

Генетические ресурсы животных и их резистентность к заболеваниям

1 Введение

Во всем мире заболевания сельскохозяйственных животных имеют негативное влияние на производство животноводческой продукции. Владельцы животных и специалисты, обеспечивающие здоровье особей и популяций в целом, проводят определенный комплекс мероприятий по снижению влияния этих эффектов. Такие мероприятия, проводимые на уровне стада, включают химиотерапию, вакцинацию, контроль за переносчиками инфекций и создание комфортных условий содержания животных. Однако в практике зачастую внешние факторы могут воздействовать на эффективность их реализации. Например, применение химических препаратов может быть ограничено из-за проблем, связанных с требованиями экологической и пищевой безопасности; отсутствие доступности проведения ветеринарных мероприятий собственниками скота; постоянное повышение устойчивости паразитов к применяемым средствам. Например, широко известна устойчивость нематод к глистогонным препаратам; устойчивость бактерий к антибиотикам; устойчивость к противопротозойным препаратам, в частности, при лечении трипаносомоза; устойчивость вирусов к вакцинам от болезней (например, при лечении болезни Марека) и устойчивость клещей к акарицидным средствам. При применении антибиотиков они могут с пищей попадать в организм человека, что может вызвать появление опасных микроорганизмов, устойчивых к их действию (ВОА, 1999).

У разных животных выявлена различная степень их генетической резистентности к различным заболеваниям. В этой связи различают два феномена, связанных с генетической реакцией на болезнь. Первый –

устойчивость или резистентность – характеризуется способностью инфицированного животного противостоять инфекции. Второй – переносимость или толерантность – заключается в том, что животное, зараженное патогеном, подвержено влиянию некоторого негативного эффекта. Эти два феномена необходимо четко различать. Например, в случаях необходимости предотвращения распространения болезни от одних животных к другим (как в случае зоонозов), характеристика устойчивости животных к заболеваниям более важна, чем толерантность.

Управление генетическими ресурсами с целью повышения их устойчивости или толерантности к определенным заболеваниям предполагает наличие дополнительных инструментов для контроля этих заболеваний. При этом был установлен ряд преимуществ, обусловленных включением генетической оценки предрасположенности к заболеваниям в систему управления ГРЖ (ФАО, 1999). К ним относятся:

- перманентность единожды выявленного генетического изменения;
- постоянство проявления эффекта;
- отсутствие необходимости в дополнительных вложениях после установления действия эффекта;
- сохранение уровня эффективности других методов управления по мере снижения рисков проявления резистентности;
- возможность применения широкого спектра эффектов, влияющих на степень резистентности животных к ряду заболеваний;
- возможность уменьшения влияния на изменение приспособленности макропаразитов (таких,

РАЗДЕЛ 1

Таблица 31

Исследования породных различий в их устойчивости или толерантности к специфическим болезням

Болезнь/ Паразит	Породы с высокой устойчивостью	Группа сравнения	Условия эксперимента	Результат	Источник
Трипаносомоз (<i>Typanosoma congolense</i>)	Овцы породы дьялонке (Djallonke)	Помеси породы дьялонке × сахелиан (Djallonke × Sahelian)	Искусственная инфекция	Более низкий уровень паразитемии, более длительный препатентный период и более высокий гуморальный иммунный ответ, чем у помесей. При этом помеси были более крепкими и росли быстрее	Goosens и др. (1999)
Клещи (<i>Amblyomma variegatum</i> ; <i>Hyalomma spp.</i>)	КРС породы ндама (N'Dama)	Помеси ндама × зебу	Полевые условия Гамбии	Меньше клещей	Mattioli и др. (1993)
Клещи (различные виды)	КРС породы ндама (N'Dama)	Зебу	Деревенские стада Гамбии	Меньше клещей	Claxton и Leperre (1991)
<i>Theileria annulata</i>	КРС породы сахивал (Sahiwal)	Голштино-фризская	Искусственная инфекция	Менее тяжелые клинические симптомы	Glass и др. (2005)
<i>Anaplasma marginale</i> ; клещи (различные виды)	КРС породы ндама (N'Dama)	Гобра зебу (Gobra Zebu)	Полевые условия Гамбии	Пониженная серологическая пораженность <i>A. marginale</i> ; меньше клещей	Mattioli и др. (1993)
Гельминтоз вида <i>Haemonchus contortus</i>	КРС породы ндама (N'Dama)	Зебу	Деревенские стада Гамбии	Несколько съужных личинок, меньше FEC*	Claxton и Leperre (1991)
<i>Haemonchus contortus</i>	Овцы породы красная масаи (Red Masaai)	Дорпер (Dorper)	Ягнята в условиях умеренно-влажной прибрежной зоны Кении	Ягнята показали более низкий FEC <i>H. contortus</i> , выше ООЭ**, более низкую смертность, чем ягнята породы дорпер. Животные в этих условиях в 2 - 3 раза более продуктивны, чем особи породы дорпер.	Baker (1998)
<i>Haemonchus contortus</i>	Мелкие восточно-африканские козы	Порода галла (Galla)		Козлята показали более низкий FEC <i>H. contortus</i> , выше ООЭ, более низкую смертность, чем козлята породы галла. Имели в 2-3 раза выше продуктивность, чем животные породы галла.	Baker (1998)
<i>Haemonchus contortus</i>	Овцы породы санта инес (Santa Ines)	Иль де франс (Ile de France), суффольская	Выпас ягнят на пастбищах г. Сан-Паулу, Бразилия	Ниже FEC, выше ООЭ, меньше личинок	Amarante и др. (2004)
<i>Fasciola gigantica</i>	Индонезийская тощехвостая порода овец	Меринос	Искусственная инфекция	Более низкое число трематод, регенерируемых из печени; различия в иммунном ответе	Hansen и др. (1999)
<i>Fasciola gigantica</i>	Индонезийская тощехвостая порода овец	Санта-крус (St Croix)	Искусственная инфекция	Меньше паразитов регенерировало из печени	Roberts и др. (1997)
Саркоцистоз <i>Sarcocystis miescheriana</i>	Свины породы иейшан (Meishan pigs)	Пьетрен	Искусственная инфекция	Меньшая зараженность (клинические, серологические, гематологические и паразитологические показатели).	Reiner и др. (2002)
<i>Ascaridia galli</i>	Куры породы ломан браун	Датский ландрас	Искусственная инфекция	Меньшее число личинок	Permin и Ranvig (2001)
Копытная гниль	Помесные породы восточно-фризская хавасси (Awassi)	Чисто-породные авасси	Естественная вспышка заболевания в Израиле	Меньшее число случаев	Shimshony (1989)
Копытная гниль	Овцы породы ромни-марш, дорсет-хорн, бордер-лейстерская	Пеппин меринос, саксонский меринос	Естественная вспышка заболевания на орошаемых пастбищах в Австралии	Менее серьезные поражения, более быстрое выздоровление	Emery и др. (1984)
Вирус ньюкаслской болезни, Инфекционный бурсит	Куры породы мандара (Mandarrah)	Гиммаза (Gimmazah), сина (Sinah), дандрави (Dandrawi) - национальные породы Египта	Искусственная инфекция	Более низкая смертность, чем у других пород	Hassan и др. (2004)

* FEC = фекальный яичный индекс (faecal egg count); **ООЭ = объем осажденных эритроцитов.

как гельминты) по сравнению с использованием других стратегий (например, химиотерапии или вакцинации);

- дополнение возможностей противозидемических стратегий.

Существует ряд подходов к использованию генетических методов предупреждения и выявления заболеваний в зависимости от их природы и имеющихся ресурсов. Они могут заключаться в выборе подходящей породы для определения средовых условий; использование скрещивания для привнесения необходимого генетического материала в породы, удовлетворяющие пользователя по другим характеристикам, отбор для племенного использования особей, имеющих высокий уровень устойчивости или толерантности к заболеванию. Последний подход может быть использован в случае четкого определения молекулярных генетических маркеров, связанных с желательными качествами.

Необходимым условием для применения всех этих стратегий является наличие генетического разнообразия популяций домашних животных. В случае исчезновения каких-либо генетических ресурсов, могут быть потеряны и потенциальные средства борьбы с болезнями. Кроме того, в результате исследований с применением методов моделирования, доказано, что популяции с достаточно большим разнообразием генотипов, даже с разной устойчивостью к за-

болеванию, менее восприимчивы к катастрофическим эпидемиям (Springbett и др., 2003). Сохранение в популяции разнообразия генов, определяющих устойчивость животных к разным заболеваниям, обеспечивает важный ресурс для борьбы с патогенными эффектами, способными к изменениям.

2 Породы, устойчивые или толерантные к заболеваниям

Выявлено много фактов проявления высокой устойчивости пород с.-х. животных к заболеваниям в условиях среды, зачастую способствующих их тяжелому заболеванию. Национальным координаторам стран, участвующих в информационной системе по разнообразию домашних животных ФАО (DAD-IS), представлена возможность указывать на какие-либо ценные характеристики пород, включая их устойчивость к заболеваниям. В большинстве случаев представленная информация не подразумевает научного подтверждения этих характеристик. Однако в научной литературе имеется ряд доказательств дифференциации пород по их устойчивости (толерантности) к тем или иным болезням (см. примеры в таблице 31). Последующая дискуссия (в свете данных, представленных в DAD-IS об устойчивости специфических пород к заболеваниям) затрагивает вопросы, связанные с научно доказанными фактами генетической обу-

Таблица 32

Виды млекопитающих, устойчивые или толерантные к специфическим болезням или паразитам

Болезнь	Буйволы	КРС	Козы	Овцы	Свины	Лошади	Олени
Трипаносомоз		17	4	4			
Клещевые инфекции/поражения	1	17		1			1
Болезни, переносимые клещами (неустановлены)		4					
Анаплазмоз		2					
Пироплазмоз/Бабезиеллез		4				1	
Инфекционный гидрперикардит/Каудриоз		1		1			
Эндопаразиты/личинки	1	2	1	9	1	2	1
Фасциолез	2			1			
Лейкоз КРС		9					
Копытная гниль (<i>Bacteroides nodosus</i>)		1		14			
Всего*	4	59	6	33	3	5	2

* Общее число данных, связанных с устойчивостью к заболеванию (сообщается, что некоторые породы проявляют устойчивость к нескольким болезням).

РАЗДЕЛ 1

словленности животных проявлять разную степень восприимчивости к ряду заболеваний. В таблице 32 представлен обзор данных в DAD-IS о случаях проявления резистентности отдельных видов млекопитающих к заболеваниям, а в таблицах 33 - 39 приводятся списки пород, которые, по имеющимся сообщениям, являются устойчивыми или толерантными к определенным заболеваниям или типам заболеваний.

2.1 Трипаносомозы

Трипаносомозы, распространяемые мухами цеце, создают одну из самых важных проблем для благополучия животных в Африке. Они распространены, главным образом, в Западной и Центральной Африке, и в ряде районов Восточной Африки. Некоторые типы трипаносомозов представляют существенные трудности в ведении животноводства и в других регионах мира. Проблема устойчивости к паразитам, связанной с контролем на основе использования трипаноцидных препаратов и проблемами выживаемости, была включена в реализацию программ контроля за распространением мухи цеце, и представляет интерес при использовании методов комплексного контроля, включая оценку толерантности пород домашнего ско-

та (ФАО, 2005). К большинству пород, толерантных к трипаносомозу, относится крупный рогатый скот пород ндама (N'Dama) и западноафриканский шортгорн, а так же овцы породы дьялонке (Djallonke) и козы. Несмотря на небольшие масштабы исследований, результаты показали, что эти породы являются более устойчивыми по сравнению с другими при умеренном и высоком уровнях поражения мухами цеце (Agyemang и др., 1997). В таблице 33 приводится перечень пород, отнесенных в DAD-IS к устойчивым/толерантным к трипаносомозам.

2.2 Клещи и передаваемые ими болезни

Клещи представляют серьезную проблему для животноводов, особенно в тропиках. Они способствуют ослаблению организма животных из-за высасывания их крови, вызывают клещевой паралич посредством введения токсинов, содержащихся в их слюне, повреждают кожу и способствуют вторичным инфекциям. Кроме того, они распространяют ряд серьезных заболеваний, таких как анаплазмоз, бабезиеллез, тейлериоз и каудриоз (сердечная водянка). Наличие специфических видов клещей зависит от агроэкологических условий, причем некоторые из них более широко распространены, чем другие. Существуют документально подтвержденные случаи устойчивости или толерантности животных к клещам, и, в меньшей степени, к передаваемым клещами болезням. Например, рядом исследований выявлена более высокая устойчивость к клещам крупного рогатого скота породы ндама (N'Dama), по сравнению с зебу (Claxton, Leperre, 1991; Mattioli и др., 1993; Mattioli и др., 1995). Другим примером может служить исследование, в результате которого было установлено, что чистопородный КРС в Австралии, принадлежащий к типу *Bos indicus*, оказался менее восприимчивым к бабезиеллезу, чем помесные животные, полученные от скрещивания типов *Bos indicus* × *Bos Taurus* (Bock и др., 1999). В отношении тейлериоза, вызванного клещом вида *Theileria annulata*, установлено, что во время появления инфекции, телята местной индийской породы сахивал (Sahiwal) в меньшей степени были подвержены этому заболеванию, чем телята голштинофризской породы (Glass и др., 2005). В таблицах 34

Таблица 33

Породы, устойчивые или толерантные к трипаносомозам

Виды/ Субрегион	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
КРС		
Северная и Западная Африка	15	N'dama (20), Baoulé (4), Lagune (Lagoon) (6), Bourgou (2), Mutura (2), Dahomey (Daomé) (2), Somba, Namchi, Kapsiki. Kuri, Toupouri, Ghana Shorthorn, Keteku, Somba
Восточная Африка	2	Sheko, Jiddu
Овцы		
Северная и Западная Африка	4	Vogan (2), West African Dwarf (4), Djallonké (10), Kirdimi
Козы		
Северная и Западная Африка	4	West African Dwarf (16), Djallonké (2), Kirdimi, Diougry

Цифра в круглой скобке обозначают число стран, сообщающих об устойчивости/толерантности пород.

Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, для которых есть подтверждение их устойчивости или переносимости заболеваний, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

Таблица 34

Породы, устойчивые или толерантные к поражению клещами

Виды/Субрегион	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
КРС		
Южная Африка	8	Nguni (2), Angoni, Sul Do Save, Pedi, Bonsmara, Shangaan, Kashibi, Tswana
Юго-Восточная Азия	4	Pesisir, Limousin, Javanese Zebu, Thai
Европа и Кавказ	1	Zebu of Azerbaijan
Южная Америка	1	Romosinuano
Юго-западная часть Тихого океана	3	Australian Friesian Sahiwal, Australian Milking Zebu, Australian Sahiwal
Овцы		
Юго-Восточная Азия	2	Nguni (3), Landim
Буйволы		
Юго-Восточная Азия	1	Thai
Олени		
Юго-Восточная Азия	1	Sambar

Цифры в круглой скобке обозначают число стран, сообщающих об устойчивости/толерантности пород.

Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, для которых есть подтверждение их устойчивости или переносимости заболеваний, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

Таблица 35

Породы, устойчивые или толерантные к болезням, передаваемым клещами

Виды/Субрегион	Болезнь	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
КРС			
Северная и Западная Африка	Болезни, переносимые клещами (неустановлены)	2	Baoulé, Ghana Shorthorn
Южная Африка	Болезни, переносимые клещами (неустановлены)	1	Angoni (2)
Европа и Кавказ	Анаплазмоз	2	Cinisara, Modicana,
Северная и Западная Африка	Пироплазмоз	2	N'dama, Noire Pie de Meknès
Европа и Кавказ	Пироплазмоз	1	Modicana
Европа и Кавказ *	Инфекционный гидроперикардит (Каудриоз)	1	Creole (также к дерматофилёзу)
Овцы			
Южная Африка	Инфекционный гидроперикардит (Каудриоз)	1	Damara (2)
Лошади			
Европа и Кавказ	Пироплазмоз	1	Pottok

Цифры в круглой скобке обозначают число стран, сообщающих об устойчивости/толерантности пород.

Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, для которых есть подтверждение их устойчивости или переносимости заболеваний, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

* Гваделупа, Мартиника.

РАЗДЕЛ 1

Таблица 36

Породы, устойчивые или толерантные к эндопаразитам/гельминтам

Виды/Субрегион	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
КРС		
Юго-Восточная Африка	1	Madagascar Zebu
Юго-Восточная Азия	1	Ivanese Zebu
Козы		
Ближний и Средний Восток	1	Yei goat
Овцы		
Юго-Восточная Африка	2	Madagascar, Kumumawa
Юго-Восточная Азия	3	Garut, Malin, Priangan
Европа и Кавказ	1*	Churra Lebrijana (фасциолёз)
Латинская Америка и Карибский бассейн	3	Criollo (8), Criollo Mora, Morada Nova
Ближний и Средний Восток	1	Rahmani
Буйволы		
Юго-Восточная Азия	3*	Papua New Guinea Buffalo, Kerbau-Kalang (фасциолёз), Kerbau Indonesia (фасциолёз)
Свины		
Юго-Восточная Азия	1	South China
Олени		
Юго-Восточная Азия	1	Sambar
Лошади		
Юго-Восточная Азия	2	Kuda Padi , Bajau

Цифры в круглых скобках обозначают число стран, сообщающих об устойчивости/толерантности пород. Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, для которых есть подтверждение их устойчивости или переносимости заболеваний, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

* Включая породы, устойчивые к фасциолёзу.

и 35, соответственно, приводится список пород, зарегистрированных в DAD-IS как устойчивые или толерантные к клещам и к передаваемым ими заболеваниям.

2.3 Эндопаразиты

Гельминтоз признан как одна из самых серьезных угроз здоровью животных, особенно принадлежащим малоимущим владельцам (Perry и др., 2002). Существует ряд исследований, посвященных изучению устойчивости или толерантности животных к виду *Haemonchus contortus* – повсеместно распространенным круглым червям (нематодам), инвазирующим желудки жвачных животных (см. примеры в таблице 31). Например, порода овец красная масаи (Red Maasai) известна своей устойчивостью к желудочно-кишечным червям. В исследованиях, проведенных в условиях умеренно-влажной прибрежной зоны Кении, установлено, что у ягнят этой

породы были выявлены более низкие фекальные яичные индексы (FEC) для *Haemonchus contortus*, и более низкая смертность, чем у ягнят породы дорпер (Dorper) – другой широко распространенной породы в Кении. По оценочным данным, отары овец породы красная масаи, были в два – три раза более продуктивными, чем животные породы дорпер в условиях умеренно-влажного климата, благоприятного для жизни паразитов (Baker, 1998). Аналогичные результаты были получены при изучении мелких восточноафриканских коз по сравнению с козами породы галла (Galla). Существуют также научные факты, подтверждающие устойчивость или толерантность животных к широко распространенному паразиту – трематоды печени вида *Fasciola gigantica*. Roberts и др. (1997) установили, что индонезийские тощеховые овцы имели большую устойчивость к поражению этим паразитом, чем овцы породы санта-крус и мерино. В информационной системе DAD-IS имеют-

ся данные об одной породе овец и двух породах буйволов, относительно устойчивых/толерантных к фасциолезу (таблица 36).

2.4 Копытная гниль

Копытная гниль – инфекционный бактериоз копытных животных, который вызывает острую хромоту. Болезнь является серьезной экономической проблемой, особенно для отрасли овцеводства. Она чаще встречается у животных в умеренном климате. В настоящее время доказано, что некоторые породы животных более устойчивы к копытной гнили, чем другие. В исследованиях, проведенных в Австралии (Eperu и др., 1984), было установлено, что в случаях возникновения естественной инфекции на орошаемых пастбищах английские породы ромни-марш, дорсет-хорн и бордер-лейстерская оказались менее чувствительными к копытной гнили (проявление относительно легкой формы поражения и быстрое выздоровление), чем породы пеппин (Peppin) и саксон меринос (Saxon Merinos).

Схожие данные были опубликованы Shimshony (1989): во время вспышки болезни в Израиле помесные овцы (восточно-фризская × авасси) имели

Таблица 37

Породы, устойчивые или толерантные к копытной гнили

Виды/ Субрегион	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
КРС		
Европа и Кавказ	1	Sayaguesa
Овцы		
Северная и Западная Африка	1	Beni Ahsen
Восточная Азия	2	Large Tailed Han, Small Tailed Han
Европа и Кавказ	10	Kamieniecka, Leine, Swiniarka, Polskie Owce Długowłniste, Churra Lebrijana, Lacha, Bündner Oberländerschaf, Engadiner Fuchsschaf, Rauhwolliges Pommersches Landschaf, Soay
Юго-западная часть Тихого океана	1	Broomfield Corriedale

Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, у которых есть подтверждена устойчивость или толерантность к заболеванию, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

Таблица 38

Породы крупного рогатого скота, устойчивые или толерантные к лейкозу

Виды/ Субрегион	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
Средняя Азия	1	Бестужевская
Европа и Кавказ	7	Красная горбатовская, истобенская, холмогорская, суксунская, якутский скот, ярославская, юрынская, Sura de stera

Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, у которых подтверждена устойчивость или толерантность к заболеванию, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

более низкую степень пораженности болезнью по сравнению с чистопородными овцами авасси. Вероятно, породы, происходящие из более влажных областей, где болезнь является более распространенной, менее к ней восприимчивы. BDAD-IS имеют сведения о породах, устойчивых/толерантных к копытной гнили (таблица 37).

2.5 Лейкоз крупного рогатого скота

Лейкоз крупного рогатого скота – инфекционное заболевание кроветворной ткани, вызванное вирусом лейкоза крупного рогатого скота (BLV). Болезнь является причиной значительных экономических потерь в результате торговых ограничений, смертности и свертывания производства и конфискации туш больных животных на скотобойне. Вполне вероятно, что существует генетическая составляющая чувствительности животных к болезни. Петухов (Petukhov и др., 2002) сообщает о существовании различий между породами, семействами, и даже дочерями быков по частоте случаев проявления BLV в популяции КРС в Западной Сибири. В таблице 38 указаны породы, проявившие устойчивость или толерантность к лейкозу (информация DAD-IS).

2.6 Болезни домашней птицы

Вспышки ньюкаслской болезни и гамборо (инфекционное заболевание фабрициевой сумки) часто регистрируются в популяциях кур в сельской местности по всему миру. Вспышки ньюкаслской

РАЗДЕЛ 1

Таблица 39

Породы, устойчивые или толерантные к птичьим заболеваниям

Виды/Субрегион	Болезнь	Число пород	Наиболее общепринятые названия пород
Куры			
Северная и Западная Африка	Ньюкаслская болезнь	1	Poule De Benna
Южная Африка	Ньюкаслская болезнь	1	Nkhuku
Юго-Восточная Азия	Ньюкаслская болезнь	1	Red Jungle Fowl
Центральная Америка	Ньюкаслская болезнь	1	Gallina criolla o de rancho
Юго-Восточная Азия	Болезнь Марека	1	Ayam Kampong
Европа и Кавказ	Болезнь Марека	4	Borky 117, Scots Dumpy, Hrvatica, Bohemian Fowl
Утки (домашние)			
Северная и Западная Африка	Ньюкаслская болезнь	2	Local Duck of Moulkou и Bongor, Local Duck of Gredaya and Massakory
Цесарки			
Северная и Западная Африка	Ньюкаслская болезнь	2	Numida Meleagris Galeata Pallas, Djaoulés
Мускусные утки			
Северная и Западная Африка	Ньюкаслская болезнь	1	Local Muscovy Duck of Karal and Massakory
Индейки			
Северная и Западная Африка	Ньюкаслская болезнь	1	Moroccoan Beldi

Обратите внимание, что, возможно, существуют и другие породы, у которых подтверждена устойчивость или толерантность к заболеванию, но данные об этом отсутствуют в DAD-IS.

болезни наблюдались в течение почти столетия. В течение XX века были отмечены четыре панзоотических волн. Болезнь Гамборо была впервые описана в 1962 г., а начиная с 1970-ых гг были зарегистрированы ее эпидемические вспышки.

На основе исследований, проведенных в целях изучения случаев возникновения ньюкаслской болезни и вируса инфекционного бурсита в 4-х египетских породах кур установлено, что куры породы мандара (комбинированная порода, выведенная на основе скрещивания) были наименее восприимчивы к обоим заболеваниям: в результате искусственной инфекции в этой породе установлены более низкие показатели смертности (Hassan и др., 2004). Схожие результаты получены в изучении генетической устойчивости птиц к болезни Марека. Lakshmanan и др. (1996) сообщает, что исследование кур пород файоуми (Faoumi) и белый леггорн показало их большую резистентность к развитию опухолей, чем это считалось ранее (см. ниже дискуссию по устойчивости птиц к болезни Марека). В таблице 39 приведены породы птиц, представленные в DAD-IS как устойчивые или толерантные к специфическим болезням.

3 Возможности для внутрипородной селекции животных на устойчивость к заболеваниям

Разведение животных с целью эффективного использования внутрипородной изменчивости животных по их устойчивости к заболеванию является важной стратегией в контроле ряда болезней. Для эндемичных заболеваний, которые постоянно присутствуют в крупных производственных системах (например, мастит, гельминтоз) представляется возможным проведение отбора особей, основанного на реакции фенотипа животного к проявлению болезни. В случаях проявления маститов, индекс соматических клеток в молоке (индикатор бактериальной инфекции) или выявление клинических случаев болезни могут использоваться в качестве фенотипических показателей восприимчивости животных к маститу. Эти показатели обычно регистрируются в породах молочного направления продуктивности. Считается доказанным, что животные различаются по генетической предрасположенности к лейкозу (Rupp, Boichard, 2003). Выявленная при этом отри-

Вставка 14

Генетическая устойчивость свиней к африканской чуме

Африканская чума свиней (ASF – African swine fever) представляет серьезную угрозу промышленному свиноводству во всем мире. ASF – высококонтагиозная болезнь, вызывающая быструю геморрагическую смерть домашних свиней. В настоящее время отсутствует эффективная вакцина для борьбы с болезнью и единственной эффективной стратегией ее предотвращения является строго регламентированное перемещение животных и продукции, своевременная идентификация и забой зараженных животных. Крайне необходима разработка дополнительных подходов по борьбе с этой болезнью.

В отличие от острой формы болезни, наблюдаемой у домашних свиней, инфекция вируса африканской чумы свиней (ASFV) не вызывает клинических симптомов у местных диких африканских свиней, у видов бородавочников (*Phacochoerus africanus*) и кистеухих свиней (*Potamochoerus spp.*). Такая естественная видоспецифичная генетическая устойчивость представляет ценность для изучения молекулярных механизмов патогенеза данного заболевания.

В мировой практике были предприняты попытки разведения животных на генетическую устойчивость к ASF на основе скрещивания домашних свиней с устойчивыми к заболеванию видами. Несмотря на бытующее мнение о том, что такое спаривание возможно осуществить, межвидовая гибридизация имела лишь ограниченный успех. В качестве альтернативы, возможным представляется разведение животных на ASFV-устойчивость, путем спаривания домашних свиней, переболевших ASFV. Среди пораженных инфекцией ASFV домашних свиней, выживает около 5-10 %. К сожалению, выжившие животные обычно выбывают в результате мероприятий, проводимых при возникновении вспышки заболевания. Исследование выживших животных дает возможность изучить природу их генетической устойчивости к болезни и идентифицировать родоначальников семейств, потенциально устойчивых или толерантных к ASFV, а также выявить ассоциированные генетические маркеры или QTL.

Молекулярные и геномные исследования идентифицировали ключевые клеточные мишени белков ASFV, которые важны для репликации вируса или позволяют уклоняться от механизмов иммунной защиты. Сравнительный анализ ДНК последовательностей этих генов среди видов свиней с разной восприимчивостью может формализовать мутации (отднуклеотидные полиморфизмы или SNP), ассоциированные с генетическим изменением устойчивости к заболеванию. Транскрипционный анализ ASFV-зараженных макрофагов с использованием микрочипов позволяет обнаружить новые гены-кандидаты, которые дифференцированно регулируются в ходе инфекции. Такие гены-кандидаты могли бы использоваться для разработки ДНК-маркеров или при тестировании животных с пониженной восприимчивостью к заболеванию.

Сохранение устойчивых пород животных является основополагающим для улучшения других популяций, генетически устойчивых к ASFV. Животные, ткани и ДНК представляют важные источники информации для исследователей этого вопроса.

Воспроизводство животных с повышенной устойчивостью к ASFV возможно, однако существует ряд факторов, которые необходимо учесть при реализации такой программы. Одним из них является то, что получение устойчивых свиней, не способных быть пораженными ASFV, является трудновыполнимой задачей. Вероятнее всего, свиньи проявят признаки толерантности к клиническим эффектам ASFV. У толерантных свиней, вероятно, не проявится клиническая форма болезни, но они могут остаться зараженными и распространять ASFV в окружающую среду. Такие свиньи могут создавать риск возникновения заболевания среди восприимчивых свиней в районе или уменьшить эффективность стратегий контроля.

Предоставлено Marnie Mellencamp.

цательная зависимость между генетической ценностью животных по продуктивным качествам и их восприимчивостью к болезни способствовала проведению отбора животных на устойчивость к лейкозу

(там же). Поэтому многие селекционные программы в молочном скотоводстве, как одну из задач племенной работы, указывают повышение устойчивости животных к маститу.

РАЗДЕЛ 1

Паразитоустойчивость к антигельминтным препаратам является острой проблемой для отрасли животноводства во многих частях мира, особенно в отношении мелкого рогатого скота. Стратегии контроля, практически полностью основанные на частом применении дегельминтизаций, все чаще расцениваются как неэффективные, приводящие к появлению множества лекарственно-устойчивых паразитов (Kaplan, 2004). Потребность в альтернативных методах контроля усугубляется тем фактом, что за последние 25 лет не было выпущено ни одного нового класса антигельминтных препаратов, и перспективы их появления в ближайшем будущем весьма сомнительны (там же). При этом, разработка альтернативных методов контроля необходима для комплексных программ защиты от паразитов, поскольку генетическая устойчивость животных к их воздействию является составным элементом таких программ. Как сообщает ряд исследователей, показатель FEC может служить эффективным средством для снижения применения при лечении животных антигельминтных препаратов, и для уменьшения зараженности пастбищ яйцами нематод (Woolaston, 1992; Morris и др., 2000; Woolaston, Windon, 2001; Bishop и др., 2004).

Должны быть разработаны новые подходы для предотвращения эпидемических заболеваний. Необходимо применять методы отбора, основанные на выявлении маркерных аллелей, связанных с повышенной устойчивостью к заболеваниям (Bishop, Woolliams, 2004). В случаях возникновения болезни Марека (вирусная болезнь кур), выявлено, что использование вакцины способствует увеличению вирулентности заболевания. Разведение животных на устойчивость к заболеваниям становится важным элементом в производственных системах птицеводства. Отбор животных, основанный на специфических В аллелях главного комплекса гистосовместимости (МНС), в течение многих лет использовался в качестве профилактики болезни Марека (Васон, 1987). Совсем недавно исследователи также идентифицировали ряд локусов QTL (от англ. quantitative trait loci), связанных с устойчивостью животных к ряду заболеваний (Vallejo и др., 1998; Yonash и др., 1999; Cheng, 2005). К заболеваниям, для которых были идентифицированы маркерные гены устойчивости животных, относят дерматофилез крупного рогатого скота (Maillard и др., 2003),

диарею свиней, вызванную *E. coli* (Edfors и Wallgren, 2000), и почесуху овец (Hunter и др., 1996).

7 Заключение

Существуют убедительные аргументы для включения мероприятий, связанных с оценкой генетической устойчивости, в стратегии контроля заболеваний. Особенную актуальность они приобретают в условиях ограничений использования других методов. Считается доказанным существование генетического разнообразия животных как внутри пород, так и между породами в их восприимчивости к ряду заболеваний. В большинстве случаев это учитывается при разработке и внедрении селекционных программ. Однако, к сожалению, число исследований в этом направлении весьма ограничено: зачастую породы исчезают раньше, чем выявляются факты их устойчивости к отдельным заболеваниям. В результате безвозвратно теряются генетические ресурсы, которые могли быть использованы при разработке комплекса мер, содействующих улучшению здоровья животных разных видов и пород во всем мире.

Источники

- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Little, D.A. & Rowlands, G.J.** 1997. *Village N'Dama cattle production in West Africa: six years of research in the Gambia*. Nairobi. International Livestock Research Institute and Banjul, International Trypanotolerance Centre.
- Amarante, A.F.T., Bricarello, P.A., Rocha, R.A. & Gennari, S.M.** 2004. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology*, 120(1–2): 91–106.
- Bacon, L.D.** 1987. Influence of the major histocompatibility complex on disease resistance and productivity. *Poultry Science*, 66(5): 802–811.
- Baker, R.L.** 1998. Genetic resistance to endoparasites in sheep and goats. A review of genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in sheep and goats in the tropics and evidence for resistance in some sheep

- and goat breeds in sub-humid coastal Kenya. *Animal Genetic Resources Information*, 24: 13–30.
- Bishop, S.C., Jackson, F., Coop, R.L. & Stear, M.J.** 2004. Genetic parameters for resistance to nematode infections in Texel lambs. *Animal Science*, 78(2): 185–194.
- Bishop, S.C. & Woolliams, J.A.** 2004. Genetic approaches and technologies for improving the sustainability of livestock production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9): 911–919.
- BOA.** 1999. *The use of drugs in food animals: benefits and risks*. Washington DC. Board on Agriculture, National Academies Press.
- Bock, R.E., Kingston, T.G. & de Vos, A.J.** 1999. Effect of breed of cattle on transmission rate and innate resistance to infection with *Babesia bovis* and *B. bigemina* transmitted by *Boophilus microplus*. *Australian Veterinary Journal*, 77(7): 461–464.
- Cheng, H.H.** 2005. Integrated genomic approaches to understanding resistance to Marek's Disease. In S.J. Lamont, M.F. Rothschild & D.L. Harris, eds. *Proceedings of the third International Symposium on Genetics of Animal Health*, Iowa State University, Ames, Iowa, USA. July 13–15, 2005.
- Claxton, J. & Leperre, P.** 1991. Parasite burdens and host susceptibility of Zebu and N'Dama cattle in village herds in the Gambia. *Veterinary Parasitology*, 40(3–4): 293–304.
- Edfors, L.I. & Wallgren, P.** 2000. *Escherichia coli* and *Salmonella diarrhoea* in pigs. In R.F.E. Axford, S.C. Bishop, J.B. Owen & F.W. Nicholas, eds. *Breeding for resistance in Farm Animals*, pp. 253–267. Wallingford, UK. CABI Publishing.
- Emery, D.L., Stewart, D.J. & Clark, B.L.** 1984. The susceptibility of five breeds of sheep to foot rot. *Australian Veterinary Journal*, 61(3): 85–88.
- FAO.** 1999. *Opportunities for incorporating genetic elements into the management of farm animal diseases: policy issues*, by S. Bishop, M. de Jong & D. Gray. Background Study Paper Number 18. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome.
- FAO.** 2005. *Trypanotolerant livestock in the context of trypanosomiasis intervention strategies*. by K. Agyemang. PAAT Technical and Scientific Series No. 7. Rome.
- FAOSTAT.** (available at <http://faostat.fao.org/>).
- Glass, E.J., Preston, P.M., Springbett, A., Craigmile, S., Kirvar, E., Wilkie, G. & Brown, C.G.D.** 2005. *Bos taurus* and *Bos indicus* (Sahiwal) calves respond differently to infection with *Theileria annulata* and produce markedly different levels of acute phase proteins. *International Journal for Parasitology*, 35(3): 337–347.
- Goosens, B., Osaer, S., Ndao, M., Van Wingham, J. & Geerts, S.** 1999. The susceptibility of Djallonké and Djallonké-Sahelian crossbred sheep to *Trypanosoma congolense* and helminth infection under different diet levels. *Veterinary Parasitology*, 85(1): 25–41.
- Hansen, D.S., Cley, D.G., Estuningsih, S.E., Widjajanti, S., Partoutomo, S. & Spithill, T.W.** 1999. Immune responses in Indonesian thin tailed sheep during primary infection with *Fasciola gigantica*: lack of a species IgG2 antibody response is associated with increased resistance to infection in Indonesian sheep. *International Journal for Parasitology*, 29(7): 1027–1035.
- Hassan, M.K., Afify, M.A. & Aly, M.M.** 2004. Genetic resistance of Egyptian chickens to infectious bursal disease and Newcastle disease. *Tropical Animal Health and Production*, 36(1): 1–9.
- Hunter, N., Foster, J.D., Goldmann, W., Stear, M.J., Hope, J. & Bostock, C.** 1996. Natural scrapie in closed flock of Cheviot sheep occurs only in specific PrP genotypes. *Archives of Virology*, 141(5): 809–824.
- Kaplan, R.M.** 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*, 20(10): 477–481.
- Lakshmanan, N., Kaiser, M.G. & Lamont, S.J.** 1996. Marek's disease resistance in MHC-congenic lines from

РАЗДЕЛ 1

- Leghorn and Fayoumi breeds. In *Current research on Marek's disease. Proceedings of the 5th International Symposium*, East Lansing, Michigan, 7–11 September 1996, pp. 57–62. Kennet Sque, Pennsylvania, USA. American Association of Avian Pathologists.
- Maillard, J.C., Berthier, D., Chantal, I., Thevenon, S., Sidibe, I., Stachurski, F., Belemsaga, D., Razafindraibe, H. & Elsen, J.M.** 2003. Selection assisted by a BoLA-DR/DQ haplotype against susceptibility to bovine dermatophilosis. *Genetics Selection Evolution*, 35(Suppl. 1): S193–S200.
- Mattioli, R.C., Bah, M., Faye, J., Kora, S. & Cassama, M.** 1993. A comparison of field tick infestation on N'Dama, Zebu and N'Dama × Zebu crossbred cattle. *Veterinary Parasitology*, 47(1–2): 139–148.
- Mattioli, R.C., Bah, M., Kora, S., Cassama, M. & Clifford, D.J.** 1995. Susceptibility to different tick genera in Gambian N'Dama and Gobra zebu cattle exposed to naturally occurring tick infection. *Tropical Animal Health and Production*, 27(2): 995–1005.
- Morris, C.A., Vlassoff, A., Bisset, S.A., Baker, R.L., Watson, T.G., West, C.J. & Wheeler, M.** 2000. Continued selection of Romney sheep for resistance or susceptibility to nematode infection: estimates of direct and correlated responses. *Animal Science*, 70(1): 17–27.
- Permin, A. & Ranvig, H.** 2001. Genetic resistance to *Ascaridia galli* infections in chickens. *Veterinary Parasitology*, 102(2): 101–111.
- Perry, B.D., McDermott, J.J., Randolph, T.F., Sones, K.R. & Thornton, P.K.** 2002. *Investing in animal health research to alleviate poverty*. Nairobi. International Livestock Research Institute.
- Petukhov, V.L., Kochnev, N.N., Karyagin, A.D., Korotkevich, O.S., Petukhov, I.V., Marenkov, V.G., Nezavitin, A.G. & Korotkova, G.N.** 2002. Genetic resistance to BLV. In *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, August, 2002, Session 13, pp 1–4. Montpellier, France. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- Reiner, G., Eckert, J., Peischl, T., Bochert, S., Jäkel, T., Mackenstedt, U., Joachim, A., Dausgschie, A. & Geldermann, H.** 2002. Variation in clinical and parasitological traits in Pietran and Meishan pigs infected with *Sarcocystis miescheriana*. *Veterinary Parasitology*, 106(2): 99–113.
- Roberts, J.A., Estuningsih, E., Widjayanti, S., Wiedosari, E., Partoutomo, S. & Spithill, T.W.** 1997. Resistance of Indonesian thin tail sheep against *Fasciola gigantica* and *F. hepatica*. *Veterinary Parasitology*, 68(1–2): 69–78.
- Rupp, R. & Boichard, D.** 2003. Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. *Veterinary Research*, 34(5): 671–688.
- Shimshony, A.** 1989. Footrot in Awassis and the crosses with East Friesian sheep. *New Zealand Veterinary Journal*, 37(1): 44.
- Springbett, A.J., MacKenzie, K., Woolliams, J.A. & Bishop, S.C.** 2003. The contribution of genetic diversity to the spread of infectious diseases in livestock populations. *Genetics*, 165(3): 1465–1474.
- Vallejo, R.L., Bacon, L.D., Liu, H.C., Witter, R.L., Groenen, M.A.M., Hillel, J. & Cheng, H.H.** 1998. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting susceptibility to Marek's disease induced tumours in F2 intercross chickens. *Genetics*, 148(1): 349–360.
- Woolaston, R.R.** 1992. Selection of Merino sheep for increased and decreased resistance to *Haemonchus contortus*: peri-parturient effects on faecal egg counts. *International Journal for Parasitology*, 22(7): 947–953.
- Woolaston, R.R. & Windon, R.G.** 2001. Selection of sheep for response to *Trichostrongylus colubriformis* larvae: genetic parameters. *Animal Science*, 73(1): 41–48.
- Yonash, N., Bacon, L.D., Witter, R.L. & Cheng, H.H.** 1999. High resolution mapping and identification of new quantitative trait loci (QTL) affecting susceptibility to Marek's disease. *Animal Genetics*, 30(2):126–135.