,18	14,26±1,66	38,9±3,5
Опыт	1,00±0,04	38,6±2,3	0,78±0,10	15,25±0,88	39,9±2,3
Через 1 мес.					
Контроль	1,56±0,09	31,3±0,6↓↓	-	12,30±0,70↓	30,2±2,2
Опыт	1,19±0,06**	30,1±1,6↓	-	14,95±0,82*	38,7±2,8*
Через 3 мес.					
Контроль	1,08±0,02	31,4±1,8	0,79±0,08	12,15±0,09	30,9±1,2
Опыт	1,27±0,18	31,8±2,1	1,81±0,36*	12,36±0,40↓	36,7±5,1

Примечания: *P<0,05; **P<0,01 по критерию Манна-Уитни при сравнении с контролем.

Микроэлементы играют важную роль в обмене веществ благодаря их способности взаимодействовать с ферментами и белковыми гормонами природы. В организме животных кальций необходим для нормального функционирования нервной ткани, оказывает влияние на

эффективность действия гормонов, участвует в процессе свёртывания крови, создании биоэлектрического потенциала в клетках и в других физиологических процессах. Фосфор участвует в белковом, жировом и углеводном обмене. Жвачные животные отличаются тем, что присутствие микробной фитазы в рубце позволяет им использовать большую часть фосфора, присутствующего в виде фитатов в зерновых кормах (Suttle, 2010).

Исходя из результатов исследования, можно предположить, что у бычков на дорацивании скармливание хвойно-энергетической добавки влияет на метаболизм кальция и фосфора. Через 1 мес. от начала опыта концентрация кальция в сыворотке крови снижается в опытной группе, при этом соотношение Са/Р снижается в обеих группах. Через 3 мес. повышается содержание кальция и фосфора в сыворотке крови в обеих группах относительно 1 мес. от начала опыта, при этом в контрольной группе наблюдается снижение соотношения Са/Р по сравнению с 1 мес. опыта.

Значительная часть кальция в организме животных связана с фосфорной кислотой и служит основой костной ткани, фосфор содержится преимущественно в костной и мышечной ткани. Фосфор является одним из наиболее распространенных минералов в организме животных, на кости и зубы приходится около 80% фосфора. Потребность в кальции увеличивается в период роста животных, кальций и фосфор взаимодействуют в процессах обмена веществ и обычно являются элементами-синергистами, но при избытке или дефиците одного из них они становятся антагонистами – при избытке фосфора в рационе усиливается деятельность парашитовидной железы, что вызывает снижение содержания кальция в скелете, а при недостатке фосфора уменьшается отложение в костяке кальций-фосфата на фоне увеличения карбоната кальция. Отложение кальция увеличивается по мере повышения обеспеченности организма фосфором и витамином D (Kaneko et al., 2008).

Несомненно, что выявленные сдвиги уровней кальция и фосфора в крови, а также – Са/Р связаны со специфическим действием хвойной добавки в организме бычков опытной группы, поскольку биологически активные вещества, содержащиеся в хвойном экстракте, а также глицерин, входящий в состав добавки, могут влиять на интенсивность роста и развития костной и мышечной ткани, а также интенсивность метаболизма, в том числе на депонирование кальция и фосфора в организме, что, в конечном итоге, выражается в сдвигах содержания общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови в период исследования, по отношению к контрольной группе, получавшей стандартный рацион. Введение в рацион комплексов микроэлементов влияет на интермедиарный обмен и эффективность использования кальция и фосфора в организме – при повышении содержания кобальта, марганца, меди и цинка в корме отмечено повышение эффективности использования кальция и фосфора у коров (Самохин, 2003).

Обмен магния в организме животных связан с фосфорно-кальциевым обменом через метаболизм витамина D. Поступление витамина D в оптимальных количествах влияет на обмен магния, но при этом соотношение кальция и фосфора не изменяется. При дефиците магния нарушается обмен кальция, возникает гиперкальциемия и увеличивается концентрация кальция в моче (Kaneko et al., 2008; Зайцев, 2016). Магний является важным фактором активации ферментов окислительного фосфорилирования, в том числе АТФазы, влияет на процессы биосинтеза белка и бета-окисления жирных кислот, связан с работой мышц, необходим для поддержания жизнедеятельности рубцовой микрофлоры и других физиологических функций (Самохин, 2003; Suttle, 2010). Высокое содержание калия в рационе может снижать интенсивность всасывания магния в рубце, аналогичным образом на обмен магния влияет потребление большого количества грубых кормов, кормов с высоким содержанием жира (магний участвует в реакциях омыления жирных кислот) и сырого протеина (повышение содержания аммиака, сопровождающееся изменением рН, снижает абсорбцию магния) (Suttle, 2010).

С учётом этих эффектов, можно предположить, что пониженное, относительно контрольной группы, содержание магния в сыворотке крови у животных опытной группы

через 1 мес. от начала опыта, а также незначительное увеличение концентрации магния на 3-м месяце опыта относительно 1-го мес. у животных опытной группы на фоне существенного снижения уровня магния от 1-го к 3-му мес. исследования у животных контрольной группы связано с особенностями действия добавки хвойного экстракта на переваримость протеина рациона, а также на метаболизм кальция и фосфора в организме бычков опытной группы.

Хлориды участвуют в поддержании осмотического давления, регулируют кислотно-щелочное равновесие и водный обмен в организме (Suttle, 2010). Содержание хлоридов в сыворотке крови у крупного рогатого скота может характеризоваться выраженными возрастными изменениями – рост и развитие организма в период с 3-4 до 11-18 мес. сопровождается заметным (до 20%) повышением концентрации хлоридов (Зайцев, 2016). В нашем исследовании не было выявлено существенных различий по содержанию хлоридов в сыворотке крови между началом, 1-м и 3-м мес. исследования в контрольной группе, которые могли бы свидетельствовать о возрастном изменении уровня содержания хлоридов в организме растущих бычков. Возможно, что трёх месяцев исследования недостаточно, чтобы отследить у бычков возрастную динамику изменений содержания хлоридов в сыворотке крови. Исходя из этого, не вызывает сомнений факт влияния хвойной энергетической добавки на концентрацию хлоридов в сыворотке крови, так как на третьем месяце исследования в опытной группе отмечена более низкая концентрация хлоридов, по сравнению с контрольной группой, при этом наблюдалось значительное снижение уровня хлоридов по сравнению с началом опыта.

Сдвиги в концентрации хлоридов сыворотки крови могут иметь различные причины. Гиперхлоремия и гипохлоремия, которые обычно сопровождаются пропорциональными изменениями концентрации натрия, обусловлены изменениями в водном балансе. Изменения концентрации хлоридов, которые не связаны с аналогичным изменением концентрации натрия, обычно связаны с кислотно-щелочным дисбалансом. Концентрация хлоридов имеет тенденцию изменяться обратно пропорционально концентрации бикарбонатов. Диспропорциональное увеличение хлоридов чаще всего связано с гипогликемическим метаболическим ацидозом, а также может рассматриваться как компенсирующий ответ на первичный респираторный алкалоз. Диспропорциональное уменьшение хлоридов характерно для метаболического алкалоза, но также может рассматриваться как часть компенсирующего ответа на хронический первичный респираторный ацидоз (Kaneko et al., 2008). Представляется вполне вероятным, что выявленные различия в концентрации хлоридов сыворотки крови на третьем месяце исследования связаны с высокой бактерицидной активностью фитонцидов, содержащихся в больших количествах в хвое и, соответственно, в хвойном экстракте. Выявленные различия также могут быть следствием влияния биологически активных веществ хвойного экстракта на катион-анионный баланс, вызывая подщелачивание или подкисление среды, что, в свою очередь, может оказывать влияние на всасывание и депонирование кальция и магния в организме животных (Kaneko et al., 2008; Suttle, 2010).

Не вызывает сомнений факт влияния скармливания ХЭД на концентрацию селена в цельной крови бычков – на третьем месяце концентрация селена в крови в опытной группе была в 2,3 раза выше по сравнению с контрольной. У бычков, получавших хвойную добавку, установлено повышение уровня селена по сравнению с началом опыта, в то время как в контрольной группе концентрация селена сохранялась на относительно постоянном уровне. Большая часть селена крови сосредоточена в эритроцитах, в сыворотке крови крупного рогатого скота селен (примерно треть от общего селена, содержащегося в крови) связан с альбумином, глутатионпероксидазой и селенопротеином Р (Awadeh et al., 1998; Kincaid, 1999). Большинство селенопротеинов являются антиоксидантами, защищают ткани от повреждающего действия реактивных форм кислорода – побочных продуктов окислительных процессов. Биохимические и клинические отклонения, вызванные недостатком селена, связаны с метаболизмом витамина Е (Самохин, 2003; Suttle, 2010). Основным фактором, определяющим обеспеченность организма животных селеном, является содержание селена в

рационе. Гомеостатические факторы, регулирующие всасывание селена, если таковые имеются, играют незначительную роль. Обеспечение адекватного поступления селена с кормом – это крайне важная, но сложная задача в связи с тем, что концентрация селена в кормах варьирует исключительно широко, в зависимости от вида растений, сезона года и содержания селена в почве (Suttle, 2010). Доминирующая форма селена в кормах – это белковосвязанный селенометионин, который составляет 55-65% от содержания соединений селена в зерновых и больше – в белковых концентратах. Другие формы – такие как селеноцистеин (5-15%) и другие селено-соединения представляют собой меньшие доли селена в кормах (Whanger et al., 2002). По всей видимости, влияние ХЭД на содержание селена в крови быков объясняется высоким, относительно стандартного рациона, содержанием селена в хвойном экстракте.

Функции цинка многочисленны и лишь частично связаны с цинксодержащими металлоферментами. У животных цинк участвует в регуляции аппетита, метаболизме липидов, антиоксидантной защите (Suttle, 2010). Поджелудочная железа выделяет цинк-зависимую фосфолипазу (Kim et al., 1998), которая гидролизует фосфатидилхолин, способствуя его абсорбции и образованию хиломикронов (Noh, Koo, 2001). У жвачных животных дефицит цинка в рационе сопровождается снижением концентрации цинка в плазме крови. Цинк в плазме снижается до низкого уровня в течение 36 ч у крупного рогатого скота, содержащегося на диете, сильно дефицитной по содержанию цинка. Также концентрация цинка в плазме варьирует в связи с возрастом, стрессом, наличием инфекции. Уровень цинка может снижаться на фоне теплового стресса и кетоза у крупного скота и увеличиваться у коров, страдающих маститом, а также у старых животных (Kincaid, 1999). Телята легко поглощают и связывают большое количество цинка в составе металлопротеинов в печени в ответ на повышенное содержание цинка в рационе. Как только добавленный цинк удаляется из корма для телят, концентрация Zn в печени нормализуется в течение нескольких недель (Kincaid, Cronrath, 1979).

Исходя из результатов исследования, очевидно, что ХЭД влияет на содержание цинка в цельной крови бычков (после 1-го месяца исследования зафиксировано повышенное содержание цинка в крови в опытной группе относительно контроля). На третьем месяце уровень цинка был несколько выше в опытной группе, однако разница не была статистически значимой. По всей видимости, влияние ХЭД на содержание цинка в крови быков объясняется высоким, относительно стандартного рациона, содержанием цинка в хвойном экстракте.

Медь необходима для функционирования многочисленных ферментов, кофакторов и реактивных белков; этот элемент играет важную роль в кроветворении, в синтезе гемоглобина, цитохромов, железопорфинов, в процессах тканевого дыхания и выработки антител, входит в состав ферментов оксидаз и супероксиддисмутазы, стимулирует гормоны гипофиза. Уровень меди в крови отражает содержание этого элемента в тканях организма. Одной из важных функций тканевой меди является её участие в цитохромоксидазной реакции – медь является важной частью ферментного комплекса IV в цепи переноса электронов (Самохин, 2003; Suttle, 2010). На первом месяце исследования у бычков опытной группы концентрация меди в крови была более высокой по сравнению с контролем, при этом в контрольной группе наблюдалось значительное снижение концентрации меди по сравнению с началом опыта, в то время как в опытной группе уровень меди находился на относительно постоянном уровне. К концу 3-го мес. в опытной группе зафиксировано снижение концентрации меди по сравнению с 1-м мес. Снижение концентрации меди в крови быков опытной группы на 3-м месяце исследования относительно 1-го связано, по-видимому, с аккумуляцией избыточного количества кормовой меди в печени животных на фоне постоянно высокого, относительно стандартного рациона, поступления меди с кормом.

При постоянном высоком поступлении с кормом медь аккумулируется в печени, что может сопровождаться снижением концентрации меди, циркулирующей в крови (Suttle, 2010). Известно, что поступление больших количеств цинка уменьшает концентрацию меди в плазме

и печени крупного рогатого скота. Поступление молибдена с кормом может ингибировать поглощение и использование меди. В рубце молибден, взаимодействуя с серой, связывает медь с образованием тетрамолибдата, что препятствует усвоению меди. Другие тиомолибдаты, поступая в кровь, связывают эндогенную медь, делая её недоступной для метаболических целей (Kincaid, 1999). Функцию депонирования меди в плазме крови выполняет церулоплазмин; он связывает от 70 до 90% меди, циркулирующей в крови. При возникновении дефицита содержания меди в рационе животных недостаток компенсируется в первую очередь за счет мобилизации меди, связанной в составе церулоплазмينا плазмы, затем мобилизуется медь, аккумулированная в печени (Suttle, 2010; Kincaid, 1999).

Заключение

Результаты проведенного исследования дают основание для заключения, что скармливание добавки хвойного экстракта оказывает разностороннее влияние на минеральный обмен у бычков в период доразивания. На фоне менее выраженных сдвигов относительно контроля и по двум периодам исследования в уровне и соотношении общего Са и неорганического фосфора, наиболее устойчивым эффектом в действии хвойной добавки были изменения в уровне микроэлементов – повышение концентрации цинка, меди и селена в сыворотке крови. С учётом данных, полученных в работах других авторов, исследованную кормовую добавку целесообразно применять в качестве дополнительного источника микроэлементов и биологически активных веществ в рационе молодняка крупного рогатого скота.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства высшего образования и науки России (регистрационный номер НИОКТР АААА-А18-118021590136-7)

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин В.Т. Использование хвои в кормлении скота // Животноводство. – 1975. – № 10. – С. 45-46.
2. Боголюбова Н.В., Рыков Р.А., Романов В.Н. Оценка метаболического статуса организма бычков при использовании в питании энерго-витамино-минерального комплекса // Зоотехния. – 2018. – № 5. – С. 2-4.
3. Голяркин Ф.Е. Хвоя и ветки - дополнительный источник каротина // Молочное и мясное скотоводство. – 1979. – № 2. – С. 26-27.
4. Зайцев С.Ю. Тензиометрический и биохимический анализ крови животных: фундаментальные и прикладные аспекты. – М.: Сельскохозяйственные технологии, 2016. – 192 с.
5. Зенкин А.С., Кирдяев В.М., Кутуева Э.К. Изучение показателей минерального обмена у коров ООО "Нива" при применении хвойной энергетической добавки // Мат. X межд. научно-практ. конф.: "Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции". – Саранск. 2014. – С. 234-239.
6. Киргинцев Б.О., Беленькая А.Е., Ярмоц Г.А. Использование хвои в кормлении сельскохозяйственных животных // Мат. Всеросс. научной конф.: "Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса". – Тюмень. – 2017. – С. 229-234.
7. Прытков Ю.Н., Кистина А.А., Червяков М.Ю. Влияние хвойно-энергетической кормовой добавки в рационе на интенсивность роста нетелей // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 4. – С. 36-38.
8. Рыжов В.А., Рыжова Е.С., Короткий В.П., Есипович А.Л., Казанцев О.А., Зенкин А.С. Хвойно-энергетическая кормовая добавка для животноводства // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2014. – Т. 26. – С. 431-435.
9. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. – Воронеж: Воронежский гос. унив., 2003. – 136 с.
10. Adams D.C., Pfister J.A., Short R.E., Gates R.G., Knapp B.W., Wiedmeier R.D. Pine needle effects on in vivo and in vitro digestibility of crested wheatgrass // J. Range Manag. – 1992. – No. 45. – P. 249-253.
11. Awadeh F.T., Abdelrahman M.M., Kincaid R.L., Finley J.W. Effect of selenium supplements on the distribution of selenium among serum proteins in cattle // J. Dairy Sci. – 1998. – Vol. 81. – P. 1089-1094.

12. Fernandez M., Serrano E., Frutos P., Giraldez F.J., Mantecon A.R., Llach J.R. Effect of Crina HC supplement upon the rumen degradative activity in sheep // *Inf. Tech. Econ. Agraria*. – 1997. – Vol. 18. – P. 160-162.
13. Kaneko J.J., Harvey J.W., Bruss M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th ed. – Amsterdam: Elsevier, Academic Press Publ., 2008. – 928 p.
14. Kincaid R. L. Assessment of trace mineral status of ruminants: A review // In: *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* – 1999. – P. 10.
15. Kincaid R.L., Cronrath J.D. Effects of dietary zinc upon tissue zinc and percent unsaturated plasma-zinc binding capacity // *J. Dairy Sci.* – 1979. – Vol. 62. – P. 572-576.
16. Kim E.-S., Noh S.K., Koo S.I. Marginal zinc efficiency lowers the lymphatic absorption of a-tocopherol in rats // *J. Nutr.* – 1998. – Vol. 128. – P. 265-270.
17. Kronberg S.L., Short R.E., Grings E.E. Ingestion of ponderosa pine needles by cattle. *Proc. Range Beef Cow Sympos.* Rapid City, South Dakota, 1997, P. 149.
18. McIntosh F.M., Williams P., Losa R., Wallace R. J., Beever D.A., Newbold C.J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism // *Environ. Microbiol.* – 2003. – Vol. 69. – № 8. – P. 5011-5014. DOI: 10.1128/AEM.69.8.5011-5014.2003
19. McNabb W.C., Waghorn G.C., Barry T.N., Shelton I.D. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the digestion and metabolism of methionine, cystine and inorganic sulfur in sheep // *Brit. J. Nutr.* – 1993. – No. 70. – P. 647-661.
20. Noh S., Koo S.I. Intraduodenal infusion of lysophosphatidylcholine restores the intestinal absorption of vitamins A and E in rats fed a low-zinc diet // *Exp. Biol. Med.* – 2001. – Vol. 226. – P. 342-348.
21. Oh H.K., Sakai T., Jones M.B., Longhurst W.M. Effect of various essential oils isolated from Douglas fir needles upon sheep and deer rumen microbial activity // *Appl. Microbiol.* – 1967. – No. 68. – P. 777-784.
22. Pfister J.A., Adams D.C., Wiedmeier R.D., Cates R.G. Adverse effects of pine needles on aspects of digestive performance in cattle // *Journal of Range Management*. – 1992. – No. 45. – P. 528-533.
23. Pfister J.A., Adams D.C. Factors influencing pine needle consumption by grazing cattle during winter // *J. Range Manag.* – 1993. – No. 46. – P. 394-398.
24. Pfister J.A. Cattle consumption of Ponderosa pine needles in the Black Hills // In: *Abstrs. Ann. Meeting, Soc. Range Manage.* – Rapid City, South Dakota, 1997. – P. 29.
25. Suttle N.F. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4th ed. – Cambridge: CABI Publ., 2010. – 579 p.
26. Uresk D.W., Painter W.W. Cattle diets in a Ponderosa pine forest in the northern Black Hills // *J. Range Manag.* – 1985. – No. 38. – P. 440-442.
27. Waghorn G.C., Ulyatt M.J., John A., Fisher M.J. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. // *Brit. J. Nutr.* – 1987. – No. 57. – P. 115-126.
28. Whanger P.D. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance // *J. Am. Coll. Nutr.* – 2002. – No. 21. – P. 223-232.

REFERENCES

1. Adams D.C., Pfister J.A., Short R.E., Gates R.G., Knapp B.W., Wiedmeier R.D. Pine needle effects on in vivo and in vitro digestibility of crested wheatgrass. *J. Range Manag.* 1992. 45: 249-253.
2. Aleshin V.T. [Using needles in feeding cattle]. *Zhivotnovodstvo - Animal Husbandry*. 1975, 10: 45-46.
3. Awadeh F.T., Abdelrahman M.M., Kincaid R.L., Finley J.W. Effect of selenium supplements on the distribution of selenium among serum proteins in cattle. *J. Dairy Sci.* 1998, 81: 1089-1094.
4. Bogolyubova N.V., Rykov R.A., Romanov V.N. [Evaluation of the metabolic status of the bull calves when using the energy-vitamin-mineral complex]. *Zootekhnika - Zootechnics*. 2018, 5: 2-4.
5. Fernandez M., Serrano E., Frutos P., Giraldez F.J., Mantecon A.R., Llach J.R. Effect of Crina HC supplement upon the rumen degradative activity in sheep. *Inf. Tech. Econ. Agraria*. 1997, 18: 160-162.
6. Golyarkin F.E. [Needles and branches are an additional source of carotene]. *Molochnoe I myasnnoe skotovodstvo - Dairy and Meat Cattle Husbandry*. 1979, 2: 26-27.
7. Kaneko J.J., Harvey J.W., Bruss M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th ed., Amsterdam: Elsevier, Academic Press Publ., 2008, 928 p.
8. Kim E.-S., Noh S.K., Koo S.I. Marginal zinc efficiency lowers the lymphatic absorption of a-tocopherol in rats. *J. Nutr.* 1998, 128: 265-270.
9. Kincaid R. L. Assessment of trace mineral status of ruminants: A review. In: *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 1999, P. 10.

10. Kincaid R.L., Cronrath J.D. Effects of dietary zinc upon tissue zinc and percent unsaturated plasma-zinc binding capacity. *J. Dairy Sci.* 1979, 62: 572-576.
11. Kirgintsev B.O., Belen'kaya A.E., Yarmots G.A. [Use of needles in feeding farm animals]. In: *Mat. Nauchno ikonf.: "Integratsiya nauki i praktiki dlya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa"* [Mat. conf.: Integration of science and practice for the development of the agro-industrial complex). Tyumen, 2017. – C. 229-234.
12. Kronberg S.L., Short R.E., Grings E.E. Ingestion of ponderosa pine needles by cattle. *Proc. Range Beef Cow Sympos.* Rapid City, South Dakota, 1997, P. 149.
13. McIntosh F.M., Williams P., Losa R., Wallace R. J., Beever D.A., Newbold C.J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Environ. Microbiol.* 2003, 69(8): 5011-5014. DOI: 10.1128/AEM.69.8.5011-5014.2003
14. McNabb W.C., Waghorn G.C., Barry T.N., Shelton I.D. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the digestion and metabolism of methionine, cystine and inorganic sulfur in sheep. *Brit. J. Nutr.* 1993, 70: 647-661.
15. Noh S., Koo S.I. Intraduodenal infusion of lysophosphatidylcholine restores the intestinal absorption of vitamins A and E in rats fed a low-zinc diet. *Exp. Biol. Med.* 2001, 226: 342-348.
16. Oh H.K., Sakai T., Jones M.B., Longhurst W.M. Effect of various essential oils isolated from Douglas fir needles upon sheep and deer rumen microbial activity. *Appl. Microbiol.* 1967, 68: 777-784.
17. Pfister J.A., Adams D.C., Wiedmeier R.D., Cates R.G. Adverse effects of pine needles on aspects of digestive performance in cattle. *J. Range Manag.* 1992, 45: 528-533.
18. Pfister J.A., Adams D.C. Factors influencing pine needle consumption by grazing cattle during winter. *J. Range Manag.* 1993, 46: 394-398.
19. Pfister J.A. Cattle consumption of Ponderosa pine needles in the Black Hills. In: *Abstrs. Ann. Meeting, Soc. Range Manage.* Rapid City, South Dakota, 1997, P. 29.
20. Prytkov Yu.N., Kistina A.A., Chervyakov M.Yu. Влияние хвойно-энергетической кормовой добавки в рационе на интенсивность роста нетелей // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal - Agrarian Scientific Journal.* 2015, 4: 36-38.
21. Ryzhov V. A., Ryzhova E. S., Korotkii V. P., Esipovich A. L., Kazantsev O. A., Zenkin A.S. [Coniferous-energetic feed additive for animal husbandry]. *Nauchno-metodicheskii elektronnyi zhurnal "Kontsept" - Scientific and methodical electronic journal "Concept"*. 2014, 26: 431-435.
22. Samokhin V.T. *Profilaktika narushenii obmena mikroelementov u zhivotnykh* (Prevention of metabolic disorders of microelements in animals). Voronezh: Voronezh State. Univ. Publ., 2003, 136 p.
23. Suttle N.F. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4th ed. Cambridge: CABI Publ., 2010, 579 p.
24. Uresk D.W., Painter W.W. Cattle diets in a Ponderosa pine forest in the northern Black Hills. *J. Range Manag.* 1985, 38: 440-442.
25. Waghorn G.C., Ulyatt M.J., John A., Fisher M.J. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. *Brit. J. Nutr.* 1987, 57: 115-126.
26. Whanger P.D. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. *J. Am. Coll. Nutr.* 2002, 21: 223-232.
27. Zaitsev S.Yu. *Tenziometricheskii i biokhimicheskii analiz krovi zhivotnykh: fundamental'nye i prikladnye aspekty* (Tenzimetric and biochemical analysis of animal blood: fundamental and applied aspects). Moscow: Sel'skokhozyaistvennye tekhnologii Publ., 2016, 192 p.
28. Zenkin A.S., Kirnyaev V.M., Kutueva E.K. [The study of mineral metabolism indices in cows with the use of coniferous energy additives]. In: *Mat. X mezhd. nauchno-prakt. konf.: Resursoberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii* (Mat. Conf.: Resource-saving environmentally safe technologies for the production and processing of agricultural products). Saransk, 2014, P. 234-239.

Effect of dietary coniferous extract supplementation on blood concentration of trace elements in growing bull calves

Volnin A.A., Bogolyubova N.V., Rykov R.A.

*Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk-Dubrovitsy,
Moscow oblast, Russian Federation*

ABSTRACT. The aim is to study the effect of dietary coniferous extract supplementation (CEA, a mixture of extractive substances from fir-needle biomass with glycerin, manufacturer - STC Khiminvest, Nizhny Novgorod, Russia) on indicators of mineral metabolism in growing bulls. The experiment was carried out on two groups of bull-calves of the Black-and White holsteinized breed (age 5-8 months, $n = 7$, live weight 170 kg). The bulls of the control group received a ration containing a hay-concentrate diet and grass feed *ad libitum*. The bulls of the experimental group were given to the main ration daily CEA at the rate of 2.5 ml per 10 kg of live weight. After 1 month from the start of feeding, a higher concentration of copper and zinc in whole blood was observed in the experimental group ($P < 0.05$). After 3 months, the concentration of chlorides in the blood serum in the animals of the experimental group was higher by 8.5% ($P < 0.05$) vs control group. The level of selenium was higher in animals of the experimental group relative to the control ($P < 0.05$) and the start of the experiment ($P < 0.05$). Against the background of less stable shifts in the level and ratio of total Ca and inorganic phosphorus, relative to the control and periods of the study, the most pronounced effects of CEA were changes in the level of trace elements - an increase in the concentration of zinc, copper and selenium in the blood serum. Concluded that the use of CEA has a diverse effect on mineral metabolism in growing bulls. Taking into account the data obtained in other studies, the coniferous feed extract can be recommended for use as an additional source of microelements and biologically active substances in the diet of young cattle.

Key words: growing bulls, coniferous-energy feed additive, blood levels of microelements, zinc, copper, selenium

Problemy biologii produktivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 1: 85-94

Поступило в редакцию: 08.06.2018

Получено после доработки: 27.02.2019

Волнин Андрей Александрович, н.с., 7(925)172-54-12, volnin.a@mail.ru

Боголюбова Надежда Владимировна, к.б.н., в.н.с.

Рыков Роман Анатольевич, с.н.с.