

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Горлов И.Ф.^{1,2}, д. с.-х. наук, академик РАН; *Сложеникина М.И.*^{1,2}, д-р биол. наук,
*Злобина Е.Ю.*¹, канд. биол. наук, *Княжеченко О.А.*¹, *Гаряева Х.Б.*¹, *Мосолова Д.А.*³

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции» (Волгоград)

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Волгоградский государственный технический университет» (Волгоград)

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (Москва)

Реферат. В статье представлены совместные разработки ученых разных институтов, направленные на повышение эффективности, конкурентоспособности и экономической целесообразности производства животноводческой продукции в условиях ЮФО. В ходе исследования были выявлены ряд закономерностей касающихся селекции, разведения, содержания и кормления продуктивных животных, а также изучены новые способы переработки животноводческого сырья.

Ключевые слова: молекулярно-генетические методы, эффективное животноводство, селекция, кормление, биотехнологии, продукция животноводства

Abstract. The article presents cooperative developments of scientists from different institutes aimed at increasing the efficiency, competitiveness and economic feasibility of livestock production in the Southern Federal District. During research, a number of regularities concerning the selection, breeding, keeping and feeding of productive animals were revealed, and new ways of processing animal raw materials were explored.

Key words: molecular genetic methods, effective cattle breeding, selection, feeding, biotechnology, livestock products

Введение. На современном этапе реализации Доктрины продовольственной безопасности требуется обеспечивать не только необходимые объемы производства животноводческого сырья, но и конкурентоспособность изготовленной из него продукции. Для перерабатывающей промышленности необходимо использование высококачественного животноводческого сырья, постоянное обновление ассортимента выпускаемой продукции, внедрение новых технологий, модернизация производства.

В ЮФО в последние годы прослеживается положительная тенденция в наращивании производства животноводческой продукции. Для этого в сельскохозяйственных предприятиях увеличивается поголовье сельскохозяйственных животных, внедряются современные методы селекционно-племенной работы, используются технологии, значительно повышающие биоконверсию кормов в производимое сырье, оптимизируется организация труда.

Обсуждение результатов. Для обеспечения конкурентоспособности отечественного производства с учетом региональных особенностей учеными ГНУ НИИММП изучено современное состояние животноводства, разводимого в ЮФО и дана оценка актуальности исследований, направленных на разработку подходов к повышению эффективности производства продукции животноводства, так, в результате изучения сложных и многочисленных проблем при производстве говядины обоснована научно-практическая значимость разведения крупного рогатого скота калмыцкой породы, являющейся на сегодняшний день одной из ведущих отечественных мясных пород в России, имеющей большое племенное значение в мясном скотоводстве и характеризующейся уникальными качествами [1,2]. Учитывая, что в формирование данной породы использовались киргизская (кавказская), монгольская, якутская, тувинская и сибирская породы скота, а также отсутствие научных данных о калмыцкой породе на молекулярно-генетическом уровне, значительный интерес представляет дальнейшее детальное изучение ДНК животных.

Были изучены хозяйственно-биологические особенности крупного рогатого скота распространенных пород и внутривидовых типов. Представляет особый интерес данные о влиянии транспортного стресса при доставке бычков на мясокомбинат, когда наблюдается ухудшение клинико-физиологического состояния и снижение живой массы у животных. Установлено, что наибольшей стрессоустойчивостью обладает молодняк герефордской и симментальской пород, а более подвержены влиянию неблагоприятных факторов внешней среды лимузины и абердин-ангуссы. Наибольшие потери живой массы установлены у бычков лимузинской породы – 4,43 % от съёмной, тогда как у сверстников I, II, III, IV и V групп они были меньше соответственно на 10,3, 14,7, 5,4, 18,1 и 8,9 %. Данный факт необходимо учитывать при прогнозировании стрессовых ситуаций, влияющих на процесс производства говядины.

Изучена интенсивность роста и развития, особенность формирования мясной продуктивности чистопородных и помесных бычков, полученных в результате однократного и двухкратного вводного скрещивания герефордских бычков с коровами казахской белоголовой породы. Установлено, что помесные бычки превосходят чистопородных сверстников I группы по живой массе, среднесуточному и абсолютному приросту. Высокой живой массой характеризовались бычки с генотипом 1/2 (II группа) и 3/4 (III группа) по герефордской породе. Среднесуточный прирост живой массы бычков составил от 944,4 до 1013,9 г. Абсолютный прирост бычков II группы был больше, чем у сверстников из контрольной и III группы, на 16,6 и 13,1 кг. Наиболее высокая мясная продуктивность бычков II и III установлена и по результатам их контрольного убоя. Выход туш у молодняка II группы составил 57,18 %, что выше, чем у сверстников I и III групп на 1,38 и 1,47 %. Убойный выход по данной группе был выше соответственно на 1,46 и 1,59 %. По массе мякоти в тушах молодняк из II группы превосходил сверстников на 8,49 и 6,51 %, выходу мякоти — на 1,08 и 0,27 %. Индекс мясности туш бычков II группы был выше, чем у сверстников на 6,06 и 1,47 %. Уровень рентабельности производства говядины от бычков II группы был выше, чем у молодняка I и III групп, на 11,87 и 9,37 %.

Проведена иммуногенетическая аттестация изучаемого поголовья с целью дальнейшего выявления взаимосвязи аллелей групп крови с формированием хозяйственно-биологических особенностей. Генотипы исследованных особей по ISSR-маркерной системе соответствовали генофонду русской комолой и абердин-ангусской пород с высоким уровнем достоверности, однако популяция исследованного поголовья герефордской породы не однородна и не консолидирована. Количество особей с чужеродными генотипами в

целом составляло 30 %. В формировании помесной популяции между КРС казахской белоголовой и герефордской пород участвовали обе породы, и сформированная популяция консолидирована и однородна. На однородность популяции указывает высокий уровень сходства генотипов исследованных телок с генофондом популяции и высокая достоверность полученных данных.

Изучены генетическое сходство и дистанции русской комолой породы крупного рогатого скота с современной ангусской породой [3]. Научно обосновано, что в степных и сухостепных регионах страны с резко континентальным климатом с экономической точки зрения на мясо более выгодно выращивать молодняк русской комолой породы. Выявлены особенности фонда популяций крупного рогатого скота русской комолой, абердин-ангусской и калмыцкой пород, выразившиеся в различной встречаемости антигенных факторов. Наименьшее генетическое расстояние имелось у популяций абердин-ангусской и русской комолой пород ($d=0,0397$). В 1,4 раза большее генетическое удаление имели породы калмыцкая – русская комолой ($d=0,0561$) и в 1,7 раза породы калмыцкая – абердин-ангусская ($d=0,0687$). Таким образом, ведя селекцию с учётом наличия желательных аллелей групп крови, аллеля гена *C*, возможно повысить продуктивность животных, улучшить качественные показатели мяса (нежность) у русской комолой, абердин-ангусской и других пород. Результаты молекулярно-генетических исследований генофонда скота ангусской (австралийской селекции) и русской комолой пород показали, что генофонд этих популяций имеет довольно высокое сходство. При этом по ряду генов имелись определенные различия. Так, генотип AA по гену RORC чаще на 12,6 % встречался в популяции русской комолой породы, генотип AG у популяции ангусской породы на 12,5 %. Различий по генотипу GG в популяции не установлено. Генотип LL по гену GH встречался в популяциях наиболее часто при разнице между ними 2,25, тогда как генотип VV реже с разницей между популяциями в 3,3 %.

Проведены исследования адаптационных и хозяйственно-биологических особенностей голштинского скота разных эколого-генетических типов, завезенного из США, Дании, Германии и Австралии; изучены закономерности роста и развития коров-первотелок голштинской породы разных селекций; проведена оценка состояния естественной резистентности и иммунного статуса животных; определены их продуктивные способности и репродуктивные качества; проанализированы биологические (генетико-статистические) параметры в зависимости от генотипа; проведена ДНК-диагностика гена каппа-казеина коров голштинской породы разных селекций (во всех случаях обнаружены генотипы AA); определены качественные показатели молока подопытных телок с экономической оценкой результатов акклиматизации. Выявлено превосходство коров из Германии и Австралии над сверстницами датской и американской селекций (в возрасте 36 месяцев живая масса была выше на 36,5 и 27,6 кг; на 24,3 и 15,4 кг соответственно). Максимальный годовой удой был получен от американских и немецких коров (25220 и 24861 кг), в их молоке было выше содержание жира. Максимальное содержание белка было в молоке австралийских и американских коров (3,47 и 3,38 %). Выход телят от американских, датских, немецких, австралийских коров составил 87, 82, 84 и 83 %. Более высоким содержанием эритроцитов, общего белка, более высокими показателями фагоцитоза характеризовались животные из Дании и Австралии, что свидетельствует об особенностях гомеостаза животных этих генетических селекций в условиях адаптации. У первотелок из США и Германии отмечен достаточно высокий уровень содержания в крови иммунных белков при снижении фагоцитарной активности по сравнению с животными из других стран, что свидетельствует о превосходстве гуморальных факторов иммунитета у животных этой селекции. У ко-

ров датской, немецкой и австралийской селекций прослеживается положительная корреляция между хозяйственно-технологическими и генетическими признаками в течение трех лактаций, причем наблюдается значительное увеличение взаимозависимости признаков к третьей лактации. Первотелки американской селекции в первую и вторую лактацию показывают отрицательную взаимосвязь признаков, что указывает на более длительный период акклиматизации, по сравнению с другими генотипами. Наиболее устойчивая и высокая корреляционная зависимость между изученными признаками отмечена для голштинов из Дании. Уровень рентабельности производства молока от коров американской и немецкой выборок был выше на 10,8-11,3 %. Не менее важной по значимости отраслью является овцеводство. Нарращивание отечественного производства баранины, как показывают исследования, также во многом определяется использованием молекулярно-генетических методов в овцеводстве. Изучен полиморфизм генов GDF9, CASP, MC4R у овец Волгоградской и Сальской пород, а также породы Советский меринос, разработаны рекомендации по совершенствованию селекционной работы племенных хозяйств на основе выявления взаимосвязи генетических маркеров с формированием продуктивных качеств. У овец установлены высокие частоты аллеля G и генотипа GG по точке G1 и аллеля A и генотипа AA по точке G4 гена GDF9. Для повышения частоты желательных аллелей в популяции рекомендуется проводить ДНК-тестирование гена GDF9 с целью отбора ремонтного молодняка с желательными генотипами. В гене GDF9 были определены восемь различных точечных мутаций (G1-G8). Три мутации из восьми не приводят к изменению аминокислотной последовательности (G2, G3 и G5). Пять оставшихся нуклеотидных замен (G1, G4, G6, G7 и G8) приводят к аминокислотным заменам. Установлено влияние полиморфизма гена GDF9 на массу ягнят волгоградской породы при рождении. У маток генотипа AG вес ягненка при рождении в одиночных пометах (первый окот) был выше на 0,14 кг (4,02 %) по сравнению с матками генотипа GG. Во втором окоте вес ягнят из двоен, полученных от маток генотипа AG, был выше на 0,18 кг (7,11%). Анализ продуктивных качеств показал, что полиморфизм гена CAST связан с ростовыми показателями овец в 12 мес. В 12 мес. овцы генотипа MM в среднем весили 50,4 кг и превышали аналогичный показатель овец генотипа NM на 1,12 кг (2,28 %). Контроль полиморфизма гена MC4R может использоваться в селекции, направленной как на снижение жира, так и на увеличение. Товаропроизводители могут выбрать аллель A, связанный с быстрым ростом или аллель G связанный с постным мясом и эффективным приростом. У овец волгоградской породы установлено наличие трех генотипов AA, AG и GG с частотой встречаемости 12,0; 59,4 и 28,6 % соответственно. В целом, у волгоградской породы овец наибольшую частоту имел аллель G и гетерозиготный генотип AG. Наличие изменчивости по данным локусам дает основание для контроля мясной продуктивности у овец волгоградской популяции овец, поэтому в генофондных и племенных хозяйствах, следует проводить мониторинг полиморфизма и селекцию по гену меланокортиновый рецептор-4 (MC4R).

Определены аллельные варианты микросателитных локусов OarCP49, CSRD247, FCB20, MAF65, CSAP36, McM14, D5S2 и HSC и получены данные, характеризующие генетическую структуру овец волгоградской породы. Дефицит гетерозигот в популяции отмечен по локусам MAF65, CSAP36 и HSC, что можно рассматривать как тенденцию к повышению гомозиготности в стаде за счет использования родственного спаривания. Однако недостаток гетерозигот в популяции можно интерпретировать и как один из критериев подразделенности, характеризующий уровень биологической организации популяции как целого. Получены данные о нуклеотидной последовательности D-петли мтДНК волгоградской породы овец и проведен анализ ее полиморфизма в сравнительном аспекте с ме-

риносовыми и тонкорунными породами отечественной (казахская, кулундинская) и зарубежной селекции (алтайская мериноландшаф, австралийский меринос и австралийский ромни-марш, тексель), рассчитано расстояние между названными породами. Генофонд волгоградской породы овец представлен вариантами гаплотипов, входящих в широко распространенную гаплогруппу В, что характерно для европейских пород овец.

К инновационным разработкам при производстве продукции свиноводства следует отнести следующее. Моделирование генетической структуры путем расчета аллельных комбинаций позволяет прогнозировать племенную ценность будущего потомства, значительно сокращая селекционный процесс, формировать продуктивные качества животных, функционально-технологические свойства животноводческого сырья, повышая рентабельность производства. Свины крупной белой породы (КБ) генотипа AG/MC4R отличаются лучшей скороспелостью на 5,35 дн. (3,16 %), среднесуточным приростом на 82,3 г (9,9 %), меньшими затратами корма на 0,13 к.ед. (на 4,16 %) по сравнению с генотипом AA. Свины КБ генотипа QQ/IGF2 отличаются от аналогов QQ-генотипа лучшей скороспелостью на 6,1 день (на 3,7 %), среднесуточным приростом на 59,7 г (7,7 %), толщиной шпика на 1,8 мм (7,8%) и затратами корма на 0,1 к.ед. (3,2 %). Свиноматки КБ генотипа QQ по сравнению с матками генотипа QQ имеют лучшую молочность на 10,1 кг (15 %) и массу гнезда при отъеме на 11,4 (12,3 %). По гену POU1F1 для свиней КБ по «желательным» является генотип CC: который обеспечивает лучшую скороспелость на 8,86 дн. (5,2 %), среднесуточные приросты на 150,7 г (17,7 %), меньше затраты корма на 0,24 к.ед. (8,2 %). По воспроизводительным качествам свиноматки КБ генотипа CC отличаются лучшей крупноплодностью на 0,16 кг (11,3%), молочностью на 12,2 кг (15,9 %), массой гнезда и 1 поросенка при отъеме на 16,7кг (18,4 %) и 1,3 кг (15,2 %) соответственно. Установлено, что при учете влияния генотипов одновременно по двум генам POU1F1 и IGF2 достоверность влияния генетической составляющей значительно повышается. «Желательным» является генотип CDQQ. Свины этого генотипа отличаются от аналогов других генотипов лучшей скороспелостью на 6,2-10,8 дн. (3,7-6,2 %), среднесуточным приростом на 32,0-82,3 г (4-10,2 %), меньшей толщиной шпика на 2,2 – 2,85 мм (9,3-11,75 %) и затратами корма на 0,05 – 0,13 корм. ед.(1,63-4,13 %). При совместном учете влияния генов POU1F1 и MC4R в качестве «желательных» по откормочным качествам для свиней КБ являются генотипы CCAA и CDAG. Свины КБ с генотипом CDAG по сравнению с аналогами генотипов CDAA, DDAG и DDAA отличаются более оптимальными среднесуточными приростами на 77,5 г (9,9 %), 96,0 г (11,1 %,) и 120,9 г (16,4 %) и затратами корма на 0,09 к.ед. (3 %), 0,12 к.ед.(4,04 %), 0,15 к.ед.(4,14 %) соответственно.

В результате экспериментальных исследований дано научное обоснование и реализованы в производственных условиях новые методы повышения продуктивных и воспроизводительных качеств свиней отечественных пород в условиях промышленной технологии за счет использования специализированных мясных пород иностранной селекции: изучена продуктивность свиней пород крупная белая, дюрок, ландрас и йоркшир, выращиваемых на крупном промышленном комплексе в регионе Нижнего Поволжья; определено влияние породной принадлежности на воспроизводительные особенности свиноматок специализированных мясных пород; установлено влияние двух- и трехпородных помесей на формирование мясной продуктивности при откорме свиней до разных весовых кондиций; изучены продуктивные показатели свиней при откорме чистопородных и помесных животных; проанализированы воспроизводительные функции свиней разных пород; дана экономическая оценка производства конкурентоспособной свинины от животных различных пород и их помесей.

Важным направлением при производстве животноводческой продукции является использование новых ресурсосберегающих биотехнологических приемов повышения продуктивного действия кормов, например, скармливание ОМЭК молодняку крупного рогатого скота в составе комбикормов КР-1, КР-2 и КР-3 в количестве 10% от существующих норм содержания микроэлементов в типовых рецептурах при откорме молодняку крупного рогатого скота на мясо оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, морфологический и биохимический состав крови, продуктивность животных. Использование данной добавки в кормлении позволяет повысить среднесуточные приросты животных в зависимости от возраста на 9,5-12,3 % ($P < 0,05$) при снижении затрат кормов на 1 кг прироста на 7-10 %. Учитывая положительные результаты исследований, премиксы, содержащие ОМЭК, рекомендуется использовать в кормлении молодняку крупного рогатого скота [4,5,6].

С учетом требований к созданию пастбищ с высокой урожайностью, продуктивным долголетием, быстрым достижением пастбищной спелости, устойчивости к выпасу и вытаптыванию, а также высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот были отобраны 3 вида трав: райграс (плевел многолетний) + многолетнее сорго + волоснец. Изучение изменчивости содержания жирных кислот в кормовых травах показало, что сезонные и экологические факторы оказывают значительную роль в фенотипической вариации содержания жирных кислот, что в свою очередь потребует корректировки жирнокислотного состава кормов в процессе выращивания. Эксперимент методом *in vivo* показал, что поглощение простейшими рубца хлоропластов растений происходит быстро и внутриклеточный уровень хлоропластов поддерживается в течение, по крайней мере, 6 часов. Оценка степени сохранности ПНЖК до попадания в двенадцатиперстную кишку показала, что данный процесс связан с целым комплексом факторов и взаимодействий, происходящих между компонентами кормовых трав и микрофлорой рубца животных. Установлено, что скармливание трав с различными уровнями содержания полифенолоксидазы имеет ограниченный потенциал для улучшения жирнокислотного профиля липидов в мясе жвачных животных ввиду отсутствия достоверного уровня снижения процессов биогидрирования. При этом лучшие результаты показало скармливание животным силоса травы ежи обыкновенной, с высоким уровнем полифенолоксидазы. Существенное торможение биогидрогенации обеспечивает включение в рацион кормовых трав, содержащих сапонины (1% деодоразы) и танины (лядвенец топяной). Однако эффективность присутствия танинов, вероятно, связана с тем, что концентрированные танины, присутствующие в *L. Pedunculatus* (лядвенец топяной), были очень токсичны для микрофлоры рубца.

Разработана технология получения экструдированного корма высокого качества за счет использования при его приготовлении отходов масличного производства (нетрадиционных культур) и зерна нута новых селекций. Предложенный способ откорма молодняку крупного рогатого скота мясного направления позволяет в значительной степени увеличить производство высококачественной говядины. Молодняк опытной группы превосходил бычков контрольной группы на 29,0 кг, а по среднесуточному приросту – на 170,8 г/гол., предубойной массе – на 25,9 кг/гол., выходу туши – на 1,60 %. В мясе бычков опытной группы содержание белка было выше в сравнении с контрольной группой на 1,30 % ($P < 0,01$), сухого вещества – на 1,90 % ($P < 0,01$), жира – на 0,70 % ($P < 0,05$), золы – на 0,06 %, а белково-качественный показатель был выше на 0,31 %.

Разработаны и научно обоснованы инновационные технологии получения и применения белоксодержащих продуктов из нута различных селекций при производстве кормовых средств, поставлен научно-хозяйственный эксперимент на молодняке свиней с целью

сравнительного изучения влияния рациона с использованием экструдата нута совместно с новой кормовой добавкой «КореМикс», содержащей в своем составе сорбирующие кремнийсодержащие минералы и пробиотические микроорганизмы, на поедаемость кормов, переваримость и использование питательных веществ, продуктивность и качество мяса молодняка свиней на откорме, уровень рентабельности повысился на 4,4 %.

Установлено, что использование в рационах молодняка свиней на откорме новых кормовых добавок, разработанных при участии научного коллектива, «КореМикс» и «СалтМаг» способствует улучшению переваримости и использованию основных питательных веществ рационов, повышению мясной продуктивности и качества свинины, уровень рентабельности повысился на 4,4 и 3,9 %. Антибактериальный препарат Лексофлон ОР показал высокую профилактическую и терапевтическую эффективность (98 %) при выращивании поросят, способствовал активизации у них обменных процессов, повышению естественной резистентности и увеличению прироста живой массы к концу выращивания.

В последние годы большой интерес представляет целесообразность применения антибиотиков при производстве свинины. В этом отношении проведены опыты на лабораторных животных [7,8]. Установлено, что использование в питании крысят-отъемышей белково-витаминно-минеральной добавки, содержащей комплекс антибактериальных препаратов (тилозин, алаквиндокс, цинкбацитрацин) для свиней, приводит к токсическому поражению слизистой оболочки тонкого кишечника, нефротелия в проксимальном отделе нефронов почек, а также к развитию гиперплазии белой пульпы селезенки и микровезикулярной жировой трансформации большей части гепатоцитов в виде стеатоза печени. Микровезикулярная жировая трансформация гепатоцитов печени вызвана реакцией на токсическое воздействие добавки, что подтверждается выраженными трансформационными процессами в периферических зонах долек печени, наиболее повреждающихся при воздействии токсических агентов. Признаки волнения ядер (увеличение количества двухядерных гепатоцитов, различия в размере ядер, появление гигантских клеток) относятся к компенсаторно-адаптивным изменениям и также подтверждают активацию детоксикационной функции печени. Выявлены очаги мутного набухания эпителия проксимальных отделов нефрона с параллельным увеличением размера клеток и уменьшением просвета канальцев. Установленные при гистологическом исследовании почек морфологические перемены - признак токсического воздействия на нефротелий с ответной дистрофией его, что связано с реабсорбцией невидоспецифического белка, следствием чего является нарушение белкового обмена в организме. Укорочение ворсин и уменьшение количества бокаловидных клеток в эпителии тонкой кишки свидетельствуют о незавершенной дифференцировке слизистых эпителиоцитов в бокаловидные клетки регенерировавшего эпителия ворсин и служат показателем бывшего дефекта покровного эпителия и самих ворсин, обусловившего нерезко выраженную гиперплазию кишечного-ассоциированной лимфоидной ткани. При гистологических исследованиях селезенки выявлена гиперплазия белой пульпы, преимущественно из-за увеличения количества и размеров лимфоидных фолликулов и герминативных центров в них, что свидетельствует об антигенной стимуляции и антигензависимой пролиферации и дифференцировке В-лимфоцитов, связанных с alterations слизистой оболочки (ворсинок) тонкой кишки. Данные результаты характерны для токсического поражения органов токсическими веществами. Их можно считать мишенями для данного рода кормовых компонентов и в дальнейшем использовать для исследования безопасности конечных продуктов свиноводства, полученных с использованием БВМД.

Проведена оценка технологического потенциала использования произведенных сырьевых ресурсов при производстве пищевой продукции, научно обоснована функционально-технологическая совместимость различных компонентов в составе новых пищевых систем, разработаны технологии и изучены потребительские свойства новых мясо-молочных продуктов для разных групп населения. Разработаны и научно обоснованы рецептуры, проведена экспериментальная выработка новых видов мясной и молочной продукции повышенной биологической ценности, изучены функционально-технологические свойства и аминокислотный состав выработанных продуктов [9,10].

Разработаны рекомендации по использованию биотехнологических приемов снижения содержания токсичных веществ в социально значимой продукции на основе моделирования технологических процессов, выявлены закономерности, позволяющие добиться многократного снижения ПАУ в готовых изделиях не в ущерб органолептическим характеристикам, а их практическое применение не требует существенных материальных затрат, сформулированы принципы стабилизации качества сырья, способов совершенствования инструментов системы технического регулирования в мясной и молочной промышленности. Разработано научно-методическое сопровождение, раскрывающее практические аспекты применения современного аналитического оборудования для идентификации количественного и качественного состава сырья и пищевых продуктов с обнаружением следовых количеств специфичных физиологически активных компонентов; исследования физико-химических и структурно-механических свойств пищевых систем; проектирования новых приемов технологических воздействий и обоснования возможности их применения в перспективных способах производства. Предложено использовать методы вибрационной вискозиметрии, динамического механического анализа (ДМА) и тандемной жидкостной хромато-масс спектрометрии (ВЭЖХ-МС/МС). Вибрационный метод вискозиметрии целесообразно применять для получения эмпирических данных по изменению вязкости пищевых систем в интервале температур, потенциально возможных при производстве, хранении, транспортировании и реализации разработанных продуктов питания. Разработаны методики контроля содержания йодитрозинов в пищевых продуктах и БАД. Получены результаты сравнительных испытаний методик определения содержания токсичных веществ в животноводческом сырье и пищевых продуктах, дана оценка возможностей химико-аналитического оборудования, сформированы и научно обоснованы методические подходы к подготовке проб и инструментальному анализу токсичных веществ, разработаны аппаратно-программные параметры и оптимизированная методика определения токсичных веществ «Определение содержания полициклических ароматических углеводородов методом тандемной жидкостной хромато-масс-спектрометрии».

Разработаны и научно обоснованы инновационные подходы к биотрансформации белковых компонентов мясного сырья с использованием ферментов для обработки сырья с целью последующего выделения коллагеноподобных соединений и фракций коллагена. Предложены механико-экстракционные методы выделения коллагена, разработаны процессы получения порошкообразного коллагена, методы получения коллагенов экстракцией органическими растворителями, рекомендованы методы получения гидролизатов из смеси мышечной и костной тканей животного происхождения. Предложены режимы ускоренной подготовки коллагенсодержащего сырья, подходы к получению фракций коллагена с заданным молекулярно-массовым распределением. Разработан метод выделения фибриллярных коллагенов типов I, II, III, V и XI. Изучена кинетика процесса высвобождения аминокислот при гидролизе мясокостного сырья, что позволило определить опти-

мальные параметры получения аминокислотных смесей пищевого назначения с заданным составом.

Выводы. Таким образом, использование инновационных разработок при производстве и переработке животноводческой продукции позволяет углубить и расширить знания о хозяйственно-биологических особенностях продуктивных животных и функционально-технологических качествах сырья, что способствует повышению конкурентоспособности и рентабельности производства в целом.

Литература

1. Беляев, А.И. Ресурсосберегающие технологии производства говядины / А.И. Беляев, И.Ф. Горлов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 3. – С. 10-14.
2. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий: монография / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин, А.К. Натыров, Б.К. Болаев, О.А. Суторма.; под ред. И.Ф. Горлова. - Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2015. - 250 с.
3. Горлов, И.Ф. Полиморфизм генов BGN, RORC и DGAT1 у мясных пород крупного рогатого скота России / И.Ф. Горлов, А.А. Федюнин, Д.А. Ранделин, Г.Е. Сулимова // Генетика. – 2014. – Т. 50. – № 12. – С. 1448.
4. Горлов, И. Использование новых кормовых добавок для повышения мясной продуктивности молодняка / И. Горлов, Е. Кузнецова, Д. Ранделин, З. Комарова // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № 8. – С. 17.
5. Горлов, И.Ф. Формирование качественных показателей говядины при использовании в рационах молодняка новых кормовых добавок в органической форме / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, С.Н. Шлыков, А.В. Яковенко, О.А. Суторма // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 3. – С. 70-72.
6. Горлов, И.Ф. Эффективность использования новых кормовых добавок при производстве говядины / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин., М.И. Сложенкина, А.А. Кайдулина, А.В. Яковенко // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 1 (93). – С. 80-85.
7. Горлов, И.Ф. Изменение структуры внутренних органов крыс, получавших кормовую добавку с антибактериальными компонентами / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, С.Н. Белик, В.И. Левахин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 5. – С. 38-42.
8. Белик, С.Н. Метаболические эффекты у крыс при введении в рацион кормовой добавки с антибактериальными компонентами / С.Н. Белик, И.Ф. Горлов, В.В. Крючкова, А.В. Ранделин, А.А. Мосолов // Международный вестник ветеринарии. – 2015. – № 2. – С. 47-49.
9. Горлов, И.Ф. Мясные и молочные продукты с растительными наполнителями / И.Ф. Горлов, Л.Г. Сапожникова // Пищевая промышленность. – 1998. – № 1. – С. 66-68.
10. Горлов, И.Ф. Современные аспекты создания мясных изделий общего и лечебно-профилактического назначения / И.Ф. Горлов // Мясная индустрия. – 1997. – № 8. – С. 5-6.