

УДК: 577.1

**В.И. Крюков**, доктор биологических наук  
**О.А. Шалимова**, доктор биологических наук  
**Н.Г. Друшляк**, кандидат биологических наук  
**А.В. Пикунова**, младший научный сотрудник  
ФГБОУ ВПО Орёл ГАУ

### ДНК-ДИАГНОСТИКА В СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*С использованием метода ДНК-диагностики изучено распространение в орловских стадах КРС рецессивных летальных мутаций в локусах BLAD и FXI, полиморфизм гена хозяйственно ценного признака – каппа-казеина и частоты животных, являющихся носителями возбудителей лейкоза КРС и туберкулёза.*

**Ключевые слова:** крупнорогатый скот, ПЦР, ДНК диагностика, полиморфизм, BLAD, FXI, каппа-казеин, лейкоз, туберкулёз.

Дальнейшее развитие животноводства в Российской Федерации в целом, и в Орловской области, в частности, невозможно без использования современных методов генетики и молекулярной биологии. Поэтому внедрение методов генетики и геномной диагностики (ДНК-диагностики) в селекционную практику орловских животноводческих предприятий является актуальной задачей инновационной деятельности лаборатории генетики Инновационного научно-исследовательского испытательного центра Орёл ГАУ.

Актуальность выполняемых исследований объясняется тем, что подавляющее большинство хозяйственно ценных признаков у сельскохозяйственных животных являются количественными признаками и имеют полигенную природу. Внедрение молекулярно-генетических методов в селекционную практику дало ряд преимуществ перед традиционными методами селекции. Селекция, базирующаяся на молекулярно-генетических методах, основывается непосредственно на анализе генотипа и не принимает во внимание ту часть изменчивости хозяйственно-полезных признаков, которая обусловлена действием факторов внешней среды. ДНК-диагностику генотипов животных можно выполнять в самом раннем их возрасте. Поэтому молекулярно-генетические методы позволяют вести селекцию среди животных самых ранних возрастов и независимо от их пола. Это существенно повышает эффективность отбора. Поэтому внедрение молекулярно-генетических методов в селекционную практику орловских животноводов весьма актуально.

Цель работы проводимой в лаборатории генетики Инновационного научно-исследовательского испытательного центра Орёл ГАУ состоит в генотипировании крупного рогатого скота Орловской области по локусам, определяющим наследственные заболевания, хозяйственно-ценные признаки, а также ДНК-диагностика инфицирования животных возбудителями широко распространённых заболеваний.

В задачи исследования входит изучить у крупнорогатого скота орловских хозяйств:

*DNA-diagnostics have been used for research of distribution of recessive lethal mutations in BLAD and FXI loci, polymorphism of kappa-casein gene and frequency of animals, infected by leucosis and tuberculosis in the Oryol region.*

**Key words:** cattle, PCR, DNA diagnostics, polymorphism, BLAD, FXI, kappa-casein, leukemia, tuberculosis.

– встречаемость мутантных аллелей гена BLAD (дефицита лейкоцитарной адгезии), в гомозиготном состоянии приводящих к гибели эмбрионов;

– частоты носительства мутантных аллелей гена FXI, приводящих в гомозиготном состоянии к продолжительным кровотечениям, анемии и нарушениям воспроизводства;

– частоты В-аллеля гена kappa-казеина, обуславливающего более высокие технологические качества молока, используемого в сыроделии;

– частоты носителей вируса лейкоза;

– частоты носительства КРС возбудителя туберкулёза.

В настоящем сообщении изложены первые результаты исследований выполненных лабораторией генетики ИНИИИЦ Орёл ГАУ в 2010-2011 годах.

#### Материалы и методы исследований

Наследственность сельскохозяйственных животных, как и всех остальных организмов, подвержена спонтанному мутационному процессу. Интенсивность мутагенеза может существенно возрастать в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды. Рецессивные мутации, снижающие жизнеспособность организмов или приводящие в гомозиготном состоянии к гибели, в гетерозиготном состоянии могут длительное время сохраняться в популяциях. При определённых системах скрещивания эти мутации будут выщепляться в виде гомозигот. Гибель гомозиготных особей может наносить существенный экономический урон животноводству. Поэтому разработка методов выявления и отбора животных, являющихся носителями вредных мутаций, представляет собой серьёзную теоретическую и практическую задачу.

С использованием молекулярно-генетических методов был исследован крупный рогатый скот следующих хозяйств: АОО ПЗ «Сергиевский», Ливенского р-на; АОНП «Успенское», Ливенского р-на; ЗАО «Березки», Орловского р-на; ЗАО «Куракинское МТФ», Свердловского р-на; Колхоз «50 лет октября», Ливенского р-на; КФК Коськина В.В., Болховского р-на; ОАО «Орловская Нива» СП «Сабурово»; ОАО «Орловское» по племенной работе Орловского р-на; ОАО «ПЗ им. А.С. Георгиевского», Ливенского р-на; ООО «Коротыш», Ливенского р-на;

ООО «Урицкий агрокомплекс», Урицкого р-на; ОПХ «Стрелецкий», Орловского р-на; ОПХ «Красная звезда», Орловского р-на; СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» Ливенского р-на; ТВ «Речица», Ливенского р-на.

Материалом для исследований служила кровь, отбираемая из яремной вены в вакуумные пробирки с цитратом натрия. Молекулярно генетические исследования выполнены в соответствии с методическими рекомендациями Центра биотехнологии и молекулярной диагностики ВИЖа [10]. Выделение ДНК осуществляли с помощью набора DIAtom™ DNA Prep100 («БИОКОМ», Россия). ДНК диагностику аллельного полиморфизма генов ESR, RYR, MC4R, каппа-казеина и BLAD осуществляли методом ПЦР- RFLP. Диагностику полиморфизма локуса FXI осуществляли с помощью аллель специфичной ПЦР. Диагностику осуществляли по опубликованным методикам [5, 20, 26]. Возбудителей лейкоза КРС выявляли с помощью тест системы «ЛЕЙКОЗ» (Интерлабсервис, Москва). Возбудителей туберкулёза КРС выявляли с помощью тест системы «Х» («Интерлабсервис», Москва). Амплификацию проводили используя набор реагентов GenPak PCR Core («БИОКОМ», Россия) в термоциклёре MyCycler (BioRad США).

### Результаты и обсуждение

В начале нового столетия молекулярная биология сельскохозяйственных животных пополнилась новым направлением исследований, получившим название «геномика молока». Это направление исследует генетические основы химического состава молока. Исследование более 2000 коров позволило генетикам нидерландского университета г. Вахенинген установить, что у разных животных внутри даже одной породы молоко может иметь различные биохимические составы и жиров, и белков. Обусловлено это различиями в генотипах различных животных. Современные методы молекулярной генетики позволяют быстро генотипировать животных обоего пола и целенаправленно проводить подбор родителей для формирования таких стад коров, молоко которых будет отвечать определённым технологическим требованиям по количеству и составу жиров и белков [9].

Поиск генетических маркеров, связанных с белковомолочностью позволил выявить взаимосвязь содержания белка в молоке с аллельным состоянием гена каппа-казеина. Установлено существование, по меньшей мере, 6-и аллелей (А, В, С, Е, F, G) гена каппа-казеина. Разработаны методы их выявления [1, 2, 5, 11, 12, 15].

Частоты встречаемости аллелей каппа-казеина в разных породах различаются. Частота предпочтительного для сыроделия аллеля В была минимальной (12,96%) у черно-пестрой породы, и максимальной у швицкой породы (65,28%). Наряду с основными аллелями каппа-казеина А и В в некоторых породах выявлены редкие аллели С, Е, F, G. Относительно высокая частота встречаемости аллеля Е (7,21%) была обнаружена в популяции КРС горбатовской породы. Максимальное число

различных генотипов установлено у животных красной горбатовской (8; АА, АВ, ВВ, АЕ, ВЕ, ЕЕ, ВF, ВС) и швицкой – (7; АА, АВ, ВВ, ВF, ВС, АС, АG) пород. Наименьшим генетическим разнообразием (по три генотипа) характеризуются коровы черно-пестрой (АА, АВ, АЕ) и якутской пород (АА, АВ, ВВ) [1]. Существенные различия по частоте встречаемости аллелей А и В к-казеина обнаружены между фризским и польским красным скотом [21].

Аллель CSN3В ассоциирован с более высоким содержанием белка в молоке [23]. Молоко, полученное от животных с генотипом CSN3ВВ, имеет преимущество по технологическим параметрам для производства белковомолочных продуктов [4]. Показано, что белок каппа-казеина, контролируемый аллелем CSN3В, имеет ряд отличительных особенностей по сравнению с аллелем CSN3А: установлены различия в размере мицелл, более высокое содержание протеина, большая стабильность при нагревании и замораживании, лучшие свойства для сыроделия (более короткое время коагуляции, коагулят более плотной консистенции, более высокий выход сыра – на 5-10%). Животные с гомозиготным генотипом CSN3ВВ имеют превосходство по содержанию белка на 0,2-0,4% [3, 6, 8]. В ряде стран запись результата ДНК-тестирования по гену CSN3 в племенных картах животных является обязательной [4]. Данные о связи молочной продуктивности КРС и генотипической структуры локуса CSN3 подтверждены белорусскими исследователями [14].

Аллель А сайта рестрикции для рестриктазы Hind III не имеет, поэтому после рестрикции аллели А изначальный ПЦР продукт размером 532 пн остаётся неизменным. Аллель В имеет сайт рестрикции для рестриктазы Hind III, поэтому в результате рестрикции ПЦР фрагмент размером 532 пн «разрезается» на два фрагмента: 377 и 155 пн. Присутствие трёх фрагментов на геле после рестрикции (ПЦР фрагмента размером 532 пн, говорящего о присутствии аллеля А, и фрагментов 377 и 155 пн, свидетельствующих о присутствии аллеля В) говорит о том, что данный генотип гетерозиготен и имеет обе аллели (рис.).

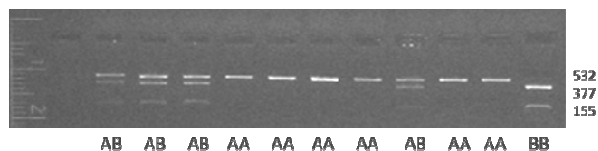


Рисунок – Электрофореграмма генотипирования по гену каппа-казеина (внизу указаны генотипы, справа – размеры фрагментов, п.н.)

При анализе полиморфизма гена каппа-казеина нами обнаружены животные гомозиготные по А аллелю (59 особей), гомозиготные по В аллелю (3 особи) и гетерозиготы (22). У симменталов (4 особи) были обнаружены только АА генотипы. У коров чёрно-пестрой породы (8), голштинизированной чёрно-пестрой породы (61) обнаружены АА и АВ генотипы. Особи с генотипом ВВ обнаружены только среди гибридов симменталов и чёрно-пестрой породы

(проанализировано 11 особей), равно как и AA и AB генотипы. Таким образом, частота встречаемости В аллеля у проанализированных особей КРС Орловской области (большинство которых представлены чёрно-пёстрым голштинизированным скотом) составила – 16,7%, частота встречаемости генотипов АВ – 26%, и генотипов ВВ – 3,6%. Наблюдаемые частоты генотипов статистически достоверно ( $P \leq 0,01$ ) отличаются от теоретически ожидаемых: ярко выражен недостаток гетерозигот и гомозигот по аллелю В. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований Зиновьевой с соавт. [2005], установившими низкую частоту встречаемости В-аллеля в стадах чёрно пёстрой и голштинской чёрно-пёстрой породы, варьирующую от 4,8 до 20 %. Одной из причин несоответствия наблюдаемого распределения аллелей и теоретически ожидаемого может быть отбор на признак сцеплено наследуемый и, таким образом, связанный с преобладающим аллелем.

У коров швицкой породы молочного типа установлена связь генотипа ВВ с молочной продуктивностью: удоем ( $ВВ > AA$ , +1065кг,  $P > 0,95$ ), молочным жиром ( $ВВ > AA$ , +42,1кг,  $P > 0,95$ ), процентным содержанием жира ( $ВВ > АВ$ , +0,07%,  $P > 0,95$ ) и белка ( $ВВ > АВ$ , +0,04%,  $P > 0,99$  и  $ВВ > AA$ , +0,07%,  $P > 0,99$ ). Также выявлено положительное влияние аллеля Е и отрицательное влияние аллелей G и F гена каппа-казеина на удой [1].

Таким образом, исследование полиморфизма гена каппа-казеина позволит провести целенаправленную селекцию и создать стада животных, молоко которых будет использоваться преимущественно для получения сыров.

BLAD (Bovine Leukocyte Adhesion Deficiency) – дефицит лейкоцитарной адгезии (генетически обусловленный иммунодефицит), наследственное аутомно-рецессивное заболевание КРС голштинской породы, которое приводит во многих случаях к ранней смерти телят.

Заболевание обусловлено точечной мутацией в положении 383 гена CD18. Мутация приводит к замене гуанина на аденин и изменению глицина на аспарагиновую кислоту (в позиции 128). В результате, CD11B/CD18-интегрин (поверхностный клеточный рецептор, взаимодействующий с внеклеточным матриксом и передающий различные межклеточные сигналы) не работает. У больных животных происходят рецидивирующие бактериальные инфекции, замедляется заживление ран, задерживается рост, и наступает ранняя смерть. Многие экономически развитые страны мира осуществляют программу выявления носителей мутации путём ДНК-тестирования. Цель этих программ – не допустить к воспроизводству быков гетерозиготных по данной мутации.

Нами исследована кровь 23 голов КРС. Диагноз поставлен для 18 животных (5 анализов были забракованы по техническим причинам). Носители мутации не были обнаружены (табл. 1).

Таблица 1 – Частоты различных генотипов локуса к-казеина у проанализированных животных

Хозяйство	Кол-во голов	Генотипы по к-казеину		
		AA	AB	BB
ОАО «Орловское» по племенной работе Орловский р-он	13	9	3	1
СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» Ливенский р-он	9	3	4	2
ОПХ «Стрелецкий», Орловский р-он	39	32	7	-
ОПХ «Красная звезда», Орловский р-он	23	15	8	-
Всего	84	59 (70,2)	22 (26,2%)	3 (3,6%)

Аналогичные результаты были получены мексиканскими исследователями. Большинство быков-производителей, эксплуатируемых в Мексике, происходят из стад КРС США, в которых BLAD-скрининговая программа действует с 90-х годов прошлого столетия. По этим причинам среди 61 проанализированного животного голштинской породы мутация не была обнаружена. Исследователи указывают, что такой благоприятный результат получен в результате интенсивной скрининговой программы, выполненной в США, позволившей ликвидировать заболевание в популяции голштинского скота и в Мексике [27].

В перспективе следует подвергать тестированию на носительство мутаций в локусе BLAD всех животных, используемых для воспроизводства стад Орловской области.

Таблица 2 – Результаты исследования КРС на носительство дефицита лейкоцитарной адгезии BLAD

Хозяйство	Исследовано голов	Диагностировано	
		Здоровые	Носители
ОАО «Орловское» по племенной работе, Орловский р-он	13	8	-
СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» Ливенский р-он	10	10	-
Всего	23	18	-

Фактор XI (плазменный предшественник тромбопластина) является гликопротеином, синтезируется в печени и участвует в ранней фазе свертывания крови. Наследственное заболевание, известное как дефицит фактора XI было обнаружено у людей, собак и КРС. У человека это заболевание приводит к нарушению процесса свертывания крови (гемофилии С) с возникновением соответствующих клинических симптомов повышенной кровоточивости. У КРС животные с дефицитом фактора XI могут страдать продолжительным кровотечением, анемией, нарушением воспроизводства [19]. У гомозиготных особей наблюдается состояние подобное мягкой форме гемофилии [24].

Наследуемый дефицит фактора XI обнаружили у КРС голштино-фризской породы. Установлено, что дефицит фактора XI может быть вызван, как минимум, двумя разными мутациями, локализованными в 12-ом и 9-ом экзонах. К концу 2008 года мутация в 9-ом экзоне была найдена только в японской черной породе крупного рогатого скота. Тестирование 100 голштинов и 52 симменталов в Чехии показало отсутствие мутаций в 9-ом экзоне гена FXI [17].

Заболевание животных, поражённых дефицитом фактора XI, в одних случаях может протекать бессимптомно. В других случаях у них может проявляться такие симптомы, как длительное кровотечение после инъекции, продюцирование молока с кровью, и анемия [16]. Кроме того, пониженная частота гомозиготных и гетерозиготных животных может свидетельствовать о гибели части этих генотипов в период эмбрионального развития и в период раннего постнатального онтогенеза, а также о повышенной их восприимчивости к инфекционным заболеваниям [22]. Следовательно, это наследственное заболевание может иметь отрицательный экономический эффект и поэтому необходимы мероприятия, препятствующие его распространению среди животных Орловской области.

Результаты исследований, выполненные нами (табл. 3) свидетельствуют об отсутствии вредных аллелей у проанализированных 23 животных.

Таблица 3 – Результаты исследования КРС на носительство фактора FXI

Хозяйство	Кол-во голов	Здоровые	Носители
ОАО «Орловское» по племенной работе Орловский р-он	13	13	–
СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» Ливенский р-он	10	10	–
Всего	23	23	–

Исследование 307 голов КРС голштинской породы и 259 буйволов, проведённое индийскими исследователями [25], а также исследование 330 голштинских и аборигенных коров из иранского Хузестана (Khuzestan, Iran) [18] показало отсутствие мутантных аллелей гена фактора XI у этих животных. Тем не менее, авторы обоих исследований указывают на необходимость систематического обследования стад КРС для обнаружения и элиминации этой летальной мутации. Необходимость таких исследований доказывают факты обнаружения носителей мутаций в европейских популяциях КРС. Так, Čitek J. et al. [17] обследовав 279 голов голштинской, 30 голов симментальской пород на носительство мутаций в 12-ом экзоне гена FXI, обнаружили одного гетерозиготного носителя (голштинскую корову). Ещё более высокая частота носителей мутации была обнаружена у польских голштин-фризов: из 140 проанализированных

животных 3 родственных коровы (2,24%) оказались носителями мутации.

Существование мутантных аллелей в гене фактора XI европейских пород КРС делает необходимым продолжение обследований Орловского скота на носительство мутаций в этом локусе.

Врождённая высокая резистентность или восприимчивость животных к возбудителям обусловлена наследственностью. Возможность ранней диагностики животных-носителей возбудителей болезни позволяет животноводам не только бороться с угрозой эпидемий и эпизоотий, но и вести селекцию животных резистентных к возбудителям заболеваний. Поэтому это направление ДНК-диагностики также включено в круг исследований лаборатории генетики ИНИИЦ.

Лейкоз крупного рогатого скота – хроническая инфекционная болезнь опухолевой природы, основной причиной которой – злокачественное разрастание клеток кроветворных органов с нарушением их созревания, в результате чего происходит диффузная инфильтрация органов этими клетками или появляются опухоли. Возбудителем инфекции является вирус лейкоза крупного рогатого скота – Bovine leukemia virus, относящийся к семейству Retroviridae, роду Deltaretrovirus. Больными признают животных при положительной реакции на лейкоз с подтверждением диагноза при гематологическом исследовании или имеющих опухолевые признаки болезни.

Рост заболеваемости лейкозом и наносимый им экономический ущерб заставляют искать новые, эффективные подходы к решению проблемы отбора и производства крупного рогатого скота с повышенной резистентностью к возбудителю лейкоза. Перспективным является выяснение механизмов генетической резистентности КРС к вирусу лейкоза. Молекулярные биологи считают очень информативным для решения этих вопросов метод, основанный на анализе связей между полиморфизмом генов-кандидатов и характерных фенотипических проявлений у животного с использованием однонуклеотидных полиморфных маркеров. Во многих лабораториях специалисты ведут поиск различных вариантов генов, которые могут прямо или косвенно способствовать борьбе с инфекцией. В организме инфицированного животного вирусы могут претерпевать мутационные изменения, направленные на увеличение патогенности и преодоление защитных механизмов хозяина. По этой причине, желательно наряду с генетическим статусом хозяина изучать и генетическую изменчивость самого возбудителя. Изучение полиморфизма генов хозяина и паразита в их комбинациях на уровне индивидуальных геномов открывает новые возможности в понимании молекулярно-генетических механизмов развития патологий [13].

Лейкоз КРС является одним из инфекционных заболеваний, для диагностики которого разработана методика ДНК-анализа. Для выполнения любых мер по селекции скота на резистентность к возбудителю лейкоза, прежде всего, было необходимо освоить

методы его ДНК-диагностики и хотя бы ориентировочно определить частоту носителей вируса в различных хозяйствах Орловской области. Первые результаты исследований в этом направлении были получены. Они представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследования КРС Орловской области на носительство возбудителя лейкоза

Хозяйство	Кол-во голов	Здоровые	Больные
ОАО «Орловское» по племенной работе, Орловский р-он	13	13	0
СХ ИНВЕСТ СП «Никольское», Ливенский р-он	22	15	7
ОПХ «Стрелецкий», Орловский р-он	64	35	29
ОПХ «Красная звезда», Орловский р-он	35	14	21
КФК Коськина В.В., Болховский р-он	40	40	0
АОНП «Успенское», Ливенский р-он	20	20	0
АОА ПЗ «Сергиевский», Ливенский р-он	20	16	4
ООО «Коротыш», Ливенский р-он	10	0	10
Колхоз «50 лет октября», Ливенский р-он	15	14	1
ОАО «ПЗ им. А.С. Георгиевского», Ливенский р-он	10	9	1
ТВ «Речица», Ливенский р-он	15	14	1
ОАО «Орловская Нива» СП «Сабурово»	6	6	0
ОПХ «Стрелецкий», отд. Истомино, Орловский р-он	15	15	0
ЗАО «Березки»	10	10	0
Всего	295	221	74

Из проанализированных 295 животных 74 (25%) оказались инфицированными вирусом лейкоза. Следует обратить внимание на то факт, что лейкоз обнаружен практически во всех хозяйствах, где объём выборки превышает 15 голов. Следовательно, вирус широко распространён в хозяйствах Орловской области. Поэтому наряду с профилактическими ветеринарными мероприятиями следует вести селекционную работу по усилению резистентности КРС Орловской области к лейкозу. В настоящее время разработаны методы молекулярно-генетического анализа генов главного комплекса гистосовместимости, отвечающих за иммунитет. С помощью этих анализов можно выделить животных, геном которых содержит аллели гена BoLA-DRB3, определяющие генетическую устойчивость или восприимчивость к лейкозу. Внедрение этих методов анализа в селекционную практику в Орловской области – важная перспективная задача лаборатории генетики

Туберкулез – тяжелая хроническая болезнь, которая поражает не только КРС, но и человека.

Туберкулез КРС причиняет животноводству серьезный экономический ущерб, обусловленный снижением продуктивности, преждевременной выбраковкой и сдачей крупного рогатого скота на убой.

Возбудители туберкулеза – *Mycobacterium tuberculosis* и *M. bovis*. К роду микобактерий относят более 30 различных видов патогенных и непатогенных микроорганизмов. В природе кроме туберкулезных бактерий существуют условно-патогенные, атипичные и сапрофитные микобактерии. Животные, инфицированные ими, могут реагировать на туберкулин для крупного рогатого скота, что вызывает трудности при иммунологической диагностике туберкулеза. Возбудитель выделяется из организма с каловыми массами, мочой, молоком, мокротой, выдыхаемым воздухом, с истечениями из пораженных полостей.

Восприимчивость к туберкулезу зависит от условий содержания и кормления животных. Сильно влияет на резистентность организма к туберкулезу недостаток в рационе белка, витаминов, солей. Телята заболевают туберкулезом при выпаживании им сырого молока и обраты от туберкулезных коров. Для профилактики туберкулеза ежегодно перед выходом на пастбище необходимо проводить обследование скота на предмет заболевания туберкулезом.

Существенную помощь в диагностике туберкулеза может оказать метод ПЦР-диагностики. С этой целью нами были выполнены анализы КРС трёх хозяйств Орловской области на носительство возбудителя туберкулеза. Результаты анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты исследования КРС на носительство возбудителей туберкулеза

Хозяйство	Порода КРС	Исследовано голов	Кол-во здоровых	Кол-во заражённых
ОАО «Орловская Нива» СП «Сабурово»	Чёрно-пёстрая	5	5	–
ООО «Урицкий агрокомплекс»	Чёрно-пёстрая	10	10	–
ЗАО «Куракинское МТФ» Свердловский р-он	Чёрно-пёстрая, голштиinizированная	15	15	–
Всего		30	30	–

На предмет носительства животными возбудителя туберкулеза проанализировано 30 голов. Носители возбудителя туберкулеза не выявлены. Объём полученных данных пока не позволяет судить о широте распространения возбудителя туберкулеза, но факт возможности диагностики заболевания позволяет планировать практические мероприятия в направлении формирования генетически обусловленной резистентности крупного рогатого скота Орловской области к туберкулезу.

**Выводы**

У исследованных 23 голов КРС из ОАО «Орловское» по племенной работе и СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» носителей вредных аллелей дефицита лейкоцитарной адгезии в локусе BLAD не обнаружено.

У исследованных 23 голов КРС из ОАО «Орловское» по племенной работе и СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» носителей вредных аллелей в локусе белка FXI не обнаружено.

У 84 исследованных коров ОАО «Орловское» по племенной работе (Орловский р-он), СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» (Ливенский р-он), ОПХ «Стрелецкий» (Орловский р-он), ОПХ «Красная звезда» (Орловский р-он) установлены генотипы по локусу к-казеина. Обнаружено 59 (70,2%) животных с генотипом AA. Три животных (3,6%) имели генотип ВВ и 22 (26,2%) животных – генотип АВ.

Для выявления лейкозочувствительных животных проведён анализ 295 голов. Определены 74 (25%) животных-носителей вируса лейкоза и 221 животное (75%), не заражённых вирусом. Инфицирование животных вирусом лейкоза обнаружено практически во всех хозяйствах, объём выборки из которых превышает 15 голов. Следовательно, вирус очень широко распространён в хозяйствах Орловской области. Поэтому наряду с профилактическими ветеринарными мероприятиями следует вести селекционную работу по усилению резистентности КРС Орловской области к лейкозу.

Исследованы 30 голов КРС на заражённость возбудителями туберкулёза. Больных животных не выявлено. Внедрение этого метода диагностики в селекционную практику позволит вести отбор животных на врождённую устойчивость к возбудителям туберкулёза.

**Литература**

1. Гладырь, Е.А. ДНК-диагностика вариантов генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота / Е.А. Гладырь // Дис.... канд. биол. н. 03.00.23–Биотехнология – Дубровицы, 2001. – 103 с.
2. Гладырь, Е.А. Методические рекомендации по определению вариантов каппа казеина и бета-лактальбумина крупного рогатого скота методом ПЦР-АДРФ анализа / Е.А. Гладырь, Н.А. Зиновьева, А.Н. Попов – Дубровицы, Изд-во ВИЖ, 2001. – 15 с.
3. Димань, Т.М. Полиморфна система к-казеину, П зв'язок із продуктивними якостями великої рогатої худоби / Т.М. Димань // Вісник аграрної науки. – 1998. – С. 33-35.
4. Епишко, Т.И. Полиморфизм гена каппа-казеина различных популяциях крупного рогатого скота черно-пестрой породы / Т.И. Епишко, О.П. Курак // Ветеринарная медицина. – 2008. – № 3. – С. 70-75.
5. Зиновьева, Н.А. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь, Л.К. Эрнст, Г. Брем – Дубровицы, Изд-во ВИЖ, 2002. – 112 с.
6. Зиновьева, Н. А. ДНК-диагностика полиморфизма генов – белков молока крупного

рогатого скота / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь, О.В. Костюнина // Методы исследований в биотехнологии с.-х. животных. – М., 2004. – С. 7–22.

7. Калашникова, Л.А. Перспективы улучшения технологических свойств молока коров черно-пестрой породы с использованием ДНК-маркеров по гену каппа-казеина / Л.А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии с.-х. животных: Материалы междунар. науч. конф. – Дубровицы, 2004. – С. 12–18.

8. Кленовицкий, П.М. Современные проблемы зоотехники / П.М. Кленовицкий, и [др.] – Дубровицы, 2005. – 116 с.

9. Косарев, Э. Геномика молока – новое направление в молочном животноводстве / Э. Косарев // Молоко и корма. – 2009. – № 3 (24). – С. 6-8.

10. Методы исследований в биотехнологии сельскохозяйственных животных. Школа-практикум. – Выпуск 4. – Дубровицы, 2005. – 132 с.

11. Сулимова, Г.Е. К вопросу о номенклатуре аллелей каппа-казеина у представителей подсемейства Bovinae / Г.Е. Сулимова // Генетика. – 1998. – Т. 34. – С. 574-576.

12. Сулимова, Г.Е. Полиморфизм гена каппа-казеина в популяциях подсемейства Bovinae / Г.Е. Сулимова, Ю.Н. Бадагуева, И.Г. Удина // Генетика – 1996. – Т. 32. – С. 1576-1582.

13. Чичина, С.В. Роль аллельной вариативности генов цитокинов в формировании резистентности крупного рогатого скота к лейкозу / С.В. Чичина // Дис. ... канд. биол. наук : 16.00.03, 03.00.23. – Новосибирск, 2005. – 110 с.

14. Шейко, И.П. Связь полиморфизма гена каппа-казеина с молочной продуктивностью коров различных пород / И.П. Шейко, Л.А. Танана, Т.И. Епишко, Д.Е. Мостовой, В.В. Пешко, М.В. Пестис. // Доклады Национальной академии наук Беларуси, 2009. – Том 53. – № 5. – С. 113-118.

15. Barroso, A. 1998. Detection of bovine kappa-casein variants A, B, C, and E by means of polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism (PCR-SSCP) / A. Barroso, S. Dunner, J. Canon // J. Anim. Sci. 1998. – V. 76. – P. 1535-1538.

16. Brush, P.J. Identification of factor XI deficiency in Holstein-Friesian cattle in Britain / P.J. Brush, P.H. Anderson, R.F. Gunning // Vet. Rec. 1987. – V. 121. – P. 14-17.

17. Čítek, J. Sporadic incidence of factor XI deficiency in Holstein cattle / J. Čítek, V. Řehout, L. Hanusová, P. Vrabcová // Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008. – V. 88. № 12 – P. 2069–2072.

18. Eydivandi, C. Study of factor XI deficiency in Khuzestan cattle population of Iran / C. Eydivandi, C. Amirinia, N.E. Jomeh-Kashan, M. Chamani, J. Fayazi // African Journal of Biotechnology, 2011. – V. 10. – № 4. – P. 718-721.

19. Gurgul, A. Identification of carriers of the mutation causing coagulation factor XI deficiency in Polish Holstein-Friesian cattle / A. Gugul, D. Rubus, E. Slota // Journal of Applied Genetics, 2009. – V. 50. – № 2. – P. 149-152.

20. Kamiński, S., Ruoea, A., Wojtasik, K. Simultaneous identification of ryanodine receptor 1 (RYR1) and estrogen receptor (ESR) genotypes with the multiplex PCR-RFLP method in Polish Large White and Polish Landrace pigs J. Appl. Genet. – 2002. – V. 43 (3). – P. 331-335.

21. Klauzinska, M. Polymorphism of Molecular-Genetic Systems in the Polish Red Cattle / M. Klauzinska, E. Siadkowska, R. Grochowska, L. Zwierzchowski, M. Zurkowski // Цитология и генетика. – 2001. – V. 35. – № 1. – С. 58-60.

22. Liptrap, R.M. Preliminary findings of altered follicular activity in Holstein cows with coagulation factor XI deficiency / R.M. Liptrap, P.A. Gentry, M.L. Ross, E. Cummings // Vet. Res. Commun. 1995. - V. 19. – P. 463.

23. Marziali, A.S. Relationship between milk protein polymorphisms and cheese fielding capacity / A.S. Marziali, Ng-Kwai-Hang // J. Dairy Sci. – 1989. – N. 69. – P. 1193.

24. Meydan, H. [2009] Identification of factor XI deficiency in Holstein cattle in Turkey / H. Meydan, M.A. Yildiz, F. Ozdil, Gedik and Ozbeyaz C., Vet. Acta – Scand, 2009. – V. 51 – P. 5-15.

25. Mukhopadhyaya, P.N. Simulation of normal, carrier and affected controls for large-scale genotyping of cattle for factor XI deficiency / P.N. Mukhopadhyaya, M. Jha, P. Muraleedharan, R.R. Gupta, R.N. Rathod, H.H. Mehta, V.K. Khoda // Genet. Mol. Res., 2006. – V. 5. – № 2. – P. 323-332.

26. Oner, Y. Identification of BLAD, DUMPS, Citrullinamia and Factor XI Deficiency in Holstein Cattle in Turkey / Y. Oner, A. Keskin, C. Elmaci // Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, – 2010. – V. 5. – P. 60-65.

27. Riojas-Valdes, V.M. Absence of Bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) in holstein cattle from Mexico / V.M. Riojas-Valdes, B. Carballo-Garcia, L.E. Rodriguez-Tovar // J. Anim. and Vet. Adv., 2009. – V. 8. – № 9. – P. 1870-1872.

УДК 636.237.21.033053.6

**Л.И. Кибкало**, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБОУ ВПО Курская ГСХА

**А.И. Шилов**, доктор сельскохозяйственных наук  
Государственный университет – УНПК

**Л.Н. Никифорова**, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБОУ ВПО Брянская ГСХА

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ГОВЯДИНЫ ПРИ ОТКОРМЕ АБЕРДИН-АНГУССКИХ, ЧЁРНО-ПЁСТРЫХ И ПОМЕСНЫХ БЫЧКОВ

*Проведены исследования на трёх группах бычков: 1-я группа – чёрно-пёстрые животные, 2-я – абердин-ангусы, 3-я – помесные животные. Бычков выращивали до 18-ти месячного возраста и живой массы 528,6 кг, 531,0 и 496,1 кг, соответственно. Более высокую прибыль получили от бычков абердин-ангусской породы в 18-ти месячном возрасте. Их преимущество по этому показателю над сверстниками других пород составило 17,3-26,9%.*

**Ключевые слова:** абердин-ангусы, мясная продуктивность, качество мяса, конверсия, эффективность.

*A research was carried out on three groups of young bulls: 1 - black-and-white animals, 2 – aberdeen-angus, 3 – mixed bred animals. The young bulls grew till the age of 18 months and live weight of 528,6 kg, 531,0 and 496,1 kg correspondingly. The young bulls of aberdeen angus breed were more profitable at the age of 18 months. In comparison with the animals of the same age but of different breeds the profit was 17,3-26,9%.*

**Key words:** aberdeen-angus animals, meat productivity, meat quality, conversion, efficiency.

Увеличение производства продуктов животноводства представляет собой наиболее важную и сложную проблему агропромышленного комплекса. Одним из острых вопросов в аграрном секторе экономики страны является увеличение производства мяса и обеспечение этим ценным продуктом питания населения. В его решении основным направлением следует считать производство говядины. Являясь высокобелковым продуктом, говядина занимает всё больший удельный вес в питании человека (А.Х. Заверюха, Г.И. Бельков, 1995; Л.К. Эрнст, 2001; А.М. Белоусов, Х.Х. Тагиров, Р.С. Юсупов, 2002; Х. Амерханов, 2003; А.В. Черкаев, 2010).

Важным резервом производства говядины следует считать интенсификацию скотоводства и повышение потенциала продуктивности разводимых пород в условиях полноценного кормления и содержания [1, 4, 5].

В настоящее время производство говядины в стране базируется, в основном, на использовании животных молочных и молочно-мясных пород. Скот

специализированных мясных пород составляет 2,5% поголовья и используется для расширенного воспроизводства при разных видах скрещиваний с целью увеличения его поголовья. Поэтому в течение ближайшего времени основную часть говядины планируется получать от молочных и комбинированных пород скота, одним из методов повышения мясной продуктивности которого является скрещивание низкопродуктивных коров и тёлочек с быками скороспелых мясных пород, в частности, с абердин-ангусской.

Изучение целесообразности такого приёма в разных природно-экономических зонах страны, а также изыскание наиболее эффективных сочетаний при промышленном скрещивании с учётом условий содержания и кормления является актуальной задачей.

#### Материал и методика исследований

Исследования проводили в 2009-2011 г.г. в ОАО «Агропромышленный Альянс – Юг» Суджанского района Курской области. Объектом

Теоретический и научно-практический журнал. Основан в 2005 году

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный Университет»

Редакционный совет:

Парахин Н.В. (председатель)

Амелин А.В. (зам. председателя)

Астахов С.М.

Белкин Б.Л.

Блажнов А.А.

Буяров В.С.

Гуляева Т.И.

Гурин А.Г.

Дегтярев М.Г.

Зотиков В.И.

Ивашук О.А.

Козлов А.С.

Кузнецов Ю.А.

Лобков В.Т.

Лысенко Н.Н.

Ляшук Р.Н.

Мамаев А.В.

Масалов В.Н.

Новикова Н.Е.

Павловская Н.Е.

Попова О.В.

Прока Н.И.

Савкин В.И.

Степанова Л.П.

Плыгун С.А. (ответств. секретарь)

Золотухина О.А. (редактор)

Адрес редакции:

302019, г. Орел,

ул. Генерала Родина, 69.

Тел.: +7 (4862) 45-40-37

Факс: +7 (4862) 45-40-64

E-mail: nichogau@yandex.ru

Сайт журнала: <http://ej.orselsau.ru>

Свидетельство о регистрации  
ПИ №ФС77–21514 от 11.07.2005 г.

Специалист регионального методического  
центра по УДК:

Служеникина А.М.

Технический редактор:

Мосина А.И.

Сдано в набор 2.02.2012 г.

Подписано в печать 28.02.2012 г.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс.

Объём 22,8 усл. печ. л.

Тираж 300 экз.

Издательство Орел ГАУ, 302028,

г. Орел, бульвар Победы, 19.

Лицензия ЛР №021325

от 23.02.1999 г.

Журнал рекомендован  
ВАК Минобрнауки России  
для публикаций научных работ,  
отражающих основное научное  
содержание кандидатских  
и докторских диссертаций

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

Научное обеспечение развития земледелия и растениеводства

Лобков В.Т., Плыгун С.А. Приоритетные направления развития земледелия.....	2
Коротеев В.И. Современное состояние и перспективы развития земледелия в Орловской области.....	7
Степанова Л.П., Цыганок Е.Н., Тихойкина И.М. Экологические проблемы земледелия.....	11
Бутко И.В. Пути повышения эффективности воспроизводства и использования земельных ресурсов.....	18
Бельченко С.А. Влияние систем удобрения на химические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы.....	22
Хамзин И.И. Стимулирование эффективного землепользования в механизме реализации программы развития сельского хозяйства региона.....	24
Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство – определяющий фактор сельского хозяйства России.....	29
Ситников Н.П. Развитие кормопроизводства АПК Кировской области на основе биоклиматического потенциала региона.....	32
Жижин В.Н., Скороходов В.Ю., Зоров А.А., Глинушкин А.П. Адаптация технологии защиты проса для получения высоких урожаев.....	35
Кондыков И.В., Янова А.А., Чекалин Е.И., Бутримова Н.А., Амелин А.В. Интенсивность ростовых процессов на ранних этапах онтогенеза у контрастных по продуктивности образцов чечевицы.....	38
Кузнецова Л.А., Котов Н.В. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы в Орловской области.....	43
Беленикин С.В., Иваннищев В.В. Оценка суммарного содержания антиоксидантов GLEBIONIS CORONARIA (L.) CASS. EX SPACH в различных условиях выращивания.....	47

Научное обеспечение развития животноводства

Буяров В.С., Буяров А.В., Клейменов И.С., Шалимова О.А. Состояние и перспективы развития мясного птицеводства.....	49
Крюков В.И., Шалимова О.А., Друшляк Н.Г., Пикунова А.В. ДНК-диагностика в селекции крупного рогатого скота.....	62
Кибако Л.И., Шилов А.И., Никифорова Л.Н. Эффективность производства говядины при откорме абердин-ангусских, чёрно-пестрых и помесных бычков.....	68
Полухин А.А., Шендаков АИ., Ставцев А.Н., Гранкин Н.Н., Полухина М.Г., Климова С.П. Управление технико-технологической модернизацией и селекционным процессом в молочном скотоводстве.....	76
Степанов Д.В., Родина Н.Д. Проблемы акклиматизации животных.....	89
Кондратьева Е.А., Душкин Е.В. Особенности физиологического статуса и адаптации липидно-углеводного метаболизма у жвачных животных.....	94
Ярован Н.И., Петрушина М.В., Дементьева Е.С., Лешин В.В. Профилактика нарушений физиолого-биохимического статуса у высокопродуктивных коров в условиях промышленного содержания.....	98
Белкин Б.Л., Черпахинова Л.А., Баркова В.Н., Андреев С.В. О бактерицидной активности лактома тетраметилэтилендиентетрамина в отношении патогена мастита коров.....	101
Тимохин О.В., Скребнева Е.Н., Рогожина Н.В., Скребнев С.А., Сахно Н.В. Диагностика заболеваемости маститом у коров чёрно-пестрой породы разной линейной принадлежности.....	103
Ефимов И.А., Усова Т.П., Клопов М.И., Кракосевич Т.В., Першина О.В. Изучение влияния массажа вымени нетелей на эндокринную систему и молочную продуктивность первотелок.....	106
Лешин В.В., Борисов И.О., Семенова Т.Н., Новикова Ю.Л. Особенности физиологических и структурных изменений в центральной нервной системе под влиянием электромагнитного поля СВЧ диапазона.....	108
Сидоров И.И. Отложение минеральных веществ в органах и тканях содержащегося на загрязнённой радионуклидами территории молодняка свиней при скармливании пробиотиков.....	114
Слезко Е.И., Менькова А.А. Влияние протенно-энергетического концентрата на мясную продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Смена-4».....	117
Каничева И.В. Микробиоценоз слизистых оболочек толстого отдела кишечника ягнят раннего возраста.....	119
Лактинов К.С. Исследование целлюлозолитической активности цекальных бактерий у кроликов методом in vivo.....	122
Ларина Е.Е., Балакирев Н.А. Молочность лисиц разных пород и ее влияние на рост молодняка.....	124
Камалов Р.А., Делян А.С., Забудский Ю.И., Щеглов Е.В., Лебенгард Я.З. Влияние подстилки из опилок от распила древесно-стружечных плит на микроклимат конюшни и организм лошадей.....	126

Научное обеспечение развития агротехники и энергосбережения

Жосан А.А., Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А. Впрыск и горение рапсового масла и дизельного топлива в современных дизелях.....	130
Огородников П.И., Усик В.В. Моделирование обработки сельскохозяйственных культур малыми летательными аппаратами.....	132
Шестаков Ю.Г., Лактинов К.С., Гаврикова Е.И., Алибекова И.В. Разработка методов и устройств для экспресс мониторинга микробного загрязнения.....	135
Мезенов А.А., Туров А.К., Пшенов Е.А. Оценка параметров, влияющих на процесс разделения продуктов размола зерна в пневматическом винтовом классификаторе.....	139
Гулидов С.С. Техничко-экономический анализ надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.....	144
Череповский А.П. Вопросы формирования инновационного характера управления трудом в строительстве.....	147

Технология и переработка сельскохозяйственной продукции

Мамаев А.В., Бобракова Л.А. Влияние молочно-белковых концентратов на биологическую ценность зерненого творога.....	150
Шилов О.А., Шилов А.И. Новый творожный продукт с повышенной пищевой и биологической ценностью.....	152
Бывайлова Е.А., Крючкова В.В. Разработка технологии и изучение функциональных характеристик ацидофильного напитка на основе растительных компонентов.....	155
Экономические аспекты развития аграрного сектора	
Гуляева Т.И., Григорьева Н.В. Рынок труда: проблемы занятости сельского населения Орловской области.....	158
Суслов С.А. Эффективность использования производственного потенциала сельского хозяйства (на материалах Нижегородской области).....	163
Глушак Н.В., Алексеев А.А., Титов А.Б. Ситуационная оценка направлений реализации национального инновационного потенциала.....	166
Лазаренко А.Л., Плахова Л.В. Формирование и функционирование экономического антикризисного механизма в АПК.....	170
Паршутина И.Г., Шманёв С.В. Управление инвестиционными потоками на промышленном предприятии с использованием новых принципов оценки.....	173
Суворова С.П., Сергиенко Я.В. Управление производительностью и эффективностью труда в интересах инновационного развития организации.....	178