

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ У КОРОВ

¹Василенко Т.Ф., ²Русаков Р.В.

¹*Институт физиологии Коми научного центра, Сыктывкар, Российская Федерация;*

²*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, Киров, Российская Федерация*

Целью работы является систематизация литературных данных и результатов исследований авторов по физиологическим механизмам репродуктивных процессов у коров и разработке технологических методов, способствующих формированию естественных овуляторных циклов, оплодотворению и производству здорового потомства. При проведении технологического мониторинга и разработке новых технологий для воспроизводства коров важное значение имеют: 1) учет индивидуальных особенностей восстановления эстральных циклов у телок в период полового созревания и у коров после отёла в определенных условиях кормления, технического обслуживания и эксплуатации; 2) контроль биохимического состава крови и уровней гормональных регуляторов для определения условий возобновления овуляторных циклов; 3) мероприятия по нормализации половых циклов у коров и уменьшение продолжительности периода между отёлами. Наличие метаболических нарушений в послеродовом периоде часто препятствует возобновлению эстральных циклов, необходимых для оплодотворения, независимо от уровня гормональных регуляторов в крови. Увеличение финансовых издержек в животноводстве часто связано с увеличением интервала между отёлами, что в свою очередь связано с удлинением периода анэструса и вероятностью прохождения ановуляторных циклов. Методы диагностики функционального состояния яичников с использованием биохимических маркеров крови могут идентифицировать здоровых животных, которые потенциально готовы к оплодотворению и беременности, и определить оптимальный период эстрального цикла для оплодотворения. Установлено, что увеличение уровня отдельных фракций липидов в крови у коров является необходимым условием для возобновления функциональной активности яичников и формирования нормальных эстральных циклов. Внедрение методов стимулирования воспроизводства у здоровых животных в животноводстве на основе использования адаптированных к условиям кормления комплексов биологически активных веществ, имеющих антиокислительные свойства, препаратов из тканей животных (плаценты) или содержащих фитоэкдистероиды растений может способствовать регулярному прохождению репродуктивных циклов с оптимальным периодом продолжительности между отёлами и оптимизацией сроков продуктивного использования животных.

Ключевые слова: коровы, воспроизводство, диагностические маркеры крови, стимуляция эстральной цикличности, биологически активные вещества

Проблемы биологии продуктивных животных, 2018, 1: 5-18

Введение

Для развития фундаментальной физиологии сельскохозяйственных животных и для животноводческой практики большое значение в настоящее время приобретают разработки в области инновационных репродуктивных технологий. Вместе с тем, остаются недостаточно изученными многие аспекты, касающиеся влияния условий питания и состояния обменных

процессов в организме на степень реализации репродуктивного потенциала в условиях интенсивного ведения животноводства.

В молочном скотоводстве основой эффективного воспроизводства является оплодотворение тёлочек в оптимальном возрасте полового созревания и коров – в сокращённые сроки после отёла. При разработке новых технологий по воспроизводству коров важное значение имеет проведение ряда контрольных и диагностических процедур, в том числе:

- регистрация индивидуальных особенностей проявления эстральной активности у тёлочек в период полового созревания и у коров после отёла при (или в) конкретных условиях кормления, содержания и эксплуатации, включая сроки формирования отдельных эстральных циклов, изменчивость их длительности (в среднем от 18 до 26 дней), характерные особенности прохождения отдельных этапов цикла и т.д.

- контроль показателей клеточного, биохимического состава крови и уровня гормональных регуляторов для обеспечения своевременного восстановления полноценных циклов и последующего оплодотворения;

- оценка необходимости в проведении стимуляции (или регуляторных воздействий) становления овуляторных циклов у коров для сокращения длительности сервис-периода.

Основой для разработки мероприятий по воспроизводству коров и обеспечения оптимальных показателей репродукции является использование в практическом животноводстве результатов фундаментальных исследований, раскрывающих физиологические механизмы репродуктивных процессов и способствующих формированию естественных овуляторных циклов, оплодотворению, развитию беременности и в конечном итоге – получению здорового потомства. С другой стороны, необходимо учитывать, что эффективность технологических приёмов поддержания воспроизводительных качеств высокопродуктивных коров в существенной мере зависит от условий их кормления и содержания. Используемые технологические приёмы должны включать правильную организацию выращивания ремонтных тёлочек, их осеменение в оптимальном возрасте (12-19 мес.), правильную эксплуатацию маточного поголовья стада с восстановлением полноценной половой цикличности в первые три месяца послеотельного периода и проведением результативных осеменений в сжатые сроки после отёла. Весь комплекс технологических приёмов должен способствовать регулярному прохождению репродуктивных циклов с оптимальной длительностью межотельного периода и, соответственно, – с увеличением сроков хозяйственного использования животных.

Применяемые в настоящее время в животноводстве технологические приёмы содержания продуктивных животных не всегда предоставляют возможности для полного удовлетворения естественных потребностей их организма. Поэтому технологии интенсивного воспроизводства в животноводстве обязательно должны учитывать клинический и физиолого-биохимический статус организма коров (особенно элитной продуктивности) в следующие (критические) периоды: транзитный (переход от последних месяцев беременности к отёлу и раннему послеродовому периоду), возобновления половой цикличности, период оплодотворения и начальные стадии развития беременности.

Особое значение имеет контроль послеродового периода, когда в адаптацию организма животных вовлекается сложный комплекс гормональных и метаболических процессов, которые в последующем и обуславливают формирование полноценных эстральных циклов и оплодотворение. В этот период трудно выделить отдельные факторы, оказывающие непосредственное влияние на эти процессы в ранние сроки после родов.

Влияние метаболического статуса на состояние репродуктивных процессов

Анализ биохимического состава крови проводят для установления клинической нормы содержания метаболитов и для оценки условий, обуславливающих влияние на обмен веществ определённого функционального состояния (эстральный цикл, беременность, послеотельный период, отдельные фазы лактации и др.) (Krajničáková et al., 2003; Iriadam, 2007).

Способность животных к воспроизводству также можно оценивать по показателям обмена веществ. У коров после родов определяют две группы метаболических адаптаций, контролирующих воспроизводительную функцию (Jorritsma et al., 2003):

- сдвиги в метаболизме, связанные с восстановлением овуляторных циклов, необходимых для оплодотворения, а также с нарушением активации возобновления эстральных циклов;
- обменные процессы, которые непосредственно влияют на гаметогенез в яичниках – на количество овулирующих ооцитов в фолликулах и образовавшихся жёлтых тел.

При этом уровень дисбаланса между фактически потребленной энергией и энергетическими потребностями организма в период отёла и в ранней фазе лактации является фактором, напрямую влияющим на репродуктивные процессы. Недостаток энергии оказывает влияние и на сроки прохождения первой овуляции, и на количество ооцитов, которые овулируют в ранней фазе лактации (Jorritsma et al., 2003).

Анализ состава крови широко используется для прогнозирования или диагностирования дородовых и послеродовых обменных нарушений у коров (Gandotra et al., 1993; Khaled et al., 1999; Whitaker, 2000; Radostits et al., 2000; Mordac, Nicpon, 2006; Gonzáles et al., 2011; Le Blanc, 2012; Ingvarsten, Moyes, 2015).

Вместе с тем имеются немногочисленные сведения об особенностях становления овуляторных циклов у коров при разном уровне отдельных метаболитов в крови (Francisco et al., 2003; Reist et al., 2003; Bearden et al., 2004; Василенко, 2008). Недостаточно исследованы показатели крови, оказывающие влияние на инициацию эстральной цикличности у животных в ранние сроки послеродового периода, не выявлены оптимальные индексы, характеризующие состояние или уровень (условия) общего метаболизма для формирования полноценных циклов, недостаточно изучены основные причины многократного повторения неполноценных эстральных циклов у коров разного возраста на пике лактации.

У высокопродуктивных животных с высокой частотой наблюдается особая категория незаразных болезней – так называемые «болезни обмена веществ», которые резко сокращают сроки хозяйственного использования животных (Sharma, 2010; Ingvarsten, Moyes, 2015). Поэтому возникает необходимость в проведении дополнительных исследований по оценке отдельных показателей физиологического дисбаланса и их возможном использовании в качестве прогностических маркеров для выявления рисков проявления отдельных заболеваний неинфекционной этиологии у коров в определенные периоды репродуктивного цикла.

Уровень циркулирующих в крови коров метаболитов и гормонов зависит от баланса потоков усвоенных питательных веществ корма, их использования для синтеза компонентов молока и резервирования продуктов метаболизма в тканях. Помимо генетически обусловленных факторов, этот баланс регулируется гомеостатическими и гомеорегуляторными механизмами и в определённой степени может корректироваться посредством внесения изменений в составе кормового рациона (Garnsworthy et al., 2008). В этой связи представляют интерес новые методологические подходы, связанные с нормированием питания лактирующих коров по образованию конечных продуктов переваривания в преджелудках и их последующему использованию в организме (Кальницкий, Черепанов, 2012). Перспективным в этом плане является также раскрытие механизмов координации комплекса субстратных потоков в условиях сочетанного воздействия на организм лактационной деятельности, репродуктивных процессов (инволюционных процессов в репродуктивных органах, активации функционального состояния отдельных структур яичников, формирование эстральной цикличности и т.д.) и изменений в составе тела коров. Оценка текущей эффективности конверсии питательных веществ корма в компоненты молока необходима также для прогнозирования рисков развития хронических метаболических дисфункций, нарушений в репродуктивной сфере и сокращения продолжительности продуктивной жизни животных.

Изменения в сроках возобновления эстральных циклов у коров нередко наблюдаются при наличии достаточного количества гормональных регуляторов, но на фоне недостаточного уровня отдельных метаболитов в крови. Появилась необходимость в разработке количествен-

ных тестов для оценки функционального состояния яичников и соответствующих этим состояниям этапов эстрального цикла для более точного диагностирования условий предовуляторного периода и прогнозирования на этой основе исхода овуляции и оплодотворения.

Исследованы некоторые закономерности влияния состояния или уровня метаболического статуса на формирование эстральных циклов в организме продуктивных животных в периоды полового созревания и лактации. При изучении физиологических механизмов регуляции эстральной цикличности установлено, что повышение уровня отдельных фракций липидов в крови коров является необходимым условием для возобновления функциональной активности яичников и формирования полноценных циклов после родов (Francisco et al., 2003; Bearden et al., 2004; Василенко, Рощевский, 2008). Результаты исследования биохимического состава крови послужили основой для разработки новых способов оценки функционального состояния яичников у животных в этот период (Василенко, 2000; 2003; 2010; Василенко и др., 2015). Предлагаемые способы позволяют доступно в условиях животноводческих хозяйств по простым биохимическим показателям крови отбирать здоровых животных, потенциально готовых к оплодотворению и беременности, и определять оптимальный для оплодотворения период полового цикла.

Удлинение периода от отёла до восстановления овуляторных циклов у коров может быть связано с проявлением закреплённого в генотипе животных естественного ритма эстральной активности; увеличению анэстрального интервала могут также способствовать неблагоприятные сдвиги в структуре метаболических потоков в организме в переходный период от беременности к послеродовому периоду (лактации). К основной причине дисфункционального состояния яичников относят неблагоприятные сдвиги в метаболическом статусе у коров, вызванные отрицательным энергетическим балансом в ранний послеродовой период или индуцированные неполноценным кормлением (Law et al., 2009; Santos et al., 2016; Barletta et al., 2017). Эти сдвиги сказываются на биохимическом и гормональном составе фолликулярной жидкости, количестве ооцитов, оплодотворении и последующем развитии беременности (Wise, 1987; Leroy et al., 2008a,b; 2010). Поэтому исследования в области изучения влияния недостаточного питания и метаболических факторов на состояние половых клеток у высокопродуктивных коров остаются весьма актуальными.

К нарушениям воспроизводительной функции коров в послеродовой период, обусловленным дисфункциональным состоянием отдельных органов репродуктивной системы, включая яичники и матку, можно, в частности, отнести задержку инволюционных процессов в органах репродуктивной системы, отсутствие циклов в первые месяцы после родов, прохождение неполноценных циклов или изменение их ритмики. К информативным показателям таких изменений относится содержание общего холестерина в крови (в первые месяцы после родов оно может находиться на уровне предродового и раннего послеродового периода), низкий уровень общего белка и глобулинов, повышение уровня калия и магния в крови коров в предовуляторный период цикла (Василенко, 2011; Василенко, Рощевский, 2008; Василенко и др., 2011). В то же время, изменение сроков восстановления циклов и «тихие» охоты часто проявляются у животных с повышенным содержанием общего холестерина, но с признаками уменьшения базального уровня эстрогенов.

Стимуляция эстральной цикличности и эффективность воспроизводства коров

Коровы со средней величиной межотельного интервала 12-13 мес. должны становиться стельными в первые три месяца послеродового периода, что требует нормального возобновления овариальной активности в пределах нескольких недель после отёла (Kawashima et al., 2006). Ускоренное восстановление овуляторных эстральных циклов напрямую связывают с увеличением показателей оплодотворения (Stevenson, Call, 1983; Darwash et al., 1997; Kawashima et al., 2006). Поэтому актуальными в настоящее время являются исследования по разработке новых способов нормализации послеродовых репродуктивных процессов и стимуля-

ции формирования физиологически полноценных половых циклов у коров в короткие сроки после отёла.

Кроме недостаточной обеспеченности организма основными питательными веществами и энергией, определенную роль в изменении прохождения репродуктивных процессов у коров отводят неполноценному функционированию прооксидантной и антиоксидантной систем, в частности, проявлению сдвигов в цепных свободнорадикальных процессах. Данные сдвиги отмечают при низком уровне антиоксидантов в клетках и тканях, что, в свою очередь, может быть обусловлено уменьшением поступления биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами извне (Галочкин, 2001; Журавлев, Пантюшенко, 1989; Близнецова и др., 2008; Галочкин и др., 2009; Cortinhas et al., 2010).

Потребность организма коров в биоантиоксидантах повышается в 2-3 раза при стрессах, функциональных нарушениях различной этиологии, несбалансированном кормлении (Ярован, 2007; Порфирьев, 2007). Поздний дородовый и особенно ранний послеродовый периоды у коров являются стресспровоцирующими и характеризуются значительным напряжением всех систем организма, в том числе антиоксидантной (Макарова, Степанов, 2010). По мере увеличения сроков беременности, в организме коров нарастает количество недоокисленных продуктов свободнорадикального окисления липидов, снижается концентрация в крови биоантиоксидантов, что влечет ослабление системы антиоксидантной защиты (Нежданов и др., 2017).

Давно известно, что в кормах в зимне-весенний период значительно уменьшается содержание природных антиоксидантов и увеличивается количество перекисей, альдегидов и кетонов, на нейтрализацию которых организм животных использует большое количество компонентов антиоксидантной системы (Двинская, Шубин, 1986). Имеются данные, что более чем у 50% клинически здоровых коров, длительное время после отёла не проявляющих признаки половой охоты, отмечают снижение функциональной активности яичников, которое обусловлено недостаточным поступлением в организм витаминно-минеральных комплексов, в том числе обладающих антиоксидантными свойствами (Кузнецов, Кузнецов, 2010). Так, при недостатке селена, который принимает активное участие в формировании ферментативного звена антиоксидантной защиты, у 75% новотельных коров отмечали задержание последа, удлинение периода инволюции матки, проявление острых или хронических воспалительных процессов (эндометритов), увеличение периода от отёла до возобновления половых охот, многократные повторные осеменения (Галочкин, Галочкина, 2011). Зарубежными исследователями также установлена связь обеспеченности организма молочных коров витаминами и минеральными веществами, обладающими антиоксидантными свойствами, с нормальным течением репродуктивных процессов в организме. Дополнительное введение витаминно-минеральных препаратов в состав рационов или парентерально также способствовало нормальному прохождению послеродового периода, профилактике развития нарушений и повышению уровня оплодотворения животных (Machado et al., 2013; Khatti et al., 2017).

На основании результатов проведенных исследований нами установлено, что в условиях Кировской области в кормах и крови лактирующих коров отмечается низкое содержание меди, цинка и марганца, которые необходимы для формирования антиоксидантных защитных систем. Контроль за обеспечением животных микроэлементами и их дополнительное включение в рацион в количествах, наиболее полно удовлетворяющих потребности коров в позднем предродовом или раннем послеродовом периодах, положительно сказываются на состоянии органов репродуктивной системы. Микроэлементы могут предотвращать проявление таких нарушений, как задержание последа, послеродовые воспалительные процессы, снижение функциональной активности яичников и, тем самым, оказывать стимулирующее воздействие на оплодотворение. Биологически активные вещества с антиоксидантными свойствами – микроэлементы, витамины и органические кислоты, при включении в корма для коров в отдельные периоды репродуктивного цикла, способствуют повышению уровня антиоксидантной защиты путём накопления в крови более высоких концентраций церулоплазмينا, сульфгид-

рильных групп и уменьшения содержания малонового диальдегида, что позволяет сократить период от отёла до плодотворного осеменения на 3,7-20 дней (Русаков, 2017; Русаков, Гарифуллина, 2010, 2011; Русаков и др., 2016).

В основе инициации половой цикличности у коров лежит стимулирующее действие эстрогенов на циклическое выделение гонадотропных гормонов гипофиза; при этом действие стероидов плацентарного происхождения у них завершается к 10-му дню после отёла, и основное значение имеет выработка стероидов тканями яичников. Уменьшение базального уровня стероидов в организме коров часто называют одной из причин удлинения анэстрального периода и задержки возобновления циклов (Rensis, Scaramuzzi, 2003; Wiltbank et al., 2006; Chagas et al., 2007).

Раннее возобновление активности яичников у лактирующих коров в послеродовой период считается основным фактором повышения эффективности их воспроизводства (Westwood et al., 2002). К дополнительным факторам, влияющим на уровень воспроизводства коров, относят точность выявления охоты у животных и условия хранения спермы. Отмечено также, что у коров с отёлом в зимние месяцы частота удлинения интервала от родов до первой овуляции повышается в 6,8 раз по сравнению с этим периодом у животных, имевших отёлы в другие сезоны. Увеличение длительности периода от отёла до первого эструса свыше 53 дней констатировали в 1,6 раза чаще, чем у животных с коротким периодом до первой овуляции (до 21 дня лактации) (Westwood et al., 2002).

Значительные потери эстрогенов в процессе родов могут способствовать уменьшению их уровня в крови коров в послеродовой период (Нежданов, Власов, 1987). На снижение их содержания также оказывает влияние уменьшение продукции стероидов у животных с возрастом, изменение функций отдельных органов – печени, коркового слоя надпочечников, яичников и т.д., низкие уровни предшественников (ацетата, холестерина и др.) для синтеза стероидных гормонов, а также веществ стероидной природы (фитоэстрогенов, фитоэкдистероидов), поступающих с кормами. Колебания содержания жира в кормах и/или его интенсивное использование организмом коров в период лактации также могут сказываться на уровне гормонов в крови (Mystkowski, Schwartz, 2000). Уменьшение базального уровня эстрогенов в крови животных также отмечают при снижении их синтеза в яичниках в условиях действия стрессовых факторов (Rensis, Scaramuzzi, 2003).

Повышенный уровень молокопродукции у коров, обусловленный увеличением потребления кормов и активацией обменных процессов, сопровождается заметным снижением содержания стероидных гормонов в крови (Moore, Thatcher, 2006). Изменения баланса эстрадиола и прогестерона могут оказывать влияние на сроки восстановления эстральной цикличности, формирование отдельных этапов цикла, их длительность и показатели оплодотворяемости (Thatcher, Wilcox, 1973).

Уменьшение уровня эстрогенов, по-видимому, является одной из причин прохождения нерегулярных половых циклов (с колебанием длительности) и ареактивных половых охот (тихие охоты – без стадии возбуждения) у большинства животных. Снижению эстрогенов может способствовать раздельное содержание самок и самцов при выращивании ремонтного молодняка, что влечет за собой падение функциональной активности эндокринных желез, ответственных за репродукцию, замедление процессов формирования половой функции и увеличение инфантилизма. Известно, что гормонпродуцирующая функция половых желез у половозрелых самок при формировании полового цикла в отсутствии самца снижается на 7,6-39,8%, что влечёт за собой уменьшение показателей оплодотворяемости животных при искусственном осеменении (или увеличение эмбриональной смертности) на 21-24% (Нежданов, Дашукаева, 1995).

Для того, чтобы ускорить восстановление необходимых для оплодотворения полноценных половых циклов в первые месяцы после отёла и прохождения регулярных репродуктивных циклов у высокопродуктивных коров, необходимо активно воздействовать на организм животных в конце беременности, родовом и послеродовом периодах. В настоящее время

актуальны разработки по использованию природных биостимуляторов для коррекции послеродовых репродуктивных процессов и стимуляции половой цикличности (сокращения анэстрального периода, активации становления овуляторных циклов и оплодотворения) у животных. Разработаны способы стимуляции формирования полноценных половых циклов у коров, физиолого-биохимический статус которых находится в пределах нормы, на основе включения в рацион кормления препаратов, содержащих предшественники синтеза стероидов (Василенко и др., 1999) или биостимуляторов из тканей животных (плаценты), растений – рапонтника (*Rhaponticum carthamoides*) и серпухи (*Serratula coronata*) (Василенко, Рубцова, 1996; Василенко и др., 1995а; 1995b; 1997; 2003). Данные способы могут быть рекомендованы для внедрения в практику животноводства.

Заключение

В настоящее время для достижения оптимальных показателей воспроизводства коров всё шире применяются современные вспомогательные репродуктивные технологии. В перспективе эти технологии могут стать основой для разработки биоинформационной системы диагностики состояния здоровья ценных в племенном отношении животных и увеличения сроков их продуктивного использования.

Проявляющийся в послеродовой период метаболический дисбаланс в организме животных часто тормозит восстановление необходимых для оплодотворения половых циклов на фоне нормального содержания гормональных регуляторов в крови. Разработаны способы оценки функционального состояния яичников, позволяющие по биохимическим маркерам крови отбирать здоровых животных, потенциально готовых к оплодотворению и беременности, и определять оптимальный для оплодотворения период полового цикла. Применение данных разработок необходимо для более полной реализации репродуктивного потенциала животных (коров), увеличению сроков их хозяйственного использования и получению высококачественной экологически чистой продукции (молока и мяса).

От репродуктивного здоровья и полноценности половой функции коров в период лактации в значительной степени зависят объемы производства молока. Повышение финансовых затрат в молочном животноводстве часто обусловлено увеличением длительности межотельного интервала у животных, что в свою очередь связано с удлинением анэстрального периода, учащением прохождения неполноценных циклов. Внедрение в практику животноводства методов стимулирования воспроизводства на основе использования адаптированных к условиям кормления комплексов биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами, препаратов из тканей животных (плаценты) или содержащих фитоэкдистероиды растений может способствовать достижению необходимых стандартов, характеризующих размножение коров: их осеменение и оплодотворение в течение 80-90 дней после отёла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинецова Г.Н., Рецкий М.И., Нежданов А.Г., Венцова И.Ю., Сафонов В.А. Состояние пероксидного окисления и системы антиоксидантной защиты у коров при патологическом течении послеродового периода и бесплодии // Современные проблемы диагностики, лечения и профилактики инфекционных болезней животных и птиц. Сб. науч. тр. – Екатеринбург: Уральское издательство, 2008. – С. 38-48.
2. Василенко Т.Ф. Способ диагностики функционального состояния яичников у животных с удлинённым влагалищем: патент РФ. – № 2155016. – 2000.
3. Василенко Т.Ф. Способ определения функционального состояния яичников у сельскохозяйственных животных: патент РФ. – № 2211683. – 2003.
4. Василенко Т.Ф. Закономерности возобновления и метаболического обеспечения эстральных циклов у домашних жвачных животных // Успехи физиологических наук. – 2008. – Т. 39. – № 1. – С. 7-90.
5. Василенко Т.Ф. Способ определения функционального состояния яичников у телок в период полового созревания: патент РФ. – № 2402210. – 2010.
6. Василенко Т.Ф. Метаболическое обеспечение формирования эстральных циклов у животных в период полового созревания // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2011. – № 4. – С. 8-11.

7. Василенко Т.Ф., Рубцова Л.Ю. Способ регуляции воспроизводительной способности коров: патент РФ. – № 2070389. – 1996.
8. Василенко Т.Ф., Рощевский М.П. Роль общего холестерина в восстановлении эстральных циклов у животных // Доклады АН. Биология. – 2008. – Т. 418. – № 4. – С. 562-563.
9. Василенко Т.Ф., Кочанов Н.Е., Патрушев А.А. Способ регуляции воспроизводительной способности коров: патент РФ. – № 2026075. – 1995a.
10. Василенко Т.Ф., Кочанов Н.Е., Патрушев А.А. Способ регуляции воспроизводительной способности коров: патент РФ. – № 2028806. – 1995b.
11. Василенко Т.Ф., Монгалев Н.П., Чувьурова Н.И. Физиология эстральной цикличности в репродуктивной функции коров. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 176 с.
12. Василенко Т.Ф., Рубцова Л.Ю., Монгалев Н.П. Способ регуляции воспроизводительной способности коров: патент РФ. – № 2125369. – 1999.
13. Василенко Т.Ф., Рубцова Л.Ю., Мишуров В.П. Способ регуляции воспроизводительной способности коров: патент РФ. – № 2099963. – 1997.
14. Василенко Т.Ф., Рубцова Л.Ю., Пунегов В.В. Способ регуляции воспроизводительной способности коров: патент РФ. – № 2218929. – 2003.
15. Василенко Т.Ф., Таллина В.А., Митина И.А. Способ определения функционального состояния яичников у коров в условиях первой лактации (первотелок): патент РФ. – № 2572715. – 2015.
16. Галочкин В.А. Новые горизонты повышения неспецифической резистентности и продуктивности животных. – Боровск, 2001. – 91 с.
17. Галочкин В.А., Галочкина В.П. Органические и минеральные формы селена, их метаболизм, биологическая доступность и роль в организме // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 4. – С. 3-15.
18. Галочкин В.А., Галочкина В.П., Остренко К.С. Разработка теоретических основ и создание антистрессовых препаратов нового поколения для животноводства // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 2. – С. 43-54.
19. Двинская Л.М., Шубин А.А. Использование антиоксидантов в животноводстве. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
20. Журавлев А.И., Пантюшенко В.Т. Свободнорадикальная патология и методы ее профилактики биоантиоксидантами // Сельскохозяйственная биология. – 1989. – № 2. – С. 17-24.
21. Кальницкий Б.Д., Черепанов Г.Г. Некоторые итоги и перспективы исследований в области биологии продуктивных животных // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 1. – С. 55-65.
22. Кузнецов С., Кузнецов А. Витаминно-минеральное питание и воспроизводительная функция животных // Комбикорма. – 2010. – № 1. – С. 78-80.
23. Макарова Я.С., Степанова И.П. Про- и антиоксидантная системы крови крупного рогатого скота при различных физиологических состояниях // Зоотехния. – 2010. – № 2. – С. 21-22.
24. Нежданов А.Г., Власов С.А. Гормональные изменения в организме коров во время беременности, родов в норме и при акушерской патологии // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 6. – С. 94-99.
25. Нежданов А.Г., Дашукаева К.Г. Эколого-биологические проблемы воспроизводства сельскохозяйственных животных // Мат. межд. конф.: Актуальные проблемы ветеринарии. – Барнаул, 1995. – С. 196.
26. Нежданов А.Г., Михалёв В.И., Лозовая Е.Г., Лободин К.А., Сафонов В.А. Патологические аспекты эмбриональной смертности у молочных коров // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 2. – С. 338-348.
27. Порфирьев И.А. Метаболизм витамина А и бесплодие у высокопродуктивных молочных коров при несбалансированности рационов // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – № 4. – С. 83-95.
28. Русаков Р.В. Эффективность биологически активных добавок в отношении репродуктивных функций крупного рогатого скота // Мат. межд. конф.: Современные проблемы ветеринарной патологии и биотехнологии в агропромышленном комплексе. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 278-282.
29. Русаков Р.В., Гарифуллина Н.А. О возможности корректировки некоторых параметров антиоксидантной системы организма дойных коров // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 5. – С. 62-64.
30. Русаков Р.В., Гарифуллина Н.А. Применение сбалансированного комплекса БАВ с антиоксидантным действием в кормлении сухостойных коров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 1(20). – С. 47-50.
31. Русаков Р.В., Завиваев С.Н., Нечаев В.Н. Влияние скармливания комплекса БАВ на систему антиоксидантной защиты организма молочных коров // Кормопроизводство. – 2016. – № 5. – С. 36-41.
32. Ярован Н.И. Активность антиоксиданта церулоплазмينا при мастите // Зоотехния. – 2007. – № 10. – С. 24-25.

33. Barletta R.V., Maturana Filho M., Carvalho P.D., Del Valle T.A., Netto A.S., Rennó F.P., Mingoti R.D., Gandrad J.R., Mourão G.B., Fricke P.M., Sartori R., Madureira E.H., Wiltbank M.C. Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows // *Theriogenology*. – 2017. – Vol. 104. – P. 30-36.
34. Bearden H.J., Fuquay J.W., Willard S.T. Applied animal reproduction. – Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Publ., 2004. – 428 p.
35. Chagas L.M., Bass J.J., Blache D., Burke C.R., Kay J.K., Lindsay D.R., Lucy M.C., Martin G.B., Meier S., Rhodes F.M., Roche J.R., Thatcher W.W., Webb R. Inview review: new perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows // *J. Dairy Sci.* – 2007. – Vol. 90. – P. 4022-4032.
36. Cortinhas C.S., Botaro B.G., Sucupira M.C.A., Renno F.P., Santos M.V. Antioxidant enzymes and somatic cell count in dairy cows fed with organic source of zinc, copper and selenium // *Livest. Sci.* – 2010. – Vol. 127. – No. 1. – P. 84-87.
37. Darwash A.O., Lamming G.E., Woolliams A.J. The phenotypic association between the interval to postpartum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle // *J. Anim. Sci.* – 1997. – Vol. 65. – P. 9-16.
38. Francisco C.C., Spicer L.J., Payton M.E. Predicting cholesterol, progesterone, and days to ovulation using postpartum metabolic and endocrine measures // *J. Dairy Sci.* – 2003. – Vol. 86. – P. 2852-2863.
39. Gandotra V.K., Chaudhary R.K., Sharma R.D. Serum biochemical constituents in normal and repeat breeding cows and buffaloes // *Indian Vet. J.* – 1993. – Vol. 70. – P. 84-85.
40. Garnsworthy P.C., Sinclair K.D., Webb R. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows // *Animal*. – 2008. – Vol. 2. – No. 8. – P. 1144-1152.
41. González F.D., Muiño R., Pereira V., Campos R., Benedito J.L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows // *J. Vet. Sci.* – 2011. – Vol. 12. – P. 251-255.
42. Ingvarsen K.L., Moyes K.M. Factors contributing to immunosuppression in the dairy cow during the periparturient period // *Japanese J. Vet. Res.* – 2015. – Vol. 63. – Suppl. 1. – P. S15-S24.
43. Iriadam M. Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis // *Small Rum. Res.* – 2007. – Vol. 73. – P. 54-57.
44. Jorritsma R., Wensing Th., Kruip Th.A.M., Vos P.L.M.A., Noordhuizen J.P.T.M. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows // *Vet. Res.* – 2003. – Vol. 34. – P. 11-26.
45. Kawashima C., Kaneko E., Amaya Montoya C., Matsui M., Yamagishi N., Matsunaga N., Ishii M., Kida K., Miyake Y., Miyamoto A. Relationship between the first ovulation within three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high producing dairy cows // *J. Reprod. Dev.* – 2006. – Vol. 52. – No. 4. – P. 479-486.
46. Khaled N., Illek J., Gajdusek S. Interactions entre nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats // *Acta Vet. Brno*. – 1999. – Vol. 68. – P. 253-258.
47. Khatti A., Mehrotra S., Patel P.K., Singh G., Maurya V.P. et al. Supplementation of vitamin E, selenium and increased energy allowance mitigates the transition stress and improves postpartum reproductive performance in the crossbred cow // *Theriogenology*. – 2017. – Vol. 104. – P. 142-148.
48. Krajničáková M., Kováč G., Kostecký M., Valocký I., Maraček I., Šutiaková I., Lenhardt L. Selected clinic-biochemical parameters in the puerperal period of goats // *Bull. Vet. Institute Pulawy*. – 2003. – Vol. 47. – P. 177-182.
49. Law R.A., Young F.J., Patterson D.C., Kilpatrickse D.J., Wylie A.R.G., Mayne C.S. Effect of dietary protein content on estrous behavior of dairy cows during early and mid lactation // *J. Dairy Sci.* – 2009. – Vol. 92. – No. 3. – P. 1013-1022.
50. LeBlanc S.J. Interaction of metabolism, inflammation and reproductive tract health in the postpartum period in dairy cows // *Reprod. Domest. Anim.* – 2012. – Vol. 47. – P. 18-30.
51. Leroy J., Vanholder T., Van Knege A.T.M., Garcia Ispuerto I., Bols P.E.J. Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: mismatch between metabolism and fertility? // *Reprod. Domest. Anim.* – 2008a. – Vol. 43. – P. 96-103.
52. Leroy J., Van Soom A., Opsomer G., Goovaerts I.G.F., Bols P.E.J. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part II. Mechanisms linking nutrition and reduced oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows // *Reprod. Domest. Anim.* – 2008b. – Vol. 43. – P. 623-632.
53. Leroy J.L., Van Hoeck V., Clemente M., Rizos D., Gutierrez-Adan A., Van Soom A., Uytterhoeven M., Bols P.E. The effect of nutritionally induced hyperlipidaemia on in vitro bovine embryo quality // *Hum. Reprod.* – 2010. – Vol. 25. – P. 768-778.

54. Machado V.S., Bicalho M.L.S., Pereira R.V., Caixeta L.S., Knauer W.A., Oikonomou G., Gilbert R.O., Bicalho R.C. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows // *Vet. J.* – 2013. – Vol. 197. – No. 2. – P. 451-456.
55. Moore K., Thatcher W.W. Major advances associated with reproduction in dairy cattle // *J. Dairy Sci.* – 2006. – Vol. 89. – No. 4. – P. 1254-1266.
56. Mordac R., Nicpon J. Values of some blood parameters in dairy cows before and after delivery as a diagnostic monitoring of health in herd // *Electron. J. Pol. Agr. Univ. Vet. Med.* – 2006. – Vol. 9. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue2/art-20.html>. Accessed on 14.2. 2007.
57. Mystkowski P., Schwartz M.W. Gonadal steroids and energy homeostasis in the leptin era // *Nutrition.* – 2000. – Vol. 16. – P. 937-946.
58. Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C. and Hinchcliff K.W. (Eds). *Veterinary Medicine. A Text book of the disease of cattle, sheep, pig, goat and horses.* – Philadelphia: W.B. Saunders Publ., 2000. – P. 1442-1452.
59. Reist M., Erdin D.K., von Euw D., Tschumperlin K.M., Leuenberger H., Hammon H.M., Morel C., Philipona C., Zbinden Y., Künzi N., Blum J.W. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows // *Theriogenology.* – 2003. – Vol. 59. – No. 8. – P. 1707-1723.
60. Rensis F.D., Scaramuzzi R.J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow – a review // *Theriogenology.* – 2003. – Vol. 60. – P. 1139-1151.
61. Santos J.E.P., Bisinotto R.S., Ribeiro E.S. Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows // *Theriogenology.* – 2016. – Vol. 86. – No. 1. – P. 254-262.
62. Sharma N. Economically important production diseases of dairy animals. In: *All India SMVS' Dairy Bousiness Directiry* (R. Kumar, ed.). 2010-2011. – P. 47-65. <http://allindiadairy.com/Directory-Index-2010-11.aspx>.
63. Stevenson J.S., Call E.P. Influence of early estrus, ovulation, and insemination on fertility in postpartum Holstein cows // *Theriogenology.* – 1983. – Vol. 19. – No. 3. – P. 367-375.
64. Thatcher W.W., Wilcox C.J. Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in the dairy cow // *J Dairy Sci.* – 1973. – Vol. 56. – P. 608-610.
65. Westwood C.T., Lean I.J., Garvin J.K. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description // *J. Dairy Sci.* – 2002. – Vol. 85. – No. 12. – P.3225-3237.
66. Whitaker D.A. Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows // In: Andrews A.N. (Ed). *The health of dairy cattle.* – Oxford, UK: Blackwell Science Publ., 2000. – P. 89-107.
67. Wiltbank M., Lopez H., Sartori R., Sangsritavong S., Gümen A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism // *Theriogenology.* – 2006. – Vol. 65. – No. 1. – P. 17-29.
68. Wise T.J. Biochemical analysis of bovine follicular fluid: albumin, total protein, lysosomal enzymes, ions, steroids and ascorbic acid content in relation to follicular size, rank atresia classification and day of estrous cycle // *J. Anim. Sci.* – 1987. – Vol. 64. – P. 1153-1169.

REFERENCES

1. Barletta R.V., Maturana Filho M., Carvalho P.D., Del Valle T.A., Netto A.S., Rennó F.P., Mingoti R.D., Gandrad J.R., Mourão G.B., Fricke P.M., Sartori R., Madureira E.H., Wiltbank M.C. Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology.* 2017, 104: P.30-36.
2. Bearden H.J., Fuquay J.W., Willard S.T. *Applied animal reproduction.* Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Publ., 2004, 428 p.
3. Bliznetsova G.N., Retskii M.I., Nezhdanov A.G., Ventsova I.Yu., Safonov V.A. In: *Sovremennye problemy diagnostiki, lecheniya i profilaktiki infektsionnykh boleznei zhivotnykh i ptits* (Modern problems of diagnosis, treatment and prevention of animal and bird infectious diseases). Ekaterinburg: Ural'skoe izdatel'stvo Publ., 2008, 38-48. (In Russian).
4. Chagas L.M., Bass J.J., Blache D., Burke C.R., Kay J.K., Lindsay D.R., Lucy M.C., Martin G.B., Meier S., Rhodes F.M., Roche J.R., Thatcher W.W., Webb R. Inview review: new perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2007, 90: 4022-4032.
5. Cortinhas C.S., Botaro B.G., Sucupira M.C.A., Renno F.P., Santos M.V. Antioxidant enzymes and somatic cell count in dairy cows fed with organic source of zinc, copper and selenium. *Livest. Sci.* 2010, 127(1): 84-87.
6. Darwash A.O., Lamming G.E., Woolliams A.J. The phenotypic association between the interval to postpartum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 1997, 65: 9-16.
7. Dvinskaya L.M., Shubin A.A. *Ispol'zovanie antioksidantov v zhivotnovodstve* (Use of antioxidants in animal husbandry). Leningrad: Agropromizdat Publ., 1986, 160 p. (In Russian).

8. Francisco C.C., Spicer L.J., Payton M.E. Predicting cholesterol, progesterone, and days to ovulation using postpartum metabolic and endocrine measures. *J. Dairy Sci.* 2003, 86: 2852-2863.
9. Galochkin V.A. *Novye gorizonty povysheniya nespecificheskoy rezistentnosti i produktivnosti zhivotnykh* [Enhancing nonspecific resistance and productivity of animals]. – Borovsk, 2001, 91 p. (In Russian).
10. Galochkin V.A., Galochkina V.P., Ostrenko K.S. [Development of theoretical bases and creation of anti-stress drugs of new generation for livestock]. *Sel'skokhosaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2009, 2: 43-54 (In Russian).
11. Galochkin V.A., Galochkina V.P. [Organic and mineral forms of selenium, their metabolism, bioavailability and role in the body]. *Sel'skokhosaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2011, 4: 3-15 (In Russian).
12. Gandotra V.K., Chaudhary R.K., Sharma R.D. Serum biochemical constituents in normal and repeat breeding cows and buffaloes. *Indian Vet. J.* 1993, 70: 84-85.
13. Garnsworthy P.C., Sinclair K.D., Webb R. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. *Animal*. 2008, 2(8): 1144-1152.
14. González F.D., Muiño R., Pereira V., Campos R., Benedito J.L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *J. Vet. Sci.* 2011, 12: 251-255.
15. Ingvarsen K.L., Moyes K.M. Factors contributing to immunosuppression in the dairy cow during the periparturient period. *Japanese J. Vet. Res.* 2015, 63(Suppl. 1): 15-24.
16. Iriadam M. Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in kilis does. *Small Rum. Res.* 2007, 73: 54-57.
17. Jarovan N.I. [The antioxidant activity of ceruloplasmin during mastitis]. *Zootehniya - Zootechnics*. 2007, 10: 24-25. (In Russian).
18. Jorritsma R., Wensing Th., Kruip Th.A.M., Vos P.L.M.A., Noordhuizen J.P.T.M. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Vet. Res.* 2003, 34: 11-26.
19. Kal'nitskii B.D., Cherepanov G.G. [Some results and perspectives of research in the field of biology of productive animals]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2012, 1: 55-65. (In Russian).
20. Kawashima C., Kaneko E., Amaya Montoya C., Matsui M., Yamagishi N., Matsunaga N., Ishii M., Kida K., Miyake Y., Miyamoto A. Relationship between the first ovulation within three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high producing dairy cows. *J. Reprod. Dev.* 2006, 52(4): 479-486.
21. Khaled N., Illek J., Gajdusek S. Interactions entre nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Vet. Brno*. 1999, 68: 253-258.
22. Khatti A., Mehrotra S., Patel P.K., Singh G., Maurya V.P. et al. Supplementation of vitamin E, selenium and increased energy allowance mitigates the transition stress and improves postpartum reproductive performance in the crossbred cow. *Theriogenology*. 2017, 104: 142-148.
23. Krajničáková M., Kováč G., Kostecký M., Valocký I., Maraček I., Šutiaková I., Lenhardt L. Selected clinic-biochemical parameters in the puerperal period of goats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*. 2003, 47: 177-182.
24. Kuznetsov S., Kuznetsov A. [Vitamins and mineral nutrition and the reproductive function of animals]. *Kombikorma - Mixed Feeds*. 2010, 1: 78-80 (In Russian).
25. Law R.A., Young F.J., Patterson D.C. Kilpatrickse D.J., Wylie A.R.G., Mayne C.S. Effect of dietary protein content on estrous behavior of dairy cows during early and mid lactation. *J. Dairy Sci.* 2009, 92 (3): 1013-1022.
26. LeBlanc S.J. Interaction of metabolism, inflammation and reproductive tract health in the postpartum period in dairy cows. *Reprod. Domest. Anim.* 2012, 47: 18-30.
27. Leroy J., Vanholder T., Van Knege A.T.M, Garcia Ispuerto I., Bols P.E.J. Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: mismatch between metabolism and fertility? *Reprod. Domest. Anim.* 2008, 43: 96-103.
28. Leroy J., Van Soom A., Opsomer G., Goovaerts I.G.F., Bols P.E.J. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part II. Mechanisms linking nutrition and reduced oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows. *Reprod. Domest. Anim.* 2008b, 43: 623-632.
29. Leroy J.L., Van Hoeck V., Clemente M., Rizos D., Gutierrez-Adan A., Van Soom A., Uytterhoeven M., Bols P.E. The effect of nutritionally induced hyperlipidaemia on in vitro bovine embryo quality. *Hum. Reprod.* 2010, 25: 768-778.
30. Machado V.S., Bicalho M.L.S., Pereira R.V., Caixeta L.S., Knauer W.A., Oikonomou G., Gilbert R.O., Bicalho R.C. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *Vet. J.* 2013, 197(2): 451-456.
31. Makarova Ya.S., Stepanova I.P. [Pro- and antioxidant systems of blood of cattle at various physiological states]. *Zootehniya - Zootechnics*. 2010, 2: 21-22 (In Russian).

32. Moore K., Thatcher W.W. Major advances associated with reproduction in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006, 89(4): 1254-1266.
33. Mordac R., Nicpon' J. Values of some blood parameters in dairy cows before and after delivery as a diagnostic monitoring of health in herd. *Electron. J. Pol. Agr. Univ. Vet. Med.* 2006, 9. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue2/art-20.html>.
34. Mystkowski P., Schwartz M.W. Gonadal steroids and energy homeostasis in the leptin era. *Nutrition*. 2000, 16: 937-946.
35. Nezhdanov A.G., Dashukaeva K.G. [Ecological-biological problems of reproduction of agricultural animals]. In: *Mat. mezhd. konf.: "Aktual'nye problemy veterinarii"* (Mat. Intern. Conf.: Actual problems of veterinary medicine). Barnaul, 1995, P. 196 (In Russian).
36. Nezhdanov A.G., Vlasov S.A. [Hormonal changes in the body of cows during pregnancy, calving in the norm and with obstetric pathology]. *Sel'skokhosyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 1987, 6: 94-99 (In Russian).
37. Nezhdanov A.G., Mikhalev V.I., Lozovaya E.G., Lobodin K.A., Safonov V.A. [Pathophysiological aspects of embryonic mortality in dairy cows]. *Sel'skokhosyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2017, 52(2): 338-348. (In Russian).
38. Porfir'ev I.A. [Vitamin A metabolism and infertility in highly productive dairy cows with imbalance in rations]. *Sel'skokhosyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2007, 4: 83-95. (In Russian).
39. Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W. (Eds). *Veterinary Medicine. A Text book of the disease of cattle, sheep, pig, goat and horses*. Philadelphia: W.B. Saunders Publ., 2000, P. 1442-1452.
40. Reist M., Erdin D.K., von Euw D., Tschumperlin K.M., Leuenberger H., Hammon H.M., Morel C., Philipona C., Zbinden Y., Künzi N., Blum J.W. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*. 2003, 59 (8): 1707-1723.
41. Rensis F.D., Scaramuzzi R.J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow – a review. *Theriogenology*. 2003, 60: 1139-1151.
42. Rusakov R.V. [Effectiveness of biologically active additives in relation to reproductive functions of cattle]. In: *Mat. mezhd. konf.: Sovremennye problemy veterinarnoi patologii i biotekhnologii v agropromyshlennom komplekse* (Mat. Int. Conf.: Modern problems of veterinary pathology and biotechnology in the agro-industrial complex). Minsk: Belaruskaya navuka Publ., 2017, P. 278-282 (In Russian).
43. Rusakov R.V., Garifullina N.A. [On the possibility of adjusting some parameters of the antioxidant system of the organism of dairy cows]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK - Achievements of science and technology of agroindustrial complex*. 2010, 5: 62-64 (In Russian).
44. Rusakov R.V., Garifullina N.A. [A balanced complex of biologically active substances with antioxidant action in feeding dry cows]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka - Agrarian science of the Euro-North-East*. 2011, 20(1): 47-50. (In Russian).
45. Rusakov R.V., Zavivaev S.N., Nechaev V.N. [Influence of feeding the BAS complex on the system of antioxidant protection of the organism of dairy cows]. *Kormoproizvodstvo - Feed Production*. 2016, 5: 36-41.
46. Santos J.E.P., Bisinotto R.S., Ribeiro E.S. Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows. *Theriogenology*. 2016, 86(1): 254-262.
47. Sharma N. Economically important production diseases of dairy animals. *All India SMVS' Dairy Bousiness Directory* (R. Kumar, Ed.). 2010-2011, P. 47-65. <http://allindiadairy.com/Directory-Index-2010-11.aspx>
48. Stevenson J.S., Call E.P. Influence of early estrus, ovulation, and insemination on fertility in postpartum Holstein cows. *Theriogenology*. 1983, 19(3): 367-375.
49. Thatcher W.W., Wilcox C.J. Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 1973, 56: 608-610.
50. Vasilenko T.F. [Regularities of the renewal and metabolic supply of estrous cycles in domestic ruminant animals]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk - Advances in Physiology*. 2008, 39(1): 76-89 (In Russian).
51. Vasilenko T.F. [Metabolic maintenance of estrus cycles formation in animals at puberty]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN - Proceedings of the Komi Scientific Center of RAS*. 2011, 4: 8-11 (In Russian).
52. Vasilenko T.F. *Sposob diagnostiki funktsional'nogo sostoyaniya yaichnikov u zhivotnykh s udlinennym vlagalishchem* [Method for diagnosing the functional state of the ovaries in animals with an elongated vagina]. *Patent RF*, № 2155016, 2000.
53. Vasilenko T.F. *Sposob opredeleniya funktsional'nogo sostoyaniya yaichnikov u sel'skokhzyaistvennykh zhivotnykh* [Method for determining the functional status of ovaries in farm animals]. *Patent RF*, № 2211683, 2003.

54. Vasilenko T.F. *Sposob opredeleniya funktsional'nogo sostoyaniya yaichnikov u telok v period polovogo zrevaniya* [Method for determining the functional status of ovaries in heifers at puberty]. *Patent RF*, № 2402210, 2010.
55. Vasilenko T.F., Kochanov N.E., Patrushev A.A. *Sposob regulyatsii vosproizvoditel'noi sposobnosti korov* [Method of regulating the reproductive capacity of cows]. *Patent RF*, № 2026075, 1995a.
56. Vasilenko T.F., Kochanov N.E., Patrushev A.A. *Sposob regulyatsii vosproizvoditel'noi sposobnosti korov* [A method for regulating the reproductive capacity of cows]. *Patent RF*, № 2028806, 1995b.
57. Vasilenko T.F., Mongalev N.P., Chuv'yurova N.I. *Fiziologiya estral'noi tsiklichnosti v reproduktivnoi funktsii korov* [Physiology of estrual cyclicity in the reproductive function of cows]. Ekaterinburg: UrO RAN Publ., 2011, 176 p. (In Russian).
58. Vasilenko T.F., Roshchevskii M.P. [The role of total cholesterol in restoring estrous cycles in animals]. *Doklady Rossiiskoi Akademii Nauk – Doclady Biological Science*. 2008, 418(4): 11-12. Vol. 418
59. Vasilenko T.F., Rubtsova L.Yu. *Sposob regulyatsii vosproizvoditel'noi sposobnosti korov* [Method of regulating the reproductive capacity of cows]. *Patent RF*, № 2070389. 1996.
60. Vasilenko T.F., Rubtsova L.Ju., Mongalev N.P. *Sposob regulyatsii vosproizvoditel'noi sposobnosti korov* [Method of regulating the reproductive capacity of cows]. *Patent RF*, № 2125369, 1999.
61. Vasilenko T.F., Rubtsova L.Ju., Mishurov V.P. *Sposob regulyatsii vosproizvoditel'noi sposobnosti korov* [Method of regulating the reproductive capacity of cows]. *Patent RF*, № 2099963, 1997.
62. Vasilenko T.F., Rubtsova L.Ju., Punigov V.V. *Sposob regulyatsii vosproizvoditel'noi sposobnosti korov* [Method of regulating the reproductive capacity of cows]. *Patent RF*, № 2218929, 2003.
63. Vasilenko T.F., Tallina V.A., Mitina I.A. *Sposob opredeleniya funktsional'nogo sostoyaniya yaichnikov u korov v usloviyakh pervoi laktatsii (pervotelok)* [Method for determining the functional status of ovaries in cows under the conditions of the first lactation]. *Patent RF* № 2572715. 2015.
64. Westwood C.T., Lean I.J., Garvin J.K. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J. Dairy Sci.* 2002, 85(12): 3225-3237.
65. Whitaker D.A. Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows. In: Andrews A.N. (Ed). *The health of dairy cattle*. Oxford, UK: Blackwell Science Publ., 2000, P. 89-107.
66. Wiltbank M., Lopez H., Sartori R., Sangsritavong S., Gümen A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*. 2006, 65(1): 17-29.
67. Wise T.J. Biochemical analysis of bovine follicular fluid: albumin, total protein, lysosomal enzymes, ions, steroids and ascorbic acid content in relation to follicular size, rank atresia classification and day of estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 1987, 64: 1153-1169.
68. Zhuravlev A.I., Pantyushenko V.T. [Free radical pathology and methods of its prevention by bioantioxidants]. *Sel'skokhosiyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 1989, 2: 17-24.

Modern approaches to optimization of reproductive processes in cows

Vasilenko T.F.¹, Rusakov R.V.²

¹*Institute of Physiology, Komi Science Centre, Ural Branch of RAS, Syktyvkar;*

²*Federal Agricultural Research Centre of North-East, Kirov, Russian Federation*

ABSTRACT. The aim of this work is to systematize the literature data and the results of the authors' research on the physiological mechanisms of reproductive processes in cows and develop technological methods that facilitate the formation of natural ovulatory cycles, fertilization and the production of healthy offspring. When carrying out technological monitoring and developing new technologies for the reproduction of cows, it is important to: 1) take into account the individual features of restoring estrous cycles in heifers during puberty and in cows after calving in certain feeding conditions, technical maintenance and operation; 2) control of biochemical composition of blood and levels of hormonal regulators to determine the conditions for the resumption of ovulatory cycles; 3) measures aimed at normalizing of the estrus cycles in cows and shortening the period between calving. The presence of metabolic disturbances in the postpartum period often prevents the renewal of estrous cycles necessary for fertilization, regardless of the level of hormonal regulators in the blood. The increase in financial costs in animal husbandry is often associated with an increase in the interval between calving, which in turn is related to the prolongation of the anestrus period and the probability of passing anovulatory cycles. Methods of diagnostic the functional state of the ovaries using biochemical blood markers can identify healthy animals that are potentially ready for fertilization and pregnancy, and determine the optimal period of the estrous cycle for fertilization. It was established that an increase in the level of individual fractions of lipids in the blood in cows is a necessary condition for the resumption of the functional activity of the ovaries and the formation of normal estrous cycles. The introduction of methods for stimulating reproduction in healthy cows in animal husbandry on the basis of the use of complexes of biologically active substances adapted to the conditions of feeding having antioxidant properties, preparations from animal tissues (placenta) or containing phytoecdysteroids of plants, can promote the regular passage of reproductive cycles with an optimal period between calving and optimization length of productive life of animals.

Keywords: cows, reproduction, diagnostic blood markers, stimulation of estral cycles, biologically active substances

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2018, 1: 5-18

Поступило в редакцию: 11.12.2017

Получено после доработки: 22.12.2017

Василенко Татьяна Федоровна, д.б.н., в.н.с., тел. (8212) 24-00-85; 8(912)146-24-52;
vasilenko@physiol.komisc.ru

Русаков Роман Васильевич, к.б.н., зав. лаб., тел. (8332) 33-10-03; +7(909)718-81-12,
romanrusakov@mail.ru