

**Репродуктивная биология**

УДК 636.2:636.018:591.463.1:577.118

doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.96rus

**СПЕРМОПРОДУКЦИЯ У БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ПРИ РАЗНОЙ  
ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ****А.И. АБИЛОВ<sup>1</sup>, Г.В. ЕСКИН<sup>2</sup>, Х.А. АМЕРХАНОВ<sup>3</sup>, Н.А. КОМБАРОВА<sup>2</sup>,  
И.С. ТУРБИНА<sup>2</sup>, Е.В. ФЕДОРОВА<sup>2</sup>, И.В. ГУСЕВ<sup>1</sup>, Н.В. ЖАВОРОНКОВА<sup>1</sup>**

Современное высокопродуктивное промышленное скотоводство основывается на использовании ценных генотипов с интенсивным обменом веществ. У таких животных состояние здоровья должно оцениваться не по наличию или отсутствию клинических признаков заболеваний и даже не по снижению продуктивности и воспроизводительной способности, а по показателям интенсивности обменных процессов с выявлением ранних субклинических нарушений их течения. В статье изложены новые данные по содержанию основных макро- (Ca, P, Mg, Fe, хлориды) и микроэлементов (Cu, Zn, Se, Mn) в сыворотке крови у высокопродуктивных быков-производителей современной селекции в зависимости от сроков исследования, возраста, селекционной направленности и присутствия RED-фактора. Объектами исследования были 49 животных разного возраста (2-7 лет) мясных (абердин-ангусская, герфордская, лимузинская), молочных (голштинская красно-пестрая и черно-пестрая, айрширская) и комбинированной (бурая швицкая) пород. В образцах семени оценивали следующие показатели: объем (мл), содержание сперматозоидов (млрд/мл), подвижность (%) в нативном семени, после разбавления, замораживания-оттаивания и через 5 ч инкубации при 38 °С. Также учитывали общее число сперматозоидов в эякуляте, число доз семени на каждого быка, число замороженных доз за 1 сут отбора эякулята, процент выбраковки нативных эякулятов. Показано влияние микроэлементов на качественные и количественные характеристики семени. Выяснено, что содержание макро- и микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей в основном зависит от степени сбалансированности рациона и требует постоянной корректировки. Различия по концентрации микро- и макроэлементов в сыворотке крови быков-производителей в зависимости от селекционной направленности и присутствия RED-фактора недостоверны. Установлено, что изменение соотношения Ca:P, а также количества Cu, Zn и хлоридов в сыворотке крови влияют на показатели качества семени быков-производителей. Полученные данные свидетельствуют о необходимости пересмотреть значения оптимальных концентраций макро- и микроэлементов в сыворотке крови (физиологической нормы) для разных пород крупного рогатого скота в процессе онтогенеза с учетом пола, физиологического состояния, сезона года, технологии содержания и эксплуатации. Кроме того, подтверждена необходимость комплексно контролировать и корректировать обеспеченность животных макро- и микроэлементами с учетом недостатка или избытка последних в геохимических зонах.

**Ключевые слова:** микро- и макроэлементы, быки-производители, спермопродукция, селекция.

В современном высокопродуктивном промышленном животноводстве основным требованием становится обеспечение здоровья животных на всех этапах их эксплуатации.

В молочном скотоводстве за последние 20 лет достигнут значительный генетический прогресс. В первую очередь он был обеспечен масштабным внедрением искусственного осеменения и возможностью тиражировать ценные генотипы с интенсивным обменом веществ. У таких животных состояние здоровья должно оцениваться не по наличию или отсутствию клинических признаков заболеваний и даже не по снижению продуктивности и воспроизводительной способности, а по показателям интенсивности обменных процессов с выявлением субклинических отклонений в их течении (1). С помощью мониторинга биохимического статуса у высокопродуктивных животных даже на самых ранних стадиях можно выявлять нарушения обмена белков, углеводов, липидов, витаминов, макро- и микроэлементов, причем чем больше регистрируется отклонений по био-

химическим показателям, тем серьезнее метаболические расстройства (1).

Для поддержания продуктивного и репродуктивного здоровья и повышения эффективности использования животных новой генетической формации требуются более глубокие исследования метаболизма не только у материнских, но и у отцовских особей, тем более комплексный подход к исследованию физиологических процессов необходим у высокоценных быков-производителей (2). Также установлено, что незначительные нарушения обмена у молодых животных могут служить маркерами генетических аномалий (3).

Известно, что для млекопитающих наиболее значимы 15 микроэлементов: Fe, I, Cu, Zn, Co, Se, Mn, Cr, Ni, V, Mo, F, Li, Si и As. Они входят в состав рецепторного аппарата клетки, в состав трансферных белков, влияют на активность ферментов и гормонов, участвуют в их синтезе, оказывают антиоксидантный эффект, влияют на состояние различных звеньев иммунитета и т.д. (4, 5).

Метаболические процессы могут нарушаться как при недостатке, так и при избытке многих элементов. Аналогичные или очень схожие поражения скелета отмечены при недостатке Ca, P, Cu, Mn, Zn, Si, витаминов A и D, а также при избытке Mo, F, Sr, витамина D. Анемию может вызывать недостаток Fe, Cu, Co, некоторых витаминов или избыток Mn, V, Zn, Cu, Pb, Se в рационе (6).

Известно, что микро- и макроэлементы участвуют в регуляции основных физиологических процессов. Например, кальций в организме выполняет две основных функции: пассивную (в составе опорных тканей) и активную (в клетках и тканях для поддержания процессов жизнедеятельности). Содержание кальция в крови здоровых животных зависит от количества Ca, P, Mg и витамина D в рационе. В организме животных на Ca и P приходится 70-75 % минеральных веществ. При этом около 90-99 % Ca и 80-87 % P входит в состав скелета и только соответственно 1-2 и 13-20 % содержится в мягких тканях. Дефицит Ca и P вызывает костные заболевания — остеопороз или остеопороз у взрослых животных. Кальций в ионизированном состоянии — необходимый компонент в процессах свертывания крови, поддержания коллоидной структуры белка, структуры и проницаемости мембран, в повышении сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям и устойчивости к токсическим веществам. Он способствует снижению возбудимости нервной системы, регуляции сердечной деятельности и активации процессов секреции гормонов коры надпочечников, гипофиза и поджелудочной железы (7). Фосфор участвует во многих биохимических реакциях в организме, в частности в переносе энергии, в усвоении и транспорте жиров и углеводов. Этот элемент входит в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов и фосфопротеидов, необходим для поддержания кислотно-щелочного равновесия в организме жвачных животных и активизации ферментации в рубце (7, 8). Недостаток P в рационе приводит к снижению прироста массы тела и молочной продуктивности, извращению аппетита, нарушению функции воспроизводства и рождению слаборазвитого молодняка.

Избыток фосфора приводит к недостатку магния, что наблюдается при высококонцентратном типе кормления и кетозах (6). В организме 60-70 % Mg сосредоточено в скелете, из этого количества одна треть находится в связанной с фосфатами форме, а две трети Mg адсорбировано на поверхности костных кристаллов. В мягких тканях Mg служит для нормализации процессов нервно-мышечного возбуждения и активизации многих ферментных систем. Ионы магния активизируют фосфатазу, пепти-

дазу и др. (7). При недостатке Mg в организме развиваются дегенеративные и некротические изменения в почках, увеличивается содержание Ca в стенках крупных сосудов, в сердечной и скелетных мышцах, нарушается биоритм выделения гормонов (9). Основными причинами дефицита Mg можно считать несбалансированное питание и голодание, повышение доли содержащих фосфор продуктов в рационе, увеличение выведения Mg из организма в результате повышенных физических нагрузок и эндокринных нарушений (8).

Немаловажное значение для нормализации репродуктивной функции имеет Se, его присутствие в ткани печени зависит от наличия витамина E в организме. При дефиците Se в рационе крупного рогатого скота отмечают осложнения родов, задержку последа, эндометриты.

Дефицит йода приводит к увеличению бесплодия коров, аборт, ослаблению полового инстинкта у самцов, ухудшению качества спермы. Известно, что в основном йод необходим для нормальной функции щитовидной железы и ее гормонов. При его недостатке нарушается взаимосвязь гипофиза и яичников, возникают фолликулярные кисты.

Роль цинка в организме очень многообразна — это основной микроэлемент, влияющий на рост и развитие животных, продуктивность, воспроизводительную функцию, остеосинтез, кроветворение. Наличие Zn в передней доле гипофиза (аденогипофиз), возможно, связано с его участием в выработке гонадотропинов, которые контролируют функцию половых желез. При недостатке Zn развиваются органические нарушения в семенных канальцах, нарушается сперматогенез. Нарушение секреции гонадотропинов вызывает недостаточность тестостерона, а возможно, и атрофию семенников. Избыточное количество Zn провоцирует анемию, остановку роста и отравление.

Исследования показали, что в организме животных число металлопротеидов, участвующих в обменных процессах, достигает нескольких тысяч. Только для Zn известно более 200 протеинсодержащих соединений, из них примерно 160 — металлоферменты. Например, цитрат цинка — важный компонент секрета предстательной железы, улучшающий подвижность сперматозоидов в эякуляте. Кроме того, цинк служит мощным фактором антиоксидантной защиты и обладает способностью стабилизировать мембраны клеток, а также оказывать иммуномодулирующее действие на T-клеточную систему (10).

Положительное влияние Zn на репродуктивную функцию осуществляется непосредственно или через гипофиз-гонадотропные гормоны. Установлена взаимосвязь между проявлением инсулярной функции поджелудочной железы и содержанием в ней цинка. В составе инсулина и глюкагона Zn участвует в метаболизме углеводов (11). Необходимо учитывать, что увеличение поступления кальция в организм повышает потребность животного в цинке.

Железо незаменимо в процессе кроветворения и внутриклеточного обмена, входит в состав гемоглобина крови, а также в состав цитохромов и ферментов, которые участвуют в окислительно-восстановительных реакциях. Примерно 55-60 % Fe в организме приходится на гемоглобин, 24 % входит в состав различных гемопротеидов и участвует в формировании миоглобина, 21 % находится в депонированном состоянии в печени, селезенке. Железо играет важную роль в ферментативных реакциях, в обеспечении иммунных функций и метаболизме холестерина. Дефицит Fe (как и избыток) отрицательно влияет на здоровье животных. Недостаток железа вызывает развитие железодефицитной анемии, связанной с нехваткой ио-

нов железа для синтеза гемоглобина. Избыток Fe наблюдается после чрезмерного длительного приема железосодержащих препаратов. В организм Fe поступает с пищей, его суточная потеря составляет примерно 1 мг. В 1 мл крови содержится 1 мг Fe. Неусвоенное железо выводится из организма с мочой и калом. Повышенное содержание Fe в организме вызывает нарушение функции желудочно-кишечного тракта (запор или диарея), уменьшение массы тела, печеночную недостаточность, болезни печени, артрит, угнетение клеточного и гуморального иммунитета, увеличивает риск развития инфекционных заболеваний. Прием Fe в избыточном количестве может стать причиной возникновения свободных радикалов (Fe — окисляющий агент в организме), которые способны разрушать ткани и пагубно влиять на сперматогенез. Избыток железа в кормах и воде приводит к ухудшению использования протеина кормов и снижению продуктивности животных. Для лучшего усвоения железа и кальция рекомендуют применять их раздельно, что в 2 раза повышает биодоступность Fe и на треть уменьшает побочные действия его препаратов (12).

При хроническом избытке Fe необходимо применять кровопускания или использовать гепатопротекторы. Препараты Zn и Ca способствуют усвоению Fe, фосфаты препятствуют. Витамин E и Zn в высоких дозах снижают усвоение Fe, дефицит витамина A (авитаминоз) подавляет способность организма усваивать Fe. Витамины C и B<sub>12</sub> в сочетании с Cu способствуют усвоению Fe. Снижение кислотности желудочного сока сопровождается уменьшением усвоения железа. Избыток Fe препятствует усвоению Cu и Zn (13).

Следует отметить, что у животных дефицит почти всех незаменимых микроэлементов приводит к снижению мясной, шерстной и молочной продуктивности, расстройству процессов пищеварения и метаболизма, снижению воспроизводства и слабости новорожденных особей (14). Недостаток одного, а тем более нескольких микроэлементов вызывает эндокринные расстройства, снижая биосинтез гормонов и их активность, что нарушает процессы размножения (15).

Таким образом, не вызывает сомнений актуальность биохимического мониторинга обменных процессов (в том числе статуса по основным химическим элементам) у высокопродуктивных животных, в том числе у быков-производителей современной селекции, матери которых достигли значительной продуктивности (по молочным породам — удой от 15-20 тыс. кг в год, по мясным — среднесуточный прирост живой массы более 1500 г).

Цель настоящей работы — изучить влияние макро- и микроэлементного состава сыворотки крови у быков-производителей современной селекции на качественные и количественные характеристики спермопродукции с учетом эффекта различных экзо- и эндогенных факторов.

*Методика.* Работу выполняли в 2011-2013 годах на группе из 49 быков-производителей разного возраста (2-7 лет) мясных (абердин-ангусская, герефордская, лимузинская), молочных (голштинская красно-пестрая и черно-пестрая, айрширская) и комбинированной (бурая швицкая) пород в условиях ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных» (ОАО «ГЦВ», Подольский р-н, Московская обл.). Кормление, содержание и эксплуатацию животных осуществляли согласно принятой для этих целей национальной технологии замораживания и использования спермы племенных быков-производителей (16). Кровь для анализа отбирали из яремной вены традиционным методом непосредственно на скотных дворах после взятия семени и перед кормлением согласно плану ветеринарно-санитарных мероприятий

в соответствии с той же технологией (16).

Макроэлементы (Ca, P, Mg, Fe) и хлориды определяли в сыворотке крови на анализаторе ChemWell 2902 («AwarenessTechnology», США), микроэлементы Cu, Zn, Se, Mn — в цельной крови на атомно-абсорбционном спектрометре Квант-2А (Россия).

В образцах семени оценивали следующие показатели: объем (мл), содержание сперматозоидов (млрд/мл), подвижность (%) в нативном семени, после разбавления, замораживания-оттаивания и через 5 ч инкубации при 38 °С. Также учитывали общее число сперматозоидов в эякуляте, число доз семени на каждого быка, число замороженных доз на 1 сут отбора эякулята, процент первичной выбраковки нативных эякулятов.

Все технологические этапы работы с семенем осуществлялись согласно национальной технологии взятия и использования семени быков-производителей (16).

Для статистической обработки полученных данных использовали программу MS Excel.

**Результаты.** Мы изучили содержание микро- и макроэлементов в крови быков-производителей и проанализировали эти данные с учетом возраста, направления продуктивности, RED-фактора и показателей спермопродукции у обследованных животных.

Результаты, полученные по годам наблюдений (табл. 1), свидетельствовали, что электролитный обмен (Ca, P, Mg, Fe) и содержание микроэлементов (Cu, Zn, Se, Mg) в сыворотке крови в среднем у всех быков-производителей находились в пределах нормы, но по Fe, Se и Ca:P имелись несоответствия (последнее соотношение равнялось 1,54 при норме 1,70-2,00, то есть отклонение составило 10-30 %).

**1. Содержание макро- и микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей молочных, мясных и комбинированных пород по годам исследования (n = 49,  $\bar{X} \pm x$ , ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Подольский р-н, Московская обл.)**

Показатель	2011 год, весна	min-max	2012 год, весна	min-max
Ca, ммоль/л	2,61±0,14	2,22-2,82	2,45±0,25	2,10-3,36
P, ммоль/л	2,64±0,34	2,01-3,89	2,11±0,40	1,72-3,72
Mg, ммоль/л	0,94±0,13	0,70-1,49	0,88±0,09	0,69-1,15
Fe, ммоль/л	31,46±9,25	18,83-59,45	31,14±5,33	20,62-43,77
Se, мкмоль/л	2,04±0,41	1,29-3,41	1,13±0,25	0,53-1,63
Cu, мкмоль/л	14,39±2,04	11,76-21,44	16,00±2,11	13,02-23,48
Zn, мкмоль/л	33,00±6,72	22,21-52,37	40,16±7,24	24,65-55,67
Ca:P	—	—	1,54±0,25	0,85-1,92
Хлориды, ммоль/л	103,64±4,66	87,58-110,87	105,54±4,09	97,5-113,82

Примечание. Прочерк означает, что показатель не определяли.

В 2011 году содержание Ca у 46 быков (94,00 %) было близко к нижней границе нормы (от 2,22 до 2,82 при норме 2,22-3,33 ммоль/л). В то же время на 2-й год исследования отмечалось ухудшение по показателю: он составил 2,10-3,36 ммоль/л (у 30 быков — был в норме, а у 36,70 % — ниже нормы). Это вызвано, на наш взгляд, более интенсивной эксплуатацией быков-производителей и преобладанием в рационе концентратов, на что явно указывает концентрация P в сыворотке крови (см. табл. 1).

Содержание фосфора в сыворотке крови в 2011 году (вследствие концентратного типа кормления) у всех быков (100 %) превышало норму (у 36,73 % быков — 2,10-2,50; у 51,00 % животных — 2,51-3,00; у 12,46 % — 3,01 ммоль/л и более). То есть у 18 животных отмечали превышение на 19,0-60,0 %, у 25 — на 42,80-100 %, у 6 — более чем в 2 раза. В 2012 году после изменения рационов по доле концентратов содержание P нормализовалось у 32 быков (65,00 %), но у 16 производителей (32,00 %) превы-

шение нормативных показателей сохранялось.

Концентрация Mg в сыворотке крови в оба года у 9 быков оказалась ниже нормы (в 2012 году в целом наблюдали тенденцию к смещению показателей в сторону минимума).

Из-за зонального высокого содержания железа в воде и кормах этот показатель у быков из Головного центра воспроизводства традиционно превышает норматив для крупного рогатого скота: в 2011 году 51,00 %, а к 2012 году — 67,00 % животных имели избыток железа в сыворотке крови. Известно, что избыток фосфатов ингибирует всасывание железа (13). По нашим данным (см. табл. 1), содержание фосфора было обратно пропорционально содержанию железа. В 2011 году показатель по P у 18 быков соответствовал, а по Fe у 25 — превышал норматив, в следующем году у 32 животных содержание P стабилизировали, но отмечалось превышение уже по Fe (см. табл. 1).

Селен, избыток которого токсичен, в рацион дополнительно поступает исключительно из премиксов комбикормов. В 2011 году у 85,70 % обследованных особей его концентрация в сыворотке была выше нормы: у 17 производителей (35,00 %) — 1,52-2,00 мкмоль/л, у 22 (45,00 %) — 2,00-2,50, у 3 (6,00 %) более 3,00 ммоль/л. На следующий год показатели значительно снизились, и превышение нормы зафиксировали только у 10,00 % быков (1,54-1,63 ммоль/л).

Существует физиологический антагонизм между медью и марганцем, цинком, кальцием, кадмием. Железо тоже способно снижать усвоение меди (13). В нашем опыте у 4 (2011 год) и 11 (2012 год) животных ее концентрация в крови превысила норму.

Основное проявление нехватки цинка у скота — уменьшение массы тела, но при этом у животных не отмечают клинических признаков дефицита микроэлемента (17). В период наблюдения показатель по цинку (22,20-38,50 мкмоль/л) у 41 быка (84,00 %) в первый год не достигал нормы, но на следующий нормализация рациона по цинку способствовала увеличению показателя почти в 2 раза, однако у 21 быка он оставался ниже нормативного.

По хлоридам в оба года исследований средние значения показателя практически не различались (см. табл. 1), при этом в 2011 году он был выше нормы у 9 особей (108,72-110,87 ммоль/л), а в 2012 году — уже у 12 (108,84-113,72 ммоль/л).

Таким образом, у быков-производителей концентрация макро- и микроэлементов в сыворотке крови в основном зависит от количества и качества корма, которые необходимо постоянно корректировать, исходя из результатов биохимического мониторинга крови.

Для выяснения интенсивности обмена макро- и микроэлементов, обусловленного особенностями продуктивного типа животных, результаты исследования проанализировали в зависимости от направления продуктивности быков-производителей (табл. 2).

У быков с разным направлением продуктивности, находящихся в одинаковых условиях содержания и кормления, мы не обнаружили достоверных различий в показателях по макро- и микроэлементам в сыворотке крови. Несмотря на то, что рацион животных был сбалансирован по Ca и P и в сыворотке крови эти элементы находились в допустимых пределах, соотношение Ca:P колебалось по группам от 1,16 до 1,19, что не соответствует нормативам (1,70-2,00). Следовательно, быки испытывали избыточную концентратную нагрузку при недостатке моциона. Содержание Zn у комбинированных пород оказалось на 20 %, Ca — на 3-30 % ниже нормы.

**2. Содержание макро- и микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от направления продуктивности ( $n = 49$ ,  $\bar{X} \pm x$ , ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Подольский р-н, Московская обл., 2011-2012 годы)**

Показатель	Направление продуктивности		
	мясное, $n = 10$	молочное, $n = 36$	комбинированное, $n = 3$
Ca, ммоль/л	2,38±0,18	2,49±0,26	2,32±0,25
P, ммоль/л	2,00±0,29	2,15±0,42	1,99±0,60
Mg, ммоль/л	0,87±0,08	0,88±0,10	0,91±0,05
Ca: P	1,55±0,23	1,53±0,25	1,59±0,46
Fe, ммоль/л	30,28±6,31	31,41±5,23	31,10±4,08
Хлориды, ммоль/л	105,37±3,85	105,32±4,14	108,23±4,97
Se, мкмоль/л	1,27±0,25	1,10±0,24	0,96±0,14
Cu, мкмоль/л	15,77±1,62	15,85±2,20	18,49±0,45
Zn, мкмоль/л	41,72±6,21	40,64±7,02	30,64±6,24

Содержание железа по всем группам было выше физиологического максимума (28,64 ммоль/л) более чем на 10 %. Так как избыток железа поступает с водой и кормами растительного происхождения, необходимо корректировать состав премиксов по результатам биохимического анализа крови и с учетом антагонизма между различными элементами (железо—кальций, железо—цинк, марганец—железо, медь—цинк и т.д.).

Также общеизвестен тот факт, что у животных разной масти кожа неодинаково воспринимает инсоляцию, от чего зависит образование витамина D и что в конечном итоге может повлиять на гормональную активность, обменные процессы и общий метаболизм (18). Мы изучили влияние RED-фактора (гомозиготность по окраске) на содержание макро-, микроэлементы в сыворотке крови быков-производителей голштинских пород (табл. 3).

**3. Содержание макро- и микроэлементов в сыворотке крови у голштинских быков-производителей в зависимости от окраски (гомозиготность по RED-фактору), влияющей на чувствительность к инсоляции ( $n = 33$ ,  $\bar{X} \pm x$ , ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Подольский р-н, Московская обл.)**

Показатель	Голштинская порода		Разница для красно-пестрой и черно-пестрой пород, %
	красно-пестрая ( $n = 13$ )	черно-пестрая ( $n = 21$ )	
Ca, ммоль/л	2,56±0,37	2,46±0,17	-3,9
P, ммоль/л	2,29±0,50	2,08±0,35	-10,2
Mg, ммоль/л	0,91±0,09	0,86±0,09	-5,5
Fe, ммоль/л	32,13±5,09	31,39±5,44	-2,3
Se, мкмоль/л	1,14±0,23	1,03±0,21	-9,6
Cu, мкмоль/л	15,48±1,67	16,13±2,56	+4,2
Zn, мкмоль/л	41,11±5,45	40,56±8,07	-1,4
Ca: P	1,49±0,30	1,53±0,21	+2,7
Хлориды, ммоль/л	105,00±3,17	105,68±4,83	+0,4

Показано, что минеральный обмен не был достоверно связан с гомозиготностью по RED-фактору окраски, которая может влиять на чувствительность к солнечной инсоляции. В то же время у черно-пестрых животных по сравнению с особями красной масти средние значения для основных показателей несколько снизились.

Возраст тоже не оказал достоверного влияния на изучаемые параметры (табл. 4). Следует отметить, что у молодых быков (до 30 мес) на 10 % средние значения для Zn были ниже, для Fe — выше, чем в старшей возрастной группе. На этот факт необходимо обратить особое внимание, так как даже оптимальное для роста количество цинка недостаточно для сперматогенеза, а нехватка цинка в период роста приводит к бесплодию и костным аномалиям — карликовости либо удлинению трубчатых костей, характерным для инфантильного телосложения.

**4. Содержание макро- и микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей молочных, мясных и комбинированных пород в зависимости от возраста ( $n = 49$ ,  $\bar{X} \pm x$ , ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Подольский р-н, Московская обл.)**

Показатель	Возраст, мес	
	До 30 ( $n = 28$ )	30 и старше ( $n = 21$ )
Ca, ммоль/л	2,48±0,24	2,41±0,26
P, ммоль/л	2,12±0,35	2,09±0,46
Mg, ммоль/л	0,88±0,09	0,88±0,10
Fe, ммоль/л	32,57±5,64	29,24±4,41
Se, мкмоль/л	1,10±0,23	1,16±0,29
Cu, мкмоль/л	15,87±2,20	16,26±2,03
Zn, мкмоль/л	38,60±6,70	42,65±7,39
Ca: P	1,54±0,28	1,53±0,24
Хлориды, ммоль/л	105,61±4,39	105,51±3,78

как правило, компенсировался избытком другого, следовательно, сделать однозначные выводы достаточно сложно.

**5. Количественные показатели спермопродукции в связи с содержанием макро- и микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей молочных, мясных и комбинированных пород ( $n = 49$ ,  $\bar{X} \pm x$ , ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Подольский р-н, Московская обл.)**

Показатель	$n$	Получено эякулятов от 1 быка, шт.	Объем эякулята, мл	Сперматозоидов в эякуляте	
				содержание, млрд/мл	всего, млрд
Ca: P					
Ниже нормы (1,01-1,59)	26	11,4±2,0	4,3±1,0	1,28±0,27	5,4±1,4
В норме (1,70-2,00)	12	10,8±2,7	4,2±0,9	1,23±0,22	5,0±0,5
Содержание Zn					
Ниже нормы	12	11,8±1,4	3,9±0,9	1,34±0,24	5,2±0,9
В норме	36	11,0±2,2	4,3±0,9	1,26±0,25	5,3±1,4
Содержание хлоридов					
В норме	38	11,4±2,0	4,1±0,9	1,30±0,30	5,2±1,3
Выше нормы	10	11,0±2,9	4,5±1,1*	1,20±0,20*	5,1±1,3
Содержание Cu					
В норме	33	11,2±2,3	4,1±1,0	1,26±0,24	5,1±1,1
Выше нормы	11	11,5±2,0	4,3±0,7	1,33±0,30	5,5±1,3

\*  $P < 0,05$ .

**6. Качественные показатели спермопродукции в связи с содержанием макро- и микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей молочных, мясных и комбинированных пород ( $n = 49$ ,  $\bar{X} \pm x$ , ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Подольский р-н, Московская обл.)**

Показатель	$n$	Получено эякулятов от 1 быка, шт.	Выбраковано эякулятов		Заморожено доз семени на 1 быка, шт.	Подвижность сперматозоидов, %
			всего, шт.	%		
Ca: P						
Ниже нормы (1,01-1,59)	26	11,4±2,0	3,7±2,8	32,32	1293	9,2±3,6
В норме (1,70-2,00)	12	10,8±2,7	2,3±2,1	25,58	1238	10,1±5,7
Содержание Zn						
Ниже нормы	12	11,8±1,4	2,5±2,3	21,28	1514	8,6±4,4
В норме	36	11,0±2,2	4,0±2,6	36,73	1127	10,6±4,0
Содержание хлоридов						
В норме	38	11,4±2,0	3,7±2,8	33,64	1209	10,9±5,3
Выше нормы	10	11,0±2,9	3,8±3,2	33,64	1259	8,6±2,9
Содержание Cu						
В норме	33	11,2±2,3	3,3±2,5	29,81	1196	11,2±5,3
Выше нормы	11	11,5±2,0	4,6±3,7	39,68	1473	7,6±1,5

Примечание. Подвижность сперматозоидов оценивали через 5 ч инкубации при 38 °С.

Качественных эякулятов было больше на 10 % в группе производи-

Для того чтобы оценить долю влияния основных макро- и микроэлементов на спермопродукцию, мы сравнили ее показатели в группах быков-производителей с дефицитом, нормой или избытком некоторых изучаемых элементов (табл. 5, 6). Сформировать группы быков исключительно с избытком или недостатком только одного элемента не представилось возможным, так как недостаток одного,



телей со стабильным отношением Са:Р, то есть у животных без скрытого кетоза. Содержание семени и число доз замороженного семени на 1 быка оказалось незначительно выше в группе, где отношение Са:Р составило 1,01-1,59, что связано с избыточным поступлением белка. Однако сперма таких быков более чувствительна к холодовому удару и срок сохранения ее жизнеспособности вне организма меньше. Доля выбракованных эякулятов у быков-производителей с нарушением кальций-фосфорного соотношения на 6,74 % превышала таковую среди животных, у которых оно было в норме. Кроме того, такая нормализация способствовала увеличению жизнеспособности спермы вне организма в течении 5 ч инкубации при 38 °С на 9,1 %. Наилучшие результаты по качеству спермы отмечали в группе с нормальным содержанием меди (число выбракованных эякулятов на 10 % меньше, содержание семени в них на 6 % выше, число заготовленных спермодоз на 19 % больше, чем у быков с избытком Cu). Цинк оказал влияние на объем эякулятов, так как он входит в состав компонентов секрета предстательной железы. В группе быков-производителей, где концентрация Zn соответствовала физиологической норме, объем семени был выше и составил  $4,3 \pm 0,9$  мл против  $3,9 \pm 0,9$  мл в группе со сниженным показателем по этому элементу ( $P < 0,05$ ). Исследования выявили дефицит цинка у большей части производителей, при этом в группе с нормальным показателем его величина соответствовала нижней границе физиологической нормы (в эту же группу вошли животные с избытком Cu и Fe). Брак семени на 15 % превышал таковой у животных с явным дефицитом цинка. Подвижность сперматозоидов после оттаивания и 5 ч инкубации при 38 °С была лучше в группе, где содержание Zn в сыворотке крови было в норме. Избыток хлоридов в сыворотке крови быков-производителей негативно отражался на качестве семени после оттаивания и его выживаемости вне организма. Это связано с электролитным равновесием в половых клетках.

Полученные данные указывают на необходимость изучения комплексного взаимодействия макро- и микроэлементов. При их дефиците необходимо восполнять недостающие компоненты с учетом недостатка или избытка биогенных макро- и микроэлементов в геохимических зонах за счет премиксов и микродобавок, включенных в рацион (19).

Чем выше продуктивность и прирост живой массы, тем интенсивнее процессы обмена веществ и больше потребность организма в макро- и микроэлементах (1). Следовательно, необходим пересмотр оптимальных значений соответствующих показателей в сыворотке крови для разных пород крупного рогатого скота в процессе онтогенеза в зависимости от пола, физиологического состояния, сезона года, технологии содержания и эксплуатации.

Итак, у быков-производителей концентрация макро- и микроэлементов в сыворотке крови зависит от степени сбалансированности рациона и интенсивности эксплуатации, от возраста, селекционной направленности, в той или иной степени — от наличия RED-фактора (в последнем случае различия недостоверны). Сдвиг показателей для этих химических элементов в сторону увеличения или дефицита влечет за собой ухудшение качественных и количественных показателей сперматогенеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров В.Л., Самохин В.Т., Науменко П.А., Рыжков В.А., Бадалов Я.М., Фридберг Р.В., Бодров В.А. К вопросу о биохимическом контроле в

- животноводстве. Прошлое, настоящее и будущее зоотехнической науки (сб. науч. тр. ВИЖ, Дубровицы), 2004, 62(3): 17-22.
2. Комбарова Н.А., Абилов А.И., Насибов Ш.Н., Козуб М.Н. Взаимосвязь обмена веществ у быков-производителей с качеством спермопродукции. Мат. Межд. науч. конф. «Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных». Воронеж, 2006: 911-916.
  3. Жигачев А.И., Эрнст Л.К., Богачев А.С. О накоплении груза мутации в породах крупного рогатого скота при интенсивных технологиях воспроизводства и улучшения по целевым признакам. Сельскохозяйственная биология, 2008, 6: 25-32.
  4. Коровина Н.А., Подзолкова Н.М., Захарова И.Н. Особенности питания беременных и женщин в период лактации. М., 2004.
  5. Hergmann W. The importance of hyperhomocysteinemia as a risk factor for diseases: an overview. J. Clin. Chem. Lab. Med., 2001, 39(8): 666-674 (doi: 10.1515/CCLM.2001.110).
  6. Кузнецов С.Г., Заболотнов Л.А., Баранова Н.А., Матющенко П.В. Рекомендации по воспроизводству крупного рогатого скота. Боровск, 2011.
  7. Георгиевский В.И., Анкенков Б.И., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М., 1979.
  8. Коровина Н.А., Гаврюшова Л.П., Мумладзе Э.Б., Творогова Т.М., Захарова И.Н., Еремеева А.В. Дисметаболические нефропатии у детей. Диагностика и лечение. М., 2007.
  9. Златопольский Э. Патофизиология Mg, Ca, P. В кн.: Почки и гомеостаз в норме и при патологии /Под ред. С. Клара. М., 1987: 217-288.
  10. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. М., 1997.
  11. Hambidge K.M., Casey C.E., Krebs N.F. Zinc. In: Traces elements in human and animal nutrition. Vol. 2 /W. Mertz (ed.). Orlando, Academic Press, 1986: 1-15.
  12. Ahn E., Kapur B., Koren G. Iron bioavailability in prenatal multivitamin supplements with separate and combined iron and calcium. J. Obstetr. Gynecol. (Canada), 2004, 26(9): 809-813.
  13. [www.smed.ru/guides\\_193#prichiny-izbitka-zheleza/](http://www.smed.ru/guides_193#prichiny-izbitka-zheleza/)
  14. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. Воронеж, 2003.
  15. Улитко В.Е., Любин Н.А., Козлов В.В., Ахметова В.В. Воспроизводительная способность коров при оптимизации их рационов цеолитсодержащей добавкой. Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Роль и значение метода искусственного осеменения сельскохозяйственных животных в прогрессе животноводства XX и XXI веков» (к 100-летию со дня рождения академика В.К. Милованова и профессора И.И. Соколовской). Дубровицы, 2004: 283-285.
  16. Виноградов В.Н., Стрекозов Н.И., Абилов А.И. и др. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей. М., 2008.
  17. Калевич Л. Роль цинка в кормлении животных ([http://polfamix.ucoz.ua/statti/Zn\\_corm.doc](http://polfamix.ucoz.ua/statti/Zn_corm.doc)).
  18. Амерханов Х.А., Абилов А.И., Ескин Г.В., Комбарова Н.А., Турбина И.С., Федорова Е.В., Вареников М.В., Гусев И.В. Содержание тестостерона и холестерина в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от типа продуктивности, возраста и сезона года. Сельскохозяйственная биология, 2014, 2: 59-66 (doi: 10.15389/agrobiology.2014.2.59rus, 10.15389/agrobiology.2014.2.59eng).
  19. Уразаев Н.А. Биогеноз и болезни животных М., 1978.

<sup>1</sup>ГНУ Всероссийский НИИ животноводства  
Россельхозакадемии,

142132 Россия, Московская обл., Подольский р-н,  
пос. Дубровицы,

e-mail: farida.abilova@yandex.ru;

<sup>2</sup>ОАО Головной центр по воспроизводству

сельскохозяйственных животных,

142143 Россия, Московская обл., Подольский р-н,

пос. Быково, ул. Центральная, 3,

e-mail: csio-secr@yandex.ru, komnina@list.ru, oaohcr@mail.ru,

Fedorova\_oaohcr@mail.ru;

<sup>3</sup>Министерство сельского хозяйства РФ,

107139 Россия, г. Москва, Орликов пер., 1/11

Поступила в редакцию

19 июня 2014 года

## HIGH SPERM PRODUCTION AS RELATED TO MACRO- AND MICROELEMENT LEVELS IN BLOOD SERUM IN SERVICING BULLS OF THE MODERN SELECTION

A.I. Abilov<sup>1</sup>, G.V. Eskin<sup>2</sup>, Kh.A. Amerkhanov<sup>3</sup>, N.A. Kombarova<sup>2</sup>, I.S. Turbina<sup>2</sup>,

### Abstract

Nowadays in commercial animal husbandry the intensive metabolizer genotypes are basically used. In such a case the animal health and performance should be characterized neither by the presence or absence of clinical manifestations of diseases, nor by decreased productivity or reproductive ability, but by the parameters of metabolism and its early violations at a subclinical level. Herein we summarize original data on the levels of the essential macroelements, in particular Ca, P, Mg, Fe and chlorides, and microelements, the Cu, Zn, Se and Mn, in blood serum of the superior sires as influenced by their age, beef or milk specialization and RED-factor expression. In our experiment the 2-7 year meat Aberdeen Angus, Hereford, Lymousine cattle, milk Red-and-White Holsteine, Black-and-White Holsteine, Ayrshire cattle, and also universal Brown Swiss cattle were assessed ( $n = 49$  in total). The following parameters were investigated: an ejaculate volume, the spermatozoid number per ml, the percentage of spermatozoid motility in the native, diluted, frozen and thawed semen, and in the samples frozen, thawed and then incubated at 38 °C for 5 hours. The total spermatozoid number per ejaculate, semen dose number per each sire, frozen semen dose number sampled during 24 hour, and the percentage of culled native ejaculates were also assessed. It was shown the microelements to influence the semen quality and quantity. Macro- and microelement levels in the sires' blood serum were shown to depend mainly on the diet and should be constantly controlled and adjusted. According to the obtained data, the differences in macro- and microelement levels due to specialization and RED-factor expression are unreliable, while the changes in Ca:P ratio and Cu, Zn and chloride levels in blood serum influence the semen quality in the bull sires. Our data suggest that in each cattle breed the physiological standard levels of macro- and microelements in blood serum should be revised with respect to age, sex, physiological condition, a season, livestock farming technology and specialization. Besides, the data confirm the need for an integrated control and adjustment of animal supply with macro- and microelements referring to their deficit or excess in different geochemical provinces.

Keywords: microelements, macroelements, bull sires, sperm production, breeding.

**Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология»  
выполняет рассылку электронных отписок опубликованных статей**

**Для получения электронного отписка Вам необходимо:**

- ❖ отослать точное описание заказа (авторы и название статьи, год, номер журнала, страницы) по адресу [felami@mail.ru](mailto:felami@mail.ru), указав Ваши фамилию, имя, отчество (полностью), город, где проживаете, контактные e-mail и телефон;
- ❖ получить из редакции по своему e-mail подтверждение заказа (с присвоенным ему номером);
- ❖ оплатить услугу, указав в платежном документе в графе «Назначение платежа» присвоенный заказу номер и Ваши фамилию, имя, отчество.

**Отписки высылаются на Ваш контактный e-mail после зачисления оплаты на счет редакции.**

**Банковские реквизиты редакции:**

**Получатель:**

ИНН 7708051012 Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология», Марьинорощинское ОСБ 7981, г. Москва, р/с 40703810638050100603

**Банк получателя:**

Сбербанк России ОАО г. Москва, БИК 044525225, к/с 30101810400000000225

**В назначении платежа укажите номер заказа, Ваши фамилию, имя, отчество.**

**Стоимость услуги:**

- ❖ один отпечаток — 120 руб.,
- ❖ не более шести отписок (абонемент) — 360 руб.,
- ❖ не более двенадцати отписок (абонемент) — 700 руб.

НДС не облагается. Абонементное обслуживание предполагает предоставление указанного числа отписок за период не более каждого текущего года по предоплате.

**E-mail для заказа электронных отписок — [felami@mail.ru](mailto:felami@mail.ru)**

© Электронные отписки являются интеллектуальной собственностью редакции журнала «Сельскохозяйственная биология». Внесение в них каких бы то ни было изменений и дополнений не допускается. Перепечатка, тиражирование, размещение в средствах информации, в том числе электронных и сети Интернет, а также коммерческое распространение возможны только с разрешения редакции.