ИНФОРМАЦИОННЫЙ

ВЕСТНИК ВОГиС

ОСНОВАН В 1997 г.

Том 11

1

февраль 2007

Содержание

АКАДЕМИК НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ ДУБИНИН: К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ (1907–1998)
В.К. Шумный, И.К. Захаров 5

ЖИЗНЬ ЕСТЬ ПОДВИГ: К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ГЕНЕТИКА, ПРОФЕССОРА ЮЛИЯ ЯКОВЛЕВИЧА КЕРКИСА (1907–1977)
Л.И. Лебедева, И.К. Захаров 16

ВЛАДИМИР КОВАЛЕВСКИЙ КАК ПЕРЕВОДЧИК И ИЗДАТЕЛЬ ТРУДА ЧАРЛЗА ДАРВИНА «THE VARIATION OF ANIMALS AND PLANTS UNDER DOMESTICATION»
Я.М. Галл 39

ОБ ОДОМАШНИВАНИИ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ (К 140-ЛЕТИЮ ВЫХОДА В РОССИИ ТРУДА Ч. ДАРВИНА: «ПРИРУЧЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ И ВОЗДЕЛАННЫЕ РАСТЕНИЯ»)
О.В. Трапезов 45

ДОМЕСТИКАЦИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ У ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ
Е.М. Колдаева, Н.А. Колдаев 62

ЭНДОКРИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОМЕСТИКАЦИИ СОБОЛЕЙ (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758)
Н.К. Шульгина 76

ДОМЕСТИКАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ХОДЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
О.И. Федорова 91

ИЗМЕНЕНИЕ В ХОДЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОМЕСТИКАЦИИ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ У РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
Е.Б. Свечкина, Н.Н. Тютюнник 99

ОСОБЕННОСТЕЙ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ (*VULPES VULPES*) В ХОДЕ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ
Н.Н. Шумилина 109

ДОМЕСТИКАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ДОМЕСТИКАЦИЯ ШИНШИЛЛЫ (*CHINCHILLA LANIGER*)
Б. Барабаш 115

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА БЕЛКОВ КРОВИ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ОТБОРА В ПУШНОМ ЗВЕРОВОДСТВЕ
Е.А. Тинаева, Л.Г. Маркович, В.В. Конкина, Е.А. Семикрасова 122

ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВА ОПУШЕНИЯ У ЦВЕТНЫХ ФОРМ ЛИСИЦ (*VULPES VULPES*)
Н.Н. Шумилина, Т.М. Чекалова, М.В. Митрофанова 131

СПЕЦИФИЧНОСТЬ ИЗОФЕРМЕНТНЫХ СПЕКТРОВ ЛДГ У НОРОК ОКРАСКИ БЕЛАЯ-ХЕДЛЮНД
А.Р. Унжаков, Л.К. Кожевникова, В.А. Илюха, Х.И Мелдо, Н.Н. Тютюнник 139

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА НА СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ И ИЗОФЕРМЕНТНОГО СПЕКТРА ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ АМЕРИКАНСКИХ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
Т.Н. Ильина, В.А. Илюха, С.Н. Калинина, Н.А. Горлякова, Л.А. Беличева 145

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ
Л.Б. Узенбаева, А.Г. Голубева, В.А. Илюха, Н.Н. Тютюнник 155

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И БЕСПЛОДИЕ НОРОК
Т.В. Майорова 162

ВТОРИЧНОЕ СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ У ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ
С.В. Бекетов, О.Е. Лазебный, С.Н. Каштанов 170

ПРОГНОЗ ШЕРСТНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВЕЦ ПО БЕЛКАМ МОЛОКА
М.А. Сушенцова 178

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА ОВЕЦ
М.А. Сушенцова 186

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИИ ПО ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ У ПЕСЦОВ (*ALOPEX LAGOPUS*) И ЛИСИЦ (*VULPES VULPES*) В УСЛОВИЯХ ИХ КЛЕТОЧНОГО РАЗВЕДЕНИЯ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗВЕРОФЕРМАХ
Т.М. Чекалова 195

ОТБОР ПЛЕМЕННЫХ САМЦОВ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) НА ОСНОВЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
Т.М. Демина 205

ОТБОР ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПО ЭВОЛЮЦИОННО НЕСВОЙСТВЕННЫМ ВИДАМ КОРМОВ И НИЗКОПРОТЕИНОВОМУ КОРМЛЕНИЮ
Н.А. Балакирев 212

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОД КРОЛИКОВ
Р.М. Нигматуллин 221

ИЗМЕНЕНИЕ СТАТУСА СОХРАННОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОРОД В ГЕНОФОНДЕ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
Е.Г. Сергеев 228

ВОЗМОЖНОСТЬ УСКОРЕНИЯ СОЗДАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В ЗВЕРОВОДСТВЕ
Г.А. Кузнецов 233

THE HERALD
OF VAVILOV SOCIETY
FOR GENETICISTS AND
BREEDING SCIENTISTS

Vol. 11

1

February 2007

THE HERALD VAVILOV SOC. GENET. BREED. SCI.

Content

THE 100-YEAR ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF ACADEMICIAN NIKOLAY PETROVICH DUBININ (1907-1998)
V.K. Shumny, I.K. Zakharov 5

LIFE IS A FEAT: COMMEMORATING THE 100-YEAR BIRTH ANNIVERSARY OF GENETICIST, PROFESSOR YULYI YAKOVLEVICH KERKIS
L.I. Lebedeva, I.K. Zakharov 16

VLADIMIR KOVALEVSKY – A TRANSLATER AND PUBLISHER OF CHARLES DARWIN'S WORK «THE VARIATION OF ANIMALS AND PLANTS UNDER DOMESTICATION»
Ya.M. Gall 39

ON THE FUR ANIMALS DOMESTICATION (ON THE 140-YEAR ANNIVERSARY OF CHARLES DARWIN'S WORK «THE VARIATION OF PLANTS AND ANIMALS UNDER DOMESTICATION», PUBLISHED IN RUSSIA)
O.V. Trapezov 45

THE EFFECTS OF DOMESTICATION ON THE FUR ANIMAL PRODUCTION
E.M. Koldaeva, N.A. Koldaev 62

THE ENDOCRINOLOGICAL ASPECTS OF FUR FARM SABLE (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758) DOMESTICATION
N.K. Shulgina 76

DOMESTICATION TRANSFORMATIONS OF AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
O.I. Fyodorova 91

TRANSFORMATION OF DIGESTIVE ENZYMES IN DIFFERENT GENOTYPES OF FARM-BRED AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) UNDER DOMESTICATION
E.B. Svetchkina, N.N. Tyutyunnik 99

CHANGES IN CONSTITUTIONAL FEATURES OF FOXES (*VULPES VULPES*) IN THE PROCESS OF DOMESTICATION
N.N. Shumilina 109

THE DOMESTICATION OF CHINCHILLA (*CHINCHILLA LANIGER*)
B. Barabash 115

THE USE OF GENETIC POLYMORPHISM OF BLOOD PROTEINS IN FUR ANIMALS BREEDING
E.A. Tinaeva, L.G. Markovitch, V.V. Konkina, E.A. Semikrasova 122

EFFECT OF MUTATIONS AFFECTING FUR COAT COLOUR ON HAIRINESS QUALITY
N.N. Shumilina, T.M. Chekalova, M.V. Mitrofanova 131

SPECIFICITY OF LACTATE DEHYDROGENASE ISOENZYME SPECTRA OF WHITE MINK
A.R. Unzhakov, L.K. Kozhevnikova, V.A. Ilukha, H.I. Meldo, N.N. Tyutyunnik 139

THE INFLUENCES OF GENOTYPE ON SEASONAL CHANGES OF ANTIOXIDANT SYSTEM AND LACTATE DEHYDROGENASE ISOENZYMES SPECTRUM IN AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
T.N. Ilyina, V.A. Ilyukha, S.N. Kalinina, N.A. Gorlyakova, L.A. Belicheva 145

THE SPECIFICITIES OF BLOOD LEUKOCYTE STRUCTURE IN THE MINKS WITH VARIOUS GENOTYPES
L.B. Uzenbaeva, A.G. Golubeva, V.A. Ilukha, N.N. Tutyunnik 155

GENETIC FACTORS AND STERILITY IN THE MINK
T.V. Mayorova 162

SECONDARY SEX RATIO IN FUR FARM ANIMALS
S.V. Beketov, O.E. Lazebny, S.N. Kashtanov 170

PROGNOSTICATION OF WOOL PRODUCTION CHARACTERS IN SHEEP BY MILK PROTEINS
M.A. Sushentsova 178

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SELECTION IN THE SHEEP
M.A. Sushentsova 186

THE EFFECT OF SELECTION FOR REPRODUCTIVITY OF FARM-BRED POLAR FOXES (*ALOPEX LAGOPUS*) AND SILVER FOXES (*VULPES VULPES*)
T.M. Chekalova 195

THE SELECTION OF MINK MALES (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) FOR BREEDING GOAL ON THE BASE OF INDIVIDUAL DEVELOPMENT
T.M. Demina 205

THE SELECTION OF FUR ANIMALS FOR EVOLUTIONARY WRONG FOOD AND FOR LOW PROTEIN FEEDING
N.A. Balakirev 212

THE ORIGIN AND GENETIC CLASSIFICATION OF RABBIT BREEDS
R.M. Nigmatullin 221

THE CHANGING OF SOME STOCKS IN GENE POOL OF AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREIBER, 1777)
E.G. Sergeev 228

ABOUT ACCELERATION OF STOCKS CREATING IN FUR ANIMALS BREEDING
G.A. Kuznetsov 233

АКАДЕМИК НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ ДУБИНИН: К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ (1907–1998)

4 января 2007 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося ученого-биолога, генетика, общественного и научного деятеля, директора-организатора и первого директора Института цитологии и генетики СО АН СССР (1957–1959 гг., г. Новосибирск) и Института общей генетики АН СССР (1966–1981 гг., г. Москва), лауреата Ленинской премии, Героя Социалистического Труда, академика Николая Петровича Дубинина.

Многие его исследования вошли в золотой фонд классических работ по генетике. Н.П. Дубинин – крупнейший ученый в области общей и молекулярной генетики, исследования строения гена и структурных мутаций, проблем мутагенеза и мутагенов среды, популяционной и эволюционной генетики. Он стоял у истоков формирования отечественной экологической, радиационной и космической генетики. Не по своей воле в годы господства лысенковщины в биологии ему пришлось стать орнитологом. Его привлекали история науки, философские проблемы генетики, социальные и биологические аспекты человека. Некоторые суждения и взгляды Е.П. Дубинина вызывали неоднозначный отклик, а иногда и бурю откликов в прессе, в дискуссиях и публикациях, в научном сообществе.

Н.П. Дубинин родился 4 января 1907 г. в г. Кронштадте в семье военного моряка. Воспитывался и учился в детском доме (1919–1921 гг., г. Самара), в школе 2-й ступени им. Л.Н. Толстого (1921–1923 гг.) г. Жиздра Брянской области.

В 1923–1925 гг. Николай Дубинин – студент педагогического факультета 2-го Московского университета. С 1925 г. он студент физико-математического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, биологическое отделение которого он закончил в 1928 г.

Научными учителями Н.П. Дубинина были Н.К. Кольцов и А.С. Серебровский. С полным правом Н.П. Дубинина можно также отнести к последователям научных идей одного из основоположников популяционной генетики С.С. Четверикова.

С 1927 по 1929 гг. Н.П. Дубинин – ассистент Московского зоотехнического института. С 1929 по 1931 гг. Н.П. Дубинин – доцент, организатор и заведующий кафедрой генетики и разведения при Московском институте свиноводства. С 1929 по 1932 гг. Н.П. Дубинин – старший научный сотрудник Биологического института им. К.А. Тимирязева (г. Москва). 1932–1933 гг. Н.П. Дубинин – заведующий отделом генетики и селекции Московской центральной шелководческой станции (пос. Иноземцево) и Пятигорской науч-но-исследовательской станции шелководства РСФСР. В 1932–1934 гг. Н.П. Дубинин – заведующий лабораторией генетики и селекции кролиководческой станции (Москва, станция Удельная). Одновременно в 1932–1938 гг. Н.П. Дубинин заведовал кафедрой разведения

Н.П. Дубинин, 1930-е годы.

и генетики Всесоюзного института пушно-сырьевого хозяйства (г. Балашиха, Московская область), а в 1938 г. организовал кафедру генетики Воронежского государственного университета и заведовал ею до 1948 г.

С 1932 г. Н.П. Дубинин работал в Институте экспериментальной биологии (ИЭБ), директором которого был Н.К. Кольцов. Н.П. Дубинин становится заведующим созданного им отдела генетики, впоследствии лаборатории цитогенетики (в 1938 г. ИЭБ был переименован в Институт цитологии, гистологии и эмбриологии АН СССР). В отделе работали: Г.Г. Тиняков, Н.Н. Соколов, И.Б. Паншин, В.В. Сахаров, Е.Н. Волотов, Я.Г. Глембоцкий, М.А. Гептнер, Д.Д. Ромашов, Г.Г. Фризен, А.Н. Промптов, В.В. Хвостова, Б.Н. Сидоров, А.А. Малиновский, Л.В. Ферри, И.А. Рапопорт, И.Е. Трофимова, В.Н. Беляева, С.Я. Бессмертная, С.А. Демидова, Б.А. Кирсанова, Е.И. Балкашина, Б.Ф. Кожевникова, В.С. Кирпичников и др. Во время Великой Отечественной войны в 1941 г. лаборатория была эвакуирована в г. Алма-Ату.

В 1935 г. Н.П. Дубинину была присуждена ученая степень доктора биологических наук без защиты диссертации, в этом же году он был утвержден в ученом звании профессора по специальности «генетика». В 1936 г. ему было присвоено звание действительного члена института – очень редкое, существовавшее в то время, звание. В декабре 1946 г. Н.П. Дубинин был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1966 г. – действительным членом (академиком) АН СССР.

Сразу же после августовской сессии ВАСХНИЛ, уже 26 августа 1948 г., лаборатория цитогенетики была расформирована с формулировкой «как стоящая на антинаучных позициях и доказавшая в течение ряда лет свою бесплодность» (Постановление Президиума АН СССР от 26 августа 1948 г. Вестник АН СССР. 1948. № 9. С. 23).

В 1949–1955 гг. Н.П. Дубинин устраивается на работу старшим научным сотрудником в Институт леса АН СССР в составе Комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения и затем Ин-ститута леса АН СССР, г. Москва. Его назначают начальником зоологического отряда по созданию государ-ственной защитной полосы «гора Вишневая–Каспийское море». С присущим ему упорством он осваивает новую для него науку

В Институте экспериментальной биологии, 1930-е годы. Слева направо: В.В. Сахаров, Г.Г. Тиняков, Н.П. Дубинин, Н.Н. Соколов.

– орнитологию. В 1953 и 1956 гг. выходят две его фундаментальные сводки по орнитофауне Урала (одна из них в соавторстве с Т.А. Торопановой).

В 1955 г. Н.П. Дубинину предоставляется возможность вернуться к занятиям генетикой. В 1955–1956 г. он старший научный сотрудник, а в 1956–1966 г. – организатор и заведующий лабораторией радиационной генетики в Институте биологической физики АН СССР. В состав лаборатории вошли Г.Г. Тиняков, Д.Д. Ромашов, В.В. Сахаров, Б.Н. Сидоров, Н.Н. Соколов, Я.Л. Глембоцкий, Р.Б. Хесин, М.А. Арсеньева, В.В. Хвостова, В.Н. Беляева, М.Л. Бельговский, А.А. Прокофьева-Бельговская, Л.П. Бреславец и др.

1 марта 1957 г. Н.П. Дубинин был назначен директором-организатором Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР в г. Новосибирске, а 2 ноября 1957 г. на общем собрании АН СССР был избран его директором. В октябре 1959 г. по прямому указанию Н.С. Хрущева Николай Петрович был снят с поста директора ИЦиГ СО АН СССР.

С февраля 1966 г. по июнь 1981 г. он возглавлял организованный им Институт общей генетики АН СССР (г. Москва). В первый руководящий состав института вошли его соратники: Б.Н. Сидоров (зам. директора), В.В. Сахаров, Н.Н. Соколов, М.А. Арсеньева, Я.Л. Глембоцкий и др. Предстояло продолжить дело возрождения генетики и консолидации генетиков в стране.

С 1981 г. Н.П. Дубинин – заведующий лабораторией мутагенеза ИОГен АН СССР, переведенной в 1986 г. в ИЭМЭЖ АН СССР, которая в 1990 г. вновь была переведена в ИОГен АН СССР, где он проработал до 1998 г.

Как отмечалось выше, многие работы Н.П. Дубинина и его коллег стали классическими. В частности в 1930-х гг. Н.П. Дубининым с сотрудниками были проведены первые в стране широкомасштабные исследования генофондов природных популяций дрозофил. В этих работах были впервые описаны аберрантный полиморфизм природных популяций, наличие в популяциях генетического груза – мутаций, снижающих в гомозиготном состоянии жизнеспособность их носителей, в том числе летальных мутаций. Н.П. Дубининым совместно

Николай Петрович Дубинин в рабочем кабинете.

с Д.Д. Ромашовым была разработана теория генетико-автоматических процессов (дрейфа генов), одного из важнейших фундаментальных понятий в генетике популяций. Вместе с А.С. Серебровским были открыты сложное строение гена и комплементация. Ему совместно с Б.Н. Сидоровым принадлежит открытие эффекта положения гена, получившего в мировой науке название «эффект Дубинина». С исследований эффекта положения гена начинала свою научную деятельность одна из учениц Н.П. Дубинина – цитогенетик В.В. Хвостова.

Результаты работы по изучению механизмов радиационного и химического мутагенеза позволили Николаю Петровичу разработать и обосновать теорию этапности, реализации потенциальных изменений при образовании мутаций. Он уделял большое внимание проблеме мутагенов среды – биологическим и генетическим последствиям загрязнения окружающей среды и использованию индуцированного мутагенеза для практических целей, в частности в селекции сельскохозяйственных растений; участвовал в организации и руководстве уникального радиологического учреждения на Урале – опытной научно-исследовательской станции химкомбината «Маяк».

Велика роль Н.П. Дубинина в борьбе и противостоянии лысенковщине и преодолении ее последствий для генетики и биологии в СССР.

В 1957 г. в числе первого десятка институтов Сибирского отделения АН СССР в г. Новосибирске создается Институт цитологии и генетики, директором-организатором которого назначается Н.П. Дубинин. Высокий авторитет Н.П. Дубинина среди генетиков, своего рода неформального лидера генетиков в то время, привлек в ИЦиГ СО АН СССР блистательную плеяду ученых-биологов. Это имеющие опыт, признанные ученые: П.К. Шкварников – последний заместителя директора Института генетики АН СССР у Н.И. Вавилова, ставший первым заместителем директора ИЦиГ СО АН СССР; Ю.Я. Керкис – первый ученый секретарь Института; цитоэмбриолог растений И.Д. Романов; генетики-селекционеры растений: А.Н. Лутков, Ю.П. Мирюта, В.Б. Енкен, Д.Ф. Петров; генетики-селекционеры животных: Д.К. Беляев, Н.А. Плохинский, З.С. Никоро, Г.А. Стакан, Ю.О. Раушенбах. Это и только что защитившиеся, тогда еще молодые кандидаты наук Р.И. Салганик, Н.Б. Христолюбова, И.И. Кикнадзе и др. В институте получили развитие генетика и селекция растений и животных, цитология и физико-химическая биология. Одновременно в Институте биологической физики АН СССР продолжала функционировать возглавляемая Николаем Петровичем лаборатория радиационной генетики. Он назначил ведущих сотрудников этой лаборатории кураторами в ИЦиГ СО АН СССР: по цитологии – А.А. Прокофьеву-Бельговскую, по генетике животных – Н.Н. Соколова, Б.Н. Сидорова и Я.Л. Глембоцкого. Генетику растений курировал переехавший в Новосибирск уже в ранге заместителя директора П.К. Шкварников, а радиационную генетику – сам Н.П. Дубинин. На Урале и при организации Института цитологии и генетики в Сибири большую поддержку и помощь ему оказывала супруга Татьяна Александровна Торопанова.

Единомышленники. Перед первомайской демонстрацией 1958 г., Новосибирск. Слева направо: Георгий Сергеевич Кикнадзе, Дмитрий Константинович Беляев, Рудольф Иосифович Салганик, Николай Петрович Дубинин, Николай Николаевич Соколов, Борис Николаевич Сидоров, Николай Александрович Плохинский.

В новосибирский период резко расширяется сфера научной и общественной деятельности Н.П. Дубинина – его избирают в состав научных комиссий, советов, ассоциаций и обществ СССР и мира. В 1958 г. Н.П. Дубинина избирают председателем ученого совета СО АН СССР по биологическим наукам. В 1958–1959 гг. он – член Президиума СО АН СССР, председатель Координационной комиссии СО АН СССР по борьбе с гнусом на территории Сибири. С 1957 по 1990 гг. он – председатель секции генетики Национального комитета советских биологов. В 1958–1963 гг. он – член постоянного Международного комитета генетических конгрессов (генетическая секция Международного союза биологических наук).

В 1959 г. по личному указанию Н.С. Хрущева руководство Сибирского отделения Академии наук было вынуждено снять Н.П. Дубинина с поста директора ИЦиГ СО АН СССР. Формально ему было предложено написать заявление об увольнении по собственному желанию (Постановление Президиума АН СССР от 16 октября 1959 г. № 773).

На посту директора ИЦиГ СО АН СССР Н.П. Дубинина заменяет его заместитель, к.б.н. Д.К. Беляев. Традиции высокого уровня научных исследований, высокой требовательности, заложенные Н.П. Дубининым при основании института, были Д.К. Беляевым продолжены и развиты. В трудные годы становления Институт цитологии и генетики СО АН СССР поддерживали ведущие генетики Москвы и Ленинграда, они понимали, что дело сохранения ИЦиГ СО АН СССР и процесс возрождения генетики в стране неразделимы. Однако здесь следует подчеркнуть, что всю тяжесть в деле сохранения и развития ИЦиГ СО АН СССР как комплексного генетического учреждения страны принял на себя Д.К. Беляев. Во многом благодаря ему ИЦиГ СО АН СССР не только смог выжить в трудные и сложные для генетики времена, но и сохранить все заложенные направления исследований, сформировать и развить новые направления, сохранить старые кадры и воспитать новое поколение генетиков, стать одним из признанных ведущих генетических центров страны.

Через эту несправедливость – снятие с поста директора ИЦиГ – Н.П. Дубинин, кажется, не мог перешагнуть всю последующую жизнь…

В Москве Н.П. Дубинину оставляют только руководство лабораторией радиационной генетики в Институте биологической физики АН СССР.

В 1966 г. был расформирован Институт генетики АН СССР, директором которого после ареста Н.И. Вавилова был Т.Д. Лысенко.

Вторым институтом, созданным Н.П. Дубининым, был Институт общей генетики АН СССР в Москве. Вместе с Н.П. Дубининым в институт приходят: заместителем директора Б.Н. Сидоров, заведующими лабораториями Н.Н. Соколов, М.А. Арсеньева, Я.Л. Глембоцкий, Д.М. Гольдфарб, С.Я. Краевой, Х.Ф. Кушнер и др. Одновременно с 1966 по 1981 гг. Николай Петрович заведовал лабораторией мутагенеза. У него много других должностей. Он выполняет огромное число обязанностей по организации науки, общественной работе: с 1976 по 1981 гг. он – председатель специализированных советов по присуждению ученых степеней по специальности «генетика» ИОГен АН СССР; с 1976 по 1992 гг. – председатель государственной экзаменационной комиссии по кафедре радиационной физики Московского инженерно-физического института.

В 1986 г. Н.П. Дубинин с группой сотрудников своей лаборатории был вынужден перейти в Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР заведующим лабораторией генетики. В 1991 г. Н.П. Дубинин возвращается в ИОГен и до конца жизни заведует группой мутагенеза при дирекции этого института, назначается советником РАН.

За долгую творческую жизнь у Н.П. Дубинина были десятки учеников не только в СССР, но и в других странах, и многие, ставшие впоследствии известными учеными, ему обязаны активной поддержкой научного старта. Среди них В.В. Хвостова, Г.А. Стакан, К.Б. Булаева, В.А. Тарасов, В.А. Шевченко, А.П. Акифьев и многие другие, всех перечислить достаточно сложно.

Научная и общественная деятельность Н.П. Дубинина была крайне разносторонней. В 1938–1948 гг. он – член экспертной комиссии по биологии Высшей аттестационной комиссии (ВАК) СССР; в 1956–1966 гг. – член пленума ВАК СССР; в 1955 г. избран действительным

членом Московского общества испытателей природы (МОИП); в 1956–1960 гг. он – организатор и председатель секции «генетика» при МОИП, член Президиума МОИП.

В период с 1957 по 1990 гг. он возглавлял секцию генетики Национального комитета советских генетиков; в 1965 г. был утвержден председателем Научного совета по генетике и селекции Отделения общей биологии АН СССР и оставался на этом посту председателем до 1968 г.; в 1971–1996 гг. он – член бюро Отделения общей биологии РАН. В 1956–1960 гг. он состоял членом экспертных комиссий по присуждению золотых медалей и премий Отделения биологических наук АН СССР; в 1965–1999 гг. – премии имени Н.И. Вавилова.

В 1974 г. Н.П. Дубинин организовал и возглавил секцию «Генетические аспекты проблемы ”Человек и биосфера”» при Межведомственном совете по среде в Госкомитете по науке и технике Совета Министров СССР. Руководил советско-американским проектом «Биологические и генетические последствия загрязнения окружающей среды». В 1974 г. – председатель 1-го советско-американского симпозиума «Генетические влияния загрязнения окружающей среды на человека» (Москва). В 1974–1992 гг. – председатель секции генетических аспектов проблемы «Человек и биосфера», в 1977–1997 гг. – председатель рабочей группы по проекту международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ). В 1975 г. избран членом консультативного совета Международной секции Научного совета АН СССР по проблемам биосферы при Президиуме АН СССР. В 1974–1992 гг. – член бюро Межведомственного научно-технического совета по комплексным проблемам окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов при Государственном комитете по науке и технике СССР (ГКНТ). В 1977–1997 гг. он – член Международной комиссии по защите наследственности человека от влияния мутагенов и канцерогенов окружающей среды (ICPEMC). В 1981–1997 гг. – член биологической секции Научного совета РАН по проблемам биосферы.

В 1962–1990 гг. Н.П. Дубинин – член бюро Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Радиобиология», председатель секции «Радиационная генетика». В 1965–1990 гг. – председатель секции «Радиационная генетика» Научного совета АН СССР по проблемам генетики и селекции. В 1965 г. он был избран членом Научного комитета по действию атомной радиации на живые организмы при Организации Объединенных Наций (ООН).

В 1962–1990 гг. Н.П. Дубинин – член научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Молекулярная биология», в 1974–1992 гг. – член межведомственного научно-технического совета по проблемам молекулярной биологии и молекулярной генетики при ГКНТ и Президиуме РАН.

В 1973 г. Н.П. Дубинин был сопредседателем 5-й рабочей группы КОСПАР по проблемам космической биологии. В 1980 г. – председатель секции космической биологии и член бюро Научного совета АН СССР «Космическая биология и физиология».

В 1967 г. Н.П. Дубинин вошел в состав Научно-технического совета Главного управления микробиологической промышленности при Совете Министров СССР и в состав научного совета по общей и медицинской генетике АМН СССР.

В 1969–1990 гг. Н.П. Дубинин – член научного совета по философским вопросам современного естествознания и Центрального совета философских (методологических) семинаров АН СССР. 1971–1996 гг. – член правления Философского общества России. 1972–1986 гг. – председатель Совета методологических семинаров Черемушкинского РК КПСС. 1977–1997 гг. – член бюро Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Философские и социальные проблемы науки и техники» (1980–1990 гг.).

Многочисленные выступления в различных аудиториях и в прессе, по радио и на телевидении зарекомендовали Н.П. Дубинина как публициста и популяризатора науки. В 1947 г. Н.П. Дубинин был избран действительным членом общества «Знание». В 1967 г. – член учредительного совета агентства печати «Новости» (АПН).

В 1929 г. на Всесоюзном съезде по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству (Ленинград, 1929 г.) он выступил с докладом «Случай множественного аллеломорфизма у *Drosophila melanogaster* в связи с теорией присутствия–отсутствия». Всю свою жизнь Николай Петрович участвовал в работе Всесо-

юзного общества генетиков и селекционеров. На Пленарном заседании 3-го съезда Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова (Ленинград, 1977 г.) выступил с докладом «Генетика и социальные проблемы». Участвовал в работе 3-го съезда Молдавского общества генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова (Кишинев, 1977 г.), выступил на пленарном заседании с докладом «Основные проблемы современной генетики».

В 1976–1978 гг. Н.П. Дубинин – член оргкомитета и вице-президент XIV Международного конгресса (Москва, 1978 г.), на котором он выступил с докладом «Генетика и благосостояние человечества».

Н.П. Дубинин представлял советскую генетику на международных конгрессах, симпозиумах, рабочих совещаниях по проектам, комиссиях, в Академиях наук зарубеж-ных стран.

Н.П. Дубинин был членом Редакционно-издательского совета АН СССР (1956–1990) и редколлегии журналов: «Известия Сибирского отделения Академии наук СССР» (1958–1959); «Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический» (1958–1966), «Генетика» (1965–1998 гг.), «Успехи современной биологии» (1970–1990 гг.), «Человек, эволюция, космос» (1981–1997 гг.), «Mutation Research» (1964–1976, Amsterdam), «Caryologia» (1967–1998), «International Journal of Environmental Studies» (1972–1997, Exeter). В 1967 г. вышел первый том сборников статей «Успехи современной генетики», ответственным редактором которых Н.П. Дубинин был на протяжении 27 лет: последний под его редакцией, 18-й том, вышел в 1993 г. Н.П. Дубинин состоял членом редколлегии «Ежегодника Большой медицинской энциклопедии» (1968–1971) и «Большой медицинской энциклопедии» (1974–1990), членом редколлегии серии «Проблемы космической биологии» (1978–1998) и членом главной редакции «Детской энциклопедии» (1971–1996).

В 1921 г. Н.П. Дубинин вступил в ряды ВЛКСМ, а в 1969 г. – вступил в Коммунистическую партию Советского Союза.

1969–1990 гг. избирался депутатом Черемушкинского районного Совета депутатов трудящихся г. Москвы 12-го и 13-го созывов.

Н.П. Дубинин – лауреат Ленинской премии 1966 г. за цикл работ по развитию хромосомной теории наследственности и теории мутаций. В 1990 г. Н.П. Дубинину было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот» – за особый вклад в сохранение и развитие генетики и селекции и подготовку высококвалифицированных научных кадров. Это был третий орден Ленина – высшей награды СССР, которым был награжден Н.П. Дубинин. Два предыдущих ордена Ленина были вручены: в 1967 г. – за создание Новосибирского научного центра Сибирского отделения АН СССР и за достигнутые успехи в развитии науки и в 1987 г. – за большие заслуги в развитии биологической науки, подготовке научных кадров и в связи с 80-летием со дня рождения. Приведем список других наград, которыми был отмечен Н.П. Дубинин: орден Октябрьской Революции (1975 г.) за заслуги в развитии советской науки и в связи с 250-летием Академии наук СССР; почетная грамота президиума АН СССР в связи с 220-летием Академии наук СССР (1945 г.); медали «За оборону Москвы» (1944 г.), «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1945 г.), «В память 800-летия Москвы», «В память 50-летия Советской власти в СССР 1917–1967 гг.» (1967), юбилейная медаль «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина» (1970), настольная юбилейная медаль «50 лет СССР», настольная юбилейная медаль «250 лет Академии наук СССР» (1975), юбилейная медаль «Тридцать лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1975); ЦК ВЛКСМ награжден юбилейным знаком «60 лет ВЛКСМ» и почетной грамотой за заслуги перед комсомолом и в связи с 60-летием ВЛКСМ, 1977 г. – награжден почетной грамотой Всемирного Совета Мира за активную деятельность в движении сторонников мира. Президиумом АН СССР отмечен памятной медалью в ознаменование первого в мире выхода человека в космическое пространство 18 марта 1965 г., осуществленного во время полета корабля-спутника «Восход-2» и др.

Н.П. Дубинин был участником ВДНХ СССР 1967 г. (выставочным комитетом ВДНХ он был награжден «Дипломом почета», ему присуждена золотая медаль за генетические исследования

на космических кораблях), 1969 г. (награжден Большой золотой медалью ВДНХ СССР за успехи в народном хозяйстве), 1970, 1971, 1972, 1973 и 1974 гг.

Н.П. Дубинин был избран членом иностранных академий и научных обществ: Германской академии естествоиспытателей «Леопольдина» (ГДР, 1958 г.); почётным членом Общества генетиков Великобритании (1965 г.), иностранным членом Югославской академии наук и искусств (1965 г.), иностранным членом Американской академии искусств и наук в Бостоне (1967 г.); иностранным членом Национальной академии наук США (1969 г.); иностранным членом Польской академии наук (1974 г.) и др. Ему присуждена степень почетного доктора наук Университета им. Я. Пуркине.

Его вклад в науку был отмечен наградами научных обществ зарубежных государств: за заслуги в развитии эволюционной теории и генетики медалью Ч. Дарвина (Германская академия естествоиспытателей «Леопольдина», 1959 г.), серебряной медалью им. Г. Менделя «За заслуги перед наукой и человечеством» (Чехословацкая академия наук, 1965 г.), серебряной медалью им. Л. Пастера (Институт Пастера, Франция), памятной медалью Монгольской академии наук (1979 г.).

Н.П. Дубинин умер 26 марта 1998 г. в Москве.

На здании Института цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск (Академгородок, проспект Академика Коптюга, 2) установлена мемориальная доска с текстом: «Здесь с 1957 по 1959 гг. работал выдающийся генетик, директор-организатор Института цитологии и генетики СО АН СССР академик Николай Петрович Дубинин».

Личность Н.П. Дубинина в генетике сложна и не однозначна. Долгая жизнь Н.П. Дубинина имела разные периоды: времена триумфа сменялись трагическими; периоды всеобщего обожания и признания, когда вокруг него сплачивались отдельные люди и целые коллективы, сменялись периодами, когда вместо созидания все вокруг рушилось и рассыпалось, его покидали близкие ему люди, друзья, коллеги и ближайшие соратники, ему не находилось места даже в созданном им самим институте. Но он всегда был предан генетике.

Н.П. Дубинин – автор более тысячи статей и 48 книг и брошюр. Он автор учебников для вузов: «Генетика и биометрия», «Общая генетика», «Генетика», пособий для учителей и учебников для школ.

Н.П. Дубинину принадлежит целый ряд выдающихся открытий в генетике, которые принесли мировую известность не только ему, но и всей советской генетике. С его именем связаны периоды непримиримого противостояния лысенковщине и возрождения генетики в СССР.

Избранные работы Н.П. Дубинина

Дубинин Н.П. Исследование явления ступенчатого аллеломорфизма у *Drosophila melanogaster*. 1. Аллеломорфы *scute*[1], *scute*[2], *scute*[3] // Журн. эксперим. биологии. Сер. А. 1929. Т. 5. Вып. 2. С. 54–85.

Дубинин Н.П. Генетико-автоматические процессы и их значение для механизма органической эволюции // Журн. эксперим. биологии. 1931. Т. 7. Вып. 5/6. С. 463–479.

Альтшулер В., Дубинин Н. Как создаются новые сорта растений: Книга-альбом. М.: Безбожник, 1931. 63 с.

Дубинин Н.П., Попова Е.Т. Генетика и биометрия: Для вузов. М.: Сельколхозгиз, 1931. 63 с. Ротапринт.

Дубинин Н.П., Ромашов Д.Д. Генетическое строение вида и его эволюция // Биол. журнал. 1932. Т. 1. Вып. 5/6. С. 52–95.

Дубинин Н.П., Гептнер М.А. Руководство по генетике и селекции кроликов. М.; Л.: Сельколхозгиз, 1932. 232 с.

Дубинин Н.П., Сидоров Б.Н. Базиген *achaete-scute-Hairy-wing* // Биол. журнал. 1933. Т. 2. Вып. 2/3. С. 132–160.

Дубинин Н.П., Сидоров Б.Н. Зависимость действия гена от его положения в системе // Биол. журнал. 1934. Т. 3. Вып. 2. С. 304–331.

Дубинин Н.П. Экспериментальное уменьшение числа пар хромосом у *Drosophila melanogaster* // Биол. журнал. 1934. Т. 3. Вып. 4. С. 719–736.

Дубинин Н.П., Гептнер М.А., Бессмертная С.Я. и др. Экспериментальный анализ экогенотипов *Drosophila melanogaster* // Биол. журнал. 1934. Т. 3. № 1. С. 166–206.

Дубинин Н.П., Сидоров Б.Н. Эффект положения гена *hairy* // Биол. журнал. 1935. Т. 4. № 3. С. 555–568.

Дубинин Н.П., Хвостова В.В. Механизм образования сложных хромосомных реорганизаций // Биол. журнал. 1935. Т. 4. № 6. С. 935–975.

Дубинин Н.П. Экспериментальное изменение числа

пар хромосом у *Drosophila melanogaster* // Биол. журнал. 1936. Т. 5. № 5. С. 833–850.

Дубинин Н.П. Новый тип эффекта положения генов // Биол. журнал. 1936. Т. 5. № 5. С. 851–874.

Дубинин Н.П., Ромашов Д.Д., Гептнер М.А., Демидова З.А. Аберрантный полиморфизм у *Drosophila fasciata* Meig. (syn. – *melanogaster* Meig.) // Биол. журнал. 1937. Т. 6. № 2. С. 311–354.

Дубинин Н.П., Соколов Н.Н. Хромосомные мутации и система вида // Биол. журнал. 1940. Т. 1. № 4. С. 541–564.

Дубинин Н.П. Об эволюции мутабильности и ее источниках в природных популяциях // Усп. соврем. биологии. 1947. Т. 23. № 3. С. 431–444.

Дубинин Н.П., Тиняков Г.Г. Экология города и распространение инверсий у *Drosophila funebris* // Докл. АН СССР. 1947. Т. 56. № 8. С. 865–867.

Дубинин Н.П., Тиняков Г.Г. Климат и распространение инверсий по ареалу вида *Drosophila funebris* F. // Докл. АН СССР. 1947. Т. 56. № 9. С. 865–867.

Дубинин Н.П. Экспериментальное исследование интеграции наследственных систем в процессах эволюции популяций // Журн. общ. биологии. 1948. Т. 9. № 3. С. 203–244.

Дубинин Н.П., Хвостова В.В. Генотипическая обусловленность повышенной изменчивости на границах ареала вида *Drosophila melanogaster* // Докл. АН СССР. 1948. Т. 60. № 8. С. 1401–1404.

Дубинин Н.П. Птицы лесов нижней части долины реки Урал. М.: Изд-во АН СССР, 1953. Ч. 1. 127 с.

Дубинин Н.П., Торопанова Т.А. Птицы лесов долины реки Урал. М.: Изд-во АН СССР, 1956. Ч. 2/3. 308 с.

Дубинин Н.П. Труды 2-й Междунар. конф. по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1958. М.: Атомиздат, 1959. С. 372–384.

Дубинин Н.П. Проблемы радиационной генетики. М.: Госатомиздат, 1961. 468 с.

Дубинин Н.П. Молекулярная генетика и действие излучений на наследственность. М.: Госатомиздат, 1963. 240 с.

Dubinin N.P. Problems of Radiation Genetics. Edinburgh; L.: Oliver and Boid, 1964. 445 p.

Dubinin N.P. Molekulargenetik. Jena: Ficher, 1965. 168 p.

Дубинин Н.П., Щербаков В.К. Теоретические вопросы и достижения при использовании полиплоидии в селекции растений // Полиплоидия и селекция. Сборник докладов 2-го совещания по полиплоидии, Ленинград, 14–18 января 1963 г. М.; Л.: Наука, 1965. С. 18–42.

Дубинин Н.П., Хвостова В.В. Использование радиационного мутагенеза при получении новых форм сельскохозяйственных растений. М.: Атомиздат, 1965. 14 с.

Дубинин Н.П. Эволюция популяций и радиация. М.: Атомиздат, 1966. 743 с.

Dubinin N.P. Genetica moleculară şi acţiunea radiăţiilor asupta eredităţii. Buc.; Ed. Ştiinţ. 1966. 286 p.

Дубинин Н., Губарев В. Нить жизни: Очерки о генетике. М.: Атомиздат, 1966. 168 с.

Дубинин Н.П. Два полюса жизни. М.: Знание, 1966. 48 с.

Дубинин Н.П. Теоретические основы и методы работы И.В. Мичурина. М.: Просвещение, 1966. 183 с.

Дубинин Н.П., Глембоцкий Я.Л. Генетика популяций и селекция. М.: Наука, 1967. 591 с.

Дубинин Н.П., Панин В.А. Новые методы селекции растений. М.: Колос, 1967. 360 с.

Дубинин Н.П. Некоторые методологические проблемы генетики. М.: Знание, 1968. 62 с.

Дубинин Н.П. Генетика и сельское хозяйство. М.: Знание, 1968. 62 с.

Дубинин Н.П. Общая генетика. М.: Наука, 1970. 487 с.

Дубинин Н.П. Горизонты генетики: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1970. 560 с.

Dubinin N., Gubarev V. El hilo de la vida. M.: Mir, 1972. 263 p.

Дубинин Н.П. Генетика и будущее человечества. М.: Знание, 1971. 32 с.

Дубинин Н.П. Вечное движение: (О жизни и о себе). М.: Политиздат, 1973. 447 с.

Дубинин Н.П., Засухина Г.Д. Репаративные механизмы клеток и вирусы. М.: Наука, 1975. 127 с.

Дубинин Н.П. Генетика в свете диалектико-материалистического учения. М.: Знание, 1975. 63 с.

Дубинин Н.П. Общая генетика. 2 изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1976. 590 с.

Дубинин Н.П., Шевченко Ю.Г. Некоторые вопросы биосоциальной природы человека. М.: Наука, 1976. 235 с.

Дубинин Н.П. Генетика и человек: Книга для внеклассного чтения IX–X кл. М.: Просвещение, 1978. 143 с.

Дубинин Н.П. Потенциальные изменения в ДНК и мутации: Молекулярная цитогенетика. М.: Наука, 1978. 246 с.

Дубинин Н.П., Булаева К.Б. Общая биология: Пробный учебник для IX–X кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1978. 320 с.

Дубинин Н.П., Пашин Ю.В. Мутагенез и окружающая среда. М.: Наука, 1978. 128 с.

Дубинин Н.П., Петров Д.Ф., Булаева К.Б. и др. Общая биология: Пособие для учителя / Под ред. Н.П. Дубинина. М.: Просвещение, 1980. 336 с.

Дубинин Н.П. Генетика вчера, сегодня, завтра. М.:

Сов. Россия, 1981. 220 с.
Дубинин Н.П., Карпец И.И., Кудрявцев В.Н. Генетика, поведение, ответственность: О природе антиобщественных поступков и путях их предупреждения. М.: Политиздат, 1982. 304 с.
Дубинин Н.П. Что такое человек. М.: Мысль, 1983. 334 с.
Дубинин Н.П. Генетика. Кишинев: Штиинца, 1985. 534 с.
Дубинин Н.П. Очерки о генетике. М.: Россия, 1985. 254 с.
Дубинин Н.П. Новое в современной генетике. М.: Наука, 1986. 222 с.
Дубинин Н.П. Генетика: страницы истории. Кишинев: Штиинца, 1988. 399 с.
Дубинин Н.П., Карпец И.И., Кудрявцев В.Н. Генетика, поведение, ответственность: О природе антиобщественных поступков и путях их предупреждения. 2-е изд. испр. и доп. М.: Политиздат, 1989. 448 с.
Дубинин Н.П. История и трагедия советской генетики. М.: Наука, 1992. 383 с.
Дубинин Н.П. Некоторые проблемы современной генетики. М.: Наука, 1994. 224 с.
Н.П. Дубинин. Избранные труды. Т. 1. Проблемы гена и эволюции. М.: Наука, 2000. 548 с.
Дубинин Н.П. Избранные труды. Т. 2. Радиационный и химический мутагенез. М.: Наука, 2000. 465 с.
Дубинин Н.П. Избранные труды. Т. 3. Экологическая и космическая генетика. Селекция. М.: Наука, 2001. 437 с.
Дубинин Н.П. Избранные труды. Т. 4. История и трагедия советской генетики. Философские проблемы генетики. М.: Наука, 2002. 405 с.
Дубинин Н.П. О работах И.А. Рапопорта // Иосиф Абрамович Рапопорт – ученый, воин, гражданин: Очерки, воспоминания, материалы. М.: Наука, 2001. 335 с. [С. 80–81].

Публикации о Н.П. Дубинине

[Без названия. Статья посвящена 60-летию академика Н.П. Дубинина. Портрет] // Генетика. 1967. № 1. С. 3.
Дубинин Николай Петрович // БСЭ. 1972. Т. 8. С. 1540.
Цицин Н.В. К 70-летию со дня рождения академика Николая Петровича Дубинина // Генетика. 1977. Т. 13. № 1. С. 170–171.
Берг Р. Суховей. N.Y.:Chalidze Publications, 1983. 335 с. (С. 46–49, 115, 188, 207, 231–233, 236, 241, 244, 245, 248, 249).
К 80-летию Николая Петровича Дубинина // Генетика. 1987. Т. 23. № 1. С. 189–191. [Без названия. Данная статья приведена в списке работ Н.Н. Воронцова].
Н.П. Дубинин. Юбилейно честуване на 80-годишнината от рождението. София, 1987. 181 с.
Дубинин Ник. Петр. // Советский энциклопедический словарь. М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1987. Изд. 4-е. С. 414.
Николай Петрович Дубинин. Биобиблиография ученых СССР. Серия биол. наук. Генетика. М.: Наука, 1989. Вып. 3. 190 с.
Академику Н.П. Дубинину – 90 лет // Вестник РАН. 1997. Т. 67. № 6. С. 569.
Шумный В.К., Жимулев И.Ф. Памяти Николая Петровича Дубинина (1907–1998) // Информационный вестник ВОГиС. 1998. № 3. С. 1–3.
Захаров И.А. Краткие очерки по истории генетики (Очерк: Николай Петрович Дубинин. С. 39–40). М.: Биоинформсервис, 1999. 72 с.
Акифьев А.П., Дубинина Л.Г. Очерк научной биографии академика Н.П. Дубинина // Н.П. Дубинин. Избранные труды. Т. 1. Проблемы гена и эволюции. М.: Наука, 2000. С. 10–56.
Иосиф Абрамович Рапопорт – ученый, воин, гражданин: Очерки, воспоминания, материалы. М.: Наука, 2001. 335 с. [С. 136, 137, 196 (Фото), 197, 222, 223].
Николай Петрович Дубинин: к 95-летию со дня рождения. М.: Научный фонд экологической генетики им. Н.П. Дубинина, 2002. 4 с.
У истоков академической генетики в Санкт-Петербурге. Санкт-Петербург: Наука, 2002. 558 с. [174, 224, 259, 263]
Ростовцева Т.С. Путь в науку, или Называя фамилии: Воспоминания. Коломна, 2002. 79 с. (С. 4, 17, 18, 21, 22, 25, 39, 45, 46, 48, 49, 59, 61, 62, 68, 74).
Захаров И.А. Генетика в 20-м веке. Очерки по истории генетики // Очерк: Николай Петрович Дубинин. С. 38–40. М.: Наука, 2003. 76 с.
Николай Петрович Дубинин (1907–1998) // Серия «Материалы к биобиблиографии ученых» [дан полный список публикаций Н.П. Дубинина и публикаций о нем] / Сост. И.Г. Бебих, Л.Г. Дубинина, Н.Б. Полякова. Авт. вступит. статьи А.А. Жученко. М.: Наука, 2004. 252 с.
Берг Р.Л. Суховей. Воспоминания генетика. 2-е издание, доп. М.: Памятники исторической мысли, 2003. 527 с. [С. 63–67, 154, 228, 232, 264, 291–293, 303, 307, 311, 312, 315–317].
Захаров-Гезехус И.А. Объективность и этика в публикациях по истории генетики // Информационный вестник ВОГиС. 2004. Т. 8. № 3. С. 179–181.
Борис Львович Астауров. Очерки, воспоминания, письма, материалы / Отв. ред. О.Г. Строева. М.: Наука, 2004. 427 с. [С. 51, 81, 82, 181, 182, 205, 206, 210, 212–214, 221, 224, 226, 237, 260, 266, 277,

278, 283, 284, 319–321, 327, 331-334, 336, 344, 349, 354, 356, 364, 374, 389].

А.А. Прокофьева-Бельговская. Портрет на фоне хромосом. М.: Научный мир, 2005. [С. 19, 25, 32, 38, 59, 60, 62, 91, 113, 114, 120, 163–165, 168–170, 172, 183, 193, 204, 220, 221, 252, 264].

Николай Петрович Дубинин и XX век: Современники о жизни и деятельности: письма, материалы и воспоминания: к 100-летию со дня рождения / Составители: Л.Г. Дубинина, Н.Н. Овчинникова. Отв. ред. А.А. Жученко, Л.К. Эрнст. М.: Наука, 2006. 746 с.

В.К. Шумный, И.К. Захаров

ЖИЗНЬ ЕСТЬ ПОДВИГ: К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ГЕНЕТИКА, ПРОФЕССОРА ЮЛИЯ ЯКОВЛЕВИЧА КЕРКИСА (1907–1977)

Человек – мерило всем вещам: в нем определение,
почему сущее существует, а не сущее не существует.
Протагор

«Вам знакомо это имя?»
(*Вместо предисловия*)

К концу близился 1958 год. Я (Л.И.Л.) устраивалась на работу в Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Академии наук СССР. Это происходило в Москве, в лаборатории Н.П. Дубинина.

– Вы будете работать у Юлия Яковлевича Керкиса. Вам знакомо это имя? – спросил меня первый директор-организатор института Николай Петрович Дубинин.

– Нет, – простодушно ответила я.

Он рассмеялся.

– Приходите завтра в это время. Я познакомлю Вас с ним.

Вечером я позвонила известному гистологу профессору С.Я. Залкинду (это он рекомендовал меня Н.П. Дубинину).

– Семен Яковлевич, Вы знаете, кто такой Керкис?

– Да. Это известный генетик.

– Чем он известен?

– Прежде всего, своей преданностью классической генетике, своим отказом «олысенковиться».

– Он молодой, старый? Что Вы можете сказать о его человеческих качествах?

– Это молодой, красивый мужчина. Но, – смеется Семен Яковлевич, – он женат. И не на простой прихожанке, а на «столбовой дворянке», дочери академика Заварзина. Я надеюсь, Вам известна эта фамилия!

– Да. Гистологию мы учили по его учебнику.

Семен Яковлевич минуту помолчал, потом, смеясь, добавил:

– Юлий Яковлевич из тех, кому палец в рот не клади – откусит. Задиристый, но, безусловно, глубоко порядочный, интеллигентный человек. Вам повезло, Вы будете работать под началом известного генетика, ученика выдающихся ученых мирового масштаба. Желаю Вам успеха!

«Итак, – думала я по дороге домой, – молодой, красивый, порядочный. Генетик». За годы общения с преподавателями МГУ на лекциях, на практических занятиях у меня сложилось представление о генетиках классического направления как элите российской биологии, преданных науке, эксперименту. Это были люди по преимуществу высокообразованные, одаренные, часто с характерной импозантной внешностью представителей старой научной интеллигенции. На следующий день я увидела в кабинете у Дубинина пожилого грузного мужчину с загорелым обветренным лицом, с тронутыми сединой кудрявыми волосами, выбивавшимися из-под шапки-ушанки с суконным верхом, отороченным коричневым мехом, в серой тужурке на толстой ватной подкладке, с воротником из красивого серого каракуля. В те годы такая экипировка была характерна для председателей колхозов, и я подумала, что это какой-то хозяйственник, возможно, зав. складом, а не заведующий лабораторией академического института. Я извинилась за свое нечаянное вторжение и уже собралась выйти, как Николай Петрович жестом пригласил пройти и представил: «Знакомьтесь, Лидия Ивановна, это – Юлий Яковлевич Керкис». Забегая вперед, скажу, что до переезда в Новосибирск он

Апрель 1928 г. Ю.Я. Керкис с женой Натальей Алексеевной Заварзиной, разделившей с ним все счастливые и трудные годы его судьбы.

добрых 17 лет, действительно, работал сначала зоотехником, а потом председателем овцеводческого совхоза в Таджикистане.

Мы с Юлием Яковлевичем вышли в коридор. Там, за какими-то ящиками и термостатами он коротко изложил задачу моих исследований и для начала поручил мне освоить метод культуры клеток млекопитающих, по поводу чего мне предстояло пройти стажировку в Институте полиомиелита. Сожалею, что в свое время не поинтересовалась, кому принадлежала идея организации в Новосибирске исследований на культуре клеток человека с целью выяснить чувствительность генетических структур человека к радиации. Скорее всего, эта была идея Н.П. Дубинина. В то время он уже заведовал лабораторией радиационной генетики, где изучали радиочувствительность хромосом различных организмов, в том числе обезьян. Обнаружилось, что хромосомы обезьян более чувствительны к радиации, чем хромосомы других организмов. Естественно, встал вопрос о радиочувствительности генетических структур человека. Мысль использовать культуру клеток для этих целей возникла у него, возможно, во время телефонного разговора с профессором С.Я. Залкиндом. Дело в том, что Семен Яковлевич заведовал лабораторией в Институте полиомиелита, где культура клеток обезьян использовалась для приготовления вакцин. Почему бы не освоить и культуру клеток человека? В лаборатории Семена Яковлевича мне предстояло пройти стажировку.

Также не исключено, что мысль освоить культуру клеток человека для радиационно-генетических исследований мог подать Юлий Яковлевич. Он знал профессора Залкинда и, я думаю, у них был разговор обо мне, а заодно и о культуре клеток. Во всяком случае, именно Юлий Яковлевич непосредственно осуществлял организацию этой работы в Новосибирске. Добавлю также, что он был крайне чувствителен к новым методам исследования, от природы был талантлив и обладал замечательным даром научной интуиции. Это он позднее первый за Уралом организовал медико-генетические исследования, заставил сотрудников своей лаборатории освоить метод пренатальной, а затем и постнатальной диагностики, стал организатором медико-генетической службы в Новосибирске. Он первый поручил своей ученице Н.С. Ждановой освоить метод соматической гибридизации клеток, который потом получил широкое применение в генетических исследованиях нашего института.

Сейчас вспоминается немало каверзных случаев при выполнении исследований на культуре клеток человека, при освоении методов культи-

вирования клеток, дозиметрии, цитологического анализа структурных мутаций хромосом. Тем не менее уже через год были получены первые результаты. О высокой чувствительности хромосом человека к ионизирующей радиации я докладывала в 1960 г. на первой конференции молодых ученых Сибир-ского отделения Академии наук. В 1961 г. на 8-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций о результатах нашего исследования докладывала Александра Алексеевна Прокофьева-Бельговская. По нашим данным, доза, удваивающая частоту спонтанных мутаций у человека, составляет примерно 8–10 рентген. Перед Александрой Алексеевной с великолепным докладом выступил известный генетик Рассел. По его данным, удваивающая доза радиации у человека составляет 150 рентген. Позже Александра Алексеевна вспоминала (Прокофьева-Бельговская, 2005), что ее «... доклад оказался интереснее – доза в 10 рентген аудиторию потрясла». Представленные в докладе данные имели широкий международный отклик. Было много споров и разговоров по поводу полученных нами результатов. Не всегда они были продиктованы искренним желанием разобраться в них. Не обошлось без надуманных нападок. Это побудило Александру Алексеевну повторить наши опыты. Она полностью подтвердила полученные нами данные (Прокофьева-Бельговская и др., 1964). За исследования по радиационной генетике Н.П. Дубинин и Ю.Я. Керкис получили высокие правительственные награды.

Я проработала рядом с Юлием Яковлевичем почти двадцать лет. Он стал моим учителем. Каким он был? Разным. Порой противоречивым, как та эпоха, в которую он жил. Он был сыном своей эпохи. Исключительно эрудированный биолог. Высокопорядочный, интеллигентный, искренне располагающий к себе человек. Был великодушен, умел прощать, ибо самому ему ничто человеческое не было чуждо. Гостеприимный хозяин хлебосольного дома.

Он легко завязывал отношения с людьми, рабочие и личные контакты. Как ожидалось, долгосрочные рабочие контакты сложились у него с известным физикохимиком академиком Владиславом Владиславовичем Воеводским, любимым учеником нобелевского лауреата Н.Н. Семенова. Владислав Владиславович был удивительно чарующий человек! Его личностные качества, выдающийся и щедрый талант оставили глубокий след в памяти знавших его. В те далекие годы физики были одержимы двумя страстями – поэзией и биологией. Они писали проникновенные стихи о любви и по дифференциалам отыскивали функции биологических систем. Не избежал этих увлечений и В.В. Воеводский. В биологии его заинтересовало одно из основополагающих свойств живой природы – клеточное деление. Математическая обработка экспериментальных данных, полученных мною на облученных растениях и культуре клеток человека, привела его к мысли о двух регуляторных механизмах, наиболее существенных для клеточного деления. По его рекомендации в лаборатории был проведен ряд проверочных экспериментов на облученных растениях. Их результаты обнадежили его в возможности построения математической модели клеточного деления. Начались многократные, подчас многочасовые, «сидения» с обсуждением программы будущего исследования. Не секрет, что в биологии успех исследования нередко определяется удачным выбором объекта. И в ходе тех «сидений» объекту исследования было уделено особое внимание. Выбрать его было тем более сложно, что одни объекты не удовлетворяли генетика Керкиса, другие – физикохимика Воеводского. Наконец с подсказки Юлия Яковлевича остановились на дрожжах. (В этом не в первый раз проявилась пророческая научная интуиция Юлия Яковлевича. Почему интуиция, станет понятно ниже). Было решено организовать широкомасштабное исследование на дрожжах с использованием радиации, генетических, физикохимических и математических методов. Неожиданная скоропостижная смерть Владислава Владиславовича оборвала это исследование в самом начале. Через 35 лет за исследования клеточного деления три западных ученых получили Нобелевскую премию. Выполненное ими исследование оказалось во многом сходным с тем, которое задумывалось В.В. Воеводским и Ю.Я. Керкисом. Их успеху в значительной мере способствовал удачный выбор объекта. Это были дрожжи. Генетические исследования на дрожжах оказались на редкость информативными. Трудно сказать, что было бы, если бы состоялось исследование в ново-

сибирском Академгородке... Во всяком случае математической модели клеточного деления нет до сих пор.

Не состоялось, но уже по причине смерти Юлия Яковлевича, еще одно задуманное им совместно с химиками Академгородка исследование мутации, влияющей на способность эритроцитов связывать кислород.

Открытость для межнаучных контактов была отличительной чертой Юлия Яковлевича как ученого. Еще в ранние послестуденческие годы у него сложился творческий союз с тогда мало известным будущим академиком Алексеем Андреевичем Ляпуновым. В новосибирский период у Юлия Яковлевича было выполнено совместное исследование с известным радиобиологом Свердловым. В последние годы он уделял особое внимание медицинским проблемам. Это ему, вездесущему Ю.Я. Керкису, принадлежит инициатива организации медико-генетической службы в Сибири. Сейчас она пользуется большой популярностью. А начиналось все в лаборатории Юлия Яковлевича с освоения методов постнатальной, а потом и пренатальной диагностики.

Много друзей было у Юлия Яковлевича в Академгородке, а в народе говорят: «Скажи, кто твой друг...». Среди них были личности выдающиеся: физик М.А. Лаврентьев, химики А.В. Николаев, Н.Н. Ворожцов, Е.П. Фокин; врачи Е.Н. Мешалкин, А.Г. Гунин, С.М. Гавалов; генетики И.Л. Котляревский, З.С. Никоро, Р.Л. Берг и др. Всех перечислить невозможно. Юлий Яковлевич и сам был неординарной личностью. Энергичный, деятельный, всегда социально активный. До всего ему было дело, во все вмешивался, словно нес в себе какой-то особый заряд ответственности за все происходившее вокруг.

Вспоминается такой случай. В составе советской научной делегации мы с Юлием Яковлевичем были в Чехословакии. В один из дней гостеприимные хозяева организовали для нас ознакомительную поездку по стране. Нашим гидом была сотрудница одной из туристических фирм. Немолодая крашеная блондинка с кричащим макияжем на лице обращала на себя внимание своим развязным поведением, неуместным громким смехом. Она стала рассказывать нам какие-то скабрезные анекдоты, лишенные не только приличия, но и необходимого для такого жанра остроумия. Нам это не нравилось, но из деликатности никто не решался сделать ей замечание. В автобусе было тихо, и только блондинка смеялась своим неуместным остротам. Не выдержал Юлий Яковлевич. Слышу его зычный возмущенный голос: «По какому праву Вы позволяете себе кормить нас пошлыми анекдотами? Перед Вами не «подвыпившие» матросы, а делегация ученых, которые хотят познакомиться с историей дружественной нам страны, дружественного нам народа. Если кроме анекдотов Вы ничего не знаете, тогда лучше включите музыку и помолчите». На первой же остановке он потребовал, чтобы нам дали другого гида. Блондинка исчезла. Далее вместо нее нас сопровождал молодой человек, хорошо знавший историю своей страны и, что не менее важно, умевший увлекательно излагать ее. В памяти осталась рассказанная им старинная легенда о двух воеводах, братьях Чехе и Лехе, положивших начало двум государствам. Их именами стали называться два народа: чехи и лехтичи («ляхи»). Лехтичи ныне именуются поляками.

На память приходит другой эпизод, связанный с нашим отъездом из Еревана, куда мы с Юлием Яковлевичем были приглашены армянскими коллегами-генетиками. Аэропорт. Рейс в Новосибирск задержался на несколько часов, поэтому мы улетаем глубокой ночью. Днем светило яркое солнце и было по-летнему тепло. Неожиданно изменилась погода: подул сильный ветер, пошел мокрый снег с дождем. Мы стоим у трапа самолета в ожидании посадки. Неготовые к такой резкой перемене погоды, по-летнему экипированные пассажиры зябко ежились на холодном ветру. Наконец, появилась стюардесса и в тот же миг, расталкивая толпу, к трапу ринулись нахальные молодые люди. С удивлением вижу, как вместе с ними проталкивается к трапу и Юлий Яковлевич. Не без сожаления подумалось, что стареет профессор, тоже не хочет мерзнуть на холодном ветру! Но нет. Не холод торопил его! Он загородил собою трап и потребовал от стюардессы навести порядок при посадке.

– Пусть первыми сядут дети и женщины! А эти молодые люди войдут в самолет последними! – как всегда эмоционально, жестикулируя руками, обратился он к толпе.

Нетерпеливая молодежь пыталась оттеснить Юлия Яковлевича от трапа, но стоявшие в толпе

мужчины помешали им. Как результат – в салон самолета расторопные молодые люди вошли последними.

Всегда активным Юлий Яковлевич был и в институте. Не было такого собрания или ученого совета, на котором он не выступил бы. Нередко это была нелицеприятная критика. Не всем и не всегда она нравилась. Но в своих поступках он руководствовался не желанием кому-то потрафить, а только интересами дела, как он их понимал. Всегда оставался принципиальным. Так было и в том, недоброй памяти 1939 г. на совещании по «Спорным вопросам генетики и селекции» в редакции журнала «Под знаменем марксизма». На этом совещании Т.Д. Лысенко впервые гласно назвал лженаукой менделизм и морганизм. Позднее Юлий Яковлевич вспоминал: «*... это было преддверие 1948 г., который, несомненно, был бы много раньше, если бы не война... Длинный стол президиума и пол на сцене перед ними были уставлены вазонами томатов с различными прививками. Этими экспонатами Лысенко иллюстрировал основные положения своего доклада, целью которого было показать, что изменения в привое, происходящие под воздействием подвоя, передаются семенному потомству привоя. Именно на этом совещании на заданный мною вопрос, почему у него самого и его аспирантов все получается, а у всех других, как у нас в стране, так и за рубежом эти результаты не подтверждаются, Лысенко дал свой знаменитый ответ: «Для того, чтобы получить определенный результат, нужно хотеть получить именно этот результат; если вы хотите получить определенный результат, вы его получите», и затем: «Мне нужны только такие люди, которые получали бы только то, что мне надо». (!!)*

На этом же совещании, в перерыве, когда я пытался выяснить детали экспериментов непосредственно у Лысенко и внимательно рассматривал одну из прививок и поспорил с ним, Лысенко, стуча кулаком по столу, прокричал своим хриплым голосом: «Запомни: покуда я жив, докторской степени тебе не иметь! Советую тебе – поезжай в колхоз, поработай там, может быть, из тебя человек получится». Забегая вперед, скажу, что обоим этим предсказаниям суждено было сбыться» (Керкис, 1988).

По заданию Н.И. Вавилова Юлий Яковлевич повторил опыты Лысенко на томатах. Ни одна идея Лысенко не нашла в них подтверждения. После этих опытов Юлий Яковлевич на долгие годы был отлучен от науки...

В минуты, когда меня охватывало горькое отчаяние или несправедливо нанесенная обида толкала на необдуманные поступки, он смотрел на меня своими большими, слегка на выкате еврейскими глазами и как-то по-особому («покеркисовски» – причмокивая полными губами) говорил мне: «Относитесь ко всему, как к комическому недоразумению». Это была его любимая присказка, вынесенная из сложных перипетий прожитых лет.

В нем удивительно сочетались тонкое чувство красоты с неприхотливостью повседневного быта, мудрость повидавшего жизнь человека с детской радостью жизни. Он любил жизнь во всех ее проявлениях. Его любимым занятием (как сейчас говорят – хобби) была рыбалка. Одной из первых его покупок по приезде в Новосибирск была моторная лодка. Он возился с ней, как ребенок с любимой игрушкой: каждый год заново красил, чистил и смазывал мотор, потом, проверяя его в работе, на разных скоростях бороздил Обское море. На время отпуска он уплывал куда-нибудь подальше от «шума городковского» с компанией себе подобных любителей рыбной ловли. В тихой заводи ловили, вялили рыбу, собирали грибы, ягоды. С удочками встречали восходы, с байками у костра провожали закаты... Возвращался из отпуска загорелый, похудевший, довольный. Он любил жизнь. И когда в последний раз заболел гриппом, не мог поверить, что это... в последний раз! Он готовился встретить свое семидесятилетие через три недели... Но 30 января 1977 г. стал последним днём его жизни.

В шкатулке памяти как реликвия хранится образ вездесущего, неравнодушного, мудрого человека с нелегкой судьбой генетика своего поколения. О нем наш рассказ.

***

Родился Юлий Яковлевич 17 февраля 1907 г. в Киеве. Отец, Яков Родионович, был юристом, мать, Роза Самуиловна, служащей. Большую роль в судьбе Юлия Яковлевича сыграла

встреча в 1923 г. с Феодосием Григорьевичем Добржанским. Она определила интересы молодого Ю.Я. Керкиса. Феодосий Григорьевич коллекционировал насекомых, и Ю. Керкис помогал ему. Их сблизили совместные экскурсии на природу, впоследствии – работа на кафедре генетики Ленинградского университета у Ю.А. Филипченко, совместные экспедиции в Среднюю Азию. Сложно охарактеризовать их взаимоотношения одним–двумя словами – это была взаимная юношеская дружба и безграничное обожание, покровительство Ю.Я. Керкиса со стороны Ф.Г. Добржанского. После отъезда Добржанского в США в лабораторию Т.Г. Моргана на стажировку, которая стала длиной в целую жизнь, дружба продолжилась в виде переписки. Ф.Г. Добржанский любил писать письма, они отличались регулярностью и обстоятельностью. От Ю.Я. Керкиса он требовал того же.

После окончания школы Юлий Яковлевич, по совету Добржанского, уезжает в Ленинград. Там какое-то время работает препаратором в Зоологическом институте, а затем в 1926 г. поступает на биологическое отделение физико-математического факультета Ленинградского государственного университета. Он – один из наиболее активных студентов кафедры генетики, где сразу же приобщается к научным исследованиям под руководством Добржанского. Это была первая в России и одна из первых в Европе кафедр генетики, основанная выдающимся российским биологом Ю.А. Филипченко. Вот как писала о жизни на кафедре в те годы А.А. Прокофьева-Бельговская: «Незабываемы неожиданно возникавшие жаркие дискуссии вокруг той или иной прочитанной книги или статьи, в которой принимали участие и студенты, и преподаватели кафедры, и сам Юрий Александрович. Наиболее активными в этих дискуссиях всегда были М.Л. Бельговский, Н.Н. Медведев, Ю.Я. Керкис. Эта группа наиболее пристально следила за всеми событиями в мировой генетике, которая в те годы была насыщена новыми идеями» (Прокофьева-Бельговская, 1982).

Своими учителями Юлий Яковлевич считал профессора Ю.А. Филипченко, академика Н.И. Вавилова, профессора, будущего нобелевского лауреата Г.Дж. Меллера. От своих выдающихся учителей он унаследовал высокую образованность биолога, преданность науке. Они определили широту его научных и практических интересов, его активную позицию в жизни. В этом ряду особое место занимает Ф.Г. Добржанский (У истоков академической генетики..., 2002).

По окончании университета в 1930 г. Керкис был зачислен младшим научным сотрудником в только что организованную в составе АН СССР лабораторию генетики. С нею связаны его первые шаги как генетика. Организатором и руководителем лаборатории был Ю.А. Филипченко. После его смерти в 1930 г. руководителем лаборатории стал его большой друг Н.И. Вавилов. По инициативе Н.И. Вавилова и при непосредственном участии Юлия Яковлевича в лаборатории была организована группа генетики дрозофилы. В этот период он изучал развитие признаков пола у дрозофилы, показал зависимость развития пола от условий среды (температурных режимов).

Работы по развитию гонад у дрозофилы, опубликованные в «Genetics» (1931) и «J. Experimental Zoology» (1933), стали классическими и до сих пор цитируются в мировой литературе. В 1934 г. за эти работы ему была присуждена ученая степень кандидата биологических наук.

В 1932 г. на базе лаборатории генетики был организован Институт генетики АН СССР. Первым директором института стал Н.И. Вавилов. В 1933 г. в СССР приехал Г.Дж. Меллер. В Институте генетики он возглавил лабораторию гена и мутагенеза. Юлий Яковлевич стано-

Экспедиция в Туркмению, Пухур, 1930 г.

Ленинград, 1935 г. Первый ряд, слева направо: Янис Янович Лусс, Кальвин Блэкман Бриджес, Георгий Дмитриевич Карпеченко, Николай Николаевич Медведев; второя ряд, слева направо: Юрий Леонтьевич Горощенко, Юлий Яковлевич Керкис.

вится сотрудником его лаборатории и изучает закономерности мутационного процесса, индуцированного ионизирующими излучениями. В 1938 г. в статье, опубликованной в «Докладах АН СССР», он впервые пришел к выводу о различиях между спонтанным и индуцированным мутагенезом, а в 1940 г. в журнале «Успехи современной биологии» он одним из первых в отече-ственной и мировой генетике сформулировал представление о физиологических изменениях в клетке как причине спонтанных мутаций. К вопросу о природе спонтанного мутагенеза он вернется ... через 30 лет!

В 1937–1941 гг. Юлий Яковлевич принимал участие в дискуссии по вопросам генетики и по заданию Н.И. Вавилова выполнил ряд экспериментальных работ, выясняющих сущность изменений в привое и подвое при прививке у томатов. Вот как он вспоминал об этом периоде: «*Это был самый конец 1939 г. В Институте генетики были недавно построенные новые теплицы с подсветкой, позволявшие работать с растениями круглый год. Для этих работ Николаем Ивановичем было выделено три из пяти теплиц. Я имею возможность с достаточной точностью воспроизвести масштабы и содержание этих опытов, так как у меня сохранились часть рабочих журналов и копии некоторых отчетов.*

Семена для выращивания растений были получены непосредственно от Т.Д. Лысенко, который в то время уже работал в нашем институте. Схемы опытов были обсуждены либо с самим Лысенко, либо с его ближайшими помощниками и учениками, тогда аспирантами, а в будущем академиками И.Е. Глущенко и А.А. Авакяном. ...

Результаты, полученные при постановке этих опытов, были совершенно неожиданными. Оказалось, что во всех случаях, когда скрещивание (кастрация и опыление) производилось с применением изоляторов, исключавших возможность перекрестного опыления, всегда и без каких-либо исключений как на прививках,

так и без них наблюдалось классическое менделевское расщепление. Если же изоляторы не применялись, то какой-либо закономерности в расщеплении действительно не удавалось подметить: в семенных потомствах одних плодов, завязавшихся без изоляторов, менделевские отношения соблюдались, в других же имели место любые возможные отклонения, даже если никакого скрещивания не производилось. Секрет оказался неожиданно прост: томат, как это, впрочем, и указывается во многих учебниках и справочниках, является лишь факультативным (то есть необязательным) самоопылителем, а в оранжерейных условиях особенно часто ведет себя как перекрестник! Работать с томатами без изоляторов нельзя. Лысенко же этого не признавал, считая томаты облигатными самоопылителями!

Казалось бы, что материал, полученный в этих опытах, представлял достаточный интерес для опубликования, так как он помогал критически разобраться в некоторых весьма существенных вопросах, подвергавшихся дискуссии. Однако об этом не могло быть даже речи. Существовавшую в то время обстановку прекрасно отражает текст письма от 13 сентября 1937 г. за подписью ответственного секретаря редакции журнала «Природа» товарища М. Каролицкого. В ответ на присланную мною для опубликования статью он писал мне: «По поводу статьи вашей «Устойчивость и изменчивость генов» решение ответственного редактора таково. Ввиду того, что статья дискуссионная и явно написана «в защиту» современной генетики против упреков академика Лысенко, печатать ее можно было бы при условии помещения тут же критики ее; затруднение, однако, в приискании лица, которое это могло бы сделать».

Такова была обстановка в 1937–1939 гг. В 1940 г. после ареста Н.И. Вавилова ситуация очень резко обострилась, и публикация прогенетических статей стала вообще невозможной» (Керкис, 1988).

В 1940 г., после ареста Н.И. Вавилова, директором института генетики становится Т.Д. Лысенко. Он помнил Керкиса по совещанию в редакции журнала «Под знаменем марксизма» и организовал кампанию вытеснения Юлия Яковлевича из института. Сначала у Керкиса отняли стеллажи в теплице, потом делянки на поле, а затем обвинили в нарушении трудовой дисциплины – якобы ушел с работы на 50 минут раньше положенного времени. В то время за подобные нарушения грозила ссылка на принудительные работы. Суд оправдал Юлия Яковлевича. Но из института он вынужден был уйти.

Результаты исследований по расщеплению признаков у гибридов были опубликованы в Докладах АН СССР в 1941 г. Статья Ю.Я. Керкиса и А.А. Ляпунова «О расщеплении гибридов» была представлена академиком А.Н. Колмогоровым с большим примечанием о правилах использования статистики в экспериментальных исследованиях (Как известно, Т.Д. Лысенко статистику недолюбливал).

В мае 1941 г. Юлий Яковлевич возвратился в Ленинград, в Зоологический институт, где когда-то препаратором начинал свою трудовую деятельность.

22 июня 1941 г. началась Великая Отечественная война.

Пройдя через отчаянную неразбериху первых месяцев войны, Юлий Яковлевич с семьей в ноябре оказался в Сталинабаде, столице входившей в состав СССР Таджикской Советской Социалистической Республики. Сейчас на карте мира не найти города с таким названием. Ныне он называется Душанбе. Впрочем, нет и Таджикской ССР, есть независимый Таджикистан.

Из воспоминаний Юлия Яковлевича об этом периоде: «*Директор филиала института зоологии Быховский встретил меня более чем прохладно. Мне было сказано прямо, что штатных единиц нет, средств на операционные расходы тоже и что зарплату я должен получать из ЗИНа, который находился в уже блокированном Ленинграде. Мне предоставили только рабочее место, т. е. стол и стул. В качестве жилья выделили на территории обсерватории дощатую будку без окон для установки астрономических приборов, со сдвигающейся в сторону совершенно дырявой крышей. Наш «дом» (6 м^2) стоял на четырех высоких столбах, и попасть туда можно было лишь по приставной железной лестнице.*

В этой будке мы и разместились со всем своим немногочисленным скарбом. Нас было пятеро: жена, десятилетняя Татьяна, годова-

Ю.Я. Керкис, 1942 г.

лый Алеша, моя няня, прожившая всю жизнь с нашей семьей, и я.

Иметь крышу над головой, хотя и сдвинутую и дырявую – это уже неплохо, но на дворе стояла осень. Кроме того, залезать в эту будку с маленьким ребенком и старушкой-няней было достаточно трудно. О размерах «жилплощади» и так называемых «удобствах» я уже не говорю. Ко всему этому надо добавить отсутствие зарплаты, инфекционную желтуху Татьяны и тяжелое воспаление легких Алеши.

Положение наше было отчаянным... Мы продали все, что только можно – до моего обручального кольца включительно...

Наше существование несколько облегчилось после того, как жене дали место ассистента на кафедре биологии Сталинабадского медицинского института. Там же на кафедре, в помещении вивария, жене и детям предоставили жилье – оставаться на зиму в астрономической будке было немыслимо.

У меня же работы не было. Материальное положение было ужасным...

И вот в конце ноября 1941 г., совершенно отчаявшись, я пошел на прием к одному из заместителей Совнаркома, тов. Дворникову, с просьбой либо дать мне работу, либо отправить в армию... Дворников сказал мне примерно следующее: «Зачем Вам Академия наук? Нам нужны грамотные кадры, Вы кандидат наук. В какой практической области Вы могли бы быть наиболее полезны для нас?» Подумав немного, я ответил, что, наверное, в животноводстве, так как еще будучи студентом, я трижды бывал в экспедициях КЕПСа по изучению животноводства Среднеазиатских республик (дважды в тогдашней Киргизии и один раз в Туркмении в Кара-Кумах). Дворников снял телефонную трубку, вызвал начальника Управления животноводством Наркома земледелия И.С. Галича, и не прошло и 20 минут, как я был назначен зоотехником по племделу в Госплемрассадник гиссарских овец Наркомзема СССР, находившийся в посёлке Шахринау, в 42 км от Сталинабада.

На следующий день я туда уехал, получил небольшую кибитку с земляным полом, и у меня началась новая жизнь.

...

Так я стал овцеводом... Почти на 17 лет...» (Керкис, 1995).

Казалось, что война и смерть корифеев отечественной генетики – Ю.А. Филипченко, Н.К. Кольцова, Н.И. Вавилова – притупили остроту борьбы, навязанной генетике так называемыми «мичуринцами». В 1943 г. будучи в Москве на краткосрочных курсах подготовки командного состава артиллерийских войск в Военной академии им. М.В. Фрунзе, успешно защитил докторскую диссертацию И.А. Раппопорт. В 1945 г. избран президентом Академи наук Белорусской ССР А.Р. Жебрак. В 1946 г. избран членом-корреспондентом АН СССР Н.П. Дубинин. В этом же году вышла из печати книга И.И. Шмальгаузена «Факторы эволюции (Теория стабилизирующего отбора)». В научных журналах стали регулярно появляться статьи генетиков классического направления. В 1947 г. вышла книга С.Н. Давиденкова «Эволюционно-генетические проблемы в невропатологии». В апреле 1948 г.

на совещании ответственных работников отделов науки и сельского хозяйства обкомов партии с докладом «Спорные вопросы современного дарвинизма» выступил заведующий отделом науки ЦК ВКП(б) Ю.А. Жданов, зять И.И. Сталина. Он подверг критике псевдонаучные взгляды Т.Д. Лысенко. В мае защитили докторские диссертации Н.О. Шапиро, А.А. Прокофьева-Бельговская. Эти события вселяли надежду на скорое торжество классической генетики, а у Юлия Яковлевича – на долгожданное возвращение в Ленинград в большую науку. Но не скоро суждено было сбыться этим надеждам. Крайне обеспокоенный докладом Ю.А. Жданова Т.Д. Лысенко обратился к Сталину с пространным письмом. Сталин был не доволен тем, что зять не счел нужным посоветоваться с ним по поводу доклада. И по-своему, по-сталински, отреагировал на письмо Лысенко, в очередной раз дав всем понять, «кто в доме хозяин». По списку, составленному Лысенко, с благословения Сталина советское правительство, игнорируя принятые в науке традиции, ***назначило*** 35 академиков ВАСХНИЛ. Сталин поручил Лысенко созвать сессию ВАСХНИЛ и выступить на ней с докладом, текст которого Лысенко должен был согласовать со Сталиным. 31 июля 1948 г. открылась печально известная августовская сессия ВАСХНИЛ 1948 г. О ней много написано! Вот как вспоминал об обстановке тех дней, о последствиях сессии Юлий Яковлевич:

«*11 сентября 1948 г. я получил радио-грамму, подписанную директором треста совхозов, обязывающую меня немедленно прибыть в Сталинабад, в сельскохозяйственный отдел ЦК ВКП(б) Таджикистана. Пришлось собираться, садиться на коня, спускаться с гор и из ближайшего райцентра лететь на двухместном самолетике-«кукурузнике» в Сталинабад...*

Семья моя жила тогда в Сталинабаде. Жена встретила меня в полной панике: она-то читала газеты, общалась с людьми и была полностью в курсе всех дел. Жена сказала мне: «Готовься к тому, что тебя снимут с работы, я уже взяла себе дополнительные полставки; ты здесь единственный настоящий генетик, и на тебе будут отыгрываться». Жена у меня всегда обладала большой житейской мудростью, и то, что она мне рассказала, плюс вырезки из газет и письма друзей из Москвы и Ленинграда, действительно, не предвещали ничего доброго.

Утром я пошел в ЦК. Меня принял второй секретарь, ведавший сельским хозяйством, Петр Степанович Обносов, с которым мне часто приходилось общаться по совхозным делам. Без долгих предисловий он сказал мне, что завтра начинается расширенный президиум Таджикского филиала Академии наук СССР с участием представителей интеллигенции, научно-исследовательских учреждений, практических работников сельского хозяйства и преподавателей школ и вузов, на котором будут обсуждаться результаты августовской сессии ВАСХНИЛ. Далее Обносов сказал, что мне будет предоставлено слово на первом же заседании и что я должен буду «отречься от формальной генетики», заклеймить ее как буржуазную лженауку и на примере своей практической деятельности показать ее бесплодность и несостоятельность. Я сходу сказал Обносову, что делать этого не буду, так как у меня нет для этого никаких оснований, и поэтому я категорически прошу не предоставлять мне слова. Обносов разозлился и начал аргументировать тем, что я не понимаю, насколько все это серьезно, что имеется директива громить формальную генетику как бесплодную и вредную лженауку, что в Москве «формальных генетиков» уже снимают с работы, что в ЦК республики и лично он, Обносов, ценят и любят меня и хотят, чтобы я работал, а это будет возможно, только если я решительно отрекусь, причем так, чтобы это было зафиксировано в печати. Но, несмотря на все эти советы и даже угрозы, я выступать категорически отказался.

13 и 14 сентября собрание состоялось в самом большом в то время лекционном зале Сталинабада, в начале улицы Орджоникидзе. Заседание началось большим «установочным» докладом ботаника П.Н. Овчинникова (ныне академика АН Таджикской ССР), посвященным теоретическому обоснованию «мичуринской биологии» в противовес формальной генетике, менделизму, морганизму и вейсманизму... Я был единственным в то время в республике настоящим, без всяких оговорок, менделистом-морганистом, учеником Филипченко, другом и сотрудником Н.И. Вавилова, сотрудником

Г. Меллера, активным и широко известным «антилысенковцем». Поэтому и Овчинников, и выступавшие после него не скупились на эпитеты в мой адрес. Высказывались даже прямые призывы о немедленном снятии меня с работы, так как, цитирую по памяти, "нельзя допустить, чтобы племенная работа в единственном в СССР совхозе, в котором было сосредоточено лучшее поголовье гиссарских овец, находилось в руках заядлого формального генетика, отвергающего принципы творческого дарвинизма Лысенко и мичуринской биологии"».... (Керкис, 1988).

Вот как писала газета «Коммунист Таджикистана» (Торжество..., 1948 г., № 136) о выступлении Овчинникова на расширенном заседании президиума Таджикского филиала АН СССР:

«Далее профессор Овчинников подверг обстоятельной критике научную и практическую деятельность одного из питомцев формально-генетической школы в области зоотехнии кандидата сельскохозяйственных наук тов. Керкиса, ныне работающего в племенном овцесовхозе «Гиссар»:

– Приведенные примеры, – сказал тов. Овчинников, – показывают, что и биологи Таджикистана не остались в стороне от влияния моргани-стов-менделистов. Не всегда можно судить об их работе по словам, но это прекрасно выражается в их делах. Мы вправе квалифицировать стихийными пособниками менделизма всех, кто не считается с запросами жизни, практики, всех, кто работает над практически важными проблемами, но превращает их в спекуляцию громкими словами, рассуждениями об эволюции и т. д. … Многое предстоит сделать для коренной перестройки вузов и воспитания молодых специалистов в духе мичуринского учения. Принципы мичуринской биологии следует положить в основу деятельности всех биологов, независимо от их специальности – в растениеводстве и животноводстве, в лесоводстве и т. д. Надо ликвидировать вредный академизм, объединить усилия работников вокруг решения практически важных задач» (Отметим, что кроме Ю.Я. Керкиса, на этом заседании в кагорту формальных генетиков для «проработки» вошли генетик-селекционер профессор Б.Н. Васин, растениеводы А.М. Филов, О.П. Сорокина и Р.Л. Перлова и др.).

Из воспоминаний Ю.Я. Керкиса: «*Незадолго до конца заседания председатель объявляет: «Слово предоставляется главному зоотехнику племовцесовхоза «Гиссар», кандидату биологических наук т. Керкису». Я встаю и с места очень громко заявляю, что слова я не просил, и говорить мне нечего. Последние слова вызвали всеобщее возмущение, и меня буквально вытащили на трибуну. Я взял себя в руки и спокойно заявил почти дословно следующее (по памяти, так как в отчете это мое заявление по понятным причинам отражено не было): «Я знаю, что от меня хотят услышать оценку своей научной деятельности в прошлом и за последние пять лет в совхозе «Гиссар». В связи с этим я могу сказать только одно: раскаиваться мне не в чем, и я не вижу никаких оснований для объявления лженаучными биологические закономерности. Что касается вопроса о якобы доказанности наследования свойств, приобретаемых организмами в течение их индивидуальной жизни, то это не соответствует действительности, я это считаю неверным, а попытки положить этот принцип в основу селекционной работы – вредными и бесплодными». В подтверждение этого я привел результаты проведенной мной племенной работы и показатели продуктивности баранов-производителей, экспонировавшихся на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в Москве.*

Мое выступление вызвало возмущение президиума. В зале был шум. После закрытия заседания Обносов подозвал меня и в крайне резкой форме упрекнул меня за «легкомысленность» и нежелание понять, насколько все это серьезно. «Ты себя погубил и поставил нас в очень трудное положение, – сказал он мне и выразил надежду, что за ночь я это пойму и на следующий день все же выступлю с покаянным заявлением. Я ему сказал, что этого не будет.

…

На последнем вечернем заседании 14 сентября мне снова предоставляют слово. На этот раз я на трибуну не пошел, а просто сказал, что слова я не просил и что мне нечего добавить к тому, что я сказал вчера вечером. Мне было совершенно ясно, что моя песенка спета, и что через несколько дней мне придется переходить на иждивение жены...

В одном из следующих номеров газеты «Коммунист Таджикистана» было написано, что «Керкис не просто реакционный менделист-морганист, формальный генетик, а к тому же еще злобствующий и издевающийся над общественностью: ему дали возможность покаяться, а вместо этого он начал издеваться» (Керкис, 1988).

Приведем отрывок из статьи, напечатанной в газете «Коммунист Таджикистана» от 17 сентября 1948 г., с расширенного заседания президиума Таджикского филиала АН СССР, посвященного обсуждению итогов августовской сессии ВАСХНИЛ. «После этого выступил к.с.-х.н., зав. отделом Института животноводства ТФАН тов. Солдатенков:

– В связи с огромным ущербом, нанесенным формальными генетиками племенной работе, законно возникает вопрос о способности обеспечить правильное ведение племенной работы в совхозе «Гиссар», которую возглавляет Ю.Я. Керкис. Ни в литературе, ни публично он до сих пор не отказался от своих прежних формально-генетических воззрений.

Тов. Солдатенков напоминает о целом ряде работ, написанных тов. Керкисом, в которых изложены его формально-генетические взгляды, признававшиеся в числе важнейших результатов работы Института генетики Академии наук СССР.

Заседание представило широкую возможность тов. Керкису изложить свои нынешние позиции. Однако он ею не воспользовался. Слишком подробно изложив вопрос о практике племенной работы в совхозе, ведущейся по сути в мичуринском направлении, он так и не определил своего настоящего отношения к мичуринской теории. Одна из последних его работ, которая, по мнению тов. Керкиса, должна была в какой-то мере реабилитировать его как питомца формально-генетической школы, еще раз подтвердила всю порочность и лженаучность его теоретических концепций».

«*... со дня на день надо было ожидать приказа о снятии меня с работы.*

Директор совхоза Евгений Иванович Муравлев (порядочный, агрономически грамотный и вполне интеллигентный директор) переживал все вместе со мной и тоже ждал расправы. Он получил уже по партийной линии строгий выговор с занесением в личное дело «за отсутствие партийной бдительности, выразившееся в приеме на ответственную работу воинствующего формального генетика, менделиста-морганиста Керкиса». Никакие апелляции Муравлева к здравому смыслу и аргументация, что племенную работу и всю постановку дела в совхозе Керкисом хвалили всегда не только в республике, но и в Москве, – все это не помогло. Муравлев отказался подать заявление о снятии этого выговора. Он носил его до 1951 г., когда, будучи уже директором крупного хлопкового совхоза, получил звание Героя Социалистического Труда ...

Весь этот кошмар начал уже забываться. Но когда читаешь статьи Лысенко, статьи из газет того времени и вспоминаешь все детали и события тех дней, то можно только поражаться, каким образом злая воля по суще-ству двух человек – Лысенко и Сталина – при поддержке невежественных людей – просто чиновников и чиновников от науки – одним росчер-ком пера ликвидировала все достижения науки, в мировом развитии которой наша Родина сыграла общепризнанную выдающуюся роль. Приходится также удивляться, с какой потрясающей легкостью и изумительной научной и моральной беспринципностью многие ученые изменили свои позиции, спасая свои шкуры. Все это отбросило развитие генетики и многих других отраслей биологии в нашей стране более чем на четверть века назад, отразилось на международном авторитете страны и имело трагические последствия для нашего сельского хозяйства.

Мои друзья говорили мне всякие комплименты и восторгались моей принципиальностью, но некоторые из них на людях предпочитали делать вид, что со мной не знакомы! Что я мог поделать! Такова, к сожалению, печальная сущность многих людей. Я со дня на день ждал приказа о снятии меня с работы и большую часть времени проводил не в совхозе, а в Сталинабаде вместе с семьей. Мне было очень тяжело, и один я оставаться не мог...

В расправе со мной больше всех в Таджикистане был заинтересован Алиев. В то время он ужеочень активно пропагандировал свою работу по созданию новой породы овец, которой он собирался заменить гиссарских овец. Я ему мешал...

Однако дальнейшие события были совершенно неожиданными... Меня срочно вызвали в сельхозотдел ЦК партии. Мы с женой решили, что это развязка. В ЦК меня принял заведующий сельхозотделом Стоцкий. ... После долгого молчания Стоцкий задает мне вопрос: «Ведь Вы ученик академика Лысенко?» Я рассмеялся и ответил, что я считаю себя учеником по университету профессора Ю.А. Филипченко, а по дальнейшей научной работе – академика Н.И. Вавилова и профессора Г. Меллера. Стоцкому мой ответ очень не понравился, и он с раздражением спросил меня: «Как же так, Вы ведь работали в институте, возглавляемом Лысенко, и занимались там вегетативной гибридизацией растений?» Мне стало смешно, и я кратко объяснил Стоцкому, какой я ученик Лысенко ... Стоцкий задает мне вопрос: «У Вас есть книжка Глущенко «Вегетативная гибридизация растений»? Книга эта [Глущенко, 1948] *у меня была, но я ее даже не раскрывал – купил «для коллекции» и поставил на полку. Я ответил положительно, после чего была вызвана машина, и я был отвезен домой. ... Вернувшись домой, я лихорадочно начал листать книжку Глущенко. Первое, что я увидел, – фотографию моих томатов с несуразной подписью и без ссылки на меня... На странице 70 ... напечатано: «Данный раздел не исчерпывается выше рассмотренной литературой. В последние годы изменчивость морфологических признаков у растений при прививках изучали еще ряд исследователей, в частности Г.А. Евтушенко (1939), Ю.Я. Керкис (1941)...» (далее следуют фамилии еще многих авторов, которые якобы подтвердили все вышеизложенное)... Книгу я передал шоферу...*

Прошло несколько дней, и в «Коммунисте Таджикистана» появляется небольшая статья ... смысл ее запомнился мне очень хорошо. Заключался он в следующем: карьерист и конъюнктурщик Алиев, сам бывший формальный генетик и менделист-морганист, бывший аспирант известного менделиста-морганиста Я.Л. Глембоцкого, имевший дело в своих работах с «хромосомами» и «генами», оклеветал «честного мичуринца» Керкиса, работавшего по вегетативной гибридизации в институте Лысенко! Я не знал, что мне делать – смеяться или возмущаться и писать опровержение. Но тут мне явно не хватало принципиальности: мне было очень смешно, и я страшно радовался, что Алиев получил заслуженный «втык».

Эффектов этой статьи было несколько, и некоторые из них сказались незамедлительно. Через два дня меня вызвал директор треста совхозов и отругал меня: «Хватит тебе отсиживаться в городе, езжай в совхоз и работай!»

Я был полностью реабилитирован. Позднее я узнал всю подоплеку этой истории. Меня ценили в республике и хотели сохранить... Упоминание Глущенко в своей книге моей фамилии послужило Стоцкому основанием для розыгрыша этой комедии. Именно поэтому он интересовался книгой Глущенко.

Ну и, наконец, последний эффект всей этой трагикомической истории. В декабре 1949 г., то есть через год после объявления меня сначала лжеученым, а потом «честным мичуринцем», меня пригласил к себе директор треста совхозов А.А. Троицкий и ошарашил следующим: «Всякие у нас были директора в совхозе «Гиссар», – сказал он, – жулики, пьяницы, развратники. Сейчас мы решили назначить директором бывшего моргониста-менделиста-вейсманиста. Посмотрим, что получится, думаем, что не хуже. Принимай совхоз и начинай работать...

Сначала я почти плакал, понимая свою неприспособленность к такого рода деятельности, без кадров, в окружении жуткого пьянства, разврата и безобразий. Не пили только чабаны... А потом дело пошло. В первый год строительства на территории, непосредственно прилегающей к будущей центральной усадьбе совхоза, поймали трех тигров, а фазанов и в последующие годы стреляли, не сходя с крыльца дома. Совхоз был построен. Его центральная усадьба была образцовой среди других животноводческих совхозов республики, – ее показывали гостям» (Керкис, 1988).

Добавим, что Юлий Яковлевич успешно применял селекционно-генетические методы и приложил много усилий для сохранения и улучшения гиссарской породы овец. Он неоднократно отмечался Президиумом Верховного Совета Таджикской ССР за участие в мероприятиях по развитию животноводства в республике. Одновременно, с 29 декабря 1949 г. по 24 февраля 1954 г., он работает по совместительству в Таджикском НИИ животно-

водства и ветеринарии в должности старшего научного сотрудника, печатает статьи по селекционно-генетическим методам племенной работы в животноводстве.

Медленно поднималась российская генетика из руин лысенковского геноцида. В защиту генетики выступили крупные ученые физики, химики, математики (К 50-летию «Письма трехсот», 2005). В реанимации генетических знаний и исследований большую роль сыграли ученики Н.И. Вавилова, Н.К. Кольцова, Ю.А. Филипченко, С.С. Четверикова, А.С. Серебровского. Среди них был и Ю.Я. Керкис. Восстановление генетики ускорила возникшая необходимость выяснить для человека возможную генетическую опасность нараставших испытаний ядерного оружия. Это можно было сделать лишь на путях использования знаний и методов классической генетики. В 1956 г. в Институте биофизики АН СССР Н.П. Дубининым была организована лаборатория радиационной генетики. В мае 1957 г. под его же руководством организован Институт цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР. В августе 1957 г. на должность старшего научного сотрудника с исполнением обязанностей ученого секретаря, а затем – обязанностей заместителя директора по науке в ИЦиГ СО АН СССР был зачислен Юлий Яковлевич Керкис. В это время ему было 50 лет. Он был первым научным сотрудником института, приехавшим в Новосибирск для непосредственной организации института и лаборатории радиационной генетики, которой он заведовал с 1958 г. и до конца жизни. Его деятельная и вездесущая натура, умение завязывать контакты с людьми, тот опыт, который он приобрел при организации совхоза, – все эти его качества оказались востребованными при организации Сибирского отделения Академии наук. В этот период на долгие годы вперед у него сложились дружеские отношения со многими известными учеными.

Семнадцатилетний перерыв в науке не прошел для Юлия Яковлевича бесследно. За это время мировая генетика шагнула далеко вперед. Была открыта молекулярно-генетическая природа ДНК. Радиационная генетика стояла на пороге открытия явления репарации ДНК, нового осмысливания гипотезы мишени. Создание ядерного оружия и непрекращающиеся его наземные испытания выдвинули перед генетикой новую задачу – выяснить чувствительность генетических структур живых организмов к малым дозам радиации. С решения этой, крайне актуальной в то время, задачи и начались исследования во вновь организованной лаборатории радиационной генетики, руководимой Юлием Яковлевичем. Изучается влияние малых доз радиации на генетические структуры половых и соматических клеток разных видов млекопитающих, а в 1959 г. для радиационно-генетических исследований впервые в нашей стране используется культура клеток человека. С небольшим отставанием от американских исследований Н.П. Дубининым, Ю.Я. Керкисом и Л.И. Лебедевой уже в 1960 г. были получены данные о высокой радиочувствительности хромосом человека. Те исследования принесли Институту цитологии и генетики СО АН СССР буквально в самом начале его становления мировую известность. ИЦиГ заявил о себе как о серьезном научном центре, продемонстрировал перед мировым сообществом необратимость начавшегося возрождения генетики в нашей стране (хотя до окончательного низвержения Лысенко оставалось еще несколько лет).

В начале 1960-х гг. Юлий Яковлевич стал одним из активных организаторов и участников «Миассовских чтений» при лаборатории Н.В. Тимофеева-Рессовского в Ильменском минералогическом заповеднике. Позднее чтения получили широкую известность, а в то время они проводились полулегально как школа молодых учёных. Лысенко был еще силен. Впрочем, его эра близилась к концу. В глуши заповедных лесов Урала с завораживающими лекциями по медицинской генетике страстно выступал В.П. Эфроимсон; о теории мишени рассказывал Н.В. Тимофеев-Рессовский; о влиянии малых доз радиации на генетические структуры человека и других млекопитающих – Ю.Я. Керкис; о свободно радикальных реакциях, инициируемых ионизирующими излучениями, – известный физик Л.А. Блюменфельд; с тогда еще новой, еще непризнанной идеей обратимости радиобиологических эффектов выступил Н.В. Лучник. Многие видные ученые побывали на Миассовских чтениях, среди них А.А. Ляпунов, И. Полетаев, А.Г. Маленков, В.П. Порибок, О.В. Малиновский. В неформальной обстанов-

ке шли доверительные беседы о прошлом и настоящем российской генетики. Верили в ее неизбежное возрождение. Миассовскую школу прошла вся лаборатория Юлия Яковлевича.

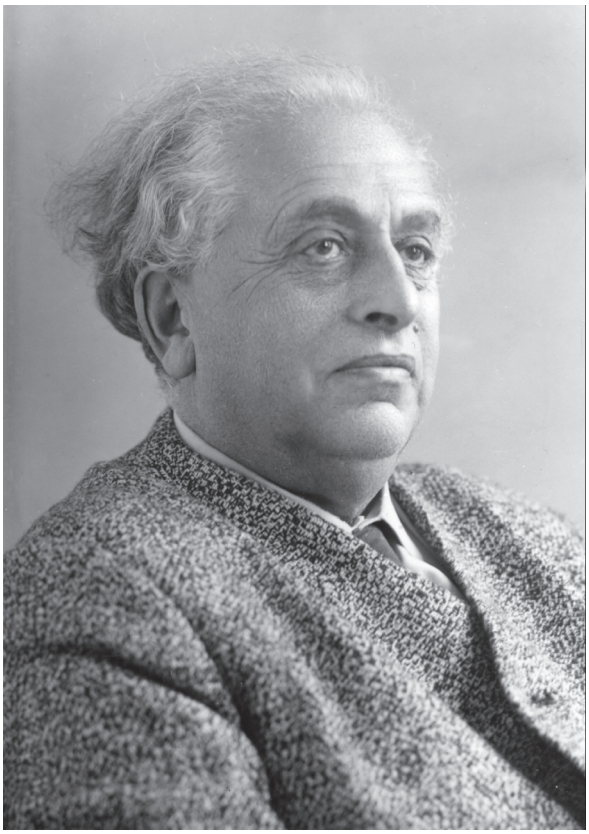
В руководимой Ю.Я. Керкисом лаборатории обнаружен дистанционный эффект радиации у млекопитающих и сформулировано представление о существовании клеточных и организменных механизмов контроля радиочувствительности хромосомных структур.

Он один из первых в отечественной и мировой науке сформулировал представление о нарушениях внутриклеточного физиологического гомеостаза как основной причине возникновения мутационных изменений в геноме. Под его руководством было исследовано влияние физиологических доз гормонов и веществ, выделяющихся при иммунных реакциях организма, на возникновение структурных мутаций хромосом в клетках млекопитающих и человека. Эти исследования позволили Юлию Яковлевичу вплотную подойти к выяснению факторов, приводящих к увеличению генетического груза в популяциях человека. Он считал, что при изучении причин спонтанного мутирования наибольший интерес представляют изменения состояния организменных и внутриклеточных систем, в первую очередь нервной, гормональной, иммунной.

В своей нобелевской лекции 1946 г. Г. Мёллер отметил: «… В работах, сделанных гораздо позже с использованием индуцированных мутаций, было показано (в независимых опытах автора этих строк и Керкиса, а также Тимофеева-Ресовского с сотрудниками, проведенными в 1934 г.), что “невидимые мутации, которые за счет тех или иных физиологических изменений уменьшают жизнеспособность, не являясь полностью летальными, составляют наиболее многочисленную группу из всех обнаруженных до сих пор мутаций. Таких мутаций по меньшей мере в 2–3 раза больше полных леталей» (Мёллер, 1946).

Исследованию их роли в мутационном процессе человека в условиях урбанизации Ю.Я. Керкис придавал исключительно большое значение. Он был одним из организаторов медико-генетической службы Сибири. В течение многих лет лаборатория радиационной генетики являлась базой медико-генетических консульта-

Ноябрь 1976 г. Встреча с рабочими совхоза «Гиссар» бывшего директора Ю.Я. Керкиса.



Ю.Я. Керкис. 1970-е г.

ций Новосибирска, где проходили стажировку врачи Сибири и Дальнего Востока.

В последние годы своей жизни он занимался проблемами охраны окружающей среды. Придавая этому исключительно большое значение, он сам неоднократно принимал участие в экспедициях на озеро Байкал и организовал там проведение важных генетических исследований.

В ленинградский период своей жизни преподавал генетику и селекцию в Ленинградском сельхозтехникуме, в Педагогическом институте им. Бубнова, в институте усовершенствования врачей. С 1964 г. читал курс «Общая генетика» в Новосибирском государственном университете. В 1967 г. Ю.Я. Керкис утвержден в ученом звании профессора по кафедре «общая биология» факультета естественных наук Новосибирского государственного университета. Профессор Ю.Я. Керкис проводил большую научно-организационную и педагогическую работу среди студентов, преподавателей школ и вузов. При его участии и под его редакцией было создано пособие по общей биологии для учителей средних школ. Много сил он отдавал пропаганде генетических знаний. Он был членом многих научных комиссий и проблемных советов при АН СССР, членом редколлегий научных журналов, заместителем председателя Сибирского отделения Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова. За активное участие в развитии науки в Новосибирском научном центре был награжден орденом «Знак почета» и медалью «За доблестный труд».

В рабочем институтском кабинете Юлия Яковлевича была галерея фотографий – это корифеи науки, его учителя, друзья-коллеги. Мы не знаем, как создалась эта галерея и по какому принципу были отобраны фотографии, и не важно, кто какой ранг занимал в этом ряду. Одно несомненно, что это не был набор парадных или случайных фотографий, потому что каждая из них была в разное время с любовью оформлена в самодельную рамочку. Они сохранились до сих пор в том же состоянии. Перечислим их, помня, что каждый из них был чем-то важен и дорог Юлию Яковлевичу: Ч. Дарвин, У. Бэтсон, К. Корренс, Ю.А. Филипченко, Н.Н. Вавилов, Г.Д. Мёллер, С.С. Четвериков, Г.Д. Карпеченко, Н.Н. Медведев, М.Л. Бельговский, К. Бриджес, М. Демерек, Г. Штуббе, М.Е. Лобашев, Н.В. Тимофеев-Ресовский и еще одна фотография – Н.В. Тимофеев-Ресовский и Н.Б. Христолюбова, Б.Л. Астауров, И.А. Рапопорт, В.В. Хвостова.

В памяти всех, кто знал Юлия Яковлевича, остались его исключительная доброжелательность, сердечность и простота.

Цитируемая литература

Глущенко И.Е. Вегетативная гибридизация растений. М.: ОГИЗ-Сельхозгиз. Гос. изд-во с.-х. литературы, 1948. 240 с.

Керкис Ю.Я. Из воспоминаний генетика // Знание – сила. Август. 1988. С. 52–59.

Керкис Ю.Я. Как я стал овцеводом // Природа. 1995. № 5. С. 87–92.

К 50-летию «Письма трехсот» // Информ. вестник ВОГиС. 2005. Т. 9. № 1. С. 12–33.

Мёллер Г. Образование мутаций. Нобелевская лекция, 1946 г. (цит. по: Гершкович И. Генетика. М.: Наука, 1968. С. 563).

Прокофьева-Бельговская А.А., Горская Л.Ф., Дубинина Л.Г., Ятрова Г.В. Радиационные повреждения хромосом в культуре эмбриональных фибробластов человека // Радиобиология. 1964.

Т. 4. Вып. 5. С. 708–714.
Прокофьева-Бельговская А.А. У истоков отечественной генетики. К 100-летию со дня рождения Ю.А. Филипченко // Природа. 1982. № 2. С. 99–105.
Прокофьева-Бельговская А.А. Портрет на фоне хромосом. М.: Научный мир, 2005. С. 62–63.
Торжество советской биологической науки. Расширенное заседание президиума Таджикского филиала Академии наук СССР, посвященное обсуждению итогов августовской сессии Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина // Коммунист Таджикистана. 17 ноября 1948 г. № 136 (5479).
У истоков академической генетики в Санкт-Петербурге. С.-Петербург: Наука, 2002. 558 с.
Kerkis J. The growth of the gonads in *Drosophila melanogaster* // Genetics. 1931. V. 16. № 3. P. 212–224.
Kerkis J. Developments of gonads in hybrids between *Drosophila melanogaste*r and *Drosophila simulans* // J. Exptl. Zool. 1933. V. 66. № 3. P. 477–509.

Работы Ю.Я. Керкиса

Керкис Ю. К познанию внутреннего полового аппарата водных Hemiptera-Heteroptera // Русское энтомологическое обозрение. 1926. Т. 20. С. 296–307.
Kerkis J. Vergleichende Studien über die Variabilität der Merkmale des Geschlechts-apparats und der äußeren Merkmale bei Eurygaster integricers Put // Zoologischer Anzeiger. 1931. B. 93. H. 5/6. Z. 129–143.
Керкис Ю.Я. Взаимодействие между мужскими и женскими тканями у гинандроморфов Drosophila // Природа. 1931. № 8. С. 806–809.
Керкис Ю.Я. К вопросу о существовании явления перекреста хромозом // Природа. 1932. № 4. С. 320–336.
Керкис Ю.Я. Всесоюзная конференция по планированию генетико-селекционных исследований (Ленинград, 1932, июнь) // Природа. 1932. № 10. С. 945–951.
Керкис Ю.Я. О скорости роста гонады у *Drosophila melanogaster* (Постановка вопроса) // Тр. лаб. генетики АН СССР. 1932. № 9. С. 217–233.
Керкис Ю.Я. Искусственное получение мутаций путем температурных воздействий (обзор) // Природа. 1933. № 7. С. 67–72.
Керкис Ю.Я. Кроссинговер и мутации // Природа. 1933. № 1. С. 66–67.
Kerkis J. Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung der Hybriden von *Drosophila melanogaster* × *Drosophila simulans* // Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. 1933. B. 130. H. 1. Z. 1–10.
Керкис Ю.Я. Развитие половых желез у межрасовых гибридов *Drosophila pseudoobscura* // Докл. АН СССР. Новая серия. 1934. Т. 3. № 8/9. С. 640–645.
Керкис Ю.Я. О причинах стерильности (бесплодия) межвидовых гибридов животных // Докл. АН СССР. 1934. Т. 3. № 1. С.
Керкис Ю.Я. К познанию механизма развития триплоидной интерсексуальности у *Drosophila melanogaster* // Докл. АН СССР. Новая серия. 1934. Т. 3. № 4. С. 288–294.
Керкис Ю.Я. Экспериментальное изменение хромосом как метод генетических исследований // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1934. Серия 2. № 6. С. 223–236.
Керкис Ю.Я. Гибридизация *Drosophila melanogaster* и *Drosophila simulans* в связи с вопросом о причинах стерильности межвидовых гибридов животных // Докл. АН СССР. Новая серия. 1934. Т. 1. № 1. С. 1–6.
Керкис Ю.Я. Линейная структура хромосом // Природа. 1934. № 7. С. 42–51.
Керкис Ю.Я. Гибридизация *Drosophila melanogaster* и *Drosophila simulans* в связи с вопросом о причинах стерильности межвидовых гибридов животных // Тр. Ин-та генетики АН СССР. 1935. № 1. С. 83–117.
Керкис Ю.Я. Влияние токов высокой частоты на возникновение мутаций у *Drosophila melanogaster* // Тр. Ин-та генетики АН СССР. 1935. № 10. С. 223–226.
Керкис Ю.Я. Структура хромосом в клетках слюнных желез Diptera и ее генетическое значение // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии (Ленинград). 1935. Т. 14. № 2. С. 251–266.
Керкис Ю.Я. О возникновении мутаций в половых клетках при рентгенизации сомы *Drosophila melanogaster* // Докл. АН СССР. Новая серия. 1935. Т. 1. № 1. С. 55–61.
Kerkis J. Chromosome conjugation in hybrids between *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans* // Amer. Nat. 1936. V. 70. P. 81–86.
Керкис Ю.Я. Причины неполной коньюгации хромосом у гибридов *Drosophila melanogaster* и *Drosophila simulans* // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1937. С. 459–468.
Керкис Ю.Я. О механизме генетического эффекта Х-лучей // Тр. Института генетики АН СССР. 1937. № 11. С. 125–136.
Керкис Ю.Я. О возможности сенсибилизации генов // Изв. АН СССР, Сер. биол. 1938. № 5/6. С. 67–74.
Керкис Ю.Я. Идентичны ли спонтанный мутационный процесс и вызываемый действием Х-лучей // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1938. № 5/6. С. 1037–1050.
Керкис Ю.Я. Частота мутаций, влияющая на жизне-

способность *Drosophila melanogaster* // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1938. 1. С. 75–96.

Керкис Ю.Я. Конференция по междувидовой гибридизации // Усп. соврем. биологии. 1938. Т. 8. Вып. 3. С. 515–522.

Керкис Ю.Я. Устойчивость и изменчивость генов // Природа. 1938. № 3. С. 64–78.

Керкис Ю.Я. Новейшая попытка использовать генетику против дарвинизма (Гериберт Нильсон) // Усп. соврем. биологии. 1938. Т. 9. Вып. 1. С. 137–147.

Керкис Ю.Я. Влияние температуры ниже 0° на мутационный процесс и некоторые соображения о причинах спонтанного мутационного процесса // Докл. АН СССР. 1939. Т. 24. № 4. С. 388–390.

Керкис Ю.Я. О природе так называемых инертных районов хромосом в связи с проблемой структуры хромосом // Докл. АН СССР. 1939. Т. 22. № 9. С. 612–614.

Керкис Ю.Я. Линейные структуры в хромосомах растений // Природа. 1939. № 7. С. 74.

Керкис Ю.Я. Физиологические изменения в клетке, как причина мутационного процесса // Усп. соврем. биологии. 1940. Т. 12. № 1. С. 143–159.

Керкис Ю.Я., Ляпунов А.А. О расщеплении гибридов // Докл. АН СССР. 1941. Т. 31. № 1. С. 43–46.

Керкис Ю.Я., Пигулевская Н.Н. О взаимодействии томата (*Lycopersicum esculentum*) и дурмана (*Datura stramonium*) при прививках // Докл. АН СССР. 1941. Т. 32. № 7. С. 505–508.

Керкис Ю.Я., Заварзина Н.А. Искусственное вызывание многоплодия у гиссарских овец // Сельское хозяйство Таджикистана. 1943.

Керкис Ю.Я. Методы племенной работы в гиссарском овцеводстве // [Рукопись. Инструкция, размноженная на ротапринте. Одобрена Ученым советом Ин-та животноводства Таджикской ССР и принята как основа в работе с породой. Архив: В делах Ин-та животноводства Академии наук Таджикистана]. 1949.

Керкис Ю.Я. Значение ранних окотов в гиссарском овцеводстве // Сообщения Таджикского филиала АН СССР. Сталинабад: Изд-во Таджикского филиала АН СССР, 1950. Вып. 23. С. 27–29.

Керкис Ю.Я. Некоторые актуальные вопросы организации отгонного животноводства в Таджикистане // [Рукопись, не подлежащая опубликованию. Архив: В делах Ин-та животноводства Академии наук Таджикистана]. 1950.

Керкис Ю.Я. Опыт проведения осенних (зимних) окотов в племовцесовхозе Гиссар // Тр. Ин-та животноводства Академии наук Таджикистана. 1950.

Керкис Ю.Я. Племовцесовхоз Гиссар. М.: Сельхозгиз, 1950. [Вводная статья во 2-м томе Госплемкниги гиссарских овец].

Керкис Ю.Я. Как вырастить гиссарскую овцу (Опыт работы чабанов племовцесовхоза «Гиссар». Сталинабад: Изд-во АН Таджикской ССР, 1951. 36 с.

Керкис Ю.Я. Значение предслучной подготовки маток и подкормки их в период суягности на результат зимовки и окота // Сообщения Таджикского филиала АН СССР. 1951.

Керкис Ю.Я. Инструкция по бонитировке гиссарских овец // [Раздел в Инструкции по бонитировке грубошерстных и мясо-сальных овец, утвержденной министерством Сельского хозяйства СССР 17 апреля 1952 г.]. 1952.

Стандарт для определения упитанности гиссарских овец в живом виде и по забою // ГОСТ 1952. [Составлен Ю.Я. Керкисом и принят Государственным Комитетом стандартизации. Рукопись и вся документация в делах Ин-та животноводства Академии наук Таджикской ССР].

Керкис Ю.Я. Мясо-сальные качества и возможности сального откорма гиссарских овец // 1953. [Рукопись хранится в делах Ин-та животноводства Академии наук Таджикской ССР].

Керкис Ю.Я., Роничевская Г.М., Рукавишников Ю.М. О цитогенетическом действии малых доз ионизирующей радиации у млекопитающих // Докл. АН СССР. 1959. Т. 128. № 2. С. 397–399.

О цитогенетическом действии малых доз ионизирующей радиации у млекопитающих (Беседа с Ю.Я. Керкисом) // Атомная энергия. 1959. Т. 6. №. 6. С. 690–691.

Керкис Ю.Я., Роничевская Г.М. Влияние генотипа организма на чувствительность ядерного аппарата к малым дозам ионизирующей радиации // Межвузовская конференция по экспериментальной генетике. Тез. докл. Л., 1961. С. 71.

Дубинин Н.П., Керкис Ю.Я., Лебедева Л.И. Экспериментальный анализ действия радиации на ядра клеток в культуре эмбриональных тканей человека // Докл. АН СССР. 1961. Т. 138. № 5. С. 1212–1215.

Керкис Ю.Я., Роничевская Г.М. Зависимость чувствительности ядерного аппарата млекопитающих к малым дозам ионизирующей радиации от генотипа животных // Радиобиология. 1961. Т. 1. Вып. 4. С. 527–534.

Керкис Ю.Я., Лебедева Л.И., Осетрова Т.Д. Об общей радиационной чувствительности организмов и чувствительности хромосомного аппарата в клетках *in vitro* // Докл. АН СССР. 1962. Т. 144. № 5. С. 1165–1167.

Дубинин Н.П., Арсеньева М.А., Керкис Ю.Я. Генетические последствия влияния малых доз радиации на человека // Радиационная генетика: Сб. работ.

М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 5–23.

Дубинин Н.П., Керкис Ю.Я., Лебедева Л.И. Эффект малых доз радиации на хромосомные перестройки при облучении клеток в культурах эмбриональных тканей человека // Радиационная генетика: Сб. работ. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 39–49.

Керкис Ю.Я., Роничевская Г.М., Рукавишников Ю.М., Науменко Ю.Н. Генетическая радиочувствительность половых и соматических клеток разных видов млекопитающих // Радиационная генетика: Сб. работ. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 91–97.

Керкис Ю.Я., Роничевская Г.М., Науменко Ю.Н. Влияние генотипа организма на чувствительность ядерного аппарата к малым дозам ионизирующей радиации // Радиационная генетика: Сб. работ. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 110–114.

Керкис Ю.Я. Радиация как одна из возможных причин канцерогенеза // Изв. СО АН СССР. 1962. № 10. С. 125–136.

Керкис Ю.Я., Логвинова В.В. Влияние гормонов надпочечника на радиационную чувствительность хромосомного аппарата в эпителиальных клетках роговицы мыши // Докл. АН СССР. 1963. Т. 152. № 4. С. 992–994.

Лебедева Л.И., Осетрова Т.Г., Керкис Ю.Я. Сравнительная радиочувствительность наследственных структур клеток млекопитающих *in vitro* // Докл. АН СССР. 1963. Т. 152. № 5. С. 1225–1226.

Керкис Ю.Я. О мутационной теории старения организмов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1963. Т. 68. № 2. С. 126–129.

Лебедева Л.И., Осетрова Т.Г., Керкис Ю.Я. Сравнительная радиочувствительность наследственных структур клеток млекопитающих *in vitro* // Докл. АН СССР. 1963. Т. 152. № 5. С. 1225–1226.

Kerkis J.J. On intracellular (chromosomal) and organismal mechanisms of control in mammalian radiosensitivity // Genetics Today. V. 1. London, N.Y.: Pergamon Press, 1963. 5.74. P. 81.

Керкис Ю.Я. Ядро клеточное // Большая медицинская энциклопедия. 1964. Т. 35. С. 982–990.

Керкис Ю.Я., Науменко Ю.Н. Радиозащитное действие β-аминоэтилизотиурония Br.H Br (АЭТ) на наследственные структуры различных тканей млекопитающих // Радиобиология. 1964. Т. 4. Вып. 2. С. 221–225.

Керкис Ю.Я., Свердлов А.Г., Яснова Л.Н., Урженко А.В. О возможности дистанционного мутагенного действия ионизирующей радиации у млекопитающих // Радиобиология. 1964. Т. 4. Вып. 6. С. 847–853.

Керкис Ю.Я. О некоторых явлениях в биологии оплодотворения томатов и об их значении для генетической работы с этим объектом // Бюл. Моск. Об-ва испытателей природы. Отд. биологии. 1965. Т. 70. (2). С. 126–131.

Осетрова Т.Д., Керкис Ю.Я., Лебедева Л.И., Морозова Л.М. Сравнительная радиочувствительность ядерного аппарата клеток млекопитающих *in vivo* и *in vitro* // Генетика. 1965. № 4. С. 74–79.

Керкис Ю.Я., Яснова Л.Н., Урженко А.В. Мутагенное действие экстрактов из различных органов облученных мышей // Генетика. 1965. № 6. С. 110–114.

Керкис Ю.Я., Яснова Л.Н., Урженко А.В. Мутагенное действие экстрактов из различных органов облученных мышей // Радиотоксины, их природа и роль в биологическом действии радиации высокой энергии. М.: Атомиздат, 1966. С. 244–248.

Лебедева Л.И., Ермолаев В.К., Керкис Ю.Я. Эффект хранения облученных семян гороха при температуре –196 °С // Докл. АН СССР. 1966. Т. 169. № 6. С. 1449–1451.

Керкис Ю.Я., Столбова Н.Г. Исследование мутагенного действия N-нитрозо-N-метилмочевины на эмбриональные фибробласты человека // Генетика. 1966. № 9. С. 170–172.

Осетрова Т.Д., Керкис Ю.Я., Морозова Л.М. Радиочувствительность ядерного аппарата клеток разных органов эмбрионов млекопитающих // Генетика. 1966. № 12. С. 66–77.

Керкис Ю.Я., Раджабли С.И. Возрастная изменчивость кариотипа в соматических клетках человека // Цитология. 1966. № 8. С. 282–285.

Керкис Ю.Я. Современное состояние проблемы радиочувствительности и основные направления исследований в этой области // Тез. докл. симпозиума по проблемам радиочувствительности на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 27–29.

Логвинова В.В., Керкис Ю.Я. Влияние кортикоадреналовой системы на радиочувствительность хромосомного аппарата в соматических клетках млекопитающих. // Тез. докл. симпозиума по проблемам радиочувствительности на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 32–33.

Ермолаев В.К., Лебедева Л.И., Керкис Ю.Я. Сравнительное изучение свободных радикалов и радиочувствительности семян // Тез. докл. симпозиума по проблемам радиочувствительности на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 26–27.

Осетрова Т.Д., Керкис Ю.Я., Морозова Л.М. Сравнительное изучение радиочувствительности хромосом клеток разных органов эмбрионов

млекопитающих // Тез. докл. симпозиума по проблемам радиочувствительности на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 44–45.

Беляев Д.К., Берг Р.Л., Воронцов Н.Н., Керкис Ю.Я. и др. Общая биология (Пособие для учителя) / Ред. Д.К. Беляев, Ю.Я. Керкис. М.: Просвещение, 1966. 320 с.

Логвинова В.В., Керкис Ю.Я. Влияние кортикоадреналовой системы на радиочувствительность хромосомного аппарата в соматических клетках млекопитающих // Радиобиология. Информационный бюллетень. 1967. № 10. Симпозиум по вопросам радиочувствительности. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 26–28.

Яснова Л.Н., Керкис Ю.Я. Действие водно-солевых экстрактов из тканей облученных животных на хромосомы лейкоцитов периферической крови человека // Радиобиология. Информационный бюллетень. 1967. № 10. Симпозиум по вопросам радиочувствительности. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 18–21.

Керкис Ю.Я., Красновидова С.С. Человек и природа // Биология в школе. 1966. № 6. С. 4–11.

Kerkis I.I., Logvinova V.V., Osetrova T.D. On the intracellular and organismal systems of chromosome radiosensitivity control in mammals // Mutation and Inducing Factors. Proc. Symp. Mutational Process, August 1965. Prague: Academia, 1966. P. 67–71.

Kerkis I.I., Jasnova L.N., Urghenko A.W. The mutagenic effect of the extracts from irradiated mammalian tissues // Mutation and Inducing Factors. Proc. Symp. Mutational Process, August 1965. Prague: Academia, 1966. P. 73–79.

Kerkis Ju.Ja. On the system controlling chromosome radiosensitivity in mammalian cells // Third Internat. Congr. of Radiat. Research. Book of Abstracts, abstr. 500. 1966. P. 126.

Керкис Ю.Я. Хромосомный портрет // Знание – сила. 1966. № 8. С. 15–16.

Kerkis J.J., Jasnova I.N. Distant mutagenic effects of ionizing radiation in mammals // Nature. 1967. V. 215. P. 97–99.

Ермолаев В.К., Лебедева Л.И., Керкис Ю.Я. Сравнительное изучение свободных радикалов и радиочувствительности семян // Изв. СО АН СССР. Сер. биол.-мед. 1967. Вып. 1. №. 5. С. 147–154.

Лебедева Л.И., Керкис Ю.Я., Мягкая Т.Т. Лучевая устойчивость метаболических процессов, контролирующих радиоустойчивость семян // Радиобиология. информ. бюл. 1967. № 10. Симпозиум по вопросам радиочувствительности. Новосибирск, 19–23 сентября 1966 г. С. 28–30.

Керкис Ю.Я., Раджабли С.И., Поспелова Т.В., Высоцкая Л.М. О причинах возрастного увеличения анеуплоидии в лейкоцитах человека // Генетика. 1967. № 4. С. 137–141.

Керкис Ю.Я., Саблина О.В., Раджабли С.И., Бочаров Е.Ф. Исследование хромосомных нарушений в лейкоцитах периферической крови больных острым эпидемическим гепатитом // Генетика. 1967. № 5. С. 85–94.

Логвинова В.В., Керкис Ю.Я. Влияние адреналэктомии на радиочувствительность хромосом в клетках эпителия роговицы и костного мозга крыс линии Вистар // Генетика. 1967. № 7. С. 48–50.

Керкис Ю.Я. Актуальные задачи радиационной генетики млекопитающих и человека // Вестник АН СССР. 1967. № 12. С. 17–23.

Керкис Ю.Я. Современное состояние проблемы радиочувствительности и некоторые направления исследований в этой области // Радиобиология. 1967. Т. 7. Вып. 2. С. 251–257.

Kerkis Ju.Ja., Jasnova I.N. Distant mutagenic effects of ionizing radiation in mammals // Nature. 1967. V. 215. P. 97–99.

Kerkis Ju.Ja., Sablina O.V., Radjabli S.I., Bocharov E.F. Chromosome abnormalities in peripheral leukocytes of hepatitis patients // The Human Chromosomes Newslett. 1967.

Лебедева Л.И., Керкис Ю.Я., Мягкая Т.Т. Зависимость развития облученных семян от температуры проращивания // Радиобиология. 1968. Т. 8. Вып. 2. С. 293–298.

Керкис Ю.Я. [Без названия. Рецензия на учебник: М.Е. Лобашев. «Генетика» , изд. 2-е. Изд-во ЛГУ, 1967 г.] // Генетика. 1968. Т. 4. № 6. С. 185–186.

Осетрова Т.Д., Керкис Ю.Я. Радиочувствительность хромосом в клетках разных органов эмбрионов мышей линии BALB, C_{57}Bl и реципрокных гибридов // Генетика. 1968. Т. 4. № 8. С. 58–62.

Осетрова Т.Д., Морозова Л.М., Керкис Ю.Я. Радиочувствительность хромосом в эмбриональных фибробластах *in vivo* и *in vitro* у разных видов и линий млекопитающих // Генетика. 1968. Т. 4. № 10. С. 85–91.

Kerkis Ju.Ja., Logvinova V.V., Osetrova T.D. Cell and organismal factors determining spontaneous mutability and radiosensitivity of mammal // Proc. of the 12th Intern. Cong. of Genetics. Tokio. 1968. V. 1. P. 95.r

Kerkis Ju.Ja., Sablina O.V., Pospelova T.V., Jasnova L.N. Factors capable of induced «spontaneous» mutagenesis in man // Proc. of the 12th Intern. Congr. of Genetics. Tokio. 1968. V. 1. P. 98.

Lebedeva L.I., Ermolaev V.K., Kerkis Ju.Ja. Chromosome aberrations in pea seeds spontaneous, X-ray induced and during post-irradiation storage //

Proc. of the 12th Intern. Congr. of Genetics. Tokio. 1968. V. 1. P. 110.

Керкис Ю.Я., Полищук А.М. Цивилизация и наследственные болезни // Природа. 1969. № 1. С. 33–39.

Керкис Ю.Я., Яснова Л.Н., Урженко А.В. Действие водно-солевых экстрактов из тканей мышей на предварительно облученные наследственные структуры // Докл. АН СССР. 1969. Т. 186. № 1. С. 195–197.

Керкис Ю.Я. Генетика пола // Биология в школе. 1969. № 1. С. 11–22.

Жданова Н.С., Саблина О.В., Керкис Ю.Я. Влияние вируса осповакцины на хромосомный аппарат клеток первичной культуры эмбриональных фибробластов человека // Генетика. 1970. Т. 6. № 1. С. 151–156.

Керкис Ю.Я., Жданова Н.С., Поспелова Т.В. и др. Изменчивость кариотипа детей и родителей в норме и при некоторых врожденных аномалиях // Генетика. 1970. Т. 6. № 7. С. 150–156.

Керкис Ю.Я., Ильинских Н.Н., Казначеев В.П. и др. Влияние стрептолизина-О на возникновение хромосомных аберраций в культуре эмбриональных фибробластов человека // Генетика. 1970. Т. 6. № 8. С. 170–174.

Лебедева Л.И., Керкис Ю.Я., Мягкая Т.Т. Влияние старения семян на спонтанные и радиационные перестройки хромосом // Генетика. 1970. Т. 6. № 11. С. 145–148.

Логинова В.В., Керкис Ю.Я., Попова И.А. Анеуплоидия в клетках костного мозга крыс после инъекции гидрокортизона // Цитология. 1970. Т. 12. № 12. С. 1579–1582.

Kerkis Ju.Ja., Osetrova T.D., Logvinova V.V. The physiological state, genotype and chromosome radiosensitivity in somatic cells of mammals // 4th Congr. Intern. de Radiobiol. et Physicochimie des Rayonnements. 1970. 116. P. 445.

Osetrova T.D., Kerkis Ju.Ja., Kondrina L.P. The study of radiosensitivity of somatic and germ cells in various mouse strains and their reciprocal hybrids at different stages of ontogenesis // 4th Congr. Intern. de Radiobiol. et Physicochimie des Rayonnements. 1970. 164. P. 638.

Керкис Ю.Я., Скорова С.В. Мутагенный эффект иммунологического стресса при тканевой несовместимости у мышей // Генетика. 1971. Т. 7. № 11. С. 70–74.

Логвинова В.В., Керкис Ю.Я. Радиочувствительность хромосом крыс Вистар, резистентных и чувствительных к звуку // Радиобиология. 1971. Т. 11. № 5. С. 696–670.

Исакова Г.К., Экштат Б.Я., Керкис Ю.Я. Об изучении мутагенного действия химических веществ при гигиеническом нормировании // Гигиена и санитария. 1971. № 11. С. 9–13.

Керкис Ю.Я. Некоторые актуальные вопросы радиационной генетики // Тез. 2 съезда ВОГиС, Москва. 31января–5 февраля 1972. Пленарные заседания. М., 1972. С. 108–109.

Керкис Ю.Я., Бочаров Е.Ф., Казначеев В.П. Вирусы и хромосомные аномалии // Тез. 2 съезда ВОГиС, Москва. 31января–5 февраля 1972. Выставка 1. М., 1972. С. 49.

Керкис Ю.Я., Серова И.А., Логвинова В.В., Скорова С.В. Гуморальные факторы спонтанного мутагенеза у человека и млекопитающих // Тез. 2 съезда ВОГиС, Москва. 31 января–5 февраля 1972. М., 1972. В 11 35. С. 61.

Осетрова Т.Д., Кондрина Л.П., Сайфутдинов Б.Н., Керкис Ю.Я. Изучение спонтанной и индуцированной мутабильности соматических и половых клеток мышей линий BALB и C_{57}Bl и их реципрокных гибридов // Тез. 2 съезда ВОГиС, Москва. 31 января–5 февраля 1972. М., 1972. С 11А-3. С. 110.

Kerkis Ju.Ja., Skorova S.V. Humoral factors of «spontaneous» mutagenesis in mammals and man // Mutat. Res. 1973. V. 18. P. 179–185.

Матвеева В.Г., Керкис Ю.Я., Осипова Л.П. Мутагенный эффект пестицида ДДБ и хлоридина в костном мозге и половых клетках мышей // Генетика. 1973. Т. 9. № 2. С. 67–76.

Матвеева В.Г., Керкис Ю.Я., Экштат Б.Я. Мутагенный эффект пестицида ДДБ в клетках костного мозга млекопитающих при длительном введении // Гигиена и санитария. 1973. № 1. С. 94–97.

Kerkis Jul. Ja., Skorova S.V. Humoral factors of «spontaneous» mutagenesis in mammals and man // Mut. Res. 1973. V. 18. P. 179–185.

Керкис Ю.Я., Осетрова Т.Д., Логвинова В.В. и др. Генетические и физиологические (гуморальные) факторы, контролирующие индуцированный и спонтанный мутационный процесс у млекопитающих // Проблемы теоретической и прикладной генетики. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1973. С. 75–94.

Керкис Ю.Я. Значение и методы учета мутагенного воздействия загрязнений среды // Тр. Междунар. симпоз. по мутагенному действию загрязнений среды. Прага, 1973. С. 165.

Керкис Ю.Я. Генетика человека // Общая биология. 2-е дополненное издание. М.: Просвещение, 1974.

Керкис Ю.Я., Скорова С.В. Хромосомные нарушения в лейкоцитах у больных аллергией // Бюл. эксперим. биол. и медицины. 1974. № 3. С. 101–103.

Серова И.А., Керкис Ю.Я. Цитогенетический эффект некоторых стероидных гормонов и изменение активности лизосомных ферментов *in vitro* //

Генетика. 1974. Т. 10. № 3. С. 142–149.
Керкис Ю.Я., Скорова С.В. Цитогенетический эффект иммунологических конфликтов у мышей и человека // Вопросы теоретической и прикладной генетики. Информационные материалы за 1974 г. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1975. С. 25.
Логвинова В.В., Керкис Ю.Я. Частота мутаций в половых клетках мышей после инъекций гидрокортизона // Вопросы теоретической и прикладной генетики. Информационные материалы за 1974 г. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1975. С. 26.
Полищук А.М., Керкис Ю.Я. Изучение мутагенной активности стоков целлюлозно-бумажной промышленности на рыбах // Вопросы теоретической и прикладной генетики. Информационные материалы за 1974 г. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1975. С. 106–107.
Матвеева В.Г., Керкис Ю.Я., Экштат Б.Я. К вопросу стандартизации тестирования мутагенной активности химических соединений // Гигиена и санитария. 1975. № 2. С. 87–90.
Kerkis Jul. Some problems of spontaneous and induced mutagenesis in mammals and man // Mut. Res. 1975. V. 29. P. 271–277.
Логвинова В.В., Керкис Ю.Я. Мутагенные эффекты аллергических реакций // Вопросы теоретической и прикладной генетики. Оперативно-информационные материалы за 1975 г. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1976. С. 111.
Керкис Ю.Я. Нужна ли криминологам генетика? // Природа. 1976. № 8. С. 148–150.
Керкис Ю.Я. Генетические последствия загрязнений среды // Природа. 1976. № 9. С. 32–33.
Керкис Ю.Я., Скорова С.В., Логвинова В.В. Эндогенные факторы спонтанного мутагенеза у млекопитающих // Третий съезд ВОГиС им. Н.И. Вавилова. Ленинград, 16–20 мая 1977. Тез. докл. Л.: Наука, 1977. С. 211.
Керкис Ю.Я., Скорова С.В. О факторах, концентрирующих интенсивность спонтанного мутационного процесса // Информ. бюл. научных совещаний по проблемам радиобиологии. 1977. № 20. С. 51–52.
Скорова С.В., Керкис Ю.Я. Исследование мутагенного эффекта гистамина и брадикинина в культуре клеток млекопитающих // Докл. АН СССР. 1977. Т. 232. № 2. С. 478–481.
Керкис Ю.Я. Из воспоминаний генетика // Знание – сила. 1988. С. 52–59.
Керкис Ю.Я. Неизвестные страницы из жизни Н.И. Вавилова // Природа. 1989. № 3. С. 97–102.
Керкис Ю.Я. Как я стал овцеводом // Природа. 1995. № 5. С. 87–92.

Ю.Я. Керкис – редактор

Соколовская Б.Х. Сто задач по генетике и молекулярной биологии. Новосибирск: Наука, 1971. 64 с.
Стивенсон А., Дэвисон Б. Медико-генетическое консультирование. Пер. с англ. Т.В. Поспеловой, В.А. Поспелова / Под ред. и с предисловием д-ра биол. наук. Ю.Я. Керкиса. М.: Мир, 1972. 504 с.

Статьи в прессе

Керкис Ю. Большие перспективы // Вечерний Новосибирск. 1958. 20 сентября.
Керкис Ю. Экспериментальная полиплоидия у животных // За науку в Сибири. 1962. № 35. (29.08.1962).
Керкис Ю.Я. Ионизирующая радиация и наследственность // Здоровье. 1963. № 11. С. 2–3.
Керкис Ю.Я. Что такое вегетативная гибридизация (в помощь учителю) // Учительская газета. 1965. 4 марта.
Керкис Ю.Я. Наследственность и воспитание // Советская Сибирь. 1972. № 140 (15757) 16 июня.
Керкис Ю. Расти отарам гиссарских овец // Коммунист Таджикистана. № 104 (13885). 4 мая 1976. С. 2.

Литература о Ю.Я. Керкисе

Торжество Советской биологической науки. Расширенное заседание Президиума Таджикского филиала Академии наук СССР, посвященное обсуждению итогов августовской сессии Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук // Коммунист Таджикистана. 1948 (17 сентября). № 136 (5479).
Юлий Яковлевич Керкис (к 60-летию со дня рождения) // Генетика. 1967. № 6. С. 142–144.
Ю.Я. Керкис [Некролог] // За науку в Сибири. 1977. 10 февраля. С. 3.
Памяти Юлия Яковлевича Керкиса // Генетика. 1978. Т. 14. № 4. С. 737–738.
Берг Р. Суховей. N.Y.: Chalidze Publications, 1983. 335 с. (С. 112, 196, 225, 235, 236, 243, 244, 309, 311, 316, 318, 320–323).
Голубовский М.Д. Три периода жизни генетика Керкиса (1907–1977) // Знание – сила. 1988. С. 50–51.
Ростовцева Т.С. Путь в науку или называя фамилии: Воспоминания. Коломна, 2002. 79 с. (С. 59, 64, 70).
Берг Р.Л. Суховей. Воспоминания генетика. (2-е издание, доп.). М.: Памятники исторической мысли. 2003. 527 с. (С. 136, 252, 284, 301, 302,

309, 310, 399, 401, 405, 406, 410–412, фото).
А.А. Прокофьева-Бельговская. Портрет на фоне хромосом. М.: Научный мир, 2005. 320 с. (39, 60, 68, 73, 87, 114, 120, 191, 236–238).
Медведев Н.Н. Юрий Александрович Филипченко. 1882–1830. М.: Наука, 2006. 230 с. (16, 26, 87, 146, 163, 165, 184, 186, 193).
Воронцов Н.Н. Наука. Ученые. Общество. (Избранные труды) / Отв. ред. Е.А. Ляпунова. М.: Наука, 2006. 436 с.

Л.И. Лебедева, И.К. Захаров

Раздел журнала посвящен 140-летию выхода на русском языке труда Ч. Дарвина «The Variation of Animals and Plants under Domestication», который был переведен В.О. Ковалевским и начал издаваться в России в 1867 г., раньше, чем в Англии, под названием «Прирученные животные и возделанные растения». В статьях раздела освещаются история, достижения, проблемы и перспективы биологии, генетики и селекции животных, рассматриваются критерии, используемые при классификации пород, анализируются особенности доместикационных преобразований при промышленном разведении пушных зверей.

Приглашенный редактор раздела журнала – О.В. Трапезов (Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск).

Трапезов Олег Васильевич. Кандидат биологических наук, заведующий сектором генетики куньих ИЦиГ СО РАН. Специалист в области разведения, селекции и генетики пушных зверей. Его работы посвящены экспериментальному воспроизведению эффектов дестабилизирующего отбора на модели американской норки и других видах семейства Mustelidae. Автор нового оригинального типа окраски американской норки «Черный хрусталь». Его работы были представлены на Всероссийских агропромышленых выставках и были удостоены 3 золотых медалей (2004, 2005 и 2006 гг.).

Член редколлегий журналов «Кролиководство и звероводство» и «Философия науки».

Выполняет совместные исследования с научно-исследовательскими учреждениями Карельского научного центра РАН, РАСХН, племенными звероводческими хозяйствами России.

Под руководством О.В. Трапезова защищены две дипломные работы и одна кандидатская диссертация.

Автор и соавтор 115 научных публикаций, в том числе 1 монографии и 5 сборников. Автор двух патентов и одного авторского свидетельства.

ВЛАДИМИР КОВАЛЕВСКИЙ КАК ПЕРЕВОДЧИК И ИЗДАТЕЛЬ ТРУДА ЧАРЛЗА ДАРВИНА «THE VARIATION OF ANIMALS AND PLANTS UNDER DOMESTICATION»

Я.М. Галл

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники РАН;
Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, г. Пушкин, Россия,
e-mail: Yasha@JG7549.spb.edu

Труд в двух томах Ч. Дарвина по доместикации животных и растений «The Variation of Animals and Plants under Domestication» появился на книжных полках Лондона 30 января 1868 г. В России он появился в полном объеме раньше – в ноябре 1867 г. Более того, уже с июня 1867 года книга Дарвина начала появляться в России в виде тоненьких книжечек по мере поступления корректурных листов из Лондона и очень быстрого их перевода на русский язык. Естественно, встает вопрос, как могло такое произойти?

Переводчиком и издателем труда Ч. Дарвина был Владимир Онуфриевич Ковалевский (1842–1883). Тот самый В. Ковалевский, который был основоположником эволюционной палеонтологии в широком ее понимании, включая палеоэкологию и палеоэтологию. Владимир был родным братом Александра Онуфриевича Ковалевского (1840–1909) – основоположника эволюционной эмбриологии. Последний прославился оригинальными исследованиями над ланцетником и асцидиями как переходными формами между беспозвоночными и позвоночными животными. В результате выражение «братья Ковалевские» вошло в научный обиход, обозначающее классиков мировой эволюционной биологии. Жизнь у братьев сложилась совершенно по-разному. Александр прошел прямой путь, посвятив всю свою жизнь служению науке и университетскому образованию, а жизнь Владимира была настолько сложной и даже совершенно необычной для классика науки, что его творчество привлекло широкое внимание палеонтологов, историков науки, писателей (Борисяк, 1928; Давиташвили, 1951; Решетов, 1986; Резник, 1978; Тодес, 2005).

Научная деятельность Владимира Ковалевского была очень кратковременной и все его основные труды по эволюционной палеонтологии были опубликованы между 1873 и 1877 гг. Четыре монографии В. Ковалевского, изданные на немецком, английском и французском языках, по словам одного из лидеров мировой палеонтологии и директора Американского музея естественной истории Г. Осборна, смели всю сухую традиционную европейскую палеонтологию. Они были проникнуты новыми идеями Дарвина, и вопросам происхождения в них придается гораздо большее значение, чем установлению новых родов и видов (Osborn, 1894, P. 189). Крупнейший бельгийский палеонтолог, автор закона необратимости эволюции Л. Долло в развитии палеонтологии выделяет три эпохи: мифологическую, или эмпирическую; морфологическую, или рациональную; эволюционную, или зрелую. Наиболее характерной фигурой третьей эпохи развития палеонтологии Л. Долло представляется В.О. Ковалевский. «Ни один палеонтолог не воплощает так совершенно нашу третью эпоху, как гениальный и несчастный Владимир Ковалевский, друг и гость бессмертного Чарлза Дарвина. Начиная с работ Ковалевского палеонтология приобретает свою дефинитивную форму, так как она неразрывно соединяет в себе понятия эволюции и морфологии. Реальная филогения, опирающаяся не только на морфологическую основу, но и на хронологическую, получает в его трудах наиболее совершенное выражение» (цит. по: Габуния, 1974, С. 181).

После работ В.О. Ковалевского изучение

ЧАРЛЬЗЪ ДАРВИНЪ.

ПРОИСХОЖДЕНІЕ ВИДОВЪ.

ОТДѢЛЪ I.

ИЗМѢНЕНІЯ ЖИВОТНЫХЪ И РАСТЕНІЙ ВСЛѢДСТВІЕ ПРИРУЧЕНІЯ.

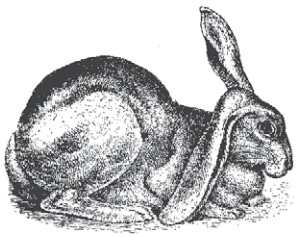
ПРИРУЧЕННЫЯ ЖИВОТНЫЯ

И

ВОЗДѢЛАННЫЯ РАСТЕНІЯ.

ПЕРЕВЕДЕНЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО СЪ СОГЛАСІЯ И ПРИ СОДѢЙСТВІИ АВТОРА В. Ковалевскій.

ПОДЪ РЕДАКЦІЮ И. М. СѢЧЕНОВА.



ПЕТЕРБУРГЪ. 1867.

ЧАРЛЬЗЪ ДАРВИНЪ.

ПРОИСХОЖДЕНІЕ ВИДОВЪ.

ОТДѢЛЪ I.

ИЗМѢНЕНІЯ ЖИВОТНЫХЪ И РАСТЕНІЙ ВСЛѢДСТВІЕ ПРИРУЧЕНІЯ.

ПРИРУЧЕННЫЯ ЖИВОТНЫЯ

И

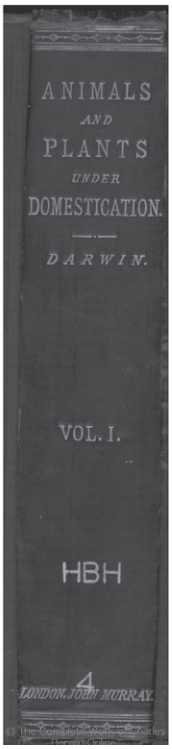
ВОЗДѢЛАННЫЯ РАСТЕНІЯ.

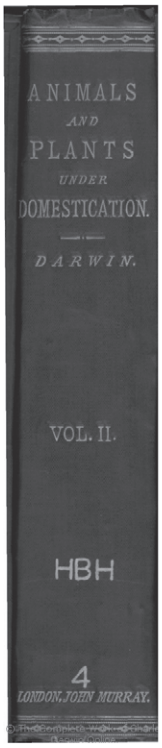
ПЕРЕВЕДЕНЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО СЪ СОГЛАСІЯ И ПРИ СОДѢЙСТВІИ АВТОРА **В. Ковалевскій.**

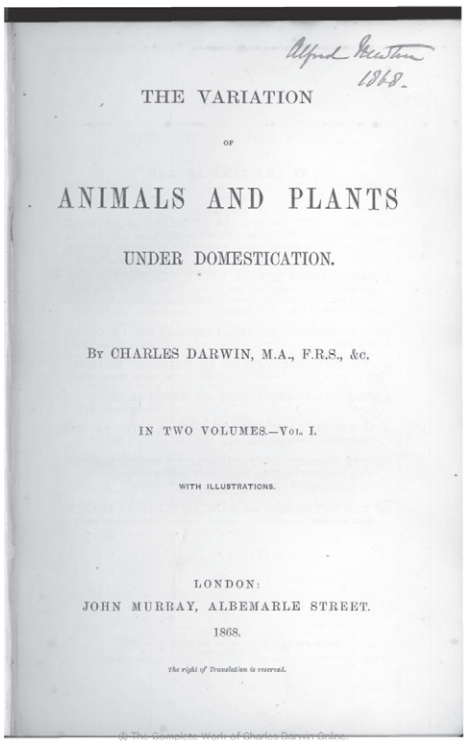
ПОДЪ РЕДАКЦІЮ **И. М. Сѣченова,** БОТАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПОДЪ РЕДАКЦІЮ **А. Гезда.**

ТОМЪ I.

ПЕТЕРБУРГЪ. 1868.







THE VARIATION

OF

ANIMALS AND PLANTS

UNDER DOMESTICATION.

By CHARLES DARWIN, M.A., F.R.S., &c.

IN TWO VOLUMES.—Vol. I.

WITH ILLUSTRATIONS.

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1868.

The right of Translation is reserved.

Издания трудов Ч. Дарвина 1867 и 1868 гг. на русском и английском языках.

эволюции лошадиных стало ведущей областью палеонтологических работ, и публикации в этой области читали все палеонтологи и биологи самых разных специальностей. Здесь даже напрашивается сравнение роли работ по эволюции лошадиных с генетическими исследованиями на дрозофиле. Специальный анализ работ В.О. Ковалевского в области эволюционной палеонтологии выполнен в книге К.М. Завадского (1973), а в популярной форме – в книге В.Ю. Решетова. Я не имею возможности анализировать научные труды В. Ковалевского, так как в статье ставится совершенно другая задача. Можно только удивляться, что за такой короткий период Ковалевский совершил переворот в давно устоявшейся традиционной науке и вывел ее на совершенно новый исследовательский уровень. Всего четыре года В. Ковалевский был и учеником и одновременно первоклассным исследователем. Это действительно уникальный феномен и, по-видимому, его никто и никогда не сможет повторить. Попытаемся выявить те главные причины, которые определили столь быстрый выдающийся результат в науке, достигнутый человеком, до этого не имевшим прямого отношения к научной деятельности.

Интерес к естественным наукам пробудился у Владимира в 1860-е гг., и глубокое изучение его мотивации выполнено в небольшой, но очень содержательной работе американского историка науки Д. Тодеса, которая увидела свет в русском переводе в 2005 г. В 1860-е гг. Россия «проснулась», и под влиянием Герцена и Писарева молодежь потянулась к естественным наукам. Среди этой молодежи и был В. Ковалевский, который полагал, что переводы и издания классических и популярных трудов по биологии, геологии, минералогии создадут благоприятную почву для развития наук в России. Эта интенсивнейшая и кропотливая работа создала такой обширный научный кругозор у молодого человека, какого не было ни у одного маститого ученого того времени. Наука была уже достаточно специализированной. Более того, научный кругозор Владимира четко проявился в будущем, когда он занимался собственно научной деятельностью. Именно благодаря научному кругозору Ковалевский сумел за 4 года интенсивной научной работы в области палеонтологии стать мировым классиком.

В. Ковалевский, быть может, лучше всех в России понимал всю научную значимость трудов Ч. Дарвина по теории эволюции и мечтал не только переводить его труды на русский язык, но и стать его другом. Он несколько раз встречался с Ч. Дарвином и между ними установилась регулярная переписка. Владимир постоянно просил у Дарвина разрешения на издание трудов и рукописей, над которыми Дарвин работал, чтобы российские читатели как можно скорее смогли бы ознакомиться с творениями гениального британца. К величайшему сожалению, все письма Дарвина к В. Ковалевскому утеряны, за исключением одного, посланного 21 мая 1873 г., которое Владимир переслал брату Александру. В частности, Владимир сообщал, что хотел бы посвятить один из своих трудов Дарвину. Ответ Дарвина был таков: «Посвящение, о котором Вы говорите, было бы весьма лестным для меня, и я смотрю на него как на великую честь» (Дарвин, 1850, С. 232). В 1877 г. К.А. Тимирязев посетил Дарвина в Дауне, в разговоре возникла тема русской науки. Дарвин несколько раз упомянул Ковалевского, и на вопрос Тимирязева имеет ли он в виду Александра, зоолога, Дарвин прямо сказал: «Нет, Владимира; по моему мнению, его палеонтологические исследования имеют еще более важное значение, чем зоологические труды его брата» (см.: Тимирязев, 1939, С. 562).

В переписке В. Ковалевского с братом Александром содержится много сведений о том, как Владимир работал над переводом книги Дарвина и как быстро он переводил корректурные листы, получаемые из Лондона (Гайсинович, 1988). Ведь объем книги составлял 900 страниц и она вышла как двухтомное издание. С мая 1867 г. Владимир начал получать корректурные листы от Дарвина, переводные листы брошюровались и издавались в виде тоненьких книжечек. Владимира волновали вопросы с рисунками к книге и оформление обложки к брошюрам. До начала перевода дарвиновой книги Ковалевский издал книгу «Иллюстрированная жизнь животных» А. Брэма и имел клише с разнообразными рисунками. Кроме того, Дарвин прислал клише с его рисунками к книге, но у Ковалевского возникла идея дополнить книгу рисунками, взятыми из книги А. Брэма. 28 мая–9 июня 1867 г. Владимир писал Александру: «Дарвин выходит послезавтра, уже 5 листов отпечатаны, и дело

стало за оберткой. Из Лондона высланы, как пишет Дарвин, еще 5 листов. Клише высланы на все два тома прелестные. Дарвин в восхищении от моей мысли приложить к концу книги рисунки из Брэма, редакция Ивана Михайловича [Сеченова], так что опасаться конкуренции нечего» (Гайсинович, 1988, С. 32).

С оформлением обложки, и особенно ее оборота, дело обстоит куда сложнее. На обложке и на титульном листе сначала стоит название «Происхождение видов…», а уже после – «Изменения животных и растений вследствие приручения». Вопрос проясняется текстом, который помещен на обороте обложки, и этот текст был сохранен во всех изданных книжечках или брошюрах, которые в ноябре 1867 г. были сшиты в книгу.

Хорошо известно, что Ч. Дарвин готовил многотомное издание под названием «Естественный отбор», или «Естественный отбор видов», но не успел закончить этот основной труд по теории эволюции. Незаконченная рукопись увидела свет в 1875 г., и анализ этой важной рукописи был дан мной ранее на страницах «Вестника ВОГиС» (см. Галл, 2004). «Происхождение видов» Дарвин извлекал из этой большой книги в спешке, так как он находился в условиях конкуренции с А. Уоллесом, открывшим естественный отбор совершенно независимо от него. В беседах с В. Ковалевским Ч. Дарвин делился своими суждениями о незаконченной рукописи. Более того, во введении к книге «О происхождении видов…» Дарвин прямо написал, что настоящий труд представляет собой лишь извлечение из большой книги.

Ковалевский на обороте обложки прямо указал, что публикуемый труд и есть та большая незаконченная рукопись о происхождении видов, над которой Дарвин работал многие годы. Вот почему В. Ковалевский так спешил с публикацией книги «Вариация животных и растений при доместикации». Он мечтал о том, чтобы русское издание было первым в мире. У В. Ковалевского были основания считать издаваемую книгу в качестве незаконченной большой рукописи Дарвина. Если углубиться в текст переводимой книги Дарвина, то можно обнаружить, что в ней поднимаются и обсуждаются следующие общебиологические проблемы: размер вариации; условия, при которых организмы варьируют; законы вариации; отношения между вариацией и наследственностью; отбор при естественных и искусственных условиях. М. Гизлин точно подметил, что при обсуждении любой из этих тем Дарвин последовательно показал, что вариаций в природе много и условия доместикации легко их обнаруживают (Ghiselin, 2003). Доместикация – великий эксперимент по выявлению запасов изменчивости в природе и возникновению новых наследственных и ненаследственных вариаций, но наука сейчас испытывает трудность в их объяснении. Все гипотезы, объясняющие происхождение и наследование вариаций, по словам самого Дарвина, носят временный характер, в том числе и его собственные (гипотеза пангенезиса). Доминирование общеэволюционных тем в книге Дарвина о доместикации и давало право Ковалевскому считать переводимый им труд частью «Большой» книги Дарвина о виде. Но история опровергла это мнение Ковалевского.

После перевода книги Дарвина о доместикации Ковалевский совместно с М.А. Боковой также перевели на русский язык книгу Дарвина «Выражение эмоций у человека и животных», которая увидела свет в 1872 г. Она также была издана по корректурным листам и появилась в один и тот же год и в Лондоне, и в Петербурге. В процессе работы над переводом Ковалевский все время находился в состоянии волнения, так как не было никакой уверенности в том, что цензура даст добро на тиражирование перевода.

В заключение следует сказать несколько слов о браке Владимира Ковалевского с Софьей Васильевной Корвин-Круковской (в замужестве Софья Ковалевская) – первой в России женщиной-математиком. Эта тема обросла самыми разными суждениями и откровенными сплетнями.

Молодые обвенчались 15(27) сентября 1868 г. и уехали в Петербург. Восемнадцатилетняя Софья Васильевна была поразительно развитой и одаренной женщиной. Особенно ее талант проявлялся в математике, она мечтала получить университетское образование и всю жизнь служить науке. В апреле 1869 г. супруги Ковалевские уехали в Гейдельберг для поступления в университет. Несмотря на то что Владимиру было уже 27 лет, он с увлечением и свойственной ему энергией взялся за учебу в Гейльдербергском, а затем и в Мюнхенском и Берлинском университетах (подробнее см.:

Гайсинович, 1988). Он старался не отставать от жены в учебе и, несмотря на возраст, быстро наверстывал упущенное. Из писем к брату вполне очевидно, что лишь одного года студенчества ему было достаточно, чтобы понять основные задачи, которые должны ставить и решать историческая геология и эволюционная палеонтология для изучения истории жизни на Земле. На мой взгляд, брак способствовал становлению В. Ковалевского – переводчика научных трудов в крупнейшего ученого своего времени. Этот аспект личной жизни В. Ковалевского почему-то замалчивается или же не достаточно точно описан в литературе. Вполне можно предположить, что если бы В. Ковалевский с женой не устремились учиться в Германию, то его дальнейшая творческая судьба сложилась бы иначе. Возможно, он стал бы публицистом, пропагандистом дарвинизма, активным общественным деятелем. Несомненно, и Софья Васильевна также была прямой «виновницей» в том, что Владимир Ковалевский стал основателем эволюционной палеонтологии. О дальнейших отношениях супругов не стоит говорить, здесь было все, как и во многих семьях. Периоды любви сменялись периодами ревности и подозрительности. Но это и есть жизнь. А пагубный конец В. Ковалевского, прежде всего, связан с тем, что на Родине он встретил стену непонимания и даже враждебности. Владимира Ковалевского, доктора Йенского университета, в Одессе в 1873 г. откровенно и специально завалили на магистерском экзамене, устроили лидеру мировой палеонтологии настоящую «баню». Даже брат Александр совершенно не понимал Владимира и в 1871 г. писал И.И. Мечникову, что брат «собирает какие-то косточки и настрочил какую-то диссертацию» (Тодес, 2005, С. 72). И.И. Мечников, находившийся в Одессе, также плохо понимал работы В. Ковалевского, но он, как полагается в таких случаях, запросил мнение ведущих специалистов из Европы и все отзывы были положительными. Но И.И. Мечников никак не мог повлиять на ход событий, так как экзамен находился вне области его компетенции. А В. Ковалевский мечтал готовить молодежь к творческой работе и работать именно в России, несмотря на лестные предложения, поступавшие ему от западноевропейских университетов. В декабре 1880 г. В. Ковалевский был избран доцентом в Московском университете, но было уже поздно, так как он уже был полностью истерзан, лишен и творческих, и душевных сил. Да и должность явно не соответствовала его научному статусу. Простое слово «понимание» на самом деле заключает в себе магический смысл, так как решает многое и в науке, и в жизни.

Работа поддержана Грантом РГНФ (код проекта 06-03-00533а).

Литература

А.О. и В.О. Ковалевские. Переписка 1867–1873 гг. / Под ред. А.Е. Гайсиновича. М.: Наука, 1988. 348 с.

Борисяк А.А. В.О. Ковалевский, его жизнь и научные труды. М., 1928. 135 с.

Габуния Л.К. Луи Долло (1857–1931). М.: Наука, 1974. 264 с.

Галл Я.М. Генетика, динамичная экология и таксономия в «зрелой» теории Ч. Дарвина (принцип дивергенции) // Информ. вестник ВОГиС. 2004. Т. 8. № 3. С. 151–163.

Давиташвили Л.Ш. В.О. Ковалевский. 2-е дополненное изд-е. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 578 с.

Дарвин Ч. Избранные письма. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1950. 375 с.

Завадский К.М. Развитие эволюционной теории после Дарвина (1859–1920-е годы). Л.: Наука, 1973. 423 с.

Резник С.Е. Владимир Ковалевский (Трагедия нигилиста). М.: Молодая гвардия, 1978. 336 с.

Решетов В.Ю. В.О. Ковалевский. М.: Просвещение, 1986. 126 с.

Тимирязев К.А. У Дарвина в Дауне // К.А. Тимирязев. Сочинения. 1939. Т. 7. С. 551–568.

Тодес Д.В. О. Ковалевский: возникновение, содержание и восприятие его работ по палеонтологии. С.-Пб.: Нестор-история, 2005. 100 с.

Ghiselin M. The Triumph of the Darwinian Method. Dover Publication, 2003. 287 p.

Osborn H. The rise of mammalia in North America // Proc. Amer. Assoc. Sci. 1894. V. 42. P. 189–227.

ОБ ОДОМАШНИВАНИИ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ (К 140-ЛЕТИЮ ВЫХОДА В РОССИИ ТРУДА Ч. ДАРВИНА: «ПРИРУЧЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ И ВОЗДЕЛАННЫЕ РАСТЕНИЯ»)

О.В. Трапезов

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия,
e-mail: trapezov@bionet.nsc.ru (office), trapezov@academ.org (home)

После публикации в 1859 г. «Происхождения видов…» (Ч. Дарвин, 1859) в России раньше, чем на родине в Англии, под редакцией В.О. Ковалевского выходит второй главный труд Ч. Дарвина: «Приручение животные и возделанные растения» (1867), в которой предлагалось вместе с «Происхождением видов…» рассматривать доместикацию как форму эволюционного процесса или видообразования, где большую роль играет искусственная, а не естественная селекция. В конце 1950-х–начале 1960-х гг. под руководством академика Д.К. Беляева на модельных объектах клеточного пушного звероводства был предложен оригинальный подход, позволяющий ускорить темпы одомашнивания, соизмерив их с продолжительностью человеческой жизни, и благодаря этому увидеть исходные моменты в доместикационных преобразованиях диких животных. Эволюционно-генетической школой Д.К. Беляева показано, что стрессовые воздействия могут ускорять темп как доместикационных, так и эволюционных преобразований путем повышения изменчивости в популяциях.

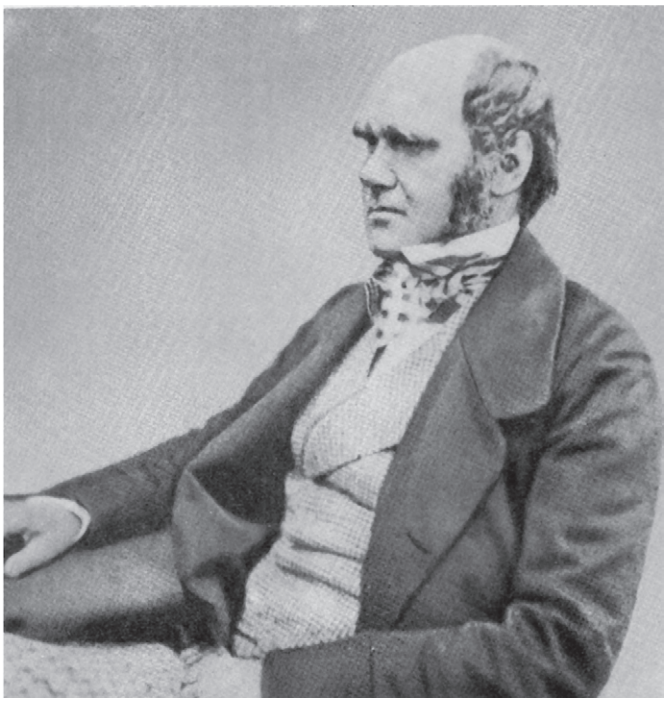
Главный труд Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора» (Darwin, 1859, 1872; Дарвин, 1991) начинается с разбора потрясающей изменчивости, вскрытой искусственным отбором при доместикации. По этой причине сразу, как только в 1859 г. было опубликовано «Происхождение…», Дарвин берется за основательную проработку вопросов доместикации в своем следующем труде «Изменение животных и растений при одомашнивании» (Дарвин, 1867; Darwin, 1868). Эта работа Дарвина была переведена на русский язык и издана в России основателем эволюционной палеонтологии, автором классического труда по истории доместикации копытных животных Владимиром Онуфриевичем Ковалевским. Желая познакомиться с Дарвином, Ковалевский 22 августа 1867 г. приезжает в Даун, куда с 1842 г., желая жить подальше от шумных Лондона, Кембриджа и Оксфорда, переселяется Дарвин. После личного знакомства с Ковалевским Дарвин дал согласие на его просьбу высылать корректурные листы своей книги по мере их набора.

Дарвин писал тогда по этому поводу своему другу геологу Чарлзу Лайелю, что один русский переводит его новую книгу на русский язык, и он говорит, что его необычайно много читают в России.

И это было действительно так. Выход произведений Ч. Дарвина в России отвечал запросам отечественной научной мысли, устремившейся к изучению естествознания в 60-е годы 19 столетия. В эти годы И.С. Тургенев напишет «Дворянское гнездо» (1859), мастер реалистической прозы И.А. Гончаров – «Обломова» (1859), 15 июня 1860 г. состоится первая постановка «Грозы» драматурга А.Н. Островского. В том же 1860 г. революционер, писатель и философ А.И. Герцен в журнале «Колокол» впервые упомянет дарвиновское «Происхождение видов…».

В 1864 г. в России одновременно выходят 4 труда. Профессор Московского университета С.А. Рачинский публикует первый перевод на русский язык «Происхождение видов». Издается перевод лекций К. Фогта «Человек и его место в природе». Неизвестный переводчик

Владимир Онуфриевич Ковалевский в 1869 г.



Чарлз Дарвин в 1854 г.

выпускает «Древность человека» английского геолога, друга Дарвина Чарлза Лайеля. Наконец, революционный демократ Д.И. Писарев в своем сочинении «Прогресс в мире животных и растений» в блестящей публицистической форме излагает идеи Дарвина и дискуссии вокруг них. «Родиться на свет – самая простая штука, но прожить на свете – это уже очень мудрено», – так излагал Писарев идеи Дарвина в очерке «Борьба за жизнь». Огромное большинство органических существ вступает в мир, как в громадную мясорубку, где повара ежеминутно рубят, потрошат, варят и поджаривают друг друга; попавши в такое странное общество, иное существо прямо из утробы матери переходит в какой-нибудь котел и поглощается одним из поваров; но не успел еще повар проглотить свой обед, как он уже сам, с недожеванным куском во рту, сидит в котле и обнаруживает чисто пассивные достоинства, свойственные хорошей котлете» (Писарев, 1894).

Несмотря на вульгаризацию дарвинизма Писаревым его попытки перенести принцип «борьбы за существование» с мира живой природы на человеческое общество, в России большинство естествоиспытателей с теми или иными оговорками дарвинизм приняли, и он стал знаменем шестидесятников 19-го столетия. Предложенная Дарвином концепция «естественного отбора в объяснении происхождения видов» в силу аналогии с селекцией при создании пород домашних животных и сортов растений – процессом, осуществляемым человеком, была легко воспринята научной общественностью. Из таких людей достаточно будет упомянуть И.И. Мечникова, А.О. Ковалевского, К.А. Тимирязева, И.М. Сеченова.

Брат В.О. Ковалевского, известный биолог-эволюционист Александр Онуфриевич Ковалевский, показавший в своих работах общность закономерностей развития позвоночных и беспозвоночных животных и тем самым доказавший эволюционное родство этих групп, на VII съезде русских естествоиспытателей и врачей в ту пору сказал: «Теория Дарвина была с сочувствием принята у нас в России. Тогда как в Западной Европе она встретила твердо установленные старые традиции, которые ей пришлось первоначально побороть, у нас ее появление совпало с пробуждением нашего общества после Крымской войны, и она сразу получила право гражданства как в научном, так и общественном мире и до сих пор пользуется общим сочувствием» (Ковалевский, 1948, С. 262).

Ученики российского эволюциониста додарвиновского периода К.Ф. Рулье: основатель отечественной зоогеографии Н.А. Северцов, зоолог и антрополог А.П. Богданов, С.А. Усов, выдающийся анатом Я.А. Борзенков – сразу же становятся пропагандистами дарвиновского учения.

Перевод книги Дарвина по доместикации животных и растений В.О. Ковалевский публиковал выпусками, первый из которых появился в мае 1867 г., за восемь месяцев до выхода в свет английского издания. Последние же выпуски русского перевода были изданы осенью 1868 г. Переводной русский вариант книги Ковалевский озаглавил: «Прирученные животные и возделанные растения» (1867). Таким образом, это классическое произведение Дарвина увидело свет в России несколько раньше, чем в Англии, где свою монографию Дарвин оба раза – в 1868 и 1875 гг. – издал в двух томах, первый из которых содержал главы I–XII, а второй – главы XIII–XXVIII (Darwin, 1868, 1875).

У Дарвина не было прямых данных о действии естественного обора в качестве причины эволюции, поскольку процесс накопления случайных вариаций для зарождения нового вида требует больших отрезков времени, гораздо превышающих продолжительность человеческой жизни. Поэтому в поисках подтверждения действенности своей теории он обратился к аналогии или модели – доместикации диких животных и растений. В середине 1838 г. он изучает – выпущенные в виде брошюр сельскохозяйственные и доместикационные материалы знаменитых английских селекционеров Дж. Себрайта и Дж. Уилкинса и пишет: «Сэр Джон Себрайт, один из самых искусных заводчиков, говорил относительно голубей, что он берется произвести какое угодно перо в три года, но ему потребуется шесть лет, чтобы получить желаемую форму головы или клюва» (Дарвин, 1991, С. 41). К тому же оба автора разъясняли действие искусственного отбора при создании пород сельскохозяйственных животных, приводя в пример аналогию с гибелью зверей в условиях дикой природы. И уже 16 декабря 1838 г. в «Четвертой записной книжке» (октябрь 1838 г.–июль 1839 г.) появляется первая запись Дарвина, указывающая на аналогию между породообразованием и происхождением видов: «Самая замечательная («beautiful») часть в моей теории состоит в том, что доместицированные расы созданы точно так же, как и виды, но последние более совершенны и процесс создания шел гораздо медленнее» (Дарвин, 1991, С. 41).

В середине 1839 г. Дарвин изучает «Садоводческие труды». Пометки на полях свидетельствуют о том, что он и там ищет и находит аналогии между естественным и искусственным отбором (Richardson, 1981). Именно использование Дарвином искусственного отбора в качестве модели действия естественного отбора свидетельствует о значимости селекционно-доместикационных исследований в формировании его идеи, объясняющей происхождение видов.

Известный в России исследователь дарвиновского наследия Я.М. Галл (1993) подчеркивает, что в построении теории происхождения видов путем естественного отбора Дарвин обращался к источникам не только по биологии, селекции и доместикации. Круг его исследований в 1837–1839 гг. был необычайно широк. Дарвин изучал много литературы по философии и политэкономии, социологии и демографии. Ответы на динамику количественных закономерностей в популяциях он находит в работах последователя Мальтуса, бельгийского математика и основателя строго научного метода изучения изменчивости А. Кэтле; в рассуждениях А. Смита об обществе, состоящем из свободных индивидов; в теоретических и философских дискуссиях на научных заседаниях Геологического общества. Дарвин, работая над проблемой вида, внимательно следит за дискуссией между философами К. Уэвеллом и Дж. Стюартом Миллем по вопросам научного метода. Следует сказать, что в это время в Англии философия науки получила большое развитие – это был период, когда в трудах английских философов и социологов идея индивидуального выживания в конкурентном обществе излагалась в виде количественных закономерностей. Все это иллюстрирует, что путь Дарвина к теории естественного отбора для объяснения происхождения видов был слишком сложным, чтобы его можно было свести к какому-либо одному фактору, например изучению практики животноводов, прочтению книги Мальтуса или исследованиям необычайной изменчивости вьюрков на островах Галапагосского архипелага. Теория естественного

отбора не была создана в один прием и в один день. Как впоследствии укажет выдающийся зоолог, систематик и философ, один из главных «архитекторов» синтетиче-ской теории эволюции Э. Майр, теория отбора Дарвина включает, по меньшей мере, восемь компонентов, и когда речь идет о создании такой теории, то на первое место выдвигается понимание взаимодействия между самими компонентами. Ну а поскольку у Дарвина все же не было прямых данных, объясняющих механизм происхождения видов, аналогия между естественным и искусственным отбором в какой-то мере их компенсировала (Галл, 1993). Майр делает на этом особый акцент: «именно из исследований животноводов Дарвин приобрел ряд ценных выводов. Вся деятельность в области доместикации выполняла для Дарвина роль полигона, на котором шла проверка его теоретических построений» (Mayr, 1982, P. 486). По мнению Майра: «…под воздействием исследований животноводов Дарвин начал переходить от эссенциализма к популяционному мышлению» (Ibid, цит. по Галл, 1993, С. 36–37).

Со времен Платона в науке господствовали взгляды, которые выдающийся английский философ К.Р. Поппер назвал эссенциализмом: мир состоит из ограниченного числа неизменяемых сущностей (идей, по терминологии Платона), а изменчивые проявления видимого мира – лишь неполные и неточные отражения этих сущностей. Согласно этой точке зрения, истинное изменение может произойти только при появлении новой сущности, возникающей в результате либо акта Творения, либо спонтанного скачка (мутации). Классы физических объектов действительно состоят из идентичных реальных единиц, а физические постоянные остаются неизменными при одинаковых условиях, поэтому в XIX в. между математикой и физическими науками, с одной стороны, и философией эссенциализма – с другой, не было противоречий.

Естествознание же нуждалось в иной философии. Живые организмы характеризуются своей уникальностью: любая популяция состоит из особей, каждая из которых обладает индивидуальностью. В рамках популяционного мышления средние величины представляют собой абстракции; реальна только отличная от других особь. Популяция принята за единицу эволюции, она представляет собой фонд вариаций (на языке генетики – генофонд). Поскольку популяционное мышление предусматривает постепенное изменение признака (его пенетрантность и экспрессивность), то популяционный подход господствует при рассмотрении всех аспектов как теории селекции, так и теории эволюции.

После того как эволюционные воззрения Ламарка и других эволюционистов в Европе долго игнорировались, книга Дарвина «Происхождение видов…» была раскуплена в тот же день, как только появилась на прилавках, – 24 ноября 1859 г. «Все хорошо известные додарвиновские теории, – пишет один из виднейших философов XX столетия американский историк науки Т. Кун, – а именно теории Ламарка, Чемберса, Спенсера и немецких натурфилософов, представляли до Дарвина эволюцию как целенаправленный процесс: каждая новая стадия эволюционного развития была более совершенной реализацией Плана, который существовал с самого начала» (Кун, 1975, С. 216).

Центральная дарвиновская идея о том, что за происхождением видов стоит естественный отбор, а не реализация некоего Плана Творения, вызвала в обществе широкую дискуссию. Книга при жизни Дарвина выдерживает шесть изданий, и в каждом издании Дарвин вносит в книгу некоторые коррективы. Коррективы эти были не случайны. Как заметил П.М. Бородин: «Дарвин сыграл со своими критиками опасную шутку… педантично проанализировал все трудности, с которыми сталкивалась его идея, все критические замечания, которые могут быть против нее выдвинуты. И тем самым обезоружил своих ниспровергателей на столетия вперед» (Бородин, 1987; Медников, 2003).

Вопрос о том, стали ли пушные звери в условиях клеточного разведения домашними, или их по-прежнему следует считать дикими, поднимается уже давно (Афанасьев, 1968). Чтобы на него ответить, необходимо обратиться к великому событию в истории человечества, которое произошло примерно 10–15 тысяч лет назад, когда ледяной покров в северном полушарии начал таять и уступать место лесам и степям, когда в убогих первобытных стойбищах, заваленных костями и другими отбросами, уже маячили тени завывающих предков домашних

собак, а вокруг самих поселений начала складываться синантропная флора и фауна. Именно этот период относят к началу «неолитической революции» – переходу от собирательства и охоты к доместикации диких животных и растений (Массон, 1996).

С той давней поры дикий, не только животный, но и растительный мир является ареной нескончаемых экспериментов по одомашниванию, позволивших создать более 6200 пород различных видов животных, а число сортов основных распространенных культурных растений (пшеницы, риса, кукурузы, бананов, хлопчатника и др.) составляло сотни и даже тысячи по отдельным видам. Так, например, существует более 4000 сортов пшеницы, еще более значительно число сортов декоративных растений – роз, тюльпанов, гладиолусов, бугенвилий и др. Нередко в дикой исходной форме растения трудно узнать прародителя (The Global Strategy…, 1999).

И все же, если мы пересчитаем количество введенных в культуру растений и численность животных, живущих сейчас с человеком бок о бок и так или иначе служащих ему, то удивимся, как мало их одомашнено! На сегодня всего около 40 видов доместицированных растений обеспечивают наш основной белковый и энергетический баланс, а всего 8 видов основных злаковых растений составляют 66 % продовольственного потенциала человечества. Среди многих сотен тысяч видов высших растений человек использует сегодня в целом порядка 200 (Шумный, 1999). Человек одомашнил не так уж много животных. Из многочисленных хищных представители лишь двух семейств – собака и кошка, непарнокопытных тоже два – осел и лошадь. Парнокопытных и мозоленогих больше: корова, коза, овца, свинья, як, верблюд, лама, буйвол, олень. Из зайцеобразных – лишь кролик. Насекомых два – шелковичный червь и пчела. Два обитателя вод – карп и золотая рыбка. Более всего птиц, но все же не так уж много: куры, утки, гуси, индюшки, цесарки, голуби, канарейки, японский перепел. И все – менее пятидесяти. Причем на 9 видов приходится основная масса включенных в 6200 пород (Марзанов, 2006). Весьма скромно за 15 тыс. лет истории доместикации.

Какие зримые черты сопровождают процесс доместикации животных? Все одомашненные животные в той или иной степени изменили форму тела, окраску и поведение. Даже начальная стадия одомашнивания в облике животных сразу что-то меняет. Похож ли дикий белый карась на красного цвета рыбу с названием вуалехвост, уже не способную выжить в среде, где обитает его дикий родственник. В окраске домашних животных обычно наблюдается неправильное распределение пятен различного цвета. Этого никогда не бывает у диких животных, у которых имеется либо однотонная окраска, либо строго закономерное распределение седины в виде «серебра», полос или пятен. Однотонная окраска диких животных оказывается генетически весьма сложно обусловленной и в основе ее развития лежит чрезвычайно сложный механизм, закономерно распределяющий различные пигменты по длине волоса. При одомашнивании диких животных в ряду поколений идет ускоренное накопление мутаций, приводящее к дезорганизации этого механизма, что обусловливает появление на их волосяном покрове пегостей. Некоторых домашних животных селекционная фантазия человека настолько «изуродовала», что в облике их трудно уловить черты дикого предка. Так, глядя на таксу или левретку, трудно представить, что родословная этих собак восходит к волкам. Но они абсолютные родственники – спарившись, они дадут плодовитое потомство. Как удалось человеку оторвать от древа волчьей натуры росток и вынянчить из него собаку – антагониста волка и верного друга людей?

Ч. Дарвин говорил, что доместикация – это гораздо большее, чем обычное приручение диких животных, попавших в условия пленения. Одомашнивание – это не только разведение животных в неволе – помимо целенаправленной работы и бессознательного отбора животных оно часто сопровождается увеличением показателей размножения, изменением пропорций органов и частей тела, у домашних животных вырабатываются сложные формы поведения, они беспрекословно подчиняются человеку и служат ему, например, собаки могут пасти стада, охотиться, выслеживать, сторожить. По этим критериям все, что мы видим на животноводческих фермах или на сельском подворье, – существа домашние, в том числе и пчелы.

Позже в издании 1875 г. Дарвин рассматривает доместикацию как форму эволюционного процесса или видообразования, где большую роль играет искусственная, а не естественная селекция.

После Дарвина целая плеяда исследователей, наших и зарубежных, пытались дать определение понятию «одомашнивание», исследуя палеонтологические и культурно-исторические материалы, проводя сравнение домашних животных с ныне живущими в природе их дикими сородичами.

Первая русская монография «Происхождение домашних животных» выпускника Московского университета, биолога и животновода Е.А. Богданова вышла в 1914 г. в книгоиздательстве студентов Московского сельскохозяйственного института (Богданов, 1914). Следом в 1916 г. под таким же названием «Происхождение домашних животных» – выходит книга крупнейшего русского генетика XX в., основателя первой в России кафедры генетики, приват-доцента Санкт-Петербургского университета Ю.А. Филипченко (Филипченко, 1916).

Для того чтобы дикое животное сделалось домашним, оно должно оставаться плодовитым при резко изменившихся условиях существования: в условиях специфического кормления, ограниченности занимаемой территории, снижения двигательной активности, а главное, в условиях присутствия человека на коротком расстоянии (Богданов, 1937; Кисловский, 1940; Боголюбский, 1940; Завадовский, 1945; Richter, 1954; Zeuner, 1954; Hediger, 1964; Fox, 1967; Hale, 1969; Isaac, 1970; Herre, Röhrs, 1971; Boice, 1973; Ratner, Boice, 1975; Price, 1984; Morey, 1994; Lange, 2002; Zeder, 2006). Поэтому многие исследователи процесса доместикации делали упор на значении поведения животных для их успешного одомашнивания. В условиях неволи, когда животное оказывается на расстоянии вытянутой руки человека, способность адаптироваться к его присутствию является уже наиболее важным фактором. Вероятно, одним из наиболее широко применяемых прямых и эффективных способов осуществления самых первых шагов доместикации явилось пленение детенышей диких животных, у которых формировались сильные привязанности к человеку в критические периоды запечатлевания или социализации. Косвенным подтверждением этой мысли может служить наблюдение Ч. Дарвина о том, что первобытные люди во всех частях света могли без труда успешно приручать и выращивать диких животных (Дарвин, 1951, С. 759). В то же время бесспорно и то, что на самых начальных этапах доместикации решающую роль играл бессознательный отбор: человек сохранял наиболее контактных животных и пренебрегал другими без осознанного намерения изменить генетическую природу доместицируемых животных (Wistmann, 1977). Иными словами, доместикация представляет собой процесс, при котором популяция животных адаптируется к человеку и к условиям неволи посредством комбинации генетических изменений (Ratner, Boice, 1975).

Американский генетик из Гарвардского университета К.Э. Келер видел в процессе одомашнивания эффекты так называемых «генов доместикации» у отдельных особей в дикой популяции, под которыми понимаются плейотропные эффекты на поведение генов, затрагивающих окраску меха. В 1940-е, 1960-е и 1970-е гг. он проводил большие исследования на американских зверофермах по выяснению связи между окраской меха и предрасположенностью к доместикации у лисиц, песцов и норок (Keeler, King, 1947; Keeler et al., 1968; Keeler, 1942, 1947a, b, 1975).

В конце 1950-х–начале 1960-х гг. под руководством академика Д.К. Беляева в Новосибирске формируется школа, заложившая принципиально новое направление в изучении генетико-эволюционных механизмов доместикации. Была предложена новая парадигма, новый оригинальный подход, позволяющий ускорить темпы одомашнивания, соизмерив их с продолжительностью человеческой жизни, и благодаря этому увидеть самые начальные, можно сказать, исходные, моменты в доместикационных преобразованиях диких животных. Благодаря уникальному эксперименту по воспроизведению самого процесса доместикации и тем важным эволюционным выводам, которые были сделаны на основе анализа этих экспериментов, имя Д.К. Беляева вошло в историю мировой биологической науки (Беляев, 1970, 1972, 1974, 1979а, б, 1981, 1983; Belyaev, 1969, 1979; Беляев, Трут, 1982, 1983; Trapezov, Trapezova, 2000).

Биологическую сущность доместикации Беляев рассматривал, прежде всего, как наследственное изменение поведения животных в условиях разведения в неволе (без этого доместикация немыслима), а многие морфофизиологические преобразования домашних животных – как коррелированные ответы на эти изменения. Коль скоро изменение поведения животных в процессе одомашнивания явилось результатом отбора, то можно говорить о *генетической компоненте*, лежащей в основе доместикации (Belyaev, Khvostova, 1974). Однако при этом Беляев имел в виду не те тривиальные коррелированные ответы, которые наблюдаются при отборе по любому количественному признаку и которые вполне объяснимы в традиционных рамках количественной генетики (Falconer, 1960, 1981). Он предполагал, что в условиях доместикации существенную роль играет наследственное изменение поведения, когда происходит элиминация комплекса эмоционально отрицательных, агрессивных реакций на человека, свойственных диким животным, и наследственно формируются эмоционально положительные реакции на него, характерные для домашних животных, т. е. по способности к доместикации. Он говорил о тех законах коррелятивной изменчивости, которые Ч. Дарвин с особенной ссылкой на доместикацию называл таинственными (Дарвин, 1951, 1991, С. 28, 29) по той причине, что они вызывают слишком сложную цепь биологических последствий (Belyaev, 1969, 1979). В 15-м издании Британской энциклопедии (Encyclopaedia Britannica) на страницах 936–942 Д.К. Беляевым дается определение понятия «Доместикация» (Belyaev, Khvostova, 1974). Это же определение доместикации изложено в пленарном докладе Д.К. Беляева «Дестабилизирующий отбор как фактор изменчивости при доместикации», сделанном им на XIV Международном генетическом конгрессе и опубликованном в журнале американской генетической ассоциации «The Journal of Heredity» (Belyaev, 1979).

Работу по экспериментальному воспроизведению процесса доместикации Д.К. Беляев начал еще до переезда в новосибирский Академгородок, избрав в качестве объекта серебристо-черных лисиц. Опорной базой для первых опытов послужило одно из звероводческих хозяйств Эстонии – «Кохила» (впоследствии «Салатагузе»), где Дмитрий Константинович встретил не только понимание, но и активнейшую поддержку со стороны всего коллектива и особенно главного зоотехника Нины Федоровны Сорокиной (Беляев, 1951; Беляев, Ивонин, 1951). А в полном объеме отбор животных по поведению развернулся в 1958 г. в звероовхозе «Лесной» Алтайского края с последующей передислокацией уникального поголовья лисиц на специальную экспериментальную звероферму Института цитологии и генетики в Академгородке.

Именно тогда подключилась к этой работе и продолжает ее успешно вести выпускница кафедры высшей нервной деятельности Московского государственного университета Людмила Николаевна Трут (Trut, 1999; Трут, 2006).

За чрезвычайно короткое время экспериментального процесса воспроизведения доместикации в сопоставлении с тысячелетними историческими сроками одомашнивания известных нам животных были получены уникальные данные. В ходе целенаправленного отбора на доместикационное поведение зафиксирована перестройка целого комплекса приспособительных сезонных биологических функций, причем в том же направлении, в котором изменились эти функции у домашних животных. Природа дикого зверя не устояла, не смогла удержать своих, казалось бы, незыблемых позиций под напором доместикационного эффекта. Какие же рычаги приводят в действие этот могучий эффект? Д.К. Беляев высказал мысль о том, что изменение поведения не может проходить бесследно для нервно-эндокринных механизмов, определяющих гормональный статус организма. Впервые в мире началось изучение действия эндокринных механизмов у животных, отбираемых в зависимости от характера оборонительного поведения по отношению к человеку. На протяжении нескольких лет у каждого животного периодически проводился анализ крови – в общей сложности тысячи проб. И на этот тысячекратно повторенный вопрос организмы животных дали однозначный ответ: при отборе на ручное поведение происходит соответственный отбор именно тех генов, которые определяют менее агрессивную реакцию по отношению к человеку. Эти гены в свою очередь влияют на характер импульсов, зарож-

дающихся в нервной системе и передающихся в гормональный аппарат. А перестройка этого аппарата есть следствие перестройки наследственных функций.

В начале 1960-х гг. Д.К. Беляев формулирует положение о роли регуляторов и поведения в доместикации животных. Первая статья, в которой намечены основные идеи его теории доместикации и упомянуты регуляторы, была посвящена проблемам коррелятивной изменчивости и опубликована в «Известиях Сибирского отделения АН СССР» (Беляев, 1962). В те же годы он, ссылаясь на работы И.П. Павлова, писал: «стало ясно, что свойства основных нервных процессов играют весьма существенную роль в эволюционной судьбе особей и являются поэтому тем материалом, на основе которого действует естественный отбор» (Попова, 2002, С. 109–110). Разрабатывая проблему коррелятивной изменчивости, Д.К. Беляев высказал мысль о том, что для понимания механизма возникновения коррелятивных признаков необходимо искать регуляторы, контролирующие сложные комплексы. Этими регуляторами являются нервная и гормональная системы. Ориентация Д.К. Беляева на изучение нейрофизиологических и нейроэндокринных механизмов доместикации была перспективной и в то время, безусловно, новой. Он безошибочно понял, что сущность доместикации основана на изменении поведения и стрессоустойчивости животных и кроется в наследственно закрепляемом изменении регуляторных систем. Первой работой этого направления стала опубликованная в «Докладах Академии наук СССР» в 1971 г. статья Е.В. Науменко, Л.Н. Трут, Е.А. Коршунова и Д.К. Беляева, в которой впервые были приведены доказательства сдвигов, происходящих в процессе доместикации серебристо-черных лисиц в одной из систем стресса – гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (Беляев и др., 1971). В своих первых программных статьях Д.К. Беляев писал о нейрогуморальной регуляции и мозге вообще, без упоминания о медиаторных системах, функционирование которых и осуществляет регуляцию поведения и физиологических функций. Это неудивительно, так как существование медиаторов в мозге было показано лишь к концу 1950-х гг. Впервые было установлено, что селекция на доместикационный тип поведения сопровождается изменениями метаболизма регулирующих агрессивность классических медиаторов мозга – серотонина и катехоламинов, меняет реакцию на стресс и функциональную активность половых гормонов (Попова, 2002).

Д.К. Беляев высказывал идею о глубоком влиянии регулярного отбора по поведению животных на жизненно важные функции организма, в особенности на репродуктивную. Его чрезвычайно интересовала функциональная организация хромосом, благодаря которой осуществляется переход от активного состояния гена к неактивному и наоборот и, в частности, обеспечивается дифференциальная активность генов в различных тканях на разных стадиях развития. Согласно его гипотезе, одним из важных молекулярно-генетических механизмов такого отбора могло быть наследуемое включение длительно инактивированных генов или, напротив, выключение ранее функционировавших генов (Кикнадзе, 2002, С. 98–99).

В сентябре 1979 г. Д.К. Беляев излагает свои работы по поведению и поведенческой селекции лисиц в большом 45-минутном докладе в Шотландии, в Эдинбурге, на Международной этологической конференции в присутствии знаменитых этологов: Нико Тинбергена и Конрада Лоренца. Доклад вызвал оживленную дискуссию и большой резонанс (Аргутинская, 2002, С. 271).

Одомашнивание – процесс сложный. В нем играют свою роль и мутации (на сегодня понятие «мутация» объединяет весьма разнородные по своим механизмам события (Инге-Вечтомов, 2005); и рекомбинации генов, и скрытый резерв наследственности, и прямой эффект отбора.

Действие этого механизма проверяется и находит подтверждение на других пушных зверях, например, на американских норках (*Mustela vison* Schreber, 1777). У ручных норок эффекты интенсивного отбора на одомашнивание идут по той же схеме, что и у лисиц, только поведение больше напоминает не собачье – у норок созданное селекционным путем ручное поведение скорее близко к поведению домашних кошек (рис. 1).

Первым ответом отбора американской норки на одомашнивание (как и в аналогичном доместикационном эксперименте с лисицами)

Рис. 1. Максимальная экспрессивность ручного поведения у норок.

явилось изменение однородности исходной стандартной окраски мехового покрова в виде появления обширной белой пятнистости (пегостей). При этом также наблюдается удивительный параллелизм или гомологичность с другими ранее одомашненными видами – кроликами, сиамскими кошками и морскими свинками – и в такой особенности окраски, как проявление частичного альбинизма или окраски гималайского типа (рис. 2) (Trapezov, 1997). Причем наследование такого доместикационного признака, как проявление белой пятнистости или пегостей на меховом покрове зверей, в большинстве случаев часто бывает очень сложно обусловлено. Для иллюстрации этого уместно вспомнить, как в свое время Николай Иванович Вавилов, находясь на стажировке в Англии у известного биолога-селекционера У. Бэтсона, вспоминал, как в 1914 г. ему «пришлось быть в Лондоне на одном

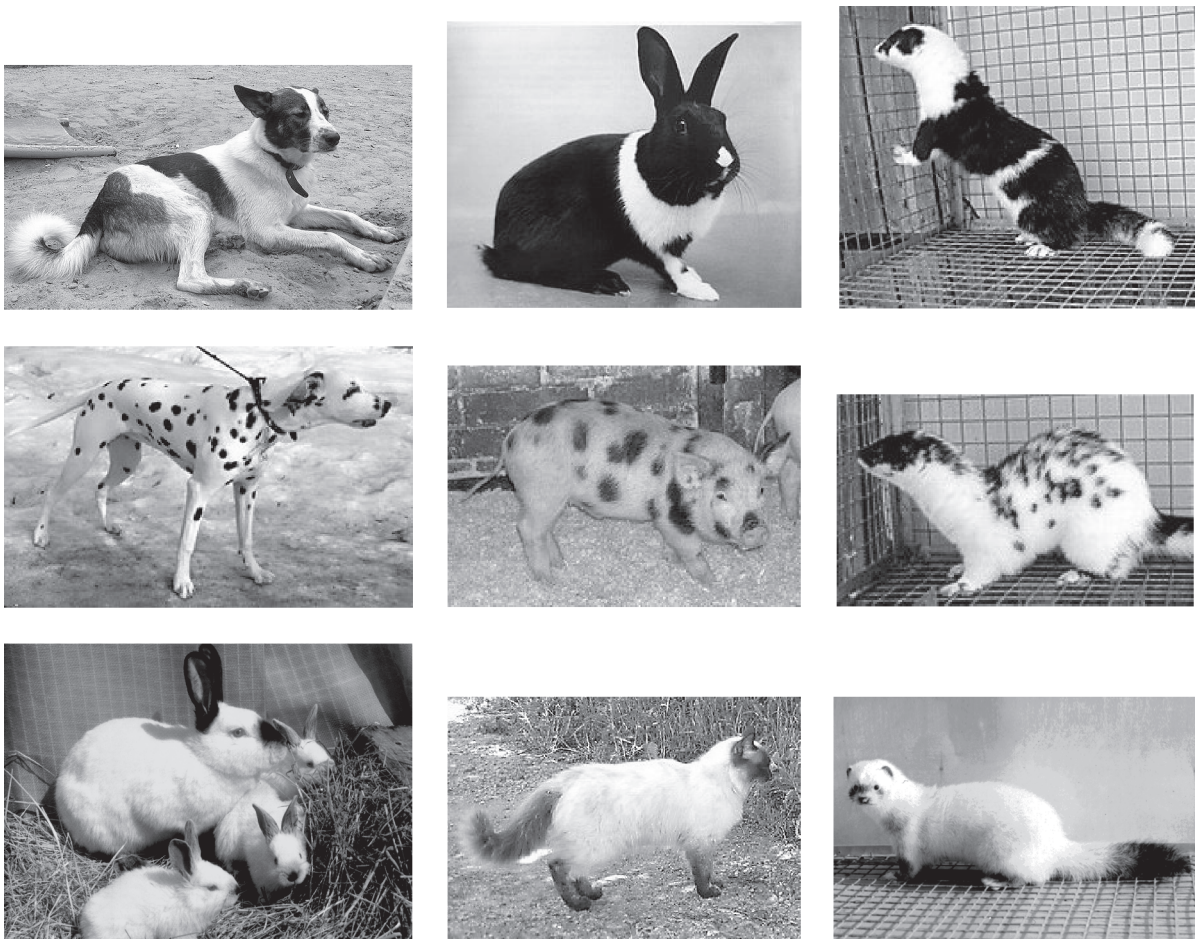


Рис. 2. Параллелизм или гомологичность в окраске одомашниваемой американской норки в сравнении с другими исторически ранее одомашненными видами.

из вечеров в знаменитом Королевском институте, где оппоненты Бэтсона биометрики К. Пирсон и У. Уэлдон демонстрировали пятнистых собачек и их потомство, выявлявших сложную картину расщепления, пытаясь при этом высмеять учение Менделя и его последователей» (Вавилов, 1935). Уэлдон и Пирсон были уверены, что эволюция идет посредством отбора, действующего на непрерывных вариациях. Бэтсон же, как и двоюродный брат Дарвина Френсис Гальтон, изучая наследственную изменчивость, был убежден, что эволюционное (а стало быть, и селекционное) значение имеет дискретная или прерывистая изменчивость. В результате чего уже в ту пору обсуждение теоретических и экспериментальных исследований селекционных и эволюционных процессов носило чрезвычайно острый, дискуссионный характер.

Автор теории нейтральной эволюции японский генетик Муамаро Кимура напишет: «Ярое неприятие менделизма биометриками во главе с Пирсоном и Уэлдоном привело к тому, что Уэлдон бросил все свои силы на опровержение менделизма и в поисках исключений из его законов пересмотрел множество огромных томов заводских племенных книг породистых лошадей, подорвал свое здоровье и умер молодым» (Кимура, 1985, С. 18).

Как хорошо известно, 12 мая 1920 г. на III Всероссийском съезде селекционеров в Саратове 33-летний профессор Саратовского университета Н.И. Вавилов доложил об открытом им законе гомологических рядов в наследственной изменчивости (Вавилов, 1922). В решении съезда было сказано: «Н.И. Вавилов заметил удивительную повторяемость или периодичность признаков в различных группах или рядах растительного мира, которая дает возможность предсказывать существование неизвестных еще форм наподобие того, как периодическая система Менделеева давала возможность предсказывать существование неизвестных элементов» (Центр. гос. архив нар. хоз-ва СССР). «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» вышел в свет отдельным оттиском в том же 1920 г., в 1921 г. был опубликован в журнале «Сельское и лесное хозяйство», в 1922 г. переведен на английский язык и издан в типографии Кембриджского университета (Vavilov, 1922).

Сам Н.И. Вавилов нисколько не претендовал на то, что он первым сформулировал положение о гомологической изменчивости. Он цитировал многих авторов, в том числе и самого Дарвина.

Это было действительно так, Дарвин задумывался над фактами подобного рода уже в 1840 г. В «Путешествии натуралиста на корабле “Бигль”» он проводит параллели между породой южноамериканского скота ньята, бульдогами и мопсообразными породами собак (Darwin, 1845). Через 28 лет, в 1868 г., в труде «Изменения домашних животных и культурных растений» он дает первую сводку явлений параллельной изменчивости у домашней птицы (оперенные ноги кур, голубей и индеек), у растений (фиолетоволистые разновидности бука, орешника и барбариса). Дарвин приводит там же данные об одинаковых явлениях в химический изменчивости: «…Листья чайного дерева и мате и плоды кофе содержат возбуждающее и питательное вещество, которое, как теперь известно, химически тождественно» (Дарвин, 1951, С. 340). Эти наблюдения формулируют у Дарвина понятие параллельной изменчивости: «Я подразумеваю под этим выражением, что сходные признаки иногда появляются у нескольких разновидностей или рас, происходящих от одного и того же вида и в более редких случаях – у потомков совершенно различных видов» (Дарвин, 1951, С. 715). Приводя сведения, указывающие на ограниченность размаха возможных изменений, Дарвин ссылался на «закон уравнительной изменчивости» Б.Д. Уолша, установившего для насекомых в естественном состоянии «закон равнозначащей изменчивости» (law of equable variability), или «закон аналогичной изменчивости» – прообраз «закона гомологических рядов» Н.И. Вавилова: «Если какой-нибудь определенный признак очень изменчив у одного вида группы, он будет склонен к изменчивости и у близких видов». Но следует подчеркнуть, что Дарвин все же не вкладывал в «закон Уолша» тот смысл, который позднее вкладывался в закон Вавилова сторонниками ортогенеза. «Закон уравнительной изменчивости» не рассматривался им как аналогия таблицы Менделеева, а указывал на сходство родственных форм организмов: «Это явление, согласно моим взглядам, объясняется принци-

пом происхождения родственных форм от одной первичной формы» (Дарвин, 1951, С. 288).

Эту же параллельную изменчивость пытались приспособить для обоснования антидарвиновских концепций эволюции – феномен параллелизма казался противоречащим дарвиновскому положению о неопределенной изменчивости. Очень хорошо известно выражение Л.С. Берга как автора эволюции на основе закономерностей о том, что «своими наблюдениями и опытами Вавилов проводит идею номогенеза более успешно, чем это делаю я в настоящей работе» (Берг, 1977, С. 224). Одним из последних крупных российских ученых, высказывавшихся против дарвиновской эволюции в поддержку точки зрения Берга, был А.А. Любищев (1925, 1966, 1973а, б, 1982, С. 247–253). Наиболее полно свое одобрение номогенеза он изложил в выпускаемых с конца 1960-х гг. под редакцией Н.Н. Воронцова сборниках «Проблемы эволюции» в статье: «О постулатах современного селектогенеза»: «Живи Дарвин до настоящего времени и сохрани полную свежесть мысли и работоспособности, он был бы в лагере антидарвинистов», – писал Любищев (1973а, С. 45).

Действительно, внешнее противоречие между синтетической теорией эволюции и феноменом гомологической изменчивости наблюдается. Как разрешал этот парадокс сам Вавилов? Оснований полагать, что он в этом отношении делал какие-либо уступки антидарвинизму – нет. Наоборот, он четко указывал, что закон гомологических рядов «не противоречит дарвинизму, наоборот, даже развивает его» (Вавилов, 1932, С. 519). Следует подчеркнуть, что один из главных «архитекторов» синтетической теории эволюции, Э. Майр, расценивал этот «*закон*» всего лишь как указание на признак, который можно использовать в таксономических изысканиях, а не на упорядоченность и ограничения изменчивости (Mayr, 1942).

Возможно ли, подобно Л.С. Бергу, истолковывать феномен гомологических рядов без анализа их адаптивной ценности? Вряд ли, ведь любое проявление гомологичной изменчивости (кстати, как и любой другой изменчивости) проходит оценку на адаптивность естественным отбором (Медников, 1981, 1983, 1989).

В 1970-х гг. модельные эксперименты Д.К. Беляева показывают, что резкие изменения среды, провоцируя состояние стресса, мобилизуют в популяциях животных скрытую генетическую изменчивость, что в свою очередь облегчает поиск и отбор наиболее адаптивных к экстремальным условиям жизни вариантов животных.

Традиционно стрессовые воздействия в популяциях рассматривались и рассматриваются как факторы отбора, отметающие недостаточно стрессоустойчивые генетические варианты в силу их пониженной жизнеспособности (Forbes, Calow, 1997). В таком контексте стресс может приводить к механическому уменьшению генетической изменчивости в популяции, если в результате резкого падения численности эта популяция проходит через «бутылочное горлышко».

Однако эволюционно-генетической школой Д.К. Беляева показано, что стрессовые воздействия могут ускорять темп эволюционных и адаптационных преобразований путем повышения уровня изменчивости в популяциях (Беляев, 1979б; Belyev, Borodin, 1982).

Можно ли считать такой признак, как проявление белой пятнистости (пегостей) или той же сиамской раскраски мехового покрова в ходе доместикации самых разных таксономических групп животных, в том числе и пушных зверей, нейтральным, не адаптивным? Вряд ли, так как он вполне может быть сцеплен в наследовании с признаком адаптивным – устойчивостью к психоэмоциональному стрессу, к проживанию в условиях неволи, к антропогенной среде, к успешному размножению изначально диких животных (внезапно оказавшихся по эволюционным меркам) в ограниченном и тесном жизненном пространстве клеточного содержания.

Конечно, внешнее сходство в раскраске волосяного покрова у совершено отдаленных в таксономическом отношении видов, вовлеченных в процесс доместикации, не дает нам оснований судить о сходстве генотипического порядка. Но исходя из поразительного сходства в фенотипической изменчивости, обусловленной единством процесса доместикации у видов, достаточно далеких по происхождению, можно подразумевать наличие специфической генной компоненты, подпадающей под давление одного и того же вектора отбора (рис. 3).

Мы можем говорить, наряду со спецификой видов и родов, о наличии у них общей генной компоненты – «генов доместикации», а точнее,

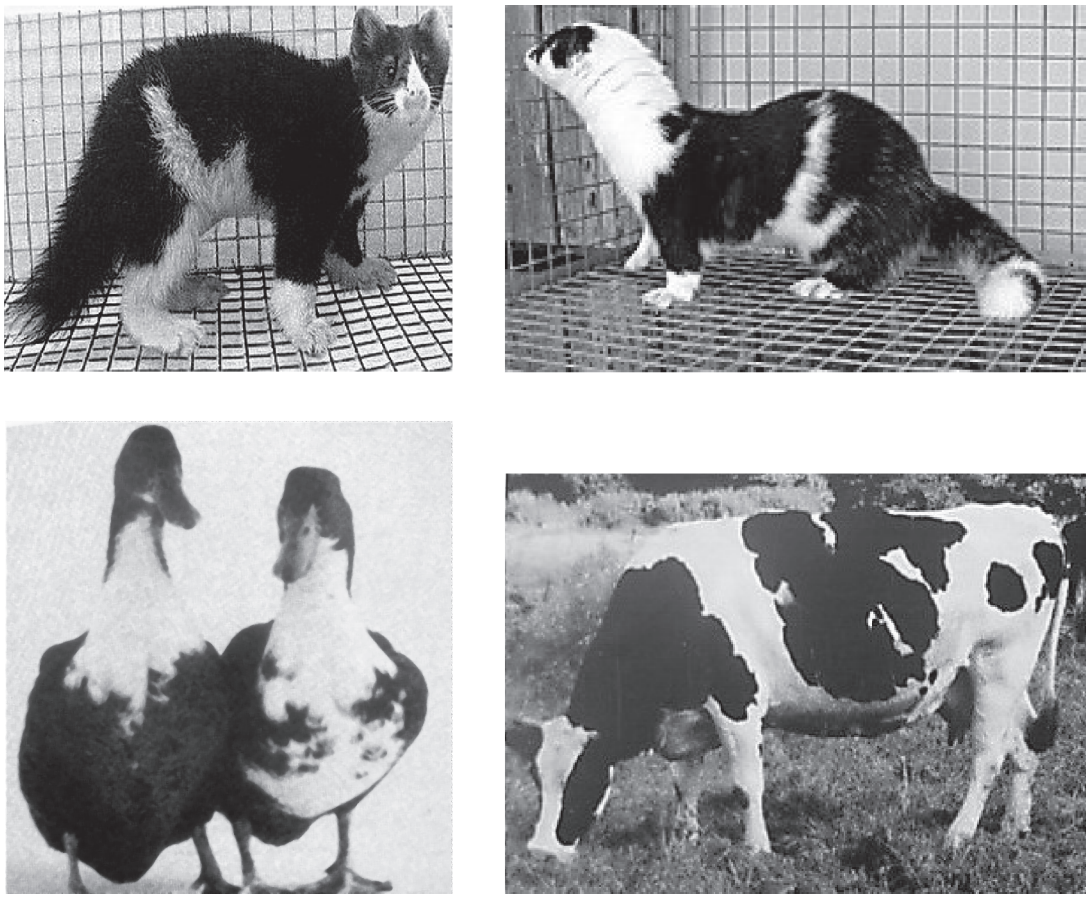


Рис. 3. Сходство в фенотипической изменчивости (наличие белой пятнистости) в условиях доместикации у видов, далеких по происхождению.

«генов стрессоустойчивости», обеспечивающих в условиях доместикации толерантность к психоэмоциональному стрессу, терпимость к пребыванию в условиях антропогенной среды промышленных звероферм.

Согласно положения о гомологических рядах в наследственной изменчивости, у разных видов, втягиваемых в один и тот же канал отбора, а конкретно – на способность выдерживать проживание в стрессирующих условиях неволи, – в ряду поколений в одном и том же направлении реорганизуются гормональные регуляционные механизмы, нейрохимические механизмы головного мозга, возникают одни и те же морфологические и физиологические изменения. То есть речь идет о наследственно детерминируемой, канализируемой изменчивости фенотипов – изменчивости в определенном направлении – так, как понимал это Н.И. Вавилов.

И как одно из следствий такого отбора на одомашнивание у пушных зверей, можно предсказать появление таких же окрасок меха, как и у животных, одомашненных исторически в более ранние сроки (рис. 4), подобно тому, как периодическая система Менделеева дает возможность предсказывать существование до поры до времени неизвестных элементов.

Изложенные в краткой форме экспериментальные данные представляют собой моделирование процесса одомашнивания на пушных зверях в условиях экспериментальной звероферми Института цитологии и генетики СО РАН и его отличие в темпах этих преобразований (или скоростей доместикации) от стихийного процесса промышленного одомашнивания лисиц и норок, которых вот уже более сотни лет разводят на остальных звероферм мира.

В своих воспоминаниях о совместной работе с Д.К. Беляевым по экспериментальному

Рис. 4. Ручные черно-пестрые норки.

моделированию роли стресса и стрессируемости в процессе доместикации изначально диких животных П.М. Бородин говорит: «У беляевской концепции была нелегкая судьба. Как все действительно серьезные и крупные концепции, она оказалась впереди своего времени и поэтому в момент появления не встретила полного понимания. Если вспомнить первые отклики, то они поразительно сходны с теми, которые вызвала вначале идея эволюции посредством естественного отбора. Как писал Дарвин: "После того как моя и м-ра Уоллеса статьи были доложены на заседании Линнеевского общества, единственный отзыв был – все новое в нашей работе – неверно, а все верное – неново"» (Бородин, 2002, С. 157).

Развитие Д.К. Беляевым представлений о роли поведения и стресса в механизмах одомашнивания диких животных явилось новой парадигмой в изучении процесса доместикации и эволюции. Проблема была ориентирована на выявление тех процессов, которыми реализуется действие отбора по поведению; на интеграцию теории искусственного отбора с современными представлениями о функциях мозга.

Разные науки обретали свои парадигмы в разное время. Парадигма, как пишет американский историк науки, один из виднейших фигур среди философов науки XX столетия Т. Кун в своей книге «Структура научных революций» (Кун, 1975), может рассматриваться как новая система взглядов в определенной области научного знания, как некое «образцовое достижение прошлого» (Kuhn, 1998). По мнению Куна, основная ценность парадигмы состоит в том, что она объединяет в единое целое все схемы, существующие в рамках дисциплины, и дает исследователям уверенность в социальной оправданности их дорогостоящих и кропотливых исследований. Но в какой-то момент возникает теория, объясняющая некую проблему в данной области знаний лучше, чем другая теория, существующая в данной области знаний и конкурирующая с первой. Такая теория начинает привлекать внимание большинства исследователей последующих поколений, и в результате старые конкурирующие школы прекращают свое существование. По аналогии с естественным отбором в природе парадигмы в науке выживают потому, что вымирают их конкуренты. И если среди конкурирующих теорий выделяется одна, а предлагаемые ею новые объяснения явлений получат признание у последующих поколений исследователей, можно считать, что родилась новая парадигма. Согласно парадигмальной концепции развития науки переход от одной парадигмы к другой имеет характер научной революции. Пример этому – переход от классической филогенетики к кладистике. История науки, пишет Кун, есть смена последовательных парадигм (подобно тому, как в истории общества один социальный строй сменяется другим), каждая из которых сильно переориентирует интересы ученых внутри определенной области знаний. К примеру, сто лет назад ученые были также убеждены в том, что ньютоновская механика объясняет устройство Вселенной, как в наше время убеждены, что устройство Вселенной объясняется теорией относительности Эйнштейна. Иными словами, физик XIX столетия был не менее уверен в правильности своего понимания физических явлений, чем современный физик, знакомый с теорией относительности. Но, тем не менее, величие обеих концепций вызывает восхищение (Кун, 1975).

Литература

Аргутинская С.В. Дима // Дмитрий Константинович Беляев: Книга воспоминаний. Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «Гео», 2002. С. 5–71.

Афанасьев В.А. Изменения пушных зверей под влиянием одомашнивания // Совещание, посвященное 100-летию выхода в свет книги Ч. Дарвина «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания» (1868). 18–20 декабря 1968 г.: Тез. докл. М.: Издательство МГУ, 1968. С. 23–28.

Афанасьев В.А. Изменение пушных зверей при разведении в клетках // Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 33–37.

Беляев Д.К. Творческая роль отбора в возникновении некоторых вариаций окраски у лисиц // Каракулеводство и звероводство. 1951. № 5. С. 55–62.

Беляев Д.К. О некоторых проблемах корреляционной изменчивости и их значении для теории эволюции и селекции животных // Изв. СО АН СССР. Сер. биол.-мед. наук. 1962. № 10. С. 111–124.

Беляев Д.К. Биологические аспекты доместикации животных // Генетика и селекция новых пород сельскохозяйственных животных: Матер. Всесоюз. совещания. Алма-Ата, 24–26 окт. 1968. Алма-Ата: Наука, 1970. С. 30–44.

Беляев Д.К. Генетические аспекты доместикации животных // Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 39–45.

Беляев Д.К. О некоторых вопросах стабилизирующего и дестабилизирующего отбора. История и теория эволюционного учения. Л.: Наука, 1974. С. 76.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор изменчивости при доместикации // Природа. 1979а. № 2 С. 36–45.

Беляев Д.К. Некоторые генетико-эволюционные проблемы стресса и стрессируемости // Вестн. АМН СССР. 1979б. № 7. С. 9–14.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор доместикации // Генетика и благосостояние человечества: Матер. XIV Междунар. генет. конгр. М.: Наука, 1981. С. 53–66.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор // Развитие эволюционной теории в СССР (1917–1970 годы) / Ред. С.Р. Микулинский, Ю.И. Полянский. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. С. 266–277.

Беляев Д.К., Ивонин Ф.М. Улучшить племенную работу в зверосовхозах // Каракулеводство и звероводство. 1951. № 5. С. 39–45.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. От естественного отбора к искусственному: чудеса селекции // Наука в СССР. 1982. № 5. С. 24–29, 60–64.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Реорганизация сезонного ритма размножения у серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* Desm.) в процессе отбора на способность к доместикации // Журн. общ. биологии. 1983. Т. 42. № 6. С. 739–752.

Беляев Д.К., Ковалева, А.Д., Повецкий И.Г. Из опыта организации племенной работы в зверосовхозе «Карьякюла» // Каракулеводство и звероводство. 1953. № 4. С. 38–47.

Беляев Д.К., Науменко Е.В., Трут Л.Н., Коршунов Е.А. Функция коры надпочечников и ее сезонные изменения у серебристо-черных лисиц // Докл. АН СССР. 1971. Т. 200. № 5. С. 1249–1251.

Берг Л.С. Труды по теории эволюции. 1922–1930. Л.: Наука, 1977. 387 с.

Богданов Е.А. Происхождение домашних животных. М.: Книгоиздательство МСХИ, 1914.

Богданов Е.А. Происхождение домашних животных. М.: Сельхозгиз, 1937. 406 с.

Боголюбский С.Н. Проблемы происхождения, эволюции и породообразования домашних животных. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 593 с.

Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных. М., 1959. 593 с.

Бородин П.М. Судьба происхождения // Природа. 1987. № 2. С. 123–125.

Бородин П.М. Понять человека // Дмитрий Константинович Беляев: Книга воспоминаний. Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «Гео», 2002. С. 155–168.

Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Тр. по прикладной ботанике и селекции. Саратовское кн. изд-во, 1922. Т. 16. Вып. 2.

Вавилов Н.И. Роль Дарвина в развитии биологических наук // Природа. 1932. № 6/7. С. 511–526.

Вавилов Н. Предисловие в кн. Мендель И.Г. Опыты над растительными гибридами. М.; Л.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1935.

Вавилов Н.И. Письма Г.С.Зайцеву // Природа. 1977. № 4. С. 102–115.

Галл Я.М. Становление эволюционной теории Чарлза Дарвина. С.Пб.: Наука, 1993. 140 с.

Дарвин Ч. Приручённые животные и возделанные растения. Перевод и издание В.О. Ковалевского, под редакцией И.М. Сеченова и А. Герда. СПб., 1867.

Дарвин Ч. Изменения домашних животных и культурных растений. Соч. Т. 4. М.; Л.: АН СССР, 1951. 883 с.

Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь. Перевод с шестого издания (Лондон, 1872) / Отв. ред. А.Л. Тахтаджян. СПб.: Наука. СПб. отд-ние, 1991. 539 с.

Завадовский Б.М. Происхождение домашних животных. М., 1945. 48 с.

Инге-Вечтомов С.Г. Роль генетических процессов в модификационной изменчивости. Пророчество Б.Л. Астаурова // Онтогенез. 2005. Т. 36. № 4. С. 274 –279.

Кикнадзе И.И. Учитель жив в своих учениках // Дмитрий Константинович Беляев: Книга воспоминаний. Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «Гео», 2002. С. 97–105.

Кимура М. Молекулярная эволюция: теория нейтральности. М.: Мир, 1985. С. 18.

Кисловский Д.А. Материалы к построению теории племенной работы // Проблемы происхождения, эволюции и породообразования домашних животных / Отв. ред. В.Л. Комаров. М.; Л., 1940. С. 191–289.

Ковалевский А.О. В.О. Ковалевский, его научная деятельность и значение его трудов по палеонтологической истории семейства лошадей // Палеонтология лошадей. Изд-во АН СССР, 1948. 352 с.

Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975. С. 216.

Любищев А.А. Понятие эволюции и критика эволюционизма // Изв. бюл. НИИ при Пермском гос. ун-те. 1925. Т. 4. Вып. 4. С. 137–153.

Любищев А.А. Систематика и эволюция // Тр. Всесоюз. совещ. по внутривидовой изменчивости наземных позвоночных и микроэволюции. Свердловск, 1966. С. 45–47.

Любищев А.А. О постулатах современного селектогенеза // Проблемы эволюции / Ред. Н.Н. Воронцов. Новосибирск: Наука, 1973а. Т. 3. С. 31–57.

Любищев А.А. Дарвинизм и неодарвинизм // Природа. 1973б. № 10. С. 42–44.

Любищев А.А. Проблемы формы систематики и эволюции организмов. М.: Наука, 1982. 278 с.

Марзанов Н.С., Саморуков Ю.В., Ескин Г.В. и др. Сохранение биоразнообразия. Генетические маркеры и селекция животных // С.-х. биология. 2006. № 4. С. 3–19.

Массон В.М. Палеолитическое общество Восточной Европы. СПб.: Ин-т истории материальной культуры Российской академии наук, 1996. С. 1–71.

Медников Б.М. Современное состояние и развитие закона гомологических рядов в наследственной изменчивости // Проблемы новейшей истории эволюционного учения. Л., 1981. С. 127–135.

Медников Б.М. Гомологическая изменчивость и ее эволюционное значение // Развитие эволюционной теории в СССР. Л.: Наука, 1983. С. 129–138.

Медников Б.М. Еще раз о законе гомологических рядов в наследственной изменчивости // Природа. 1989. № 7. С. 27–35.

Медников Б.М. Происхождение жизни и языка // Химия и жизнь. 2003. № 11. С. 33.

Писарев Д.И. Борьба за жизнь. Собр. Соч. СПб. 1894. Т. 3. С. 342–343.

Попова Н.К. Что определяет поведение? // Дмитрий Константинович Беляев: Книга воспоминаний. Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «Гео», 2002. С. 109–111.

Трут Л.Н. Хищники становятся ручными // Наука в Сибири (еженедельная газета Сибирского отделения Российской академии наук), 2006. № 43 (2578). http: // www-sbras.ru/HBC/

Филипченко Ю.А. Происхождение домашних животных. Петроград: Изд-во Э.И. Блэкъ, 1916.

Центр. гос. архив нар. хоз-ва СССР. Ф. 478. Оп. 22. Ед. хр. 9. Л. 134. [«Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» вышел в свет отдельным оттиском в том же 1920 г., в 1921 г. был опубликован в журнале «Сельское и лесное хозяйство», в 1922 г. переведен на английский языки и издан в типографии Кембриджского университета.].

Шумный В.К. Проблемы биологии в XXI в. // Философия науки. 1999.

Belyaev D.K. Domestication of animals // Science J. (UK). 1969. № 5. P. 47–52.

Belyaev D.K. Destabilizing selection as a factor in domestication // J. Hered. 1979. V. 70. P. 301–308.

Belyaev D.K., Borodin P.M. The influence of stress on variation and its role in evolution // Biol. Zbl. 1982. V. 100. P. 705–714.

Belyaev D.K., Khvostova V.V. Domestication, Plant and Animal // Encyclopaedia Britannica. 1974. P. 936–942.

Boice R. Domestication // Psychol. Bul. 1973. V. 80. № 3. P. 215–230.

Darwin Ch. Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited During the Voyage of H.M.S. Beagle Round the World: Under the Command of Capt. Fitz Roy. London, John Murray, 1845.

Darwin Ch. On the Origin of Species by Means of Natural Selection: or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. 1st ed. London, John Murray, 1859.

Darwin Ch. The Variation of Animals and Plants under Domestication, 2 vols, Murray, London 1868, republished in 1875.

Darwin Ch. The Origin of Species by Means of Natural Selection: or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. 6th ed. London. John Murray, 1872.

Darwin Ch. Natural selection: Written from 1856 to 1858 / Ed. R. Stauffer. Cambridge, 1975. P. 110.

Falconer D.S. Introduction to Quantitative Genetics. London: Oliver and Boyd. 1960.

Falconer D.S. Introduction to Quantitative Genetics.

London: Longman, 1981. 365 p.
Forbes V.E., Calow P. Responses of aquatic organisms to pollutant stress: theoretical and practical implications // Environmental Stress, Adaptation and Evolution / Eds R. Bijsma, V. Loeschcke. Basel: Birkhauser, 1997. P. 25–42.
Fox M.W. The influence of domestication upon behavior of animal // Vet. Record. 1967. V. 80. P. 696–702.
Hale E.B. Domestication and evolution of behavior // The Behavior of Domestic Animals / Ed. E.S.E. Hafes. Baltimore, 1969. P. 22–24.
Hediger H. Wild Animals in Captivity. N.Y., 1964.
Herre W.K., Röhrs M. Domestication und Stammesgeschichte // Die Evolution der Organismen / Ed. G. Heberger. Band, 1971. № 11/2. S. 29–174.
Isaac E. Geography of Domestication. Prentice Hall. Englewood Cliffs, 1970.
Keeler C.E. The association of the black (non-agouty) gene with behavior in the Norway rat // J. Hered. 1942. V. 33. P. 371–384.
Keeler C.E. Modification of brain and endocrine glands, as an explanation of altered behavior trends, in coat-character mutant strains of the Norway rat // J. Tennessee Acad. Sci. 1947a. V. 22. P. 207–209.
Keeler C.E. Coat color, physique, and temperament // J. Hered. 1947b. V. 9. P. 271–277.
Keeler C.E. Genetics of behavioral variations in color phases of the red fox // The Wild Canids: Their Systematics, Behavioral Ecology and Evolution / Ed. M.W. Fox. N.Y.: Van Nostrand-Reinhold, 1975. P. 399–413.
Keeler C.E., King H.D. Multiple effects of coat color genes in the Norway rat, with special reference to temperament and domestication // J. Compar. Psychol. 1947. V. 34. P. 241–250.
Keeler C.E., Ridgway S., Lipscomb L., Fromm E. The genetics of adrenal size and tameness in color phase foxes // J. Hered. 1968. V. 59. P. 82–84.
Kuhn T.S. The Structure of Scientific Revolution. 3rd ed. http: // home/tiac./net/~cri/1998/kuhn.html
Lange K.E. Wolf to wolf // Natural Geogr. 2002. V. 201. № 1. P. 2–11.
Morey D.F. The early evolution of the domestic dog // Amer. Sci. 1994. V. 82. P. 336– 347.
Mayr E. Systematics and the Origin of Species. N.Y., Columbia Univ. Press, 1942. P. 120. (Русск. издание: Э. Майр. Систематика и происхождение видов, М.: Иностр. лит-ра, 1947).
Mayr E. The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance. Cambridge (Mass.): Harv. Univ. Press, 1982. 974 p.
Price E.O. Behavioral aspects of animal domestication // Quart. Rev. Biol. 1984. V. 59. № 1. P. 1–32.
Ratner S.C., Boice R. Effects of domestication on behavior // The Behavior of Domestic Animals / Ed. E.S.E.Hafes. 3 ed., 1975. P. 3–19.
Richardson R. Biogeography and the genesis of Darwin's ideas on transmutation // J. Hist. Biol. 1981. V. 14. № 3. P. 345–368.
Richter C.P. The effects of domestication selection on the behavior of the Norway Rat // J. Nat. Cancer. Inst. 1954. V. 15. № 4. P. 727–738.
The Global Strategy for the Management of Farm Animal Genetic Resourses. Italy, Rome, 1999.
Trapezov O.V. Black crystal: a novel coat color mutant in the American mink // J. Hered. 1997. V. 88. № 2. P. 164–166.
Trapezov O.V., Trapezova L.I. Fifteen years of river otter (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) breeding in captivity // Adv. Ethol. № 35 Supplements 35 to «Ethology». Contributions to the 3rd Intern. Symp. on Physiology and Ethology of Wild and Zoo Animals. Berlin, Germahy, 4–7 October 2000 / Ed. M. Lechner-Doll, H. Hofer. Institute for Zoo Biology and Widlife Research (IZW), Berlin Alfred-Kowalke-Strasse 17, D-10315 Berlin, Germany. Blackwell Wissenschaft-Verlag Berlin Vienna, 2000.
Trut L.N. Early canid domestication: The farm-fox experiment // Amer. Sci. 1999. V. 87. P. 160–169.
Zeuner F.T. Domestication of animals // A History of Technology / Ed. C. Singer, E.J. Holmyand, A.R. Hall, Williams. Oxford: Oxford Univ. Press, 1954. V. 1.
Zeder M.A. Documenting domestication: the intersection of genetics and archaeology // TIG. 2006. V. 22. № 3. P. 139–155.
Vavilov N.I. The law of homologous series in variation // J. Genet. 1922. V. 12. № 1. P. 47–89.
Wistmann E. Crao-indianer der Rotten Berge. Leipzig, 1977. 135 p.

ON THE FUR ANIMALS DOMESTICATION (ON THE 140-YEAR ANNIVERSARY OF CHARLES DARWIN'S WORK «THE VARIATION OF PLANTS AND ANIMALS UNDER DOMESTICATION», PUBLISHED IN RUSSIA)

O.V. Trapezov

Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia,
e-mail: trapezov@bionet.nsc.ru; trapezov@academ.rg

Summary

The second main Darwin's work «The variation of plants and animals under domestication» (V.O. Kovalevsky – the main editor) was published at first in Russia (1867) than in England (1868). As well as «The Origin of Species…», this fundamental work shows the role of plants and animals domestication in understanding evolutionary processes in the wild nature. Trying to model this way, Russian geneticist Dmitry Belyaev in the late 1950s and early 1960s started experimental rendering of the historical process of domestication of fur animals which were bred in captivity in special fur farms. It has been shown in the course of a multiyear experiment that physical and morphological changes which occurred in these animals under domestication are the effect of selection for tame behaviour in animals under condition of co-existence in stress-induced anthropogenic environment.

ДОМЕСТИКАЦИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ У ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

Е.М. Колдаева[1], Н.А. Колдаев[2]

[1] Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Департамент ветеринарии и животноводства, отдел животноводства, Москва, Россия, e-mail: e.koldaeva@mail.ru;
[2] Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А. Афанасьева, Раменский район Московской обл., пос. Родники, Россия, e-mail: NIIPZK@orc.ru

За относительно короткий срок своего существования звероводство как отрасль сельского хозяйства достигло значительных результатов в доместикации пушных зверей. Изучена генетика большинства мутантных типов и создана система обозначения генов, обусловливающих окраску мехового покрова. Показано, что эффективное использование генетического разнообразия находится в прямой зависимости от знания изменчивости и наследования основных хозяйственно полезных признаков пушных зверей. Изучение мирового генетического разнообразия, а также уровня развития основных хозяйственно полезных признаков популяций пушных зверей в хозяйствах России позволит определить эффективные направления селекции зверей, обеспечивающие конкурентоспособность отечественной продукции пушного звероводства.

Введение

Ч. Дарвин был первым натуралистом, который для обоснования и проработки своих теоретических положений обратился к сельскохозяйственной практике. Нужно сказать, что к тому времени Англия выдвинулась в лидеры по динамике экономических показателей и, как результат, стала передовой сельскохозяйственной страной мира (Maddison, 1982; Колпаков, 2006). Уже тогда за производителей выдающихся пород животных заводчики платили баснословные цены: так, знаменитый английский селекционер-животновод Р. Бэквэлл за предоставление на сезон (для улучшения стада) племенного барана выведенной им новолейстерской породы получал большие суммы. Стоимость же отдельного производителя достигала вообще невиданных в истории животноводства размеров.

Селекция во времена Дарвина уже становится выгодным коммерческим делом, о чем Дарвин в «Происхождении видов …» пишет: «Результаты, достигнутые английскими животноводами, всего лучше доказываются громадными ценами, уплачиваемыми за животных с хорошей родословной» (Дарвин, 1991, С. 41). Под впечатлением увиденного на ежегодных английских сельскохозяйственных выставках и поражаясь результатам работы селекционеров по созданию удивительных пород домашних животных, Дарвин с восхищением говорит: «Кажется, будто они сначала начертили на стене желаемую форму животного, совершенную во всех отношениях, а затем придали ей жизнь» (Дарвин, 1991, С. 41). Дарвин подчеркивает, что материал для отбора, поставляемый изменчивостью при доместикации, настолько богат, что в нем можно найти все, что нужно для определенных условий. Далее он продолжает: «Юатт говорит о принципе отбора как о средстве, позволяющем животноводу не только модифицировать черты своего стада, но и совершенно изменить его. Это волшебный жезл, при помощи которого он вызывает к жизни любые желательные формы…» (Дарвин, 1991, С. 41).

И видимо, не случайно замечательный зоотехник и отечественный классик теории селекции животных П.Н. Кулешов еще в 1932 г. по этому поводу писал: «Решительное привлечение дарвинизма в качестве основного принципа

построения системы племенного дела должно дать результаты, которые нам сейчас так необходимы».

Это замечание остается актуальным и для новой, созданной в двадцатом столетии, отрасли животноводства – клеточного пушного звероводства. При этом американские норки (*Mustela vison* Schreber, 1777), голубые песцы (*Alopex lagopus* Linnaeus, 1858), серебристо-черные лисы (*Vulpes fulvus* Desm.), соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1858), нутрии (*Myocastor coipus* Molina, 1782) самый жесткий и строгий путь доместикации прошли на начальных этапах – при отлове их в дикой природе, пленении и перемещении в антропогенную среду. Оказавшись от человека на расстоянии его вытянутой руки, пушные звери, вернее отловленные в дикой природе их предки, попали под сильнейшее давление естественного отбора в условиях доместикации. Среди них в ряду поколений начал действовать отбор на стрессоустойчивость, генетическую адаптацию к условиям пленения, способность давать потомство в неволе. Характеризуя этот наиболее трудный и сложный этап доместикации, Ч. Дарвин в своем труде «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания» указывает: «Одно из главных условий одомашнивания – это полная плодовитость в неволе при изменении условий жизни» (Дарвин, 1928, С. 339).

Впервые на то, что стресс выполняет роль своеобразного посредника между средой и генотипом, еще в 1970-х гг. обратил самое серьезное внимание Д.К. Беляев в работах, посвященных изучению дестабилизирующих эффектов отбора на стрессоустойчивость, ставя проблему взаимосвязи двух коренных вопросов эволюции домашних животных – отбора и изменчивости – в условиях стресса и, прежде всего, психоэмоционального стресса в процессе доместикации (Беляев, 1972, 1974, 1979б, 1983; Belyaev, Borodin, 1982).

В условиях промышленного разведения на специализированных зверофермах, сопровождающегося стихийным отбором на стрессоустойчивость, у всех видов пушных зверей уже на начальных стадиях одомашнивания произошли изменения поведенческих реакций, изменения морфологического и функционального характера. К примеру, у американских норок в условиях доместикации при сравнении их с дикими сородичами изменился уровень общей теплопродукции, повысился ритм дыхания и сердечной деятельности в покое, они утратили свойственную диким родоначальникам адаптацию сердечной мышцы к нырянию (Макридина, 1967; Галанцев и др., 1969; Гуляева, 1974; Сегаль, 1975; Галанцев, 1977). Подобные доместикационные преобразования зафиксированы и у других животных, которые в естественной среде обитания ведут полуводный образ жизни, например, у нутрий. Доместикационные преобразования у другого объекта пушного звероводства – песцов – привели к изменениям у них не только костно-суставного аппарата, но и внутрикостного кровообращения (Слесаренко, 1984).

Продолжающийся на промышленных зверофермах процесс доместикации сопровождается постепенной перестройкой типа высшей нервной деятельности пушных зверей. Животные стали менее возбудимыми, сократилось количество злобных животных и увеличилось количество спокойных. Произошло значительное угасание оборонительного и хищнического рефлексов (Беляев, Трут, 1964а, б, 1982, 1983; Афанасьев, 1968; Беляев, 1968, 1970, 1972, 1974, 1979а, 1981, 1983; Ильина, Кузнецов, 1983).

В клеточных условиях многие факторы, влияющие на сохранение вида, утратили свое значение, и увеличение численности популяций пушных зверей ничем не ограничивается. Более того, искусственный отбор направлен на повышение воспроизводительной способности пушных зверей. Поэтому доместикация затронула и систему размножения. Установлено, например, что у дикой норки половая охота наступает всего один, реже два раза за период гона, в то время как у клеточной норки количество охот за период течки бывает не менее 2–3, а иногда и более (Терновская, Беляев, 1970).

Но главное то, что в процессе доместикации изменился вектор отбора. Если естественный отбор всегда направлен на увеличение приспособленности как отдельной особи, так и всей популяции в целом, то искусственный отбор выводит признаки за пределы биологического оптимума, – в условиях клеточного разведения отбираются фенотипы, наиболее ценные с точки зрения хозяйственной полезности. Одним из

таких основных хозяйственно полезных признаков у пушных зверей является окраска волосяного покрова, и в особенности возникновение *de novo* окрасочных мутаций. Здесь, конечно, нужно иметь в виду, что в условиях фермерского разведения зверей вследствие ограничения свободы скрещивания, дрейфа генов и определенной доли инбридинга многие рецессивные мутации, доставленные под покровом стандартного фенотипа на фермы из природных популяций, где они возникли в ходе естественного мутационного процесса, «огомозиготились» и «вышли в фенотип». Кроме того, в условиях промышленной доместикации у всех пушных зверей зарегистрирована высокая частота возникновения *de novo* доминантных и полудоминантных мутаций окраски меха. Возникшие несвойственные диким предковым формам окрасочные новшества были использованы при искусственном отборе, они стали предметом целенаправленной селекции и быстро приобрели коммерческое значение (Беляев, 1948а).

Еще не до конца выяснены причины еще одного удивительного доместикационного явления, которое носит название *гомологичная изменчивость*. Суть ее в том, что в ходе одомашнивания животных изменяются в основном одни и те же признаки, причем изменяются одинаково, канализированно – в одном направлении; хотя сами животные, как нельзя более разнятся между собой, принадлежа не только к разным видам и разным отрядам (хищников, копытных, грызунов, зайцеобразных), но и к разным классам (млекопитающих и птиц)(рис. 1).

Рис. 1. Развитие при доместикации животных разных таксономических рангов гомологичных признаков в раскраске волосяного покрова.

Ученые прибегают к помощи всесильной генетики, но даже изученные ныне генетические механизмы не в состоянии пока однозначно ответить на вопросы: почему столь высоки темпы изменения домашних животных, откуда такое невообразимое количество их пород? Вопросы остаются все еще открытыми, хотя в свое время именно они привлекли внимание Ч. Дарвина и послужили одним из стимулов к созданию теории естественного отбора.

Отдельные эффекты доместикации у пушных зверей в ходе их разведения на промышленных зверофермах

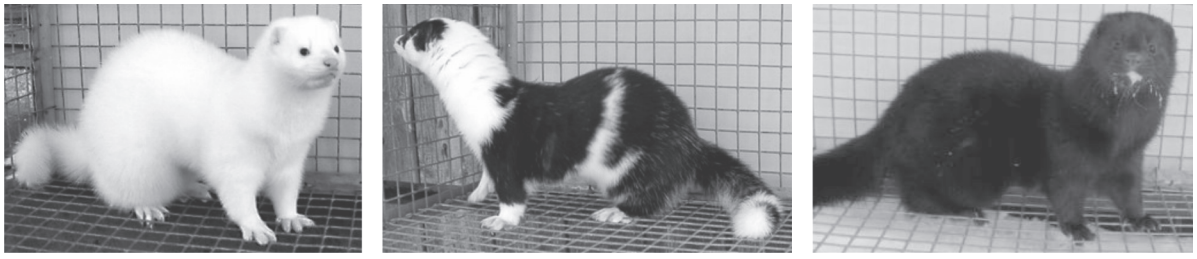
Появление аллелизма в окраске мехового покрова. В результате повышенного темпа мутирования в условиях доместикации у разных видов пушных зверей в различных локусах генома, затрагивающих окраску меха, возник множественный аллелизм (рис. 2–4). Примером может служить возникновение у норок иерархии доминирования в локусе «крестовка» ($S^H > S^K > S > S^R > +$); в локусе «хедлюнд» ($+ > h^s > h$); в локусе «platinum» ($+ > p^s > p$); в локусе «мойл» ($+ > m^s > m$); в локусе «орхид» ($+ > k^o > k$).

На основе возникновения серии множественных аллелей в локусе «соклот» ($+ > t^s > t^p > t^w > t^n$) финские звероводы создали массивы норок с окрасками: коричневые, голубовато-бежевые (жемчужные), паломино, кремовые, близкие к белым. При этом наибольшее распространение получили светло-коричневые норки окраски соклотпастель (получившие также названия финляндия-топаз, даун). В нашей стране замечательное стадо голубовато-бежевых соклотпастель серебристых норок (t^st^s *bb pp*), получивших торговое название платиновый топаз, отличающихся высокой плодовитостью и близких по окраске к лучшим цветам жемчуга, создано селекционерами в племзаводе «Судиславский» Костромской области.

В 1930-е гг. началось разведение ранее неизвестных мутантных форм лисиц, генетику которых изучали специалисты разных стран (Ильина, 1934, 1935; Mohr, Tuff, 1939; Беляев, 1940, 1947, 1948б, 1951; Holdane, 1942; Ромашев, Ильина, 1943; Cole, Shackelford, 1943; Bowness, 1944a, b, 1945; Caisley, 1947; Johansson, 1947; Вахрамеев, Беляев, 1948; Shackelford, 1948,

Тень *(S^H/+)* | Карельская пестрая *(S^K/+)* | Крестовка *(S/+)* | Королевская серебристая *(S^R/+)* | Стандарт *(+/+)*

Рис. 2. Возникновение серии множественных аллелей у американской норки в локусе «крестовка».



Белая «хедлюнд» *(h/h)* | Рощинская пестрая *(h^s/h^s)* | Стандарт *(+/+)*

Рис. 3. Возникновение серии множественных аллелей у американской норки в локусе «белая-хедлюнд».

Беломордая *(W/+)* | Платиновая, «монс» *(W^P/+)* | Снежная, белая, грузинская *(W^G/+)* | Арктический мрамор, белая, атомная *(W^M/+)*

Рис. 4. Серия множественных аллелей, возникшая в ходе доместикации у серебристо-черной лисицы.

1949a; Беляев, Повецкий, 1949; Johansson, 1960; Shiota, 1962; Беляев, Куличков, 1968; Belyaev et al., 1981; Borodin, 1981; Бородин, 1982; Shackelford, 1982; Ness *et al*., 1983, 1988; Nes, Fougner, 1986; Милованов, 2000) (рис. 4).

Сублетальные и летальные мутации, затрагивающие окраску волосяного покрова. У самых разных видов было найдено и изучено множество летальных и сублетальных мутаций. Швейцарский эмбриогенетик Э. Хадорн посвятил изучению летальных мутаций специальную книгу «Генетика развития и летальные факторы» («Developmental genetics and lethal factors»), изданную в 1955, 1961, 1986 гг. В ней он проанализировал, как изучение действия леталей помогает раскрыть смысл ряда основных понятий в генетике развития: генной плейотропии, критических периодов онтогенеза, трансдетерминации, детерминации, дифференциации (Hadorn, 1986; Соколова, 1998).

Как правило, мутации в большей или меньшей степени снижают приспособленность ор-

ганизмов. В молекулярной генетике различают *мутации допустимые*, т. е. мутации, в результате которых происходят изменения аминокислотного состава в боковых цепях молекул, что приводит к резким нарушениям структуры всей молекулы – ее конформации, структуры активных центров и т. п., и *мутации запрещенные*, вызывающие утрату белком его функционального значения. Такие мутации часто оказываются летальными или сублетальными.

Большинство возникших *de novo* мутаций окраски волосяного покрова у пушных зверей в ходе их промышленной доместикации характеризовались отрицательными плейотропными эффектами летального и сублетального действия на развитие жизненно важных систем организма: носители этих мутаций значительно уступали животным стандартной окраски по основным хозяйственно полезным признакам, как правило, были меньшего размера и отличались низкими показателями воспроизводства и низкими качествами в развитии волосяного покрова. В основном отрицательное влияние мутантных генов окраски сказывалось на развитии слуха, зрения, центральной нервной системы, функции размножения (табл. 1).

Например, у самок песцов, несущих мутацию окраски «тень» (*S*/+), были выявлены достоверные различия по абсолютной и относительной массе яичников в 6-месячном возрасте по сравнению с нормальными немутантными сверстницами (Вальтман, 1983).

У самцов лисиц, гомозиготных по гену окраски «звездочка» (*S/S*), часто наблюдается крипторхизм (Беляев, 1979а, б), самки песцов, гомозиготные по гену окраски сонлиблес (*T/T*), отличаются поздней половой зрелостью и способны к плодотворным спариваниям только с 2-летнего возраста (Nes *et al*., 1988).

Белая грузинская мутация у лисиц (W^G) оказалась эмбриональной леталью (Беляев и др., 1973), но свой смертельный удар она наносит

Таблица 1

Плейотропное летальное и сублетальное действие генов, затрагивающих окраску меха у разных видов пушных зверей

Вид	Гены с различными плейотропными эффектами, затрагивающие окраску меха				
	Летальность гомозигот	Недоразвитие			Гетерохромизм радужной оболочки глаз
		половой системы	органов слуха	органов зрения	
Норка	S^H/S^H S^K/S^K V/V W^F/W^F E/E	$S^H/+$ W/W	h/h	–	–
Лисица	W/W W^P/W^P W^G/W^G W^M/W^M	S/S	S/S	–	$W^P/+$ S/S
Песец	S/S S^W/S^W S^H/S^H S^J/S^J	T/T	–	T/T	$S/+$ $S^W/+$ $S^H/+$ $S^J/+$ $T/+$
Нутрия	W/W V/V	h/h	–	h/h	–
Енотовидная собака	W/W	–	–	–	–
Шиншилла	W/W Bl/Bl	–	–	c^n/c^n	–

еще на доимплантационных стадиях, тогда как аллельная ей мутация *платиновая* (W^p) (Kolstad, 1954) – на постимплантационных. В эксперименте, проведенном в Институте цитологии и генетики СО РАН с помощью дополнительного освещения самок во время беременности, губительное действие доминантной летали удалось сдвинуть на более поздние постнатальные этапы онтогенеза; гомозиготы (W^G/W^G) преодолевали имплантационный барьер и стали рождаться (хотя все же в основной массе они гибли в постнатальном 2–3-месячном возрасте). Из всех родившихся гомозиготных щенков (W^G/W^G) удалось выжить лишь одной самке. Она не только выжила, но и дала потомство, что в последующем генетическом анализе подтвердило ее гомозиготность (Беляев и др., 1973; Belyaev *et al*., 1975). А ведь знаменитый исследователь леталей Э. Хадорн постоянно мучился вопросами: почему у гомозигот по леталям останавливается развитие и можно ли мутантов спасти от гибели (Hadorn, 1986). Эффект преодоления летального барьера в эксперименте Д.К. Беляева осуществлялся через гормоны желтого тела, так как свет действует на интенсивность их синтеза.

Подобное ослабление действия летали через «световую подкормку» было проделано и на норках мутации *шéдоу* (S^H). В дальнейших опытах Д.К. Беляева были получены предположительно гомозиготные белые норчата *шéдоу* (S^H/S^H), но в анализирующих скрещиваниях потомства от них получить не удалось (Беляев, Железова, 1968, 1976). Причины могли крыться в анатомической аномалии детородных органов у гомозиготных самок *шéдоу* (S^H/S^H) – ведь даже в гетерозиготном состоянии ген окраски меха у этих норок ($S^H/+$) очень часто вызывает недоразвитие половой системы (Nes, 1965).

У норок ген *стюарт* в гомозиготном состоянии (*W/W*) приводит к стерильности самцов и в большинстве случаев к бесплодию самок. Бесплодие самок обусловлено, в основном, недоразвитием матки и яичников (Беляев, Железова, 1968). У дирецессивных норок сапфир (*a/a p/p*) и монорецессивных норок белая-хедлюнд (*h/h*) по сравнению со стандартными норками (+/+) отмечены повышенная эмбриональная и постэмбриональная смертность, более позднее развитие половой активности, меньшее число периодов охоты, удлинение диапаузы (Евсиков, 1965; Беляев, Евсиков, 1967). Летальным эффектом обладает у норок и аллель *карельская пестрая* (S^K) из серии аллелей локуса «крестовка» (*S*). Летальный эффект у гомозигот S^K/S^K наступает в неонатальный период – через месяц после рождения у норчат развивается поражение паренхиматозных органов, главным образом, печени.

В 1963 г. Дж. Пэджет открыл, что у норок алеутской окраски с генотипом *a/a* оболочки гранул в лейкоцитах так же патологически изменены, как у детей больных синдромом Хедяка-Хигаси (Лидер, 1968; Padget, 1979). Но вот какая вещь: сублетальный эффект гомозиготного состояния гена алеутской окраски (*a/a*), как правило, в гетерозиготном состоянии (*a*/+) дает прямо противоположный эффект сверхдоминирования или моногенного гетерозиса, вызывая повышение плодовитости и общей жизнеспособности (Беляев, Евсиков, 1968; Беляев и др., 1968). По этой причине в настоящее время алеутская норка в зверохозяйствах в чисто гомозиготном (*a/a*) разведении практически не используется, но, как бы в компенсацию своих слабых генетических сторон, она дает в комбинативных скрещиваниях с другими мутациями много интересных по красоте меха вариаций:

aa pp – сапфир
aa bb – эрик
aa ii – сапфир имперский
aa rr – примроза
aa kk – ампалоалеутская
aa qq – кобальталеутская
aa mm – лаванда
aa t^st^s – соклотлаванда
aa t^pt^p – пурпурная
aa p^sp^s – голубой ирис
aa m^cm^c – камеоалеутская
aa t^wt^w – финлавандовая
aa pp S/+ – крестовка сапфир
aa pp bb – зимняя голубая
aa pp kk – перл
aa qq mm – прелесть
aa pp mm – виолет
aa kk mm – ампаломойлалеутская
aa pp rr – хоуп, янтарьсапфир
aa kk p^sp^s – ампалоалеутская стальная
aa rr p^sp^s – капуциновая
aa pp t^wt^w – финвиолет

aa pp $m^c m^c$ – камеосапфир
aa pp WW – арктиксапфир
aa pp Ff – боссапфир
aa $m^c m^c$ *Ff* – боскамеоалеутская
aa pp kk Ff – босжемчужная
aa pp mcmFf^c – боскамеосапфир
aa pp mm Ff – босмойлсапфир
aa pp mm rr – розовая
aa pp bb $t^s t^s$ – соклот зимняя голубая.

Мутации окраски, обладающие рецессивным летальным эффектом, снижающим плодовитость самок при их разведении «в себе», обнаружены у всех видов пушных зверей.

Анализ показал, что на первом этапе доместикации практически все мутантные и комбинативные типы норок значительно уступали норкам стандартной окраски по воспроизводительной способности (табл. 2).

Однако, несмотря на достаточно низкие коэффициенты наследуемости признаков, обусловливающих воспроизводительную способность, длительный целенаправленный отбор, как показывают данные табл. 2, оказался достаточно успешным, что позволило существенно повысить воспроизводительную способность норок. Например, значительно увеличилась плодовитость и количество зарегистрированных щенков на самку у норок окраски сапфир (*a/a p/p*), несущих в гомозиготном состоянии сублеталь *a/a*, и у норок окраски белая-хедлюнд (*h/h*), у которых помимо наследственной глухоты на ранней стадии доместикации был установлен отрицательный плейотропный эффект на воспроизводительную способность. Но, как показывают данные той же табл. 2, через 40 лет интенсивного отбора на звероводческих фермах России стандартные норки (+/+), не отягощенные грузом дефектных мутаций, имевшие на первых этапах доместикации норок наилучшие показатели размножения, утратили свое лидерство. Это позволяет сделать вывод, что в результате длительной селекции ген мутантной окраски меха перестает быть фактором, снижающим показатели воспроизводства (Колдаева, 2004, 2005).

Здесь нам нужно еще раз вспомнить швейцарского эмбриогенетика Э. Хадорна, посвятившего себя поиску средств, если не нейтрализации, то хотя бы по ослаблению летального или сублетального действия дефектных генов, и открывшего в 1960-е гг. в своих изысканиях загадочный до сих пор эффект трансдетерминации, образно выражаясь, – перепрограммирования сублетального онтогенеза (Hadorn, 1986; Соколова, 1998).

Аналогичный эффект был получен по песцам, также имеющим мутантные гены, затрагивающие окраску меха. Разводимые на зверофермах России и за рубежом песцы

Таблица 2

Плейотропные эффекты мутаций, затрагивающих окраску меха у американской норки на воспроизводительную способность

Фенотип	Генотип	Зарегистрировано щенков на основную самку*		
		1965 г.	1985 г.	2005 г.
Стандарт	+/+	4,7	4,8	5,1
Пастель	*b/b*	4,2	5,0	5,4
Американское паломино	*k/k*	4,2	5,0	5,5
Серебристо-голубая	*p/p*	4,4	5,1	5,2
Белая-хедлюнд	*h/h*	3,8	4,5	5,2
Сапфир	*a/a p/p*	3,4	4,4	5,0
Жемчуг	*k/k p/p*	3,7	5,3	5,0
Финский топаз	t^s/t^s *b/b*	4,1	5,1	4,8

* Самка промышленной популяции пушных зверей, имевшаяся на начало производственного года и принимавшая участие в воспроизводстве.

являются потомками отловленных на воле голубых песцов (*Alopex lagopus* Linnaeus, 1858). Дизруптивным отбором в условиях доместикации из них были созданы отличающиеся по окраске и структуре опушения две формы – серебристые и вуалевые песцы. Общая окраска меха серебристых песцов – серая, различной интенсивности. Окраска вуалевых песцов отличается более светлой окраской пухового волоса. Доместикация в условиях промышленного разведения индуцировала получение у песцов целого ряда мутаций, затрагивающих окраску меха. В основном это доминантные и полудоминантные мутации, обусловливающие осветление общей окраски и развитие белой пятнистости. Все эти мутантные формы фенотипически сходны и отличаются между собой лишь интенсивностью окраски и степенью развития белой пятнистости. Доминантные мутации окраски песцов: «тень» (*S* /+), «голубая звезда» (S^J /+) и «хауген платина» (S^H /+) – входят в одну серию множественных аллелей (Ness *et al*., 1988).

20–30 лет назад нормальные серебристые песцы значительно превосходили по воспроизводительной способности песцов мутантных цветовых типов, особенно песцов «тень» (*S* /+). Так, среднее количество щенков, зарегистрированных на одну основную самку, у серебристых песцов составляло 9–10, у вуалевых – 8–8,5, а у песцов «тень» – лишь 5–6 щенков. Однако в результате селекции на увеличение плодовитости воспроизводительная способность самок песцов «тень» (*S* /+) за последние 20 лет значительно повысилась и по результатам размножения не отличается от вуалевых самок. Так, в 2003 г. средний выход молодняка на самку «тень» и вуалевую составил 8,1 (Колдаева, 2005, С. 10). По данным за 2005 г. количество щенков, зарегистрированных на одну основную самку, на звероводческих фермах России у *с*еребристых песцов составило более 9, а у вуалевых и «тень» – вплотную приблизилось к 9. В результате интенсивной и длительной селекционной работы различия по воспроизводительной способности между разными мутантными формами песцов существенно меньшие, чем между отдельными звероводческими фермами, специализирующимися на разведении песцов.

За 70 лет клеточного разведения потенциальная плодовитость серебристо-черных лисиц увеличилась с 4,9 до 8,0 щенков. У лисиц мутантных типов окраски она в расчете на одну основную самку на 1–2 щенка ниже (Чекалова, 2002). Несколько уступающая серебристо-черным лисицам воспроизводительная способность цветных лисиц обусловлена более низкими по этому показателю требованиями при отборе, так как поголовье цветных лисиц в настоящее время пока чрезвычайно мало и в первую очередь предпочтение отдаётся его накоплению, а не отбору по плодовитости.

В итоге промышленной доместикации разных видов пушных зверей показатели размножения увеличились на 15–20 % и составили в 2003 г. в племенных хозяйствах России по норкам – 5,1; песцам – 8,6; лисицам – 4,6 зарегистрированных щенков на одну самку. Это явилось следствием того, что под влиянием искусственного отбора резко снизилось проявление отрицательных плейотропных эффектов дефектных генов и стало возможным успешное разведение мутантных и комбинативных форм по окраске волосяного покрова, которые в естественных условиях не способны нормально существовать (Holdane, 1942).

Изменение размеров тела. Изменчивость у пушных зверей по размеру тела говорит о больших возможностях направленной селекции на увеличение этого показателя. Особенно велика изменчивость по длине и массе тела у норок, песцов и лисиц. Это связано с тем, что именно у этих видов пушных зверей наиболее интенсивно в последние 20–25 лет велась селекция на увеличение размера тела.

Несмотря на существенные колебания величины коэффициентов наследуемости длины и массы тела, эффективность селекции по данным показателям доказана практической селекцией. Причем более эффективна селекция по длине тела. Это установлено при изучении сравнительной эффективности подбора родителей по живой массе и длине тела на норках, лисицах, песцах и соболях.

Так, если в среднем по норкам живая масса самцов составляет 2,5 кг, а самок – 1,5 кг, то отдельные животные достигают живой массы 6 кг самцы и 3,5 кг самки (рис. 5).

Аналогичная ситуация наблюдается у песцов и лисиц. Созданы массивы песцов особо круп-

ного размера, в которых живая масса самцов достигает 15–20 кг.

Целенаправленная селекция на укрупнение способствовала увеличению массы тела у всех видов пушных зверей, особенно у норок. За период промышленной доместикации масса тела норок на зверофермах России увеличилась примерно в 1,5 раза, у песцов на 30–50 %, у лисиц на 25–30 %. В табл. 3 приведены средние показатели длины и массы тела животных на звероводческих фермах России по состоянию на 2003 г. Но данные размерных показателей отдельных стад пушных зверей показывают, что их потенциал далеко не исчерпан (рис. 5).

Рис. 5. Рекордный размер шкурки стандартной темно-коричневой норки клеточного разведения (Сайдинов, 2005).

Показатели, определяющие размер тела, обусловлены полигенами, и для них свойственна непрерывная изменчивость и аддитивный характер наследования. Несмотря на значительные колебания величины коэффициентов наследуемости длины и массы тела (табл. 4), можно сделать вывод, что эффективная селекция по данным показателям возможна, и селекционная практика хорошо это иллюстрирует. Причем более эффективна селекция по длине тела. Это установлено при изучении сравнительной эффективности подбора родителей по живой массе и длине тела на норках, лисицах, песцах и соболях (Кузнецов и др., 1974; Сырников, Вальтман, 1977а, б; Сырников, 1980; Сергеев, 1988).

Изменение характеристик мехового покрова. В процессе искусственного отбора при промышленной доместикации пушных зверей существенно изменились показатели, характеризующие качество опушения. Генетическое разнообразие пушных зверей по длине, густоте, уравненности и структуре волосяного покрова было использовано человеком для создания консолидированных массивов пушных зверей, существенно отличающихся по этим признакам.

Длина волос – количественный признак, обусловленный полигенами. Коэффициенты наследуемости длины волос колеблются в широких пределах, но в большинстве случаев равны 0,3–0,5, что свидетельствует о значительном генетическом разнообразии.

Таблица 3

Средняя живая масса и длина тела у пушных зверей в 2003 г.

Вид зверей	Живая масса (кг)		Длина тела (см)	
	самки	самцы	самки	самцы
Норка	1,46	2,46	40,1	49,4
Соболь	1,18	1,42	41,6	45,6
Хорь	1,19	2,22	38,8	48,1
Песец	7,32	8,21	67,5	69,8
Лисица	6,05	6,86	69,0	72,5
Енотовидная собака	7,42	7,73	66,4	67,6

Таблица 4

Коэффициенты наследуемости длины и массы тела у различных видов пушных зверей

Вид	Коэффициент наследуемости, h^2	
	массы тела	длины тела
Норка	0,3 – 0,4	0,45 – 0,62
Соболь	0,04 – 0,25	0,28 – 0,78
Хорь	0,08 – 0,13	0,18 – 0,45
Песец	0,13 – 0,22	0,19 – 0,50
Лисица	0,16 – 0,25	0,22 – 0,49
Нутрия	0,11 – 0,26	–

Вместе с тем у некоторых видов пушных зверей известны мутантные типы, у которых длина волос обусловлена доминантными или рецессивными генами. Так, у норок известны мутации, обусловливающие значительно большую по сравнению с диким типом длину волос, а также мутации, вызывающие развитие очень коротковолосого опушения (Schackelford, 1949b; Collins, 1967).

У норок, лисиц и песцов созданы популяции, в среднем значительно отличающиеся по длине кроющих волос от диких предков в сторону удлинения или укорочения (табл. 5). Деление пушных зверей на селекционируемые типы по высоте волосяного покрова основано на различиях в длине остевых волос, поскольку именно остевые волосы создают впечатление о высоте волосяного покрова, прикрывая подпушь.

Таблица 5

Селекционируемые типы пушных зверей по длине кроющих волос в звероводческих хозяйствах России (мм)

Вид	Коротко-волосый	Средне-волосый	Длинно-волосый
Норка	< 18	19–25	> 25
Песец	< 55	55–65	> 65
Лисица	< 65	65–75	> 75

Заключение

Благодаря доместикационным преобразованиям пушных зверей клеточного разведения уже в 1968 г. в России стали относить к сельскохозяйственным животным. Начиная с этого времени стали апробироваться и утверждаться породы и внутрипородные типы пушных зверей (Колдаева, 1998, 1999). В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включены 24 породы и типа норок, 1 – лисиц, 6 – песцов, 2 – соболей, 10 – нутрий, 1 – хорьков и одомашненная форма енотовидных собак (Колдаева и др., 2003).

По состоянию на 2005 г. в России сформированы массивы зверей, отличающиеся по одному или нескольким признакам от известных пород и типов (табл. 6), и при наличии достаточной численности поголовья и определенного уровня развития хозяйственно полезных признаков они могут быть признаны (а некоторые из них в 2006 г. уже признаны) селекционными достижениями и внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Эффект бурного породообразования в клеточном пушном звероводстве нарастает, и сам факт результатов селекционных достижений в звероводстве говорит о том, что созданное в настоящее время удивительное разнообразие пушных зверей клеточного разведения, значительно отличающихся от своих предковых в предшествующей эволюционной истории форм, является результатом эволюции пушных зверей по воле человека. Не случайно еще более 30 лет назад Д.К. Беляев прозорливо писал: «Уже в первые годы разведения норок под контролем человека произошла дифференциация этого дикого вида на целый ряд типов, являющихся прообразом будущих пород, отличающихся друг от друга не только по окраске мехового покрова, но и по ряду важных признаков воспроизведения и жизнеспособности.

Полученное уже сейчас разнообразие норок, конечно, не предел; оно, несомненно, будет увеличиваться, с одной стороны, за счет уже известных мутаций, а с другой стороны – за счет вовлечения в селекционный процесс вновь возникающих или вновь выявляемых мутаций» (Беляев, 1972).

Таблица 6

Создаваемые породы и типы пушных зверей (по состоянию на 2005 г.)

Вид	Категория	Название	Оригинатор
Норка	тип	Голубая лаванда	Племзавод «Пушкинский»
		Черный хрусталь*	Институт цитологии и генетики СО РАН
Лисица	тип	Голубой коликотт	Племсовхоз «Салтыковский»
		Салтыковский сапфир	
Песец	тип	Салтыковский серебристый	Племсовхоз «Салтыковский»
		Гагаринский вуалевый	«Гагаринский» звероплемхоз
Хорь	порода	Перламутровая	Племзавод «Новые меха»
		Платиновая	Племзавод «Пушкинский»
Енотовидная собака	порода	Золотистая	Объединение «Северная пушнина»

* В 2006 г. получен патент № 3011 на селекционное достижение «Норки американские (*Mustela vison* Schreber, 1777) “Черный хрусталь”». Авторское свидетельство № 41547 Норки американские «Черный хрусталь».

Литература

Афанасьев В.А. Изменения пушных зверей под влиянием одомашнивания (Управление звероводством Министерства сельского хозяйства СССР) // Совещание, посвященное 100-летию выхода в свет книги Чарлза Дарвина «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания» (1968), 18–20 декабря 1968 г. Тез. докл. М: Изд-во МГУ, 1968. С. 23–28.

Беляев Д.К. Методика племенной работы в Тобольском зверосовхозе // Кролиководство и звероводство. 1940. № 11/12. С. 11–13.

Беляев Д.К. Изменчивость и наследование серебристости меха у серебристо-черных лисиц: Дис. …канд. биол. наук. М., 1947. 135 с.

Беляев Д.К., Ростовцева Е.Я. Мутации окраски у норок // Каракулеводство и звероводство. 1948а. № 3. С. 63–68.

Беляев Д.К. Основы племенной работы в лисоводстве // Практика разведения лисиц и основы племенной работы в лисоводстве. М.: Междунар. книга, 1948б. С. 81–103.

Беляев Д.К. Творческая роль отбора в возникновении некоторых вариаций окраски у лисиц // Каракулеводство и звероводство. 1951. № 5. С. 55–62.

Беляев Д.К. Биологические аспекты доместикации животных // Генетика и селекция новых пород сельскохозяйственных животных. Матер. Всесоюз. совещания 24–26 окт. 1968 г., Алма-Ата. Алма-Ата: Наука, 1970. С. 30–44.

Беляев Д.К. Генетические аспекты доместикации животных. Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 39–45.

Беляев Д.К. О некоторых вопросах стабилизирующего и дестабилизирующего отбора. История и теория эволюционного учения. Л.: Наука, 1974. С. 76.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор изменчивости при доместикации // Природа. 1979а. № 2. С. 36–45.

Беляев Д.К. Некоторые генетико-эволюционные аспекты стресса и стрессируемости // Вестник АМН СССР. 1979б. № 7. С. 124–134.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор доместикации // Генетика и благосостояние человечества: Матер. XIV Междунар. генет. конгр. М.: Наука, 1981. С. 53–66.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор // Развитие эволюционной теории в СССР (1917–1970 годы) / Ред. С.Р. Микулинский, Ю.И. Полянский. Л.: Наука, 1983. С. 266–277.

Беляев Д.К., Евсиков В.И. Генетика плодовитости животных. Сообщение I. Влияние мутаций окраски меха на плодовитость норок // Генетика. 1967. № 2. С. 21–33.

Беляев Д.К., Евсиков В.И. Гетерозиготность и ее значение для развития гетерозиса у норок. Гетерозис в животноводстве. Л.: Колос, 1968. С. 70–80.

Беляев Д.К., Евсиков В.И., Шумный В.К. Генетико-селекционные аспекты моногибридного гетерозиса // Генетика. 1968. Т. 4. № 12. С. 47–62.

Беляев Д.К., Железова А.И. Генетика плодовитости животных. II. Некоторые физиологические особенности размножения мутантных норок // Генетика. 1968. Т. 4. № 1. С. 45–58.

Беляев Д.К., Железова А.И. Опыт экспериментальной регуляции эмбриональной жизнеспособности у норок // Генетика. 1976. Т. 12. № 6.

С. 55–59.

Беляев Д.К., Куличков Б.А. Улучшить племенную работу в лисоводстве // Кролиководство и звероводство. 1968. № 5. С. 37–39.

Беляев Д.К., Повецкий И.Г. К вопросу о предварительном отборе племенного молодняка лисиц // Каракулеводство и звероводство. 1949. № 4. С. 42–45.

Беляев Д.К., Рувинский А.О., Трут Л.Н. Генетически детерминированная летальность у лисиц и возможность ее преодоления // Генетика. 1973. Т. 9. № 9. С. 71–82.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Поведение и воспроизводительная функция животных, Сообщение I. Корреляция свойств поведения со временем размножения и плодовитостью // Бюл. Московск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. 69. 1964а. Вып. 3.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Поведение и воспроизводительная функция животных. Сообщение II. Коррелятивные изменения при селекции на приручаемость // Бюл. Московск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. 69. 1964б. Вып. 4.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. От естественного отбора к искусственному: чудеса селекции // Наука в СССР. 1982. № 5. С. 24–29, 60–64.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Реорганизация сезонного ритма размножения у серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* Desm.) в процессе отбора на способность к доместикации // Журн. общ. биологии. 1983. Т. 42. № 6. С. 739–752.

Бородин П.М. Стабильный полиморфизм окраски меха в популяциях красных лисиц Камчатки // Журн. общ. биологии. 1982. № 4. С. 541–543.

Вальтман Е.М. Изменчивость и наследование признаков, обусловливающих окраску и качество опушения песцов тень вуалевых: Автореф. дис. … к.с.-х.н. М., 1983. 22 с.

Вахрамеев К.А., Беляев Д.К. Практика разведения лисиц и основы племенной работы в лисоводстве. М., 1948.

Галанцев В.П. Эволюция адаптаций ныряющих животных. Л., 1977. 189 с.

Галанцев В.П., Гуляева Е.П., Макридина К.В. Некоторые морфофизиологические показатели норок и их изменение в результате доместикации // Вопросы звероводства. Петрозаводск, 1969. С. 10–27.

Гуляева Е.П. Влияние процесса доместикации на некоторые экологические показатели норок (*Mustela vison* Sch.): Автореф. дис. … канд. биол. наук. Петрозаводск, 1974. 32 с.

Дарвин Ч. Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания (1868). Госиздат, 1928. Т. 3. Кн. 2. С. 339.

Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь: Пер. с шестого издания (Лондон, 1872) / Отв. ред. А.Л. Тахтаджян. С.Пб.: Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1991.

Евсиков В.И. Некоторые вопросы генетики норок: Автореф. дис. … к.б.н. Новосибирск, 1965. 23 с.

Ильина Е.Д. Наследование основных окрасок у лисиц // Зоол. журнал. 1934. Т. 13. С. 701–713.

Ильина Е.Д. Основы генетики и селекции пушных зверей. Главпушнина НКВТ, 1935. 125 с.

Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Колос, 1983. 279 с.

Колдаева Е.М. Салтыковский соболь // Кролиководство и звероводство. 1998. № 5. С. 11.

Колдаева Е.М. Селекционное достижение Раисинский серебристый песец // Кролиководство и звероводство. 1999. № 2. С. 7.

Колдаева Е.М., Милованов Л.В., Трапезов О.В. Породы пушных зверей и кроликов. М.: Колос, 2003. 240 с.

Колдаева Е.М. Генетика и селекция. М.: ФГУП Издво «Известия», 2004. 296 с.

Колдаева Е.М. Научные аспекты совершенствования хозяйственно полезных признаков пушных зверей: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. п. Родники Московской обл., 2005. 48 с.

Колпаков В.А. Эволюция экономической теории: от А. Смита к неосмитианству // Вопр. философии. 2006. № 11. С. 73–84.

Кузнецов Г.А., Цепков Н.М., Евреинов А.Г. Наследование норками живого веса при разном типе подбора по размеру (весу) тела. Проблемы пушного звероводства и кролиководства // Научные труды НИИПЗК. 1974. Т. 13. С. 5–8.

Лидер Р. Родственные болезни животных и человека // Молекулы и клетки. М.: Мир, 1968. Вып. 3. С. 147–157.

Макридина К.В. Теплопродукция стандартных и цветных норок // Вопр. звероводства. Петрозаводск, 1967. Т. 1. С. 39–46.

Милованов Л.В. Пионеры лисоводства // Кролиководство и звероводство. 2000. № 2. С. 19–22.

Ромашев Д.Д., Ильина Е.Д. Наследование основных окрасок у лисиц // Журн. общ. биологии. 1943. Т. 4. № 5. С. 286–312.

Сайдинов А.В. «Салтыковский» в эпоху перемен // Кролиководство и звероводство. 2005. № 5. С. 2–7.

Сегаль А.Н. Очерки экологии и физиологии американской норки. Новосибирск: Наука, 1975. 264 с.

Сергеев Е.Г. Изменчивость и наследование размера тела соболей при селекции на укрупнение: Автореф. дис. …. канд. с.-х. наук. М., 1988. 22 с.

Слесаренко Н.А. Морфоадаптационные изменения костной системы пушных зверей при клеточном разведении. Механизмы адаптационных реакций

пушных зверей. Петрозаводск, 1984. С. 69–77.
Соколова К.Б. Развитие феногенетики в первой половине XX века. М.: Наука, 1998. 160 с.
Сырников Н.И. Эффективность селекции лисиц на укрупнение по длине тела // Науч. тр. НИИПЗК. 1980. Т. 23. С. 205–210.
Сырников Н.И., Вальтман Е.М. Сравнительная эффективность оценки молодняка песцов в раннем возрасте по размеру. Проблемы пушного звероводства и кролиководства // Науч. тр. НИИПЗК. 1977а. Т. XV. С. 191–196.
Сырников Н.И., Вальтман Е.М. Селекция песцов на укрупнение с учетом длины тела и живого веса // Биология и патология клеточных пушных зверей. Киров, 1977б. С. 106.
Терновская Ю.Г., Беляев Д.К. Скрещивание диких норок с совхозными // Кролиководство и звероводство. 1970. № 3. С. 11–12.
Чекалова Т.М. Воспроизводительная способность песцов, лисиц, соболей и пути ее увеличения в промышленном звероводстве. М., 2002. 38 с.
Belyaev D.K., Trut L.N., Ruvinsky A.O. Genetics of the *W* locus in foxes and expression of its lethal effects // J. Hered. 1975. V. 66. P. 331–338.
Belyaev D.K., Ruvinsky A.O., Trut L.N. Inherited activation-inactivation of the star gene in foxes // J. Hered. 1981. V. 72. P. 267–274.
Belyaev D.K., Borodin P.M. The influence of stress on variation and its role in evolution // Biol. Zbl. 1982. V. 100. P. 705–714.
Borodin P.M. Phenotype and gene frequencies in red fox populations of Russian America in 1803–1832 // J. Hered. 1981. V. 72. № 5. P. 343.
Bowness E.R. The Pearl Platinum Fox // The Black Fox Magazine. 1944a. 28(3). 7 and 16–19, (4), 13 and 22–25.
Bowness E.R. The Pearl Platinum Fox // Amer. Fur Breeder. 1944b. Nov., 38–44. Dec., 42–44.
Bowness E.R. The Pearl Platinum Fox // Amer. Fur Breeder. 1945. Jan., 34–36.
Caisley J.W. New mutation fox has many admirers // The Black Fox Magazine. 1947. 30, 16.
Cole L.J., Shackelford R.M. White spotting in fox // Amer. Nat. 1943. V. 77. P. 289–321.
Collins D. Sable mink – revolutionary new high furred mutation // Nat. Fur News. 1967. V. 39. № 8. P. 7–11.
Hadorn E. Developmental Genetics and Lethal Factors. London: Wilkins, 1986.
Holdane J.B. The selective elimination of silver foxes in Eastern Canada // J. Genet. 1942. V. 44. P. 296.
Johansson I. The inheritance of the platinum and white face characters in the fox // Hereditas. 1947. V. 33. P. 152–174.
Johansson I. Inheritance of the colour phases of ranch bred blue foxes // Hereditas. 1960. V. 46. P. 753–766.
Kolstad K. The viability of the platinum and the white marked silver fox // Acta Agric. Scand. 1954. V. 4. P. 272–288.
Maddison A. Phases of Capitalist Development. Oxford, 1982.
Mohr O.L., Tuff P. The Norwegian platinum fox // J. Hered. 1939. V. 30. P. 277–234.
Nes N. Abnormalities of the female genital organs in mink heterozygous for the Heggedal factor (shadow factor) // J. Acta Veterin. Scand. 1965. V. 15. P. 65–99.
Nes N., Lohi O., Olausson A. *et al*. The genetic factors for colour types in ranch bred foxes // J. Acta Agric. Scand. 1983. V. 33. P. 273–280.
Nes N., Fougner J.A. The arctic marble mutation is allelic to the White Face, Platinum and Georgian White mutations in foxes (*Vulpes vulpes*) // Scientifur. 1986. V. 10. P. 29–32.
Nes N., Einarsson E., Lohi O. *et al*. Beautiful Fur Animals and Their Colour Genetics. Published by Scientifur. 1988. 271 p.
Padget G.A. Chediak-Higashi Syndrome. Spontaneous Animal Models of Human Disease / Eds E.J. Andrews, B.C. Ward, N.H. Altman. N.Y., London, Sydney, San Francisco: Academic Press, 1979. V. 1. 322 p.
Shackelford R.M. The nature of coat colour difference in mink and foxes // Genetics. 1948. V. 33. P. 311–336.
Shackelford R.M. Mutation affecting coat colour in ranch bred mink and foxes // Proc. VIII Intern. Congr. Genetics. 1949a. P. 660–661.
Shackelford R.M. The curly and angora characters in the ranch mink // J. Hered. 1949b. V. 48. № 3. P. 129–132.
Shackelford R.M. The genetic background of silver and blue fox // Blue Book of Fur Farming. 1982. P. 85–86.
Shiota G. Inheritance of silver and platinum characters in the fox // Jap. J. Genet. 1962. V. 37. № 248. P. 552.

THE EFFECTS OF DOMESTICATION ON THE FUR ANIMAL PRODUCTION

E.M. Koldaeva[1], N.A. Koldaev[2]

[1] Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Department of Veterinary and Animals Breeding, Moscow, Russia, e-mail: e.koldaeva@mail.ru; [2] Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Summary

Fur animals breeding as a part of agriculture is characterized with an intensive process of domestication. The genetics of fur colour types of fur bearing animals also was studied. The knowledge of the genetic variability of qualitative and quantitative characters in fur animals can permit to create new stocks and breeds in special fur farms in Russia.

ЭНДОКРИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОМЕСТИКАЦИИ СОБОЛЕЙ (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758)

Н.К. Шульгина

Президиум Российской академии сельскохозяйственных наук, отделение зоотехнии, Москва, Россия, e-mail: hopesh@yandex.ru

В работе представлены отдельные моменты исторической доместикации соболей на специализированных российских зверофермах. Установлено, что у 2–5-месячных самок соболей яичники секретируют половые гормоны в количествах, обеспечивающих в периферической крови их концентрации того же порядка, что и у размножающихся животных, а в 5-месячном возрасте наблюдается возрастание эндокринной активности яичников. Ретроспективный анализ связи репродуктивных показателей самок соболей на втором и третьем году жизни с содержанием половых стероидов в раннем возрасте показал, что ощенившиеся самки по содержанию половых стероидных гормонов достоверно отличаются от покрытых, но неощенившихся (пропустовавших), а также от непокрытых (холостых) самок.

Введение

Клеточный соболь – это основной и главный российский вклад в мировое клеточное пушное звероводство.

Соболь, пушной зверь сибирской тайги, отнесен систематиками к самому многочисленному виду в отряде хищных млекопитающих (*Carnivora*). Как и американская норка (*Mustela vison*), он принадлежит к семейству куньих (*Mustelidae*), к роду куниц (*Martes*) и к подроду собственно куниц (*Martes*) (Бакеев и др., 2003, С. 8).

Цвет мехового покрова дикого соболя очень изменчив. Окраска остевого волоса варьирует от желтовато-бурой (почти песочной) до очень темно-коричневой и смолисто-черной. Часто по туловищу рассеяны депигментированные остевые волосы, создающие эффект седины. Цвет пуховых волос меняется от темно-пепельного до коричневого и светло-желтого. Подавляющее большинство соболей имеют так называемое горловое пятно светло-серого, белого, кремового, желтоватого или оранжевого цвета, контуры которого меняются от резкой очерченности до расплывчатости (подпалина). Размер горлового пятна варьирует от небольшой подпалины до пятна площадью более 10 см^2 (Сабанеев, 1875; Тугаринов, 1913; Раевский, 1947; Павлюченко и др., 1979; Бакеев и др., 2003).

По характеру внутривидовой изменчивости окраски меха, шелковистости и степени мягкости волосяного покрова в ареале соболя в 1925 г. были выделены 18 географических рас (исторически название расы у соболей получило свой специальный термин – «кряж»). Но дальнейшее изучение заставило в 1938 г. уменьшить количество кряжей до 8: тобольский, алтайский, енисейский, минусинский, баргузинский, амурский, якутский, камчатский. Эта географическая изменчивость характеризуется постепенным потемнением окраски меха у соболей в направлении с запада на восток. При этом на севере ареала, а также в высокогорьях с экстремальными погодными условиями в зимнее время сформировались популяции с более светлой окраской меха (Доппельмаир, 1926; Дулькейт, 1929; Пономарев, 1944; Бакеев и др., 2003). Как известно, в 1939 г. по предложению крупнейшего английского биолога и эволюциониста Дж.С. Хаксли такую изменчивость, которая является результатом адаптации природных популяций к условиям среды, сопряженной с географической широтой, долготой или высо-

той над уровнем моря, назовут *клинальной* (Huxley, 1939).

В генофонде пушных зверей клеточного разведения предполагается наличие всех возможных вариаций признаков в окраске меха, в размерах и массе тела, качестве мехового покрова, а различия в частоте их встречаемости позволяют отличить генофонд одной зверофермы от другой. Обмен племенным или генетическим материалом между хозяйствами или, как выражались в догенетическом прошлом, «прилитие крови» зверей, отловленных в дикой природе, обеспечивают прирост генетического разнообразия генофонда в конкретном звероводческом хозяйстве. Генофонд в звероводческом понимании – это коллективный генотип популяций соболей, норок, лисиц, песцов. Различия между геномом и генофондом такие же, как, к примеру, между отдельным зверем и всем стадом пушных зверей в целом. Например, серебристый песец может быть «кольского», «раисинского» или «салтыковского» типа, но все они будут представлять российский генофонд серебристой породы песцов.

Вводя в 1928 г. в генетическую и селекционную науку термин «генофонд», А.С. Серебровский понимал под этим термином всю полноту генетических потенций популяций как естественных, так и искусственных – породных и сортовых: «…в лице генофонда мы имеем такое же национальное богатство, как в виде запасов нефти, запасов золота, угля, скрытых в наших недрах» (Серебровский, 1928). Затем уже благодаря эволюционисту Ф.Г. Добржанскому термин «генофонд» появился в англоязычной литературе как «gene pool». Поэтому с 1950–1960 гг. в нашей литературе (в ряде статей, книг и рефератов) в обратном переводе на русский язык вместо «генофонд» ошибочно используется термин «генный пул», уже от английского «gene pool».

Современный генофонд соболей клеточного разведения комплектовался из амурских, енисейских, баргузинских и алтайских кряжей.

Начало промышленной доместикации соболей

Начало промышленной доместикации соболей потребовало в первую очередь решения проблемы их размножения в неволе. Уже к началу XX в. истощение природных ресурсов соболя стимулировало попытки разведения этих ценных пушных зверей в специальных питомниках. При этом в отдельных случаях при совместном содержании самцов и самок удавалось получать приплод. Так было в питомнике С. Конрада и С. Мазурова на полуострове Песчаном близ Владивостока, где начиная с 1913 г. соболи как будто стали размножаться, и поголовье их увеличивалось (Тимофеев, Надеев, 1955; Мишуков, 1998; Бакеев и др., 2003, С. 165).

Но все же наиболее серьезная и целенаправленная работа по овладению технологией размножения соболей в неволе проводилась по специально разработанной программе на небольшой опытной ферме (на 10–15 соболей) в Московском зоопарке под научным руководством П.А. Мантейфеля. В необычное для половой активности летнее время в 1924 г. Мантейфель в своих наблюдениях документально зарегистрировал увеличение семенников у самцов и изменение состояния слизистой наружных половых органов («петли») у самок. Одна из самок была покрыта. Хотя потомства не получили, о первой надежде на получение приплода в условиях неволи (с проведением гона в летнее время) известили всех заинтересованных специалистов (Мишуков, 1998).

Летом 1928 г. на соболиной ферме Московского зоопарка было документально зафиксировано (13.06, 03.07 и 14.07) спаривание соболей. А на следующий год через 9 месяцев, 3 апреля 1929 г.,от самочки по кличке «Кривой Зуб» было зарегистрировано рождение первых соболят. Зверей содержали в сетчатых вольерах на виду у посетителей зоопарка (Мантейфель, 1928, 1934, 1947).

Параллельно и независимо от экспериментов в Московском зоопарке на звероферме «Соловецкая» печально знаменитого Соловецкого лагеря особого назначения (СЛОН) находившиеся там в заключении специалисты вместе с заведующим питомником К.Г. Туомайненом 27 апреля 1929 г. также получили приплод от соболей в неволе. Соловецкая звероферма формально принадлежала Соловецкому обществу краеведения и по понятной причине лучше всех была обеспечена денежными и материальными средствами. Однако результаты той работы, представленные автором в 1930 г. в рукописной

форме, так и не были опубликованы (Туомайнен, 1930. Рукопись из фонда библиотеки ВНИИОЗ. Цит. по: Бакеев и др. 2003. С. 166).

Перед рождением первых соболят из Соловецкого лагеря освободили П.А. Петряева, которого и назначили управляющим создаваемой в 12 км от станции Пушкино, на территории бывшего имения барона фон Толгрена, крупнейшей в стране 1-й Московской звероферме – будущего зверосовхоза «Пушкинский», где с конца 1928 г. началось комплектование соболиной фермы (Куличков, Портнова, 1967). И уже в 1931 г. там в производственных условиях был получен первый приплод соболей – началась работа по созданию уникального стада ценных пушных зверей (Мишуков, 1998).

Направление селекции в начальный период соболеводства

Соболя, обитающие на воле, чрезвычайно разнообразны и по окраске, и по качеству опушения, и по размерам. Самые крупные – уральские и камчатские соболя – в массе своей светлые, с грубым мехом. Темных особей больше встречается среди баргузинских и якутских соболей, которые, кроме того, славятся шелковистостью меха, но размер их тела небольшой. Следует сказать, что темные звери на воле вообще встречаются редко, – даже среди баргузинских соболей около половины добываемых особей имеют средний или светлый тон окраски.

В первом соболином хозяйстве начальное стадо численностью в 100 голов скомплектовали из соболей различных кряжей, отловленных на воле в 1929–1932 гг. Это были животные, не отличавшиеся идеальным качеством опушения и нужной для селекции окраской, так как отловить исключительно хороших зверей в тайге было просто невозможно. Поэтому в 1932 г. в первоначально созданной коллекции только 4 % зверей имели желательную для селекции относительно темную окраску меха.

В 1935–1936 гг. провели дополнительный отлов еще около 80 баргузинских соболей. Опять же желательными для селекции, темными, из них были также далеко не все – лишь несколько особей. Кроме того, завезенные звери по поведению оказались очень дикими, не все шли в воспроизводство, особенно самки: бóльшая часть из них вообще не размножалась. Но, тем не менее, именно *эти несколько десятков зверей в основном и являются родоначальниками всех соболей, разводимых в настоящее время в нашей стране* (Портнова, 1941, 1966; Куличков, Портнова, 1967; Мишуков, 1998).

Позднее, в 1936 г., в «Пушкинский» были доставлены все наличные клеточные соболи с «Байкальской», «Повенецкой» (Карелия) и «Сахалинской» звероферм – всего около 200 голов (Милованов, 2001, С. 86–89).

Как только набралось достаточное количество животных, была поставлена задача: вывести на их основе «идеального соболя», который объединит все положительные качества различных кряжей: с крупным размером тела, темной окраской и шелковистым опушением. Задача для первых соболиных селекционеров оказалась непростой, так как исходное поголовье состояло в основном из светлых зверей (коричневых, песчано-желтых с большим горловым пятном) амурского, енисейского, уральского и алтайского кряжей. Работа к тому же затруднялась тем, что среди отловленных из природы зверей жестко действовал психо-эмоциональный стресс: многие самки вообще не давали приплода и их пришлось передерживать безрезультатно по 5–7 лет, другие стали размножаться лишь в возрасте 4–5 лет, третьи приносили приплод нерегулярно. Поэтому в первые годы племенную работу по улучшению окраски меха приходилось ограничивать стремлением покрывать темных самок только темными самцами и максимально использовать последних для увеличения выхода молодняка с более хорошей окраской.

Выдающимися по пушно-меховым качествам самцами покрывали максимальное количество самок, что позволило значительно улучшить стадо. Если в 1936 г. темные самцы составляли менее 30 %, то в 1940 г. их насчитывалось уже около 48 %. Увеличилась, хотя и в меньшей степени, также доля темных самок.

Зоотехник-селекционер зверосовхоза «Пушкинский» Н.Т. Портнова в статье «Наш опыт разведения соболей» напишет: «Соболей в наш совхоз завезли в 1929 г. На следующий год насчитывалось 180 взрослых зверей и несколько щенков. Соболи были очень светлыми, часто песочно-желтыми; многие из них имели большое горловое пятно и чрезмерную седину. Пре-

обладали животные амурского кряжа; меньше было енисейских, уральских и алтайских зверей. Особое внимание при подборе пар уделяем качеству волосяного покрова соболей. Любыми путями, даже в ущерб плодовитости, стремимся закрепить у зверей темную окраску волосяного покрова» (Портнова, 1966, С. 15–16).

Были разработаны наиболее приемлемые и удачные схемы скрещиваний для ускорения селекции на затемнение меха. При этом лучшие результаты получались при скрещивании темных баргузинских самцов с самками енисейского кряжа. Затем в полученном потомстве выделялись наиболее темные самки, и их снова скрещивали с баргузинскими самцами.

Хорошие результаты подобная схема давала также при скрещивании баргузинских самцов с самками амурского кряжа.

Помимо направленных скрещиваний соболей из разных кряжей были заложены линии и семейства с нужной для селекции темной окраской, хорошим опушением и наиболее высокой плодовитостью.

К 1940 г. был создан значительный массив соболей наиболее желательного селекционируемого типа, и появилась первая возможность организации дочерних соболиных ферм: первую партию племенного молодняка – 70 самок и столько же самцов – направили в Красноярский зверосовхоз.

Потери селекционных достижений в период Великой Отечественной войны и селекционная стратегия в восстановительный период

После окончания второй мировой войны для многих специалистов пушного звероводства в мире уже было очевидно, что эпоха ажиотажа клеточного разведения серебристо-черных лисиц заканчивается: с 1943 г. в Северной Америке, а позже и в Скандинавии начался новый звероводческий бум – разведение цветных норок (Милованов, 2001, С. 87). А вот по соболю колебаний мирового рынка не предвиделось, так как наша страна была по этому виду клеточной пушнины монополистом – за рубежом соболей не было. И.Д. Старков, один из известных специалистов соболеводства, по этому поводу в своей монографии напишет: «…основным, наиболее перспективным и рентабельным объектом советского звероводства должен быть соболь, мех которого является самым дорогим. Единственным поставщиком соболиных мехов на международный рынок является СССР. Клеточное разведение соболей освоено только в нашей стране. Эту благоприятную коньюнктуру нужно использовать и всемерно форсировать разведение соболей, чтобы соболь как можно скорее стал ведущим объектом советского звероводства не только в количественном отношении, но и по рентабельности содержания. Быстрому же форсированию расширения соболиных ферм мешает недостаток фермовых самок соболей. Но мы имеем достаточно большой источник живых соболей, каким являются обширные пространства Севера, где водится соболь в диком состоянии. Запасы его достаточны для наших ферм» (Старков, 1947).

Итак, для расширения клеточного соболеводства не хватало только главного – племенного материала и уверенности в том, что затраты окупятся на 3–4-й год после завоза зверей, а не на 10-й.

В годы войны оригинатор соболеводства – Пушкинская соболиная ферма – понесла большой урон. Военная обстановка в октябре 1941 г. заставила эвакуировать лучший племенной материал в восточные районы страны. На ферме оставалось всего 70 самок, далеко не лучших по окраске и плодовитости. Хотя племенная документация на оставшихся зверей находилась в образцовом порядке, селекционную работу после снятия угрозы оккупации пришлось начинать заново. В 1947 г. для восстановления поголовья вновь завезли небольшое количество отловленных в тайге диких баргузинских соболей. И так же, как в предыдущих завозах, нужных для селекции темных особей среди них было очень мало. Но, тем не менее, все же эти соболя помогли восстановить стадо. Этому способствовало и то, что оставались хотя и худшие в племенном отношении, но все же представители тех линий и семейств, наследственные качества которых были хорошо известны (родословная их с данными бонитировки была аккуратно зафиксирована в томах племенных книг).

К 1952 г. основное стадо самок достигло 280 голов. Такой небольшой рост поголовья

объяснялся тем, что отбраковка зверей была очень строгой не только по качеству опушения и результатам размножения, но и по самому главному признаку – наиболее темной окраске меха. Для этого были разработаны специальные критерии при проведении бонитировки соболя (Куличков, Портнова, 1967): 1) летняя бонитировка растущего молодняка в клетках с выделением лучших по развитию особей; 2) оценка хода линьки и сроков формирования зимнего волоса с одновременным выделением лучших особей по окраске и качеству опушения; 3) бонитировка молодняка после завершения «созревания» меха, при которой берут каждого зверя в руки; 4) отобранных на племя зверей (в бóльшем количестве, чем это требуется на формирование основного стада) высаживают в наиболее светлые клетки, отдельно самцов и самок, и вновь просматривают, сравнивая особей, сидящих рядом, и отбраковывают худших; 5) отобранных лучших, особенно самцов, сравнивают еще раз, посадив зверей в небольшие переносные клетки и поставив рядом, для дальнейшей более детальной их оценки друг с другом; 6) максимальный балл за окраску выдается только тем зверям, у которых совершенно ровная черная окраска всего туловища, включая голову и уши, без горлового пятна; 7) бонитировке подлежит весь молодняк, в том числе и заведомо предназначенный к забою на шкурку, так как это дает возможность не только оценить качество родителей по потомству, но и проверить, насколько оправдана выбранная стратегия подбора пар; 8) повторная бонитировка зверей на втором году жизни с выбраковкой животных, дающих ухудшение окраски.

Для закрепления нужных признаков у отобранного поголовья проводился дальнейший подбор пар с учетом известных свойств линий и семейств. При подборе пар обязательно учитывалось качество потомства этих зверей в прошлые годы. Во время проведения гона с целью дальнейшего исключения путаницы в родословной покрытия самок двумя самцами не допускались.

Принятая форма племенной работы позволила создать идеального «пушкинского» черного соболя, не встречающегося в диких природных условиях.

В разработку методов и форм селекционно-племенной работы с соболем много труда вложили первые селекционеры: А.М. Амплеева, А.А. Бычкова, И.С. Демина, И.Ф. Кудин, Е.А. Кузнецова, А.М. Макарова, И.В. Митрофанова, Н.Т. Портнова, А.Я. Чепцова. Огромную исследовательскую работу провели ученые: Д.К. Беляев, Б.И. Житков, Р.В. Клер, Н.Ш. Перельдик, П.А. Петряев, И.Д. Старков, Л.Г. Уткин.

За оригинальную окраску и высокое качество меха черный пушкинский соболь в 1964 г. на Международной ярмарке в Лейпциге за каждую шкурку лучшего лота получил по валютному курсу тех лет рекордную сумму: по 950 долларов, а уникальной звероферме присудили Большую золотую медаль (Куличков, Портнова, 1967).

В итоге многолетнего селекционного труда уникальное стадо черных пушкинских соболей в 1968 г. Министерством сельского хозяйства было утверждено как самостоятельная порода. Общее поголовье молодняка и основных зверей достигло свыше 20 тыс. голов, что позволило создать большие дочерние соболиные фермы в зверосовхозах «Сомовский» (Воронежская область), «Заря» (Ленинградская область), «Бирюлинский» (Татарстан), «Лесной» (Алтайский край).

Современное стадо пушкинского соболя по своей окраске характеризуется графитно-черным волосяным покровом всего туловища, включая и голову (у зверей исходной формы она всегда более светлого тона по сравнению с остальной частью туловища). Изучение наследования основной окраски меха соболя выявило ее полигенную природу (Ильина, 1935; Павлов, Балиева, 1941; Старков, 1947; Кудина, 1969; Ильина Кузнецов, 1983; Колдаева, 2004).

Известный норвежский зверовод, владелец знаменитой фермы «Сандефармен» Х. Флоотен, посетив «Пушкинский» зверосовхоз, в книге почетных гостей оставил такую запись: «Пушкинский соболь поразил красотой». А представитель мехового бизнеса из США С. Эйтингон отметил: «Я – старый посетитель многих советских зверосовхозов и могу с уверенностью сказать, что темп ваших достижений намного опередил все, что американские и скандинавские фермеры могли себе представить» (Казакова, Докукин, 2003).

В связи с перспективностью разведения соболей в районе теперешней Балашихи в 1948 г. на 2-й Московской звероферме – в зверосовхозе «Салтыковский» – была организована соболи-

ная ферма, первоначально из 100 одноместных клеток (Афанасьев, 1968; Милованов, 2001). Исходный племенной материал получили из товарного стада зверосовхозов «Пушкинский» и «Раисинский», а также сюда вошло небольшое поголовье зверей, отловленное на воле в 1946, 1947 и 1950-х гг. (Милованов, 2001).

Был проведен большой цикл научных исследований, над которым работали: будущий автор теории дестабилизирующего отбора Д.К. Беляев, учитель многих поколений звероводов Е.Д. Ильина, один из первых дипломированных зоотехников-звероводов Ф.М. Ивонин, преподаватель кафедры звероводства М.К. Павлов, один из пионеров науки о кормлении пушных зверей П.Т. Клецкин.

В начале 1970-х гг. выбирается окончательное направление селекционно-племенной работы – не на получение чисто-черных соболей, как в «Пушкинском» зверосовхозе, а на создание животных, отличающихся темно-коричневой окраской, серо-голубым пухом, густым и шелковистым волосяным покровом. С учетом долголетия соболей было заложено их разведение по линиям (Снытко, Кирилушкин, 1983).

В результате многолетней и напряженной селекционной работы был создан второй, темно-коричневый, цветовой тип соболей, которые отличаются оригинальной окраской и особенно высокой плодовитостью. Это селекционное достижение в соответствии с Законом РФ «О селекционных достижениях» признали как тип и зарегистрировали под названием «Салтыковский соболь» (Каштанов, 2003).

В последние годы отдельной и особой гордостью салтыковских селекционеров стал «седой соболь». Его отличительная особенность – равномерное распределение чисто белых остевых волос на темно-коричневом фоне остального мехового покрова по всей площади шкурки. На декабрьском аукционе 2005 г. в Санкт-Петербурге топ–лот из пушнины с «сединой» или «серебром» был продан по 1100 долларов за 1 шкурку (Сайдинов, 2006б).

Появление первых мутаций, затрагивающих окраску мехового покрова

За 25 генераций (Колдаева, 2004, С. 128) промышленной доместикации соболей на специализированных зверофермах зафиксировано появление *de novo* зверей с обширной белой пятнистостью или пегостями на лапах, кончике хвоста, мордочке и туловище. Размер и цвет пятен сильно варьируют. Окраска пятен может быть не только белой, но и желтой различной интенсивности (Кудина, 1969; Ильина, Кузнецов, 1983). По характеру наследования этого окрасочного новшества было высказано предположение о наличии у соболей двух мутаций, определяющих проявление белой пятнистости. Одна из них обусловлена доминантным геном, действие которого в виде белой пятнистости проявляется как в гетеро-, так и в гомозиготном состоянии. Другая мутация, по-видимому, обусловлена полудоминантным геном с рецессивным летальным эффектом. В гетерозиготном состоянии он вызывает развитие белой пятнистости, а в гомозиготном – белой окраски волосяного покрова. У пятнистых соболей глаза часто бывают синими или голубыми, а носовое зеркало частично или полностью депигментировано. Гомозиготные особи гибнут на пренатальной или постнатальной стадии развития. Отмечался лишь единичный случай рождения белого соболя, дожившего до 45-дневного возраста (Колдаева, 2004, С. 126–128).

В самые последние годы в племзверозаводе «Пушкинский» получен *de novo* соболь, по окраске сходный с пастелевой норкой. Пока еще небольшое поголовье таких зверей характеризуется однородной светло-коричневой, чистого тона окраской волосяного покрова. Окраска мордочки по тону несколько светлее окраски туловища. Горловое пятно отсутствует. Глаза и носовое зеркало коричневые. Характер наследования данной окраски находится в стадии изучения (Колдаева, 2004, С. 131).

Некоторые особенности размножения соболя в ходе промышленной доместикации

После экспериментального решения проблемы размножения соболей последовали обширные исследования биологии размножения этого зверя в условиях клеточного разведения в специализированных звероводческих хозяйствах (Беляев и др., 1951; Баевский, 1956, 1960; Баевский и др., 1958; Беляев, Уткин, 1960; Беляев, Терновская, 1972; Терновская, Беляев,

1975; Бернацкий и др., 1977, 1981; Бернацкий, Куличков, 1984; Чекалова, 2002а, б).

В условиях клеточного разведения при сложившейся полигамии 1:3 репродуктивность одно- и двухлетних самок соболей ниже, чем взрослых. Эта задержка развития половой системы у самок проявляется в том, что на следующий год после рождения – в возрасте 14–15 месяцев – спариваются только 33 % самок, а приносят потомство после этого всего лишь 17 % молодых самок, которые достигают возраста 2 лет (Уткин, Соболь, 1980).

В отношении проявления или отсутствия этой особенности задержки полового развития у их сородичей в дикой природе данные очень противоречивы. По сведениям одних авторов в природе до 60 % молодых самок во вторую осень своей жизни имеют желтые тела беременности (т. е. надо полагать, столько же их спаривается в возрасте 14–15 месяцев) (Мантейфель, 1947; Залекер, 1952, 1953, 1956; Залекер, Полузадов, 1956; Монахов, 1971, 1973). По данным же Ю.Б. Баевского (1956), таких эффектов у вольных соболей не наблюдается – доля беременных среди молодых самок в дикой природе гораздо ниже, она имеет выраженное сезонное проявление и колеблется от 9,8 до 14,8 % (Рожнов, Сергеев, 2002).

В ходе промышленного разведения предпринимались многочисленные и разнообразные попытки разблокировать задержку полового созревания молодых самок соболей путем самых различных манипуляций: гормональной обработкой животных (Бернацкий и др., 1977, 1981; Бернацкий, Куличков, 1984); изменением интенсивности освещенности клеток (Коченов, 1974; Снытко, 1977); дозированным облучением ультрафилетовыми лучами (Кудина и др., 1972); содержанием в непосредственной близости в соседних клетках рядом с молодыми самками взрослых половозрелых самцов (Маматкина, 1967а); стимулированием молодых самок запаховыми сигналами (Моравецкий, 1988, 1991; Рожнов, Сергеев, 2002); длительным содержанием щенков-самочек в одном гнезде с матерью до возраста 4–4,5 месяца (Сергеев, Рожнов, 2005). Но все эти манипуляции ожидаемого эффекта не давали.

Хотя применяемая в хозяйствах селекция на скороспелость самок соболей малоэффективна (Чекалова, 2002а, б), ожидаемый эффект, может быть, не столь революционно быстро, но все же происходит. Проведенные аспиранткой кафедры звероводства Московской ветеринарной академии З.С. Ручкиной под руководством профессора Т.М. Чекаловой исследования на огромной выборке (1745 самцов и 20 595 самок) в разных климатических зонах: на северо-западе (Ленинградская область), в Центральном регионе (Московская и Воронежская области), Восточной Сибири (Красноярский край) показали, что за последние 24 года разведения этого вида в условиях неволи (а это 1/3 всего исторического периода интенсивной промышленной доместикации соболей) статистически достоверно – в два с лишним раза (с 26,5 до 70,2 %) увеличилась доля покрытых однолетних самок, на полтора щенка (с 2,17 до 3,60 на одну основную самку) повысилась их плодовитость. Причем начало сезона размножения (время спаривания) у однолетних самок соболей сместилось на более ранние сроки – в среднем на неделю. Такое, на первый взгляд, незначительное ускорение наступления сезона спаривания дает возможность проявиться у однолетних самок нескольким периодам охоты, что уже благоприятно сказывается на их оплодотворяемости: среди самок, покрытых в один период охоты, приносят приплод 5,9 %, а в три периода – 37,5 % (Ручкина, 2005, С. 16).

И это касается не только молодых самок соболей. В 2002 г. Т.М. Чекалова, анализируя способность молодых самцов соболей к спариванию, сообщает: «В 1979 г. в Салтыковском зверосовхозе среди однолеток способность к покрытию самок проявили 26 %, в 1999 г. в том же хозяйстве в 3-й бригаде – 50 %, а во 2-й – 73 %» (Чекалова, 2002б).

Здесь мы должны еще раз подчеркнуть, что в условиях промышленного разведения соболей, как, впрочем, и других пушных зверей, исторически отбор сопутствующе и стихийно, незаметно для самого селекционера идет на ручной или доместикационный тип поведения (хотя существующий на сегодня бонитировочный ключ и не содержит в себе поведенческих показателей). Если посмотреть на процесс в динамике, то можно заметить, что за 25 поколений доместикации соболи в условиях клеточного разведения стали другими: у них происходил,

и достаточно эффективно, *движущий отбор на уменьшение стрессируемости и повышение стрессоустойчивости в условиях антропогенной среды*. У изначально диких зверей в ряду поколений интенсивно осуществляется перестройка нервной системы. Так, уже в 1967 г. селекционеры зверосовхоза «Пушкинский» Б.А. Куличков и Н.Т. Портнова в своих публикациях сообщали следующее: «Если раньше мы боялись потревожить самку с молодняком, то теперь щенков осматриваем в день их рождения, чтобы своевременно выявить слабых и оказать им необходимую помощь. Условия содержания соболей совершенно изменились. В первые годы разведения каждому соболю предоставлялась клетка площадью 24 м^2 с высотой 4 м, в которой сохраняли естественную растительность, деревья. Но уже в 1932–1935 гг. ввели шедовое содержание зверей и площадь клеток сократили до 6 м^2, а высоту до 2 м. В 1948 –1950 гг. соболей, как и пушных зверей других видов, перевели на содержание в клетках с приподнятыми сетчатыми полами; площадь клеток сократили до 3 м^2, а высоту до 1 м. Теперь соболи основного стада содержатся в клетках размером 1,2 × 0,9 × 1 м, а для молодняка текущего года рождения клетки еще меньше: 0,6 × 0,9 × 0,7 м с механизированным поением и раздачей корма» (Куличков, Портнова, 1967).

Такую технологию разведения и содержания могли выдерживать стрессоустойчивые, спокойные, с отсутствием страха, не боящиеся людей звери, иными словами, под меняющуюся в сторону меньшей комфортности технологию отбирались звери с доместикационным типом поведения. То есть шла коэволюция технологии содержания и нервной системы соболей. А специальные исследования, проведенные на других видах пушных зверей, показывали, что такое поведение положительно коррелирует с повышенной плодовитостью (Беляев, Трут, 1964а, б; Беляев, 1968; Илларионов, 1976).

Эти эффекты промышленной доместикации пушных зверей особо подчеркивал в своем докладе на конференции, посвященной 100-летию выхода в свет книги Ч. Дарвина «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания», руководитель звероводческой отрасли страны В.А. Афанасьев: «...одним из главных условий ускоренной доместикации пушных зверей является новая система их содержания в клетках уменьшенного размера с сетчатым полом, в которых зверь находится от обслуживающего персонала на расстоянии длины человеческой руки. Постоянный контакт человека с обслуживаемыми животными на близком расстоянии, отбор и подбор более спокойных зверей приведут постепенно к перестройке у них типа высшей нервной деятельности. Можно предполагать, что через продолжительное время по мере дальнейшей доместикации у клеточных пушных зверей наметятся явления полиэстричности» (Афанасьев, 1968, 1972).

Для сравнения. Если в 1932 г. количество зарегистрированных щенков на одну основную самку составило всего лишь 0,03 щенка, то через пять лет – 1,62, а в 1940 г. – почти по 2 щенка (Казакова, Докукин, 2003). В 2006 г. в зверосовхозе «Салтыковский» этот показатель составил уже 2,62 щенка (Сайдинов, 2006а). В июне 2006 г. на Всероссийском совещании по пушному клеточному звероводству в г. Зеленогорске Ленинградской области генеральный директор ОАО «Племзверосовхоз “Салтыковский”» А.В. Сайдинов сообщит, что по их «салтыковскому» типу соболей он достиг почти 2,9 щенка (Сайдинов, 2006б, С. 8).

Но до конца еще не установлены причины задержки полового созревания соболя; до сих пор все еще неясен биологический смысл необычного полового возбуждения или «ложного гона» соболей в феврале–марте месяце (Клер, 1941; Раевский, 1947; Баевский, 1956, 1960; Маматкина, 1964, 1967б, в, 1968; Клер, Снытко, 1973; Терновский, 1977).

Эти эффекты, по мнению некоторых авторов, могут быть связаны с различной степенью функциональной активности системы гипофиз-гонады (Маматкина, 1968; Чекалова, Орлова, 1984; Чекалова, 1986).

Исследование последовательных этапов становления эндокринной функции яичников самок в течение всех физиологических периодов (Шульгина и др., 1981; Шульгина, 1983, 2006а, б) позволило поставить вопрос о выяснении связи между закономерностями развития этой функции в пубертатный период и их воспроизводством. В соболеводстве до настоящего времени не освещен вопрос о связи индивидуальной изменчивости и секреторной

функции гонад с последующей репродуктивной способностью самок в двухлетнем возрасте.

Материалы и методы

Работа проводилась на соболиной ферме зверосовхоза «Пушкинский» Московской области в период с 1978 по 1985 гг. Средовые условия для зверей: кормление, содержание, проведение зооветеринарных мероприятий отвечали нормам, разработанным специально для клеточного соболеводства (Афанасьев, Перельдик, 1966; Павлюченко и др., 1979; Перельдик и др. 1981).

Кровь у животных брали из сосуда когтя до кормления. Плазму крови до специальных исследований хранили при температуре от -10 до -20 °С.

Определение концентрации половых стероидных гормонов: эстрадиола (E_2), активных андрогенов (A) и прогестерона (P) проводили радиоиммунологическим методом не менее чем в двух параллельных пробах (Шульгина, и др., 1983).

Результаты и обсуждение

Исследование динамики половых стероидных гормонов в периферической крови самок в процессе постнатального онтогенеза показало, что гонады 5-месячных самок по уровню секретируемых гормонов не уступают размножающимся животным (Шульгина и др., 1981). В дальнейшем было показано, что у части самок в 5-месячном возрасте состояние гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы таково, что позволяет говорить о высокой степени ее функциональной зрелости (Шульгина, 1983, 2006а, б).

Ретроспективный анализ динамики уровня половых стероидов в периферической крови самок соболей на различных этапах онтогенеза в зависимости от результатов гона и щенения в двухлетнем возрасте проводился по результатам размножения животных 1978 г. (n = 30) и 1979 г. (n = 140) годов рождения.

Интересным и обоснованным, на наш взгляд, было рассмотрение содержания половых стероидов у самок, которых разделили на ощенившихся после гона в 27 месяцев – (1 подгруппа); покрытых, но неощенившихся, т. е. пустых – (2 подгруппа); непокрытых или холостых, но имевших изменения наружных половых органов – (3 подгруппа); и непокрытых–холостых, не имевших изменений наружных половых органов в сезон проведения гона (4 подгруппа). В этом случае можно отделить действительно начавших размножаться (ощенившихся) самок как от тех, которые проявляли половую активность в период размножения, но не имевших потомства – пропустовавших (2 и 3 подгруппы), так и от непокрытых-холостых без изменения наружных половых органов.

Для всех подгрупп при анализе их отличий по эндокринной функции гонад были выделены три периода, характеризующихся активацией этих функций: период предположительной пубертации (5 месяцев); период неполной активации гонад или «ложного гона» (февраль–март); период истинной активации гонад или время проведения гона (июнь–июль).

На основе проведенных нами исследований выявлен период оценки последующей воспроизводительной способности самок соболей (значительная эндокринная активность гонад, высокая индивидуальная изменчивость концентрации гормонов в крови, завершение соматического развития). С этих позиций особый интерес представляет сравнение концентрации гормонов у 5-месячных самок 1–4 подгрупп. Уровень эстрадиола, прогестерона и активных андрогенов в крови был максимальным у ощенившихся впоследствии самок (соответственно 162 ± 40; 600 ± 224; 338 ± 51 пг/мл), а минимальным – у непокрытых–холостых без изменения наружных половых органов самок (соответственно 48 ± 28; 386 ± 86; 113 ± 13 пг/мл). Ощенившиеся самки по концентрации эстрогена (E_2) более чем в 2,5, а по содержанию активных андрогенов (A) в 3 раза превосходят самок 4-й подгруппы. Содержание гормонов в крови у самок 2- и 3-й подгрупп занимает промежуточное положение между уровнями стероидов у животных 1- и 4-й подгрупп.

Аналогичный характер изменения содержания гормонов у самок в зависимости от результатов размножения в 27 месяцев наблюдали у животных 1979-го года рождения.

Достоверные различия в уровне гормонов у ощенившихся и непокрытых–холостых в гон са-

мок в 5-месячном возрасте говорят, таким образом, в пользу выдвинутого нами предположения о близости морфо-функциональных характеристик яичников некоторых самок в это время к их состоянию у половозрелых животных.

Сопоставление уровней половых стероидов у самок выделенных подгрупп в периоды «ложного» и истинного гона было необходимо для оценки правильности наших предположений.

В период истинного гона характер изменения концентраций E_2, P и A в крови самок 1–4-й подгрупп существенно различается. Уровень E_2 у впоследствии ощенившихся самок превосходит содержание гормона у неощенившихся ($P < 0{,}41$) и непокрытых–холостых без изменения наружных половых органов (ИНПО) ($P < 0{,}001$). По уровню активных андрогенов (A) 1- и 2-я подгруппы отличаются в августе, а 1- и 4-я – в июле ($P < 0{,}05$). У ощенившихся впоследствии самок концентрация прогестерона (P) в крови больше по сравнению с животными 2-й подгруппы в августе–сентябре ($P < 0{,}05$), с животными 3-й подгруппы – в июле и сентябре ($P < 0{,}05$), а по сравнению с самками 4-й подгруппы – в июле ($P < 0{,}05$).

Концентрация эстрогенов (E_2) в крови у ощенившихся самок в возрасте 15 и 5 месяцев достоверно не отличается (162 ± 40 и 153 ± 17 пг/мл). У животных 2- и 3-й подгрупп содержание эстрогенов (E_2) более 100 пг/мл отмечается лишь в возрасте 15 месяцев (107 ± 7 и 123 ± 11 пг/мл). У самок же 4 подгруппы ни разу за весь период исследований содержание эстрогенов (E_2) не достигает этого уровня.

По уровню активных андрогенов (A) самки соболей 1-й подгруппы отличаются в июле от животных 4-й подгруппы ($P < 0{,}05$), от животных 2- и 3-й подгрупп – в августе ($P < 0{,}01$). Между собой по этому показателю самки 2- и 4-й подгрупп отличаются в течение всего периода истинного года ($P < 0{,}1$).

Концентрация прогестерона (P) различается у самок 1-, 2- и 4-й подгрупп в июле ($P < 0{,}05$), а у животных 2- и 3-й подгрупп – в июле–августе ($P < 0{,}01$). В сентябре самки всех подгрупп отличаются по содержанию в крови этого гормона ($P < 0{,}05$).

В период неполной активизации гонад (период «ложного гона») содержание эстрогенов (E_2) и активных андрогенов (A) не достигает тех же величин, которые были зафиксированы у животных в возрасте до 5 месяцев, тогда как уровень прогестерона (P) достоверно не отличается у самок в 11- и 5-месячном возрасте. У ощенившихся впоследствии самок по сравнению с непокрытыми–холостыми без изменения наружных половых органов (ИМПО) в исследуемый период в более ранние сроки отмечается увеличение в крови концентрации эстрогена (E_2) (январь) и андрогенов (A) (март). Иначе говоря, подъем уровня этих стероидов у самок 4-й подгруппы как бы «сдвигается» на более поздние сроки.

Таким образом, сезонные изменения функции гонад (второй и третий периоды) также говорят в пользу предположения о близости по морфо-функциональному состоянию яичников части самок 5-месячного возраста к половозрелым животным.

Аналогичное ретроспективное сопоставление результатов гона самок 1979-го года рождения (в 27 месяцев) с уровнем гормонов в крови в раннем возрасте дало тот же результат. Исследование 2 генераций животных (самки 1978 и 1979 гг. рождения) позволило снизить зависимость полученных результатов от влияния факторов среды (условия содержания, кормления, витаминного обеспечения, климатических условий).

При объединении данных (по годам исследования) было видно, что увеличение содержания эстрогенов (E_2) в крови у ощенившихся впоследствии самок происходит с трех месяцев до максимума в пять месяцев; в содержании андрогенов (A) у них прослеживается та же картина, а концентрация (P) у самок, ощенившихся впоследствии, самая высокая в возрасте 2 месяцев.

Возвращаясь к анализу содержания половых стероидов у животных 1978 г. рождения, необходимо отметить, что в возрасте 5 месяцев концентрация гормонов у ощенившихся в последующем самок была в 2,5 раза выше, чем у животных других подгрупп. Уровень эстрогенов (E_2) в крови ощенившихся самок превышал 100 пг/мл и в возрасте 5, и в возрасте 15–17 месяцев. У неощенившихся–пустых в последующем животных содержание (E_2) в крови было более 100 пг/мл только на втором году жизни (в 15 месяцев).

В дальнейшем прослеживается тенденция: оценившиеся самки имели более высокие уровни гормонов (в возрасте 15–17 месяцев – по содержанию эстрогена E_2; в возрасте 16 месяцев по содержанию прогестерона Р и активных андрогенов А они преобладали над неоценившимися–пустыми животными; в возрасте 15–18 и 25–26 месяцев – над непокрытыми–холостыми в последующем самками без изменения наружных половых органов ИНПО).

Наши выводы подтверждаются также рядом других данных.

Учитывая, что половина самок 1978 г. рождения родилась от матерей, начавших размножаться в возрасте 15 месяцев, а другая – от матерей, начавших размножаться в возрасте 27 месяцев, мы сравнили содержание гормонов в крови у тех и других.

Выяснилась достоверная разница ($P < 0,05$–$0,01$) между потомками разных матерей в раннем возрасте. Так, в августе, сентябре и октябре первого года жизни концентрация эстрогенов (E_2) в крови достоверно ($P < 0,05$) выше у первых: 42 ± 5 против 21 ± 4; 110 ± 10 против 73 ± 16 и 29±6 против 2,2 ± 1 соответственно. По содержанию прогестерона (P) самки разного происхождения различались ($P < 0,01$) в 2–4- и 5-месячном возрасте, а по уровню андрогенов (A) – в июле и сентябре первого года жизни.

В дальнейшем также отмечаются достоверные различия в содержании половых стероидов в крови самок разного происхождения. Однако наиболее интересны отмеченные отличия в раннем возрасте.

Можно предположить, что морфо-функциональное состояние яичников потомков раносозревающих самок соболей уже на первом году жизни более совершенно, чем у потомков поздносозревающих животных. Это проявляется, в частности, в достоверно более высоком уровне гормонов в крови в первые 5 месяцев жизни (рис. 1, 2, 3).

Кроме того, было установлено, что животные с уровнем эстрогенов (E_2) выше среднего (M ± m) для обследованной группы среди 5-месячных потомков раносозревающих самок соболей составляют 52 %, а среди 5-месячных потомков поздносозревающих самок – 4 %.

С другой стороны, сопоставление динамики изменения массы тела самок в зависимости от

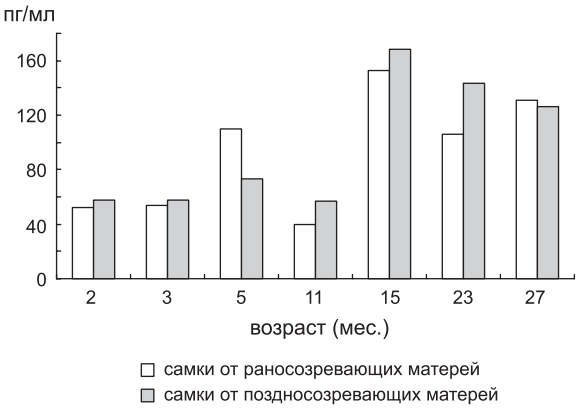


Рис. 1. Уровень эстрадиола в плазме крови самок соболей, родившихся от рано и поздносозревающих матерей.

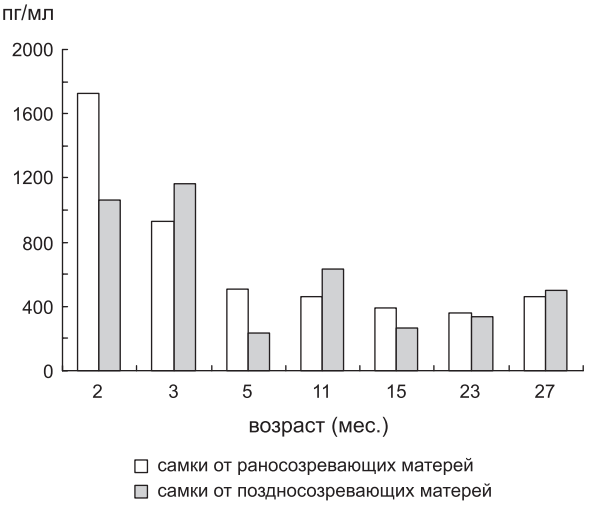


Рис. 2. Уровень прогестерона в плазме крови самок соболей, родившихся от рано и поздносозревающих матерей.

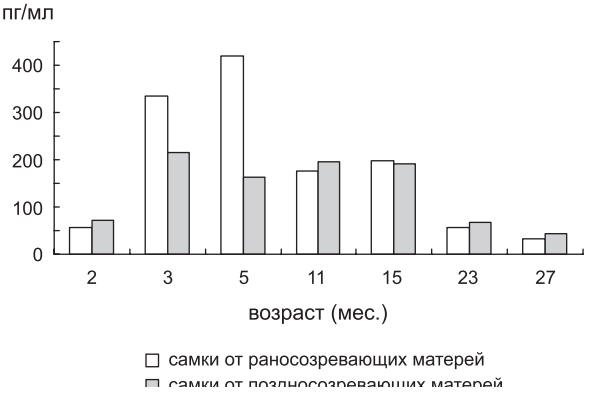


Рис. 3. Уровень андрогенов в плазме крови самок соболей, родившихся от рано и поздносозревающих матерей.

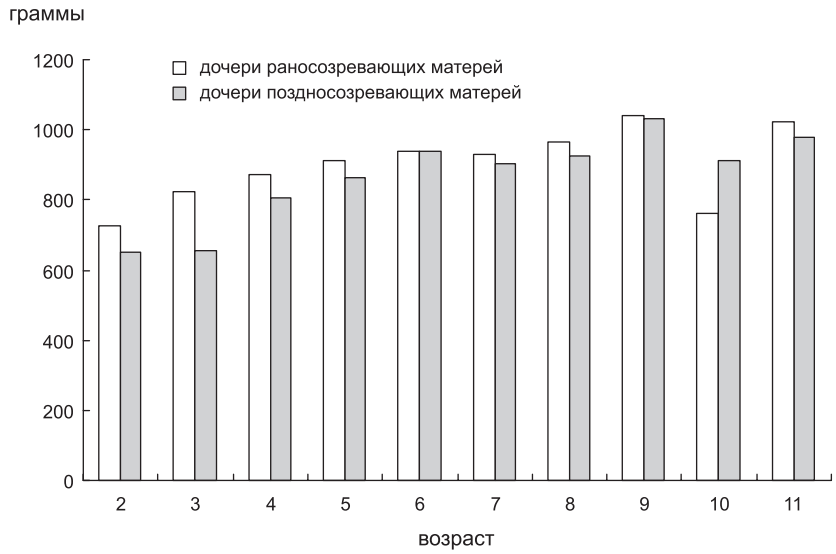


Рис. 4. Живая масса самок соболей различного происхождения.

происхождения также показало преимущество потомков раносозревающих животных (рис. 4).

Таким образом, исследование связи уровня половых стероидных гормонов в периферической крови на различных этапах постнатального онтогенеза самок соболей с некоторыми показателями их размножения (ощенившиеся и неощенившиеся–пустые, имевшие или не имевшие изменения наружных половых органов в период гона) и происхождения (от рано- или позднозревающих матерей) показало, что в раннем возрасте, а именно в 5 месяцев, самки соболей достоверно отличаются по уровню гормонов. Впоследствии ощенившиеся самки имеют достоверно более высокие уровни эстрогенов (E_2), прогестерона (P) и андрогенов (A) в крови в этом возрасте. У покрытых, не имевших потомства (пустых) и непокрытых–холостых самок с ИНПО эти показатели были достоверно ниже. Худшими были животные, у которых в период гона половая активность не отмечалась.

Все полученные результаты опираются на данные, полученные при анализе воспроизводства 27-месячных животных.

В итоге можно сделать вывод: найденные достоверные отличия самок соболей различных подгрупп позволяют предположить, что при определенных условиях возможно проведение раннего отбора молодых животных до забоя на шкурку с целью выбраковки позднозревающих особей.

Литература

Афанасьев В.А. Изменения пушных зверей под влиянием одомашнивания (Управление звероводством Министерства сельского хозяйства СССР). Совещание, посвященное 100-летию выхода в свет книги Чарлза Дарвина «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания» (1968), 18–20 декабря 1968 г. // Тез. докл. М.: Изд-во МГУ, 1968. С. 23–28.

Афанасьев В.А. Изменение пушных зверей при разведении в клетках. Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 33–37.

Афанасьев В.А., Перельдик Н.Ш. Клеточное пушное звероводство. М.: Колос, 1966.

Баевский Ю.Б. Изменчивость плодовитости баргузинских соболей // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1956. Т. 59. Вып. 6. С. 15– 26.

Баевский Ю.Б. О резорбции и перемещении зародышей у соболя // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1960. Т. 65. Вып. 4. С. 115–119.

Баевский Ю.Б., Беляев Д.К., Уткин Л.Г. Наблюдения над яичниковыми яйцами соболя // Докл. АН СССР. 1958. Т. 120. № 2. С. 439–440.

Бакеев Н.Н., Монахов Г.И., Синицын А.А. Соболь. Вятка, 2003. 336 с.

Беляев Д.К., Перельдик Н.Ш., Портнова Н.Т. Экспериментальное сокращение периода эмбрионального развития у соболей // Журн. общ. биологии. 1951. Т. 12. № 4. С. 260–265.

Беляев Д.К. Улучшить племенную работу в лисоводстве // Кролиководство и звероводство. 1968. № 5. С. 37–39.

Беляев Д.К., Уткин Л.Г. Вопросы повышения плодовитости соболей, разводимых в неволе // Вопросы

биологии размножения пушных зверей // Науч. тр. НИИПЗК. 1960. Т. 5. С. 95–115. [Некоторые данные по размножению соболей, разводимых в неволе // Там же. С. 40–70.]

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Поведение и воспроизводительная функция животных, Сообщение I. Корреляция свойств поведения со временем размножения и плодовитостью // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1964а. Т. 69. № 4. Вып. 3. С. 5–19.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Поведение и воспроизводительная функция животных, Сообщение II. Корреляционные изменения при селекции на приручаемость // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1964 б. Т. 69. № 4. Вып. 4. С. 5–14.

Беляев Д.К., Терновская Ю.Г. Биология размножения соболя при клеточном разведении. Зоологические проблемы Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972. 480 с.

Бернацкий В.Г., Снытко Э.Г., Носова Н.Г. Вызов суперовуляции у соболей с помощью гонадотропных гормонов в период анеструса // Тр. НИИПЗК. 1977. Т. 15. С. 53– 57.

Бернацкий В.Г., Уткин Л.Г., Куличков Б.А. Гормональная стимуляция овуляции у соболя // Тр. НИИПЗК. 1981. Т. 26. [Биология и ветеринария пушных зверей и кроликов]. С. 100–104.

Бернацкий В.Г., Куличков Б.А. Стимуляция репродуктивной функции молодых самок соболей хорионическим гонадотропином // Тр. НИИПЗК. 1984. Т. 31. [Достижения науки в области звероводства и промышленного кролиководства]. С. 107–112.

Доппельмаир Г.Г. Географическое распространение соболя и районы соболиного промысла // Уральский охотник. 1926. № 4/5. С. 4–22.

Дулькейт Г.Д. Материалы по изучению биологии соболя и соболиного хозяйства острова Большой Шантар. Владивосток, 1929. 119 с.

Залекер В.Л. Плодовитость соболей в природе // Каракулеводство и звероводство. 1952. № 3. С. 40–42.

Залекер В.Л. К вопросу о плодовитости соболей в природе // Каракулеводство и звероводство. 1953. № 2. С. 51–53.

Залекер В.Л. Материалы по размножению и возрасту соболей в природе // Тр. ВНИО. 1956f. Вып. 16. Вопросы биологии пушных зверей. С. 122–144.

Залекер В.Л., Полузадов Н.Е. Размножение и питание соболей в природе // Охота и охотничье хозяйство. 1956. № 8. С. 25–26.

Илларионов М.С. Поведение лисиц и их воспроизводительность // Кролиководство и звероводство. 1976. № 6. С. 17–18.

Ильина Е.Д. Основы генетики и селекции пушных зверей. Главпушнина НКВТ, 1935.

Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Колос, 1983. 280 с.

Казакова Т.И., Докукин Ю.М. Племзверосовхозу «Пушкинский» 75 лет // Кролиководство и звероводство. 2003. № 6. С. 6–10.

Каштанов С.Н. Из истории племзавода «Салтыковский» // Кролиководство и звероводство. 2003. № 6. С. 11–14.

Клер Р.В. Течка и беременность у некоторых видов куньих // Тр. Моск. зоотех. ин-та. М., 1941. Т. 1. С. 20–61.

Клер Р.В., Снытко Э.Г. Зависимость оплодотворения соболей от особенностей гона // Тр. НИИПЗК. 1973. Т. 12.

Колдаева Е.М. Пушные звери клеточного разведения. Генетика и селекция (книга первая). М.: ФГУП Изд-тво «Известия», 2004. 296 с.

Коченов С.С. Влияние разной освещенности шедов на воспроизводительную функцию взрослых самок соболей // Тр. НИИПЗК. 1974. Т. 13. Проблемы пушного звероводства и кролиководства. С. 60–64.

Кудина Н.И. Материалы научной конференции МВА по вопросам ветеринарии, зоотехнии, товароведения. М., 1969.

Кудина Н.И., Павлюченко В.М., Григорьев М.Ю., Имшенецкая Е.С. Влияние ультрафиолетового облучения на половое созревание молодых самок соболей // Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Одесса, 1972. С. 24–28.

Куличков Б.А., Портнова Н.Т. Русский соболь. М.: Колос, 1967.

Маматкина Э.Г. Некоторые закономерности половой цикличности соболя // Тр. ВСХИЗО. 1964. Т. 17.

Маматкина Э.Г. Некоторые факторы, влияющие на размножение молодых самок соболей // Тр. ВСХИЗО. 1967а. Вып. 26. С. 114–118.

Маматкина Э.Г. Плодовитость соболей в зависимости от показателей роста // Тр. ВСХИЗО. 1967б. Вып. 26. С. 119–122.

Маматкина Э.Г. Возрастные изменения половых органов самок соболей // Тр. ВСХИЗО. 1967в. Вып. 26. С. 123–127.

Маматкина Э.Г. Размножение соболей в зверосовхозах и пути повышения их плодовитости: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 1968. 193 с.

Мантейфель П.А. К вопросу о размножении соболя в неволе // Пушное дело. 1928. № 10. С. 18–21.

Мантейфель П.А. Соболь. М.; Л.: КОИЗ, 1934. 108 с.

Мантейфель П.А. Жизнь пушных зверей. М.: Госкультпросветиздат, 1947. 88 с.

Монахов Г.И. Изменчивость плодовитости соболей Предбайкалья и Забайкалья // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1971. Т. 76. Вып. 5. С. 40–44.

Монахов Г.И. Репродуктивный процесс в популяциях соболя // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1973. Т. 78. Вып. 6. С. 53–64.

Моравецкий А.Ф. Роль «ложного гона» в размножении соболя // Коммуникативные механизмы регулирования популяционной структуры у млекопитающих (Всесоюз. совещ.). М., 1988. С. 99–101.

Моравецкий А.Ф. Роль хемокоммуникации в половом созревании самок соболя // Проблемы химической коммуникации животных. М.: Наука, 1991. С. 380–388.

Милованов Л.В. История звероводства: «Салтыковский» (ОАО «Племенной зверосовхоз "Салтыковский"» Московской области – 70 лет). М.: Колос-Пресс, 2001. 168 с.

Мишуков Л.К. С чего началось соболеводство? // Кролиководство и звероводство. 1998. № 5/6. С. 15.

Павлов М.К., Балиева И.В. Племенное дело в соболеводстве // Кролиководство и звероводство. 1941. № 6. С. 15–19.

Павлюченко В.М., Уткин Л.Г., Григорьев М.Ю. и др. Клеточное разведение соболей. М.: Колос, 1979. 184 с.

Перельдик Н.Ш., Милованов., Ерин А.Т. Кормление пушных зверей. М.: Колос, 1981. 335 с.

Пономарев А.Л. Реакция некоторых куньих (*Mustelidae*) на градиент температуры // Зоол. журнал. 1944. Т. 23. Вып. 1. С. 51–55.

Портнова Н.Т. Опыт работы соболиной фермы Пушкинского звероводческого совхоза // Кролиководство и звероводство. 1941. № 6. С. 7–9.

Портнова Н.Т. Наш опыт разведения соболей // Кролиководство и звероводство. 1966. № 4. С. 15–16.

Раевский В.В. Жизнь кондо-сосьвинского соболя. М., 1947. 220 с.

Рожнов В.В., Сергеев Е.Г. Возможные подходы и пути решения проблемы задержки полового созревания соболя: компенсаторная роль конспецифичных запаховых сигналов в период раннего развития щенков // Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы восстановления и дальнейшего развития клеточного пушного звероводства и кролиководства России». Родники, Моск. обл., 2002. С. 141–150.

Ручкина З.С. Репродуктивный потенциал однолетних соболей в условиях клеточного содержания: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2005. 18 с.

Сабанеев Л.П. Соболь и соболиный промысел. М.: Типография Готье, 1875. 73 с.

Сайдинов А.В. Историю хозяйства делают люди // Кролиководство и звероводство. 2006а. № 4. С. 1. 16–21.

Сайдинов А.В. Звероводы обсуждают программу развития отрасли // Кролиководство и звероводство. 2006б. № 5. С. 5–11.

Сергеев Е.Г., Рожнов В.В. Ускоряет ли поздняя отсадка половое созревание самочек соболей? // Кролиководство и звероводство. 2005. № 3. С. 18.

Серебровский А.С. Геногеография и генофонд сельскохозяйственных животных // Научное слово. 1928. № 29. С. 3–22.

Снытко Э.Г. Воспроизводительная способность молодых самок соболей в условиях продленного светового дня // Тр. НИИПЗК. 1977. Т. 16: Проблемы пушного звероводства и кролиководства. С. 113–117.

Снытко Э.Г., Кирилушкин И.Ф. Эффективность оценки соболей по качеству потомства // Тр. НИИПЗК. 1983, № 29. С. 111–115

Старков И.Д. Биология и разведение соболей и куниц. М., 1947.

Терновская Ю.Г., Беляев Д.К. Некоторые особенности размножения соболя в связи с его поведением // Тр. Второго всесоюз. совещ. по млекопитающим. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 118–120.

Терновский Д.В. Биология куницеобразных. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 280 с.

Тимофеев В.В., Надеев В.Н. Соболь. М.: Изд-во техн. и эконом. лит-ры по вопросу заготовок, 1955. 403 с.

Тугаринов А.Я. Соболь в Енисейской губернии. Красноярск, 1913. 20 с.

Туомайнен К.Г. К вопросу о разведении соболей в неволе. 1930 г. 29 с. (Рукопись из фонда библиотеки ВНИИОЗ). Цит. по: Бакеев и др. 2003. С. 166.

Уткин Л.Г., Соболь А.А. Воспроизводительная способность самок соболей // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1980. Т. 22. С. 62–66.

Чекалова Т.М., Орлова Т.В. Способ определения овуляции после спаривания у самок соболей // Особенности селекционно-племенной работы в животноводстве. М.: МВА, 1984. С. 98–101.

Чекалова Т.М. Особенности гона самок соболей разного возраста // Повышение эффективности селекционно-племенной работы в животноводстве. М.: МВА, 1986. С. 135–139.

Чекалова Т.М. Воспроизводительная способность песцов (*Alopes lagopus*), лисиц (*Vulpes vulpes*), соболей (*Martes zibellina*) и пути ее увеличения в промышленном звероводстве: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. М., 2002а. 37 с.

Чекалова Т.М. Потентность молодых самцов соболей // Кролиководство и звероводство. 2002б. № 1. С. 18.

Шульгина Н.К., Полынцев Ю.В., Розен В.Б., Дивеева Г.М. Показатели эндокринной функции гонад на начальных этапах постнатального онтогенеза самок соболей // Проблемы эндокринологии. 1981. № 6 (27). С. 71–74.

Шульгина Н.К. Эндокринная функция яичников самок соболей в постэмбриональном онтогенезе и ранняя оценка их репродуктивной способности: Автореф. дис… канд. биол. наук. М., 1983. 24 с.

Шульгина Н.К. Эндокринная функция яичников самок соболей в период постэмбрионального онтогенеза // Проблемы соболиного хоз-ва России: Сб. матер. V Всерос. науч.-практ. Интернет-конф. по соболю (апрель–декабрь, 2005 г.). Киров, 2006а. С. 251–259.

Шульгина Н.К. Содержание половых стероидов в крови самок соболей в течение первых двух лет жизни // Докл. РАСХН. 2006б. № 6 С. 11.

Huxley J.S. Clines: an auxiliary method in taxonomy // Bijdr. Dierk. 1939. T. 27. P. 491–520.

THE ENDOCRINOLOGICAL ASPECTS OF FUR FARM SABLE (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758) DOMESTICATION

N.K. Shulgina

Russian Academy of Agricultural Sciences, Department of Animal Breeding, Moscow, Russia,
e-mail: hopesh@yandex.ru

Summary

Some effects of historical process of sable domestication at The Russian special fur sable farms are presented. 2–5 month young age females of sable are characterized with the same level of sex steroids in peripheral blood as in adult reproductive animals. The elevation of ovarian endocrine activities at the age of 5 month is revealed. The retrospective analysis of reproductive success at the age of 2–3 year old displayed the positive role of steroids hormone in young sable females in comparison with mated, no mated and whelped females.

ДОМЕСТИКАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ХОДЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)

О.И. Федорова

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Данные исследования продолжают изучение динамики доместикационных преобразований особенностей американских норок, начатых еще в 30-е годы прошедшего столетия. Изучены современные закономерности интенсивности роста молодняка норок в постнатальном онтогенезе, получены сведения о результатах селекции норок на укрупнение и влияния увеличения размера тела на интерьерные признаки.

Введение

Существует много определений понятия «домашнее животное». В 1975 г. А.Н. Сегаль в своей книге «Очерки экологии и физиологии американской норки» дает одно из них: «Под домашними животными понимают тех, которые в ряде поколений разводятся в неволе, приносят пользу человеку и несут на себе признаки (следы) его трудовой деятельности. Если подойти с этим критерием к американской норке, она отвечает всем перечисленным формальным требованиям и может считаться домашним животным» (Сегаль, 1975, С. 17). Более 80 генераций норка успешно развивается в обстановке клеточного содержания и обладает признаками, созданными целенаправленной работой селекционеров-генетиков.

Какие признаки позволяют отличить одомашненное животное от его диких предков? Имеют ли они морфологическое, физиологическое, функциональное выражения?

Ответить на эти вопросы пытались многие: от Ламарка и Дарвина и до наших дней (Herre, 1955; Боголюбский, 1959, 1972; Беляев, 1970, 1972). В некоторых случаях специфичность доместикационных изменений не вызывает сомнений: чрезвычайно высокая мясность, молочность, яйценоскость и т. п., безусловно, свойственны только домашним животным. Но эти качества не всеобщи, а присущи только отдельным видам и породам. Приручeнность также нельзя рассматривать в качестве универсального признака одомашнивания. Многие животные и в диком состоянии не боятся человека (белка, лось, хомячки, дельфины). С другой стороны, многие животные, считавшиеся давно и хорошо одомашненными, весьма плохо приручены (куры, утки, гуси, северные олени) (Сегаль, 1975).

Фенотипическая изменчивость в условиях одомашнивания бывает двоякого происхождения. В первом случае она связана с естественной средой обитания и сохраняется, когда ее обладатели попадают в искусственную, созданную человеком, средовую ситуацию. Во втором случае она возникает уже в искусственной среде в связи с существенными ее отличиями от природных условий. Эта изменчивость становится предметом искусственного отбора, если вызывает интерес у человека (Сегаль, 1975).

В процессе доместикации американской норки такой интерес вызывает размер тела животного. Размер тела – типичный количественный признак, развитие которого зависит как от наследственных особенностей, так и от факторов внешней среды. Размер тела является важнейшей характеристикой организма и показывает его главное качество – массу живого вещества, находящегося в состоянии энергети-

ческого и пластического обмена с окружающим внешним миром.

Целью исследований явилось изучение динамики изменения американской норки в процессе доместикации, укрупнения ее размера и преобразования интерьерных признаков.

Материалы и методы

Закономерности роста и развития норок изучали в зверосовхозе «Салтыковский» в 2003 г. на молодняке норок стандартной темно-коричневой окраски. Отсаженный от матерей молодняк содержали в стандартных средовых условиях разнополыми парами (самец и самка) в однотипных клетках. Кормление животных и обеспечение водой было *ad lib*. Для анализа роста первые 10 дней после рождения молодняк взвешивали ежедневно, а затем до 180-дневного возраста – через каждые 10 дней. В период осеннего забоя зверей на шкурку от 40 самцов и 30 самок определяли абсолютный и относительный вес внутренних органов: сердца, легких, печени, почек, селезенки. Полученный материал по динамике живой массы молодняка и массы внутренних органов был биометрически обработан.

Увеличения массы тела норок в ходе клеточного разведения

Процесс одомашнивания пушных зверей протекает во много раз быстрее, чем это было прежде с другими сельскохозяйственными животными. Завезенные впервые в 1928 г. американские норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) прошли адаптацию и успешно разводятся во всех регионах России. Клеточная американская норка ведет свое происхождение от животных с небольшими размерами тела (табл. 1).

В природе условия и образ жизни в процессе эволюции способствовали выживанию особей определенного размера и телосложения, окраски, репродуктивных качеств. В процессе разведения на специализированных звероферм ах при изменении образа жизни: клеточном содержании, полноценном кормлении и последовательной селекции по хозяйственно полезным признакам популяции норок претерпели значительные доместикационные изменения. Наряду с получением новых пород и породных типов на базе различных мутаций по окраске (в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, внесено 15 пород и 8 породных типов норок), значительно увеличился размер тела, качество опушения приобрело практически необратимые изменения. 30 лет назад А.Н. Сегаль давал такое объяснение происходящих у норки доместикационных изменений: «Постнатальный рост американских норок представляет ярко выраженную своими морфологическими признаками норму реакций. У американской норки мы видим уже двухкратное увеличение веса против нормы, и трудно представить себе возможность столь же быстрого продолжения этого процесса в будущем» (Сегаль, 1975, С. 50). Но с таким толкованием трудно согласиться, поскольку это объяснение не учитывает напряженную работу селекционеров по отбору норок на увеличение размеров туловища, что масса тела – всего лишь норма реакции на изменение средовых условий, главным образом кормления. Через 30 лет практика показала: процесс увеличения массы тела только ускоряется.

В настоящее время масса тела большинства норок, утвержденных как породы (стандартная темно-коричневая, паломино и др.), увеличилась по сравнению с дикой почти в 4 раза (табл. 1). В отдельных стадах образовались массивы зверей (самцов) с весом тела до 6 кг (Колдаева, 2005). Длина тела тоже заметно увеличилась – в 1,4 раза у самцов и 1,3 раза у самок (табл. 1). Более успешная селекция на укрупнение самцов по сравнению с самками объясняется тем, что коэффициент отбора по самцам в стадах норок более высокий, чем у самок, ведь их для размножения требуется в 5 раз меньше, чем самок.

Закономерности интенсивности роста молодняка норок в постнатальном онтогенезе

Изучение роста является основным вопросом при выявлении закономерностей онтогенеза животных. Многие исследователи занимались изучением особенностей роста и развития различных видов пушных зверей: песцов – Г.В. Трубецкой (1966, 1968), лисицы – Г.Б. Мамаева (1956), соболей – Е.Г. Сергеев (1988), норки – В.А. Александров (1964), М.Д. Абрамов

и др. (1964, 1968), А.Н. Мелькина (1964), Н.М. Цепков, А.Г. Евреинов (1974). Исследования показывают, что каждый вид, порода и даже индивидуум имеют свои специфические задатки роста. Индивидуальные различия в развитии животных, наблюдаемые в нормальных условиях, обусловливаются в большей степени наследственностью и в меньшей – внешними условиями жизни (Шмальгаузен, 1936). Чередование периодов усиления и ослабления интенсивности роста животных тесно связано с уровнем обмена веществ и увеличением количества гормонов роста. При этом значительную роль играет взаимодействие отдельных систем органов, так как весь организм представляет собой функциональное единство. Изменились ли закономерности роста молодняка норок в течение последних 40 лет?

Возрастные изменения живой массы самцов и самок стандартной темно-коричневой норки приведены в таблице 2.

В 90-дневном возрасте масса самцов составляет 47,8 %, у самок 59,8 % от массы взрослого животного. В 1962 г. эти показатели были 65 % и 71,7 % (Мелькина, 1966), в 1964 г. – 76 и 80 % соответственно (Абрамов и др., 1968). Утверждать, что после 3–4-месячного возраста увеличение веса идет крайне медленно и постепенно прекращается, как это было 40 лет назад, мы не можем.

Половой диморфизм по размеру (массе) тела проявляется у современных норок только в возрасте 50 дней ($P > 0,999$). А.Н. Мелькина утверждает, что норчата уже при рождении имеют статистически достоверную разницу в весе в пользу самцов. М.Д. Абрамов выявил, что «половой диморфизм у стандартной норки в весе проявляется между третьей и четвертой декадой их жизни» (Абрамов и др., 1968). С возрастом самцы растут интенсивнее, чем самки. Если в первый месяц жизни разница в живой массе между самцами и самками у норок составляла 5,4 %, то в октябре, когда в основном заканчивается рост животных, разница в весе самцов и самок норок достигла 57 %.

Кривые, характеризующие изменение живой массы тела норок, имеют сходные пространственные характеристики как у самок, так и у самцов (рис. 1). Современные новорожденные норчата достоверно крупнее однодневных щенков, рожденных 40 лет назад, как самцов ($P > 0,999$), так и самок ($P > 0,99$). На рисунке отчетливо видно, что интенсивность роста живой массы у самцов в 2003 г. после 90-дневного возраста не только не уменьшается, но и резко увеличивается.

Известно, что изменение живой массы животного в процессе роста представляет собой некоторое число последовательных удвоений той массы, которая была в момент рождения. Считают, что в среднем окончание роста животных совпадает с трехкратным или пятикратным удвоением живой массы. Время, необходимое для удвоения живой массы, служит показателем скорости роста. Молодняк норок стандартной окраски удваивает массу в следующие сроки: самцы на 4-, 10-, 17-, 30-, 43-, 58-, 88-й и 172-й день жизни, самки – на 4-, 9-, 16-, 28-, 42-, 62-й и 116-й день (табл. 3). Таким образом, окончание роста у самцов современной норки совпадает с восьмикратным увеличением веса, у самок – с семикратным. В 1962 г. увеличение массы тела у самцов было семикратное, у самок – шестикратное.

Доместикационные преобразования интерьерных признаков у норок

В своей работе «Происхождение видов» Дарвин сделал замечание, что не следует забывать, что найдется немного людей, которые стали бы тщательно изучать внутренние органы и сравнивать их у многочисленных экземпляров одного и того же вида (Darwin, 1859).

С укрупнением размера норок соответственно изменились и отдельные органы, составляющие живое тело норки.

В данной работе определяли массу и индексы внутренних органов у современных стандартных темно-коричневых норок и сопоставили с такими же органами у животных, разводимых в нашей стране в 60-х годах прошедшего столетия.

За последние 40 лет увеличились не только живая масса тела и абсолютные величины внутренних органов норок, но и индексы этих органов (табл. 4, 5).

Живая масса самцов возросла в 1,8, а самок в 1,9 раза. Пропорционально телу увеличились печень и почки – органы, которые обеспечивают систему пищеварения и выделения. Более круп-

Таблица 1

Масса и размеры тела дикой и современной норки в условиях клеточного разведения

Промеры	Бойцов, 1937; Попов, 1949; Новиков, 1956; Павлинин, 1962		Приморье (Абрамов, 1969)				Племзверозавод «Салтыковский», 2003 г.			
	lim		♂		♀		♂ (n=40)		♀ (n=30)	
	♂	♀	lim	M ± m	lim	M ± m	lim	M ± m	lim	M ± m
Вес тела	500–1400	350–750	685–1221	953 ± 86	442–581	527 ± 48	2498–3694	3153 ± 48	1411–2333	1788 ± 48
Длина тела	35–45	31–37	33–45	39 ± 9,7	33–37	34 ± 9,9	49–58	53,9 ± 0,3	43–50	45,4 ± 0,3

Таблица 2

Возрастная динамика живой массы молодняка стандартных темно-коричневых норок (2003 г.)

Возраст (дни)	Самцы					Самки				
	n	M±m	δ	lim	Cv	n	M ± m	δ	lim	Cv
1	12	12,8 ± 0,2	2,6	8–17	20,3	18	11,6 ± 0,6	2,3	9–16	19,8
10	18	54,8 ±2, 0	8,6	43–70	15,7	16	51,9 ± 1,8	7,2	37–63	13,9
20	35	130,1 ± 3,6	21,5	85–160	16,5	34	117,7 ± 3,1	18,2	79–145	15,5
30	39	213,5 ± 6,5	40,1	128–278	18,8	37	202,0 ± 6,0	36,5	107–263	18,1
40	34	354,7 ± 12,7	74,2	180–453	20,9	34	327,6 ± 9,2	53,4	220–440	16,3
50	29	614,4 ± 18,4	99,4	392–730	16,2	37	540,0 ± 12,5	76,1	376–760	14,1
60	33	861,5 ± 21,3	122,5	558–1019	14,2	34	694,2 ± 13,4	78,0	531–897	11,2
70	34	1195,8 ± 26,3	153,2	880–1400	12,8	33	969,3 ± 14,7	84,4	770–1175	8,7
80	30	1469,7 ± 32,4	177,4	1140–1840	12,1	31	1130,0 ± 18,4	102,7	940–1350	9,1
90	31	1691,6 ± 30,2	168,0	1360–2000	9,9	32	1244,7 ± 22,3	126,2	1000–1510	10,1
100	29	1847,4 ± 38,8	208,8	1468–2450	11,3	29	1312,6 ± 8,0	150,9	1115–1580	11,5
110	28	2095,8 ± 34,2	180,8	1782–2552	8,6	31	1413,0 ± 20,2	112,4	1206–1600	8,0
120	28	2307,4 ± 44,6	235,9	1895–3034	10,2	30	1530,1 ± 29,6	159,2	1243–1786	10,4
130	28	2543,2 ± 45,8	242,6	2142–3263	9,5	30	1618,0 ± 23,4	128,1	1388–1847	7,9
140	27	2863,3 ± 42,3	235,2	2519–3586	8,2	29	1766,0 ± 25,8	139,2	1504–2032	7,9
150	26	3029,2 ± 5,9	284,9	2692–3909	9,4	28	1843,7 ± 29,4	155,8	1572–2152	8,4
160	24	3056,6 ± 70,6	346,0	2710–4140	11,3	27	1860,7 ± 38,6	200,8	1587–2218	10,8
170	24	3182,5 ± 66,3	324,6	2799–4200	10,2	26	1885,8 ± 31,5	160,4	1618–2223	8,5
180	9	3641,0 ± 44,7	134,2	3064–4438	3,7	14	2080,1 ± 50,0	187,0	1682–2343	9,0

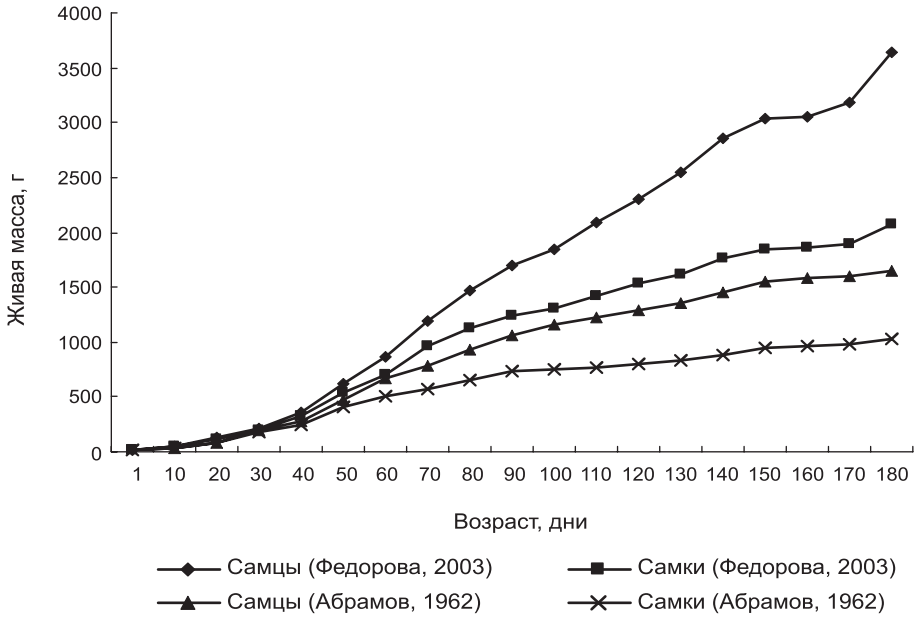


Рис. 1. Возрастная динамика живой массы норок СТК.

Таблица 3

Интенсивность роста молодняка норок стандартной темно-коричневой окраски

Кратность удвоения массы	Стандартная темно-коричневая (2003 г.)		Стандартная темно-коричневая (Абрамов, 1962 г.)	
	самцы	самки	самцы	самки
1	4	4	7	6
2	10	9	12	12
3	17	16	22	22
4	30	28	32	35
5	43	42	47	50
6	58	62	70	90
7	88	116	165	–
8	172	–	–	–

Таблица 4

Абсолютная величина внутренних органов стандартной норки, г

Показатели	Самцы			Самки		
	1963 г.	2003 г. $n = 40$	кратное увеличение	1963 г.	2003 г. $n = 30$	кратное увеличение
Сердце	7,5	21,0 ± 0,4	2,8	4,5	12,3 ± 0,3	2,7
Легкие	10,6	32,4 ± 1,0	3,0	5,4	21,7 ± 0,9	4,0
Печень	67,8	124,4 ± 2,0	1,8	34,8	76,7 ± 1,2	2,2
Почки	10,4	18,0 ± 0,5	1,7	5,4	11,1 ± 0,3	2,0
Селезенка	2,6	7,0 ± 0,5	2,7	1,4	5,2 ± 0,3	3,7
Масса тела	1715	3153,4 ± 47,5	1,8	932	1787,9 ± 43,0	1,9

Таблица 5

Относительная величина внутренних органов стандартных норок в условиях клеточного разведения, %

Показатели	Самцы		Самки	
	1963 г.	2003 г.	1963 г.	2003 г.
Сердце	0,51	0,66	0,62	0,69
Легкие	0,72	1,03	0,75	1,2
Печень	4,41	3,94	4,26	4,29
Почки	0,71	0,57	0,76	0,62
Селезенка	0,17	0,22	0,18	0,29

ная печень выражает адаптацию организма к необходимости обмена веществ большей живой массой тела. В связи с тем, что функциональные нагрузки на печень связаны с уровнем основного обмена, размеры этого органа выше у животных, обладающих более высоким уровнем метаболизма (Галанцев, Макридина, 1967). Значительно увеличился у норок за последние 40 лет размер селезенки, у самок в 3,7, у самцов в 2,7 раза. Видимо, значение селезенки как органа эритропоэза и депо эритроцитов с укрупнением размера тела увеличилось.

В 1963 г. индекс печени был несколько выше у самцов, чем у самок (4,41 против 4,26). В 2003 г. относительная величина печени у самок превышает таковую у самцов (4,29 против 3,94), что указывает на увеличение уровня метаболизма у самок норок. Размеры почек у всех млекопитающих не имеют прямой связи с характером питания. Относительные размеры почек в процессе доместикации уменьшаются. Хотя объем метаболических превращений с увеличением размера тела возрастает, напряженность обмена не испытывает тех резких и сильных изменений, которые вызывает энергичная двигательная активность. Средний уровень интенсивности метаболизма в неволе ниже, чем на воле, и количество (объем) подлежащих удалению продуктов обмена, следовательно, меньше (Сегаль, 1975).

Сердце и легкие животных находятся в тесной морфо-функциональной взаимосвязи. При большей относительной массе легких у норок отмечается и более высокий индекс сердца. Заметно резкое увеличение массы легких и сердца, что указывает на увеличение общего масштаба происходящего в теле метаболизма. В 1960-х годах эти органы сохраняли свои прежние абсолютные величины, несмотря на укрупнение массы тела норок (Сегаль, 1975).

Процесс доместикации произвел определенные сдвиги в морфологическом и функциональном состоянии внутренних органов американской норки. Укрупнение тела, на которое велась селекция, требует от соответствующих систем пропорционального усиления снабжения питательными веществами, энергией и удаления большего количества конечных продуктов метаболизма и шлаков.

Заключение

Величина тела современной клеточной норки существенно превосходит размеры не только диких, акклиматизированных у нас животных, но и разводившихся в специализированных хозяйствах 40 лет назад (табл. 1). При таком сравнении фактически мы имеем дело с животными, стоящими на разных этапах доместикации. Масса и длина тела далеко превзошли верхний предел индивидуальной изменчивости, свойственной виду в природе. Причиной такого укрупнения, несомненно, является интенсивный отбор на увеличение массы тела. Достигнутые на сегодняшний день размеры тела норок не являются предельными, о чем свидетельствует большая разница между показателями различных хозяйств и продолжающееся из года в год укрупнение зверей (Колдаева, 2005). Интенсивность роста молодняка современных норок более высокая, чем это было 40 лет назад. За одинаковый промежуток времени (180 дней) самцы в 2003 г. увеличили массу тела и достигли в среднем 3640 г, в 1962 г. при семикратном увеличении масса самцов составила 1646 г (Абрамов и др., 1968). У самок в 2003 г. произошло семикратное увеличение веса, при котором они достигли 2080 г, в 1962 г. за такой же промежуток времени после шестикратного увеличения масса самок составляла 1023 г.

Клеточное содержание произвело также определенные сдвиги в морфологическом и функциональном состоянии внутренних органов американской норки. Искусственный отбор имел в этом только косвенное значе-

ние, поскольку селекция велась не по этим признакам. Однако увеличение живой массы тела требовало от соответствующих систем пропорционального усиления снабжения питательными веществами и энергией. Наблюдаемые у современных клеточных норок отклонения в абсолютной и относительной величине органов имеют явное адаптивное происхождение. На протяжении всего периода стихийной доместикации изменения величины органов происходили неравномерно. В 1960-х годах – печень, почки, селезенка увеличились в размерах, а сердце и легкие сохранили свою величину неизменной (Сегаль, 1975). К 2003 г. абсолютные и относительные величины сердца, печени и селезенки резко увеличились, масса печени и почек увеличилась пропорционально массе тела (табл. 4, 5).

Литература

Абрамов М.Д. Разведение норок. М.: Колос, 1962. 220 с.

Абрамов В.К. Экология и результаты акклиматизации ондатры, американской норки и соболя в Приморском крае: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Владивосток, 1969, 20 с.

Абрамов М.Д., Уткин Л.Г., Повецкий И.Г., Юдин В.К. Закономерности роста норок // Кролиководство и звероводство. М., 1964. № 4. С. 12–14.

Абрамов М.Д., Уткин Л.Г., Повецкий И.Г., Юдин В.К. Рост и развитие норок // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1968. Т. 7. С. 7–17.

Александров В.А. Закономерности весового роста норок в постэмбриональный период // Докл. ТСХА. М.: ТСХА, 1964. № 104.

Беляев Д.К. Биологические аспекты доместикации животных // Генетика и селекция новых пород сельскохозяйственных животных. Алма-Ата, 1970.

Беляев Д.К. Генетические аспекты доместикации животных // Проблемы доместикации животных и растений. М., 1972.

Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных. М., 1959.

Боголюбский С.Н. Доместикация как биологическая проблема // Проблемы доместикации животных и растений. М., 1972.

Бойцов Л.В. Клеточное разведение норок. М., 1937.

Галанцев В.П., Макридина К.В. Характеристика сердечной деятельности, дыхания и некоторых интерьерных признаков у норок (стандартных и хедлунд) // Уч. зап. Петрозаводского ун-та. 1967. Т. XV. Вып. 4. С. 47–53.

Колдаева Е.М. Пушные звери клеточного разведения – домашние или дикие? // Животноводство России. Март 2005. С. 36–38.

Мамаева Г.Б. Некоторые особенности роста серебристо-черных лисиц в постэмбриональный период // Науч. сообщ. ЯФ АН СССР. 1956. № 1. С. 17–25.

Мелькина А.Н. Весовой, линейный и объемный рост американской норки // Уч. зап. Петрозаводского ун-та. 1964. Т.12. № 2. С. 22–28.

Мелькина А.Н. Закономерности роста и энергетического метаболизма в постнатальном онтогенезе американской норки: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Петрозаводск, 1966. 27 с.

Новиков Г.А. Хищные млекопитающие фауны СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 294 с.

Павлинин В.Н. Материалы по изменчивости американской норки на Урале // Тр. Ин-та биол. УФ АН СССР. Свердловск, 1962. № 29. С. 33–41.

Попов В.А. Материалы по экологии норки (*Mustela vison* Br.) и результаты акклиматизации ее в Татарской АССР // Тр. Казан. фил. АН СССР. Биол. 1949. Вып. 2. 141 с.

Сегаль А.Н. Очерки экологии и физиологии американской норки. Новосибирск: Наука, 1975. 260 с.

Сергеев Е.Г. Изменчивость и наследование размера тела соболей при селекции на укрупнение: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. М., 1988. 23 с.

Трубецкой Г.В. О росте и развитии песцов // Кролиководство и звероводство. М., 1966. № 3. С. 12.

Трубецкой Г.В. Рост и развитие песцов различных цветовых типов // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1968. Т. 7. С. 26–37.

Федорова О.И. Развитие интерьерных признаков норки СТК в процессе доместикации // Физиологические основы повышения продуктивности млекопитающих введенных в зоокультуру. Матер. III Междунар. симпозиума 27–29 сентября 2003 г. Петрозаводск, 2003. С. 202–204.

Цепков Н.М., Евреинов А.Г. О росте и развитии молодняка пастелевых норок особо крупного размера // Конференция молодых ученых НИИПЗК. 1974. Вып. 2. С. 40–46.

Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста // Рост животных. М.: Биомедгиз, 1936.

Darwin Ch. On the Origin of Species by Means of Natural Selection: or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. London, John Murray, 1859. [1st edn].

Herre W. Domestikation and Stammesgeschichte // Dei Evolution der Organismen. Stuttgart. 1955. S. 801–820.

DOMESTICATION TRANSFORMATIONS OF AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)

O.I. Fyodorova

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Summary

The data given in the article are in line with the study on dynamics of domestication transformations of features of the American mink that was started in the thirties of the last century. Up-to-date regularities of growth rate of young mink in postnatal ontogenesis were investigated; the data on the results of mink selection for body enlargement and its effect on interior traits were obtained.

ИЗМЕНЕНИЕ В ХОДЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОМЕСТИКАЦИИ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ У РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)

Е.Б. Свечкина, Н.Н. Тютюнник

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия,
e-mail: tyutyunnik@krc.karelia.ru; svetchkina@krc.karelia.ru

Проведено сравнительное исследование активности трипсина и амилазы в крови у диких американских норок, отловленных в природе, и у различных генотипов норок промышленного разведения на специализированных зверофермах. Высокая активность трипсина у диких норок и у норок клеточного разведения отражает генетическую детерминацию пищеварительного тракта этих хищников к высокобелковому животному корму. В то же время установлена высокая активность амилазы у норок, выращиваемых на специализированных зверофермах, что является следствием отбора этих животных на изменение диеты в ходе их исторической промышленной доместикации.

Введение

Стихийная промышленная доместикация американской норки

Американская норка (*Mustela vison* Schreber, 1777) принадлежит к отряду хищных (*Carnivora*) семейства куньих (*Mustelidae*). Среди всех видов пушных зверей норка получила наибольшее распространение как объект клеточного пушного звероводства, благодаря чему, по убеждению многих специалистов, в обозримом будущем никакой другой вид меха не способен лишить шкурки норки конкурентоспособности на мировом рынке пушнины.

В диких условиях на своей исторической родине ареал норки занимает огромную территорию Северной Америки от Аляски до Ньюфаундленда. Несмотря на то, что норка на этом большом ареале обитания представлена одним видом, ее систематика выделяет различные расы, сформированные отличающимися между собой локальными популяциями. Мёллер в 1930 г. перечисляет 11 различных географических рас (Möller, 1930). Р. Шакельфорд в 1950 г., ссылаясь на известную книгу Х.Е. Энтони о северо-американских млекопитающих, также говорит об 11 подвидах норки (Schackelford, 1950).

Боунес (Bowness, 1980) в своей книге о первых канадских норководах настаивает, что следует упоминать о пяти географических расах норок, вовлеченных в промышленное разведение на специализированных зверофермах:

M. vison vison – с восточного побережья Канады (Квебек, Восточный Лабрадор и Новая Шотландия); *M. vison lowii* – с северо-восточного побережья; *M. vison lacustris* – центральные территории южнее границы с США; *M. vison enerqumenos* Британская Колумбия; *M. vison ingens* и *M. vison melampeplus*, известные как юконская и аляскинская.

И все же наибольший вклад в формирование генофонда современной фермерской норки внесли три подвида: *M. vison vison* (Восточный Квебек) отличающаяся небольшим размером тела, с красивым шелковистым коротковолосым мехом; *M. vison ingens* (Аляска) – крупная крепкого телосложения норка, с грубым мехом и хорошей плодовитостью (при этом наибольшее количество зверей для фермерского разведения было изъято из юконской популяции); *M. vison melampeplus* (полуостров Кенай).

В настоящее время в результате интенсив-

ного обмена животными между звероферм уже не представляется возможным выделить в фермерских популяциях какую-либо географическую расу (Nes *et al*., 1988).

Первые сообщения о разведении норок в неволе поступают из США времен гражданской войны, когда два фермера Т.Д. Филипс и В. Вудкокк создали норковую ферму на берегу озера Касадакка на севере штата Нью Йорк. В Канаде разведением в неволе норок первыми занимались с 1866 по 1887 гг. братья Паттерсон в Ричмонд Хилл. К концу 19 столетия в Северной Америке насчитывалось уже около сотни норковых ферм (Bowness, 1980; Mink Production, 1985).

Что такое стандартный фенотип, норма или «дикий тип»?

Как упоминалось выше, в основе стандартной норки (+/+), разводимой сегодня в промышленных условиях в разных частях света, лежат предковые формы, отловленные в конце прошлого столетия в различных частях Канады и США. Вначале это были субпопуляции, сосредоточенные на различных фермах и представлявшие собой достаточно различающиеся в генетическом отношении группы животных. Впоследствии при обмене племенным материалом между норководами значительно уменьшились эти различия, и на сегодняшний день стандартная норка фермерского разведения в таксономическом отношении представляет собой достаточно однородное образование. В итоге стандартная норка (+/+), порой, называемая в обиходе по-английски – «dark», – это затемненная усилиями селекционеров обычная темно-коричневого цвета дикая американская норка (Nes *et al*., 1988). «Дикий тип», стандартный фенотип или норма (+/+) представляет собой совокупность жизненных циклов особей данного вида зверей, возникающих как наследственно устойчивый адаптивный ответ на воздействия внутренней и внешней среды. Такой фенотип определяется генами дикого типа (+/+) – аллелями, получившими наибольшее распространение в дикой природе.

В Европе первые норковые фермы появились в начале 1920-х гг. первоначально в Германии и Скандинавии.

В нашу страну стандартные норки впервые были завезены из Канады в 1928 г. в зверосовхоз «Пушкинский» Московской области. Поголовье импортных зверей было незначительным (35 самцов и 30 самок). Это были мелкие звери светлой с подпалами окраски, низкой воспроизводительной способности. Максимальный вес самца составлял 1050 г, самок – 850 г. Средний живой вес самцов был равен 740 г, а самок – 660 г. В 1946 г. в счет репараций в этот же зверосовхоз были завезены стандартные норки из Германии (204 самки и 50 самцов) и Финляндии (90 самок). Эти звери также имели мелкий размер (самцы в среднем весили 980 г, самки – 720 г) и окраску невысокого качества (в основном коричневую и светло-коричневую). Формирование стада темно-коричневых стандартных норок (+/+) шло в основном за счет завоза зверей в 1946 г., так как норки, завезенные из Канады, к этому времени были почти все забиты на шкурку.

В первые годы селекция была направлена главным образом на затемнение окраски меха у зверей. В результате этой работы к 1954 г. основное стадо стандартных норок (+/+) зверосовхоза «Пушкинский» полностью состояло из норок только коричневой и темно-коричневой окраски.

Стандартные темно-коричневые норки

Внутрипородный тип стандартных темно-коричневых норок (+/+) создан в нашей стране в результате многолетней селекционной работы. Главную роль в создании этого типа норок сыграл зверосовхоз «Пушкинский». С целью улучшения окраски зверей при разведении использовался режим как инбридинга, так и аутбридинга. В первые послевоенные годы инбридинг применялся как вынужденная мера, поскольку поголовье норок было небольшим. С середины 1950-х гг. умеренно родственные спаривания стали применять уже специально для консолидации стада по окраске волосяного покрова. С целью ускорения совершенствования зверей по окраске меха в 1957–1958 гг. в зверосовхозе «Пушкинский» было проведено однократное скрещивание местных самок темно-коричневого типа с темными самцами, завезенными из Норвегии. В итоге был получен

желательный заводской тип норок темно-коричневого типа с волосяным покровом, состоящим из упругих блестящих и шелковистых кроющих волос, относительно одинаковых по длине (20–30 мм у самцов и 17–30 мм у самок), полностью прикрывающих подпушь на спине, боках и животе. Подпушь средней высоты (у самцов и самок одинаковая 14–14,5 мм), очень густая, тонкая и шелковистая, с хорошо выраженным блеском, без каких-либо признаков свалянности.

Окраска волосяного покрова стандартных норок темно-коричневого типа варьирует от коричневой до почти черной. У значительной части животных брюшко по сравнению со спиной имеет более светлую окраску. Кроющие волосы имеют более темный тон по сравнению с подпушью и более однородно окрашены по длине, хотя нижняя часть волос обычно светлее верхней. Окраска пуховых волос имеет бóльшую изменчивость. Она варьирует по цвету, интенсивности пигментации различных частей стержня волоса. Наибольшее распространение имеет коричнево-серый или серо-коричневый цвет пуха с ясно выраженными коричневыми вершинами. Значительно реже встречается ровная по всей длине волоса коричневая окраска, совсем редко – почти черная или серая. Все стандартные норки имеют темно-коричневое носовое зеркало, а также темно-коричневые, почти черные глаза.

Стандартные черные норки

Внутрипородный тип стандартных черных норок (+/+) получен в результате длительной селекции на звероферме ряда стран. Наиболее короткие и уравненные по длине кроющие волосы при высокой интенсивности их окраски имеют черные норки американской селекции. Для этих норок характерна также удлиненная форма тела и низкая воспроизводительная способность. Им несколько уступают по уравненности кроющих волос и интенсивности пигментации норки скандинавской селекции (датские, шведские, норвежские, финские).

Массовый импорт норок черного типа в нашу страну был осуществлен в 1958–1968 гг. Как определено в Инструкции по бонитировке пушных зверей, норки желательного типа характеризуются крепкой конституцией, крупным размером, выраженными половыми признаками, хорошим здоровьем, способностью к регулярному размножению, высокой плодовитостью, хорошей приспособленностью к местным кормовым и климатическим условиям, спокойным и живым темпераментом. Волосяной покров норок черного типа должен состоять из густых, упругих, более коротких и уравненных по длине (по сравнению с норками темно-коричневого типа), блестящих и шелковистых кроющих волос, полностью прикрывающих подпушь на спине, боках и брюшке. Подпушь средней высоты, очень густая, тонкая и шелковистая, с хорошо выраженным блеском и без признаков свалянности. Норки черного типа по сравнению с темно-коричневыми норками несколько мельче по размеру тела, с более низкой воспроизводительной способностью.

Кроющие волосы у черных норок несколько короче, чем у норок темно-коричневого типа и имеют меньшую изменчивость по длине, в результате чего волосяной покров выглядит как бы подстриженным. В «Первом плане племенной работы с внутрипородным типом черных норок на 1974–1980 гг.» было утверждено: у норок черного типа кроющие волосы черные или почти черные, однородно окрашенные по длине. Окраска пуховых волос имеет значительно большую изменчивость. Она варьирует по цвету, интенсивности, степени пигментации различных зон стержня волоса. Наибольшее распространение у норок черного типа имеет разной интенсивности коричневый цвет пуха. Окраска вершин пуховых волос часто отличается от того, как окрашены они по всей длине. Реже встречаются норки с однородно окрашенной темно-коричневой и почти черной подпушью. У норок черного типа нередко наблюдается различная интенсивность окраски спины и брюшка (Сырников, 1975).

Выход норки на авансцену мирового рынка пушнины состоялся благодаря огромному числу мутаций окраски мехового покрова – сейчас известно около 35, многие из которых, как показал анализ, возникли в диких популяциях в результате естественного мутационного процесса. Шкурки многих мутационных, особенно же комбинативных, форм норок оцениваются на международном рынке значительно дороже

шкурок обычной стандартной окраски. Это создало исключительную популярность цветным норкам, в результате чего из общего объема мирового производства норковых шкурок (27 млн штук в год) более 50 % составляют цветные. Комментируя доместикационный процесс на промышленных норковых зверофермах, академик Д.К. Беляев в 1972 г. писал: «*У*же в первые годы разведения норок под контролем человека произошла дифференциация этого дикого вида на целый ряд типов, являющихся прообразом будущих пород, отличающихся друг от друга не только по окраске мехового покрова, но и по ряду важных признаков воспроизведения и жизнеспособности. Полученное уже сейчас разнообразие норок, конечно, не предел, оно, несомненно, будет увеличиваться, с одной стороны, за счет уже известных мутаций, а с другой стороны – за счет вовлечения в селекционный процесс вновь возникающих или вновь выявляемых мутаций» (Беляев, 1972).

Отбор на эволюционно несвойственные для норок корма в условиях промышленной доместикации

Дикая американская норка как типичный представитель отряда хищных в основном питается животными кормами (мышевидные грызуны, птицы, рыбы, моллюски, ракообразные). В кормовом рационе животного углеводные растительные корма занимают незначительное место (Сегаль, 1975; Терновский, Терновская, 1994). Известно, что при высоком уровне белка в рационе животного преобладающей становится протеолитическая ферментная цепь, при повышении жира – липолитическая, углеводов – карбогидразная. Принято считать, что у плотоядных млекопитающих, в ходе эволюции приспособившихся к потреблению довольно однородной пищи, пищеварительная система имеет ограниченную способность к адаптивной перестройке ферментных цепей (Snook, 1974; Закс, Никитин, 1975; Clemens, 1980; Rey, Schmitz, 1981; Рахимов, Слоним, 1981; Озолс, 1984; Уголев и др., 1986; Henning, 1987; Alpers, 1987; Рахимов, 1992; Pappenheimer, 1993).

Но практика промышленной доместикации американской норки все же показала, что рацион животного в условиях клеточного разведения существенно изменился (Перельдик и др., 1981; Ильина, Кузнецов, 1983). До 1950-х гг. в нашей стране норок выращивали на мясных рационах (15 г переваримого протеина в расчете на 100 ккал обменной энергии корма), хотя еще в предвоенные годы Л.В. Бойцов по результатам поездки на Аляску рекомендовал рыбный тип кормления (до 80 % трески и камбалы от всей массы кормосмеси (Милованов, 2001).

В 1960-е гг. вместо мускульного мяса (конины) зверям стали давать мясо тюленей, китов, рыбные отходы, рыбную муку, кормовые дрожжи. Постепенно изменилось отношение к включению в рацион рыбы. Цельную тощую и не обладающую выраженными специфическими факторами рыбу стали успешно скармливать в количестве до 20–25 г в расчете на 100 ккал, полностью заменяя когда-то традиционный корм – мускульное мясо.

С целью дальнейшего уменьшения расходов на приобретение дорогостоящих и дефицитных мясо-рыбных кормов (в 1950-е гг. практиковали 12–14 г белка на 100 ккал обменной энергии корма) появляются рационы с достаточно низким уровнем переваримого протеина: 7,2–8 г.

Отсаженному молодняку норок в период выращивания скармливают сырой кукурузный крахмал в количестве 2 г на 100 ккал обменной энергии корма, заменяющего по энергии более дорогостоящие, богатые жиром продукты (Юдин, Голушкова, 2000).

В скандинавских странах базовые кормоцеха производят кормовые смеси для молодняка норок с 6,5–7,5 г протеина на 100 ккал обменной энергии корма. А в экспериментах уже испытывают смеси с 3,5…6,5 г белка, т. е. на уровне, принятом при производстве кормов для домашних собак (Милованов, 2002, 2004, 2006).

К концу 20-го столетия на основании исследований ученых из научного центра Ассоциации звероводов Дании в Хольстебро упор делается на добавки в рацион норок синтетических лимитирующих аминокислот: триптофана, лизина, треонина и метионина. Вместо *DL*-метионина используется его более дешевый, но при высоких дозах токсичный гидроксианалог. Делается вывод, что при хорошей сбалансированности смесей по аминокислотам допустимо снижение уровня протеина до 18 % по обменной энергии, т. е. до 4 г на 100 ккал обменной энергии корма.

А это уже близко к нормам кормления домашних кошек. При таком рационе кормления среди растущего молодняка начинает действовать интенсивный отбор на совершенно новый, эволюционно не освоенный тип кормления – не все звери его выдерживают, наблюдаются случаи гибели норок с признаками перерождения печени из-за неспособности усвоить предлагаемую кормосмесь (Sandbol *et al*., 2004). И, как следствие, на создавшемся низкопротеиновом провокационном фоне стали выявляться звери, сохраняющие востребованное пушно-меховым рынком качество меха, и, наоборот, не способные формировать нормальное опушение (Соболева, 2004). Вполне понятно, что последние, конечно, попали под давление отбора и стали удаляться из стада при окончательной осенней бонитировке.

Материал и методы

Объектом для изучения служили дикие американские норки, акклиматизированные в биоценозах Карелии и отловленные для целей научного исследования. Для сравнения с ними в исследование были взяты разводимые в зверохозяйствах Республики Карелия стандартные темно-коричневые норки (+/+), а также мутантные окрасочные формы: монорецессивные норки окраски белая-хедлюнд (*h/h*), монорецессивные серебристо-голубые (*p/p*) и дирецессивные сапфировые (*a/a p/p*).

О состоянии пищеварительной системы у пушных зверей в ходе их стихийной доместикации в условиях промышленных звероферм можно судить по уровню активности пищеварительных гидролаз, α-амилазы, протеолитического фермента трипсина, которые попадают в кровоток в результате деятельности пищеварительных желез (Сидорова, Лукьянов, 1980; Берестов, Кожевникова, 1981). Определение активности α-амилазы и трипсина в сыворотке крови у норок проводили в период их роста и развития, а также в разные сезоны года – перед началом размножения (февраль), во второй половине беременности (апрель) и в период покоя (декабрь). Активность амилазы определяли по гидролизу крахмала, трипсина – по гидролизу синтетического субстрата (TAME), липазы – по гидролизу трибутирина (Олейник и др., 1999).

Результаты

В табл. 1 представлены результаты исследования пищеварительных ферментов в сыворотке крови у диких норок, отловленных в природе, и у стандартных темно-коричневых (+/+) норок клеточного разведения в осенний период (сентябрь). Было выявлено, что, несмотря на различные условия обитания и, как следствие этого, разные уровни доместикации, активность трипсина как у диких, так и у стандартных темно-коричневых норок клеточного разведения практически не различалась (29,0 Е/ч/мл и 24,5 Е/ч/мл). В то же время амилолитическая активность у клеточных норок промышленного разведения была в 3 раза выше ($P < 0,05$), а уровень панкреатической липазы на 25 % ниже, чем у диких.

В то же время у норок, находящихся в условиях промышленной доместикации,

Таблица 1

Активность пищеварительных гидролаз у диких норок
и у стандартных темно-коричневых норок клеточного разведения

Фермент	Норка			
	дикая	n	темно-коричневая	n
Трипсин, Е1/ч/мл	29,0 ± 1,7	3 (1♂ + 2♀)	24,7 ± 1,2	10 (5♂ + 5♀)
Амилаза, мг/ч/мл	8,4 ± 0,7*	3 (1♂ + 2♀)	24,5 ± 2,7	9 (5♂ + 5♀)
Липаза, мкмоль/ч/мл	2,5 ± 0,7	3 (1♂ + 2♀)	1,8 ± 0,4	9 (5♂ + 5♀)

E^1 – экстинкция. * $P < 0,05$ – значение достоверно по отношению к показателю у темно-коричневых норок.

ферментативная активность дополнительно плейотропно модулируется мутациями, затрагивающими окраску меха. Как показано в табл. 2, сравнительное исследование в осенний период активности трипсина и амилазы у стандартных темно-коричневых норок и у норок белых-хедлюнд (у 3-месячных норчат и у взрослых самок) показало, что активность трипсина как у щенков, так и у взрослых стандартных темно-коричневых самок (+/+) оказалась значительно выше (на 28 % и 26 % соответственно), чем у мутантных белых-хедлюнд (*h/h*). Существенных различий по амилолитической активности в зависимости от принадлежности к генотипу у взрослых норок не установлено, в то время как у 3-месячных стандартных темно-коричневых норчат (+/+) активность амилазы была на 15 % выше в сравнении с активностью этого фермента у мутантных норчат белых-хедлюнд (*h/h*).

Следует отметить, что активность трипсина и амилазы в крови у норок в различные периоды года значительно колеблется. Средние величины активности исследованных ферментов (за 2 года) у стандартных темно-коричневых норок (+/+), монорецессивных серебристо-голубых (*p/p*) и дирецессивных сапфировых (*a/a p/p*) в разное время года показаны на рис. 1. Отчетливо видны различия как в активности амилазы, так и в активности трипсина. Максимум активности амилазы в феврале отмечен у стандартных норок (11,6 мг/ч/мл), минимум – у норок дирецессивных сапфировых (6,5 мг/ч/мл, $P < 0,05$ (рис. 1а).

Амилолитическая активность в апреле была максимальной у дирецессивных сапфировых

Таблица 2

Активность трипсина и амилазы в разных возрастных группах у норок стандартных темно-коричневых (+/+) и белых-хедлюнд (*hh*)

Фермент	Щенки (3-мес.)		Самки (взрослые)	
	станд. (2♂ + 3♀)	белые (2♂ + 3♀)	станд. (*n* = 5)	белые (*n* = 5)
Трипсин (Е/ч/мл)	27,8 ± 3,2	20,1 ± 2,5	32,2 ± 4,9	23,8 ±3,7
Амилаза (мг/ч/мл)	28,3 ± 7,5	24,0 ± 2,0	21,9 ± 2,0	19,9 ± 1,6

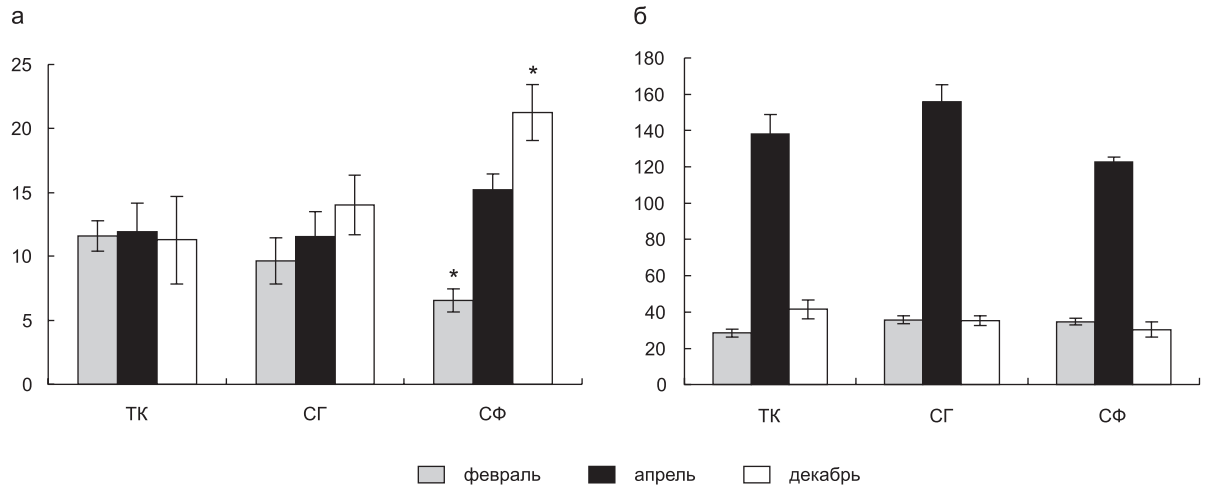


Рис. 1. Уровень активности амилазы (а) и трипсина (б) в различные биологические периоды у разных генотипов норок.

ТК – стандартные темно-коричневые; СГ – серебристо-голубые; СФ – сапфировые.
* Значение достоверно по отношению к показателю у стандартных норок.

норок (*a/a p/p*), минимальной – у монорецессивных серебристо-голубых (*p/p*). В декабре уровень активности фермента у сапфировых норок (*a/a p/p*) был почти в 2 раза выше (21,2 мг/ч/мл, $P < 0,05$), чем у стандартных (+/+) (11,3 мг/ч/мл).

Однако сезонные различия в ферментной активности в разные годы имели подъемы и спады, хотя они и не имели регулярного характера. Так, в феврале 2004 г. активность амилазы норок всех генотипов была достоверно ниже, чем в 2005 г. (табл. 3). Ферментная активность в апреле 2004 и 2005 гг. у стандартных темно-коричневых (+/+) и серебристо-голубых норок (*p/p*) была на одном уровне, а у сапфировых (*a/a p/p*) – несколько выше. В декабре 2004 г. активность амилазы у серебристо голубых норок (*p/p*) была несколько ниже, чем у стандартных темно-коричневых (+/+), но в этом же месяце в 2005 г. – в 2,2 раза выше, $P < 0,05$. Активность амилазы у сапфировых (*a/a p/p*) норок в декабре 2004 и 2005 гг. была максимальной.

В отличие от амилазы средняя (за 2 года) активность трипсина у норок всех генотипов в апреле была в 3 раза выше, чем в другие периоды года (рис. 1б). Причем повышение активности фермента в апреле отмечалось как в 2004 г., так и в 2005 г. (табл. 3.). В феврале 2004 г. активность трипсина у монорецессивных серебристо-голубых (*p/p*) и дирецессивных сапфировых норок (*a/a p/p*) была несколько выше, чем у стандартных темно-коричневых (+/+). Эта тенденция была отмечена и в 2005 г. Средняя активность трипсина в феврале также была ниже у стандартных темно-коричневых норок (+/+) (рис. 1б) в отличие от средних значений активности в декабре, когда отмечен максимум активности у норок этого генотипа.

Таблица 3

Активность амилазы и трипсина в различные биологические периоды у разных генотипов американских норок промышленного разведения

Время года (мес.)	Стандартные темно-коричневые (+/+)	Серебристо-голубые (*p/p*)	Сапфировые (*a/a p/p*)
Амилаза, мг/ч/мл			
2004 г.			
Февраль	7,8 ± 0,8	5,1 ± 0,8*	6,5 ± 0,9
Апрель	12,2 ± 2,0	11,9 ± 1,3	15,2 ± 1,3
Декабрь	15,5 ± 5,7	12,2 ± 1,6	21,7 ± 2,1
2005 г.			
Февраль	15,3 ± 1,6	14,1 ± 2,7	–
Апрель	11,5 ± 2,6	11,2 ± 2,7	–
Декабрь	7,1 ± 1,2	15,8 ± 3,1*	20,8 ± 2,2*
Трипсин, Е/ч/мл			
2004 г.			
Февраль	30,9 ± 1,7	35,0 ± 1,9	34,9 ± 1,9
Апрель	119,6 ± 12,2	153,1 ± 9,6	122,5 ± 2,8
Декабрь	56,2 ± 8,3	40,0 ± 3,4	36,0 ± 5,3
2005 г.			
Февраль	26,2 ± 2,5	36,6 ± 2,6*	–
Апрель	156,5 ± 9,3	158,5 ± 9,3	–
Декабрь	27,1 ± 2,0	31,0 ± 1,9	25,1 ± 3,0

* Значение достоверно по отношению к показателю у стандартных норок.

Обсуждение результатов

Результаты исследования показывают, что активность трипсина у дикой и доместицируемой в промышленных условиях норки находится практически на одном уровне, а вот амилолитическая активность – в 3 раза выше у норок клеточного разведения. Попав в неволю, американская норка оказалась вырванной из ее естественной, исторически сложившейся среды обитания. В условиях промышленной доместикации совершенно меняются питание, характер пищи, состав рациона. На звероферме животные получают стандартный рацион с содержанием перевариваемых веществ: белок – 40–45 %, жир – 35–40 %, углеводы – 15–20 % от общей энергии кормосмеси. Несмотря на то, что доля мясных и рыбных кормов из года в год сокращается и частично заменяется сочными растительными кормами, активность белокрасщепляющего фермента трипсина в крови у доместицируемой клеточной норки остается высокой, с одновременным возрастанием активности углеводрасщепляющего фермента амилазы (табл. 1). Нами ранее на норках показано (Олейник, Свечкина, 1992), что при повышении в диете уровня углеводов, которые плохо усваиваются хищниками, активность амилазы в дистальных сегментах тонкой кишки возрастает, что обеспечивает более эффективный гидролиз углеводов. Поскольку в структуре рациона клеточных норок промышленного разведения доля углеводов от поколения к поколению норок постоянно возрастает, повышение активности амилазы можно рассматривать как показатель наследственной трансформации активности пищеварительных ферментов американской норки в ходе ее промышленной доместикации.

Проведенные нами исследования активности трипсина и амилазы в крови как у 3-месячных норчат (период активного роста), так и у взрослых самок показали, что монорецессивные норки белые-хедлюнд (*h/h*) в сравнении со стандартными (+/+) обладают не только сниженной плодовитостью и худшими материнскими качествами (Ильина, Кузнецов, 1972), но и более низким уровнем активности трипсина (табл. 2).

Аналогичный эффект мы ожидали получить и на других генотипах норок, сравнивая активность трипсина и амилазы у стандартных темно-коричневых (+/+), серебристо-голубых (*p/p*)и дирецессивных сапфировых (*a/a p/p*) норок в разные сезоны года в 2004 и 2005 гг. Однако полученные результаты показывают, что колебания активности трипсина и амилазы с биологическим циклом размножения зверей связаны не столь жестко. Результаты исследования показали, что сезонная динамика активности двух ферментов у норок разных генотипов в течение двух лет была разной (табл. 3). Общей тенденцией было повышение активности трипсина у норок в период беременности (апрель, рис. 1б), что отмечено нами ранее при сравнительном исследовании пищеварительных гидролаз в сыворотке крови у норок и песцов (Олейник, Свечкина, 2000).

Регулярное повышение активности трипсина в апреле, по-видимому, связано с интенсификацией белкового метаболизма у беременных самок, что является важным условием для функционирования системы мать–плод. В то же время плейотропные эффекты мутаций, затрагивающих окраску меха у норок, слабо отражаются на уровне активности пищеварительных гидролаз по сезонам года.

В итоге можно сказать, что высокая активность трипсина как у дикой, так и у доместицируемой промышленной форм норок отражает генетическую детерминацию пищеварительного тракта хищников к высокобелковому животному корму. Но постоянное возрастание из года в год доли углеводов в рационе клеточных норок промышленного разведения приводит к отбору в ряду поколений животных, обладающих повышенной активностью фермента амилазы, что может служить показателем наследственных преобразований в активности пищеварительных ферментов у американской норки в ходе ее промышленной доместикации.

Литература

Беляев Д.К. Генетические аспекты доместикации животных // Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 39–44.

Берестов В.А., Кожевникова Л.К. Ферменты крови пушных зверей. Л., 1981. 169 с.

Закс М.Г., Никитин В.Н. Онтогенез пищеварительной функции. Возрастная физиология. Л.: Наука, 1975. С. 263–312.

Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Колос, 1983. 277 с.

Милованов Л.В. Шкурки норки на пушном рынке // Кролиководство и звероводство. 2001. № 4. С. 16–18.

Милованов Л.В. Нормирование аминокислотного питания по-прежнему актуально // Кролиководство и звероводство. 2002. № 1. С. 12–15.

Милованов Л.В. Использование БМВД в звероводстве // Кролиководство и звероводство. 2004. № 1. С. 8.

Милованов Л.В. Выращивание молодняка песцов на рационах с низким содержанием протеина при добавлении метионина // Кролиководство и звероводство. 2006. № 2. С. 8–9.

Озолс А.Я. Энтеральное усвоение углеводов. Рига, 1984. 214 с.

Олейник В.М., Свечкина Е.Б. Влияние диеты на статус пищеварительных ферментов у норок. Метаболическая регуляция физиологического состояния пушных зверей. Петрозаводск, 1992. С. 85–102.

Олейник В.М., Свечкина Е.Б. Уровень пищеварительных гидролаз в крови у хищных пушных зверей в разные периоды года. Проблемы экологической физиологии животных. Петрозаводск, 2000. С. 78–83.

Олейник В.М., Свечкина Е.Б., Тютюнник Н.Н. Методические рекомендации по контролю за состоянием пищеварительной системы у хищных пушных зверей. Петрозаводск, 1999. 15 с.

Перельдик Н.Ш., Милованов Л.В., Ерин А.Т. Кормление пушных зверей. М.: Колос, 1981. 335 с.

Рахимов К.Р. Факторы внешней среды и функциональное развитие пищеварительной системы // Физиол. журнал им. И.М. Сеченова. 1992. Т. 78. № 8. С. 102–108.

Рахимов К.Р., Слоним А.Д. Эколого-физиологические особенности питания, пищедобывательной деятельности и пищеварения. Экологическая физиология животных. Л.: Наука, 1981. Ч. 2. С. 408–465.

Сегаль А.Н. Очерки экологии и физиологии американской норки. Новосибирск: Наука, 1975. 260 с.

Сидорова Л.Д., Лукьянов И.В. Изучение активности панкреатических ферментов в крови как показатель функционального состояния поджелудочной железы // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1980. № 10. Вып. 2. С. 153–160.

Соболева Л.К. Технология производства пушнины в Багратионовском // Кролиководство и звероводство. 2004. № 6. С. 4–5.

Сырников Н.И. План племенной работы с внутрипородным типом черных норок на 1974–1980 гг. Министерство сельского хозяйства СССР. Главное управление животноводства. Совет по племенной работе с пушными зверями. М., 1975.

Терновский Д.В., Терновская Ю.Г. Экология куницеобразных. Новосибирск: Наука, 1994. 223 с.

Уголев А.М., Груздков А.А., Иезуитова Н.Н. и др. Ферментные адаптации как интегративные системы реакции. Мембранный гидролиз и транспорт: Новые данные и гипотезы. Л.: Наука, 1986. С. 64–74.

Юдин В.К. Голушкова М.А. Кукурузный крахмал для молодняка норок // Кролиководство и звероводство. 2000. № 2. С. 8.

Alpers D.H. Digestion and absorption of carbohydrates and proteins // Physiology of the Gastrointestinal Tract / Ed. I.R. Johnson. N.Y., 1987. V. 2. P. 1469–1487.

Bowness E.R. History of Early Mink People in Canada. Canada mink Breed. Assoc, 1980. 252 p.

Clemens E.T., Stevens C.E. A comparison of gastrointestinal transit time in ten species of mammal // J. Agr. Sci. 1980. V. 94. № 3. P. 735–737.

Möller K.F. Minkboken. Strange and Co., Oslo, 1930. 78 p.

Mink Production / Ed. G. Jørgensen. Danish Fur Breeders Association, Scientifur, Denmark, 1985. 399 p.

Nes N., Einerson E.J., Lohi O. Beautifull fur animals and their colour genetics. Glostrup. Scientifur, Denmark, 1988. 271 p.

Henning S.J. Functional development of the gastrointestinal tract // Physiology of the Gastrointestinal Tract / Ed. L.R. Jonson. N.Y., 1987. V. 1. P. 285–300.

Pappenheimer J.R. On the coupling of membrane digestion with intestinal absorption of sugars and amino acids // Am. J. Physiol. 1993. V. 265. P. 409–417.

Rey J., Schmitz J. Development of intestinal functions // Ann. Nestle. 1981. V. 48. P. 8–13.

Sandbol P., Clausen T.N., Hejlesen C. Ideal Protein for mink (*Mustela vison*) in the Growing and Furring Periods // VIIIth Intern. Scientific Congr. in Fur Animal Production. SCIENTIFUR. III: Nutrition. September 2004, De Ruvenberg, ´s-Hertogenbosch, The Netherlands. V. 28. № 3. P. 120–128.

Schackelford R.M. Genetics of the Ranch Mink. Pilsbury Publishers Inc., N.Y., 1950. 91 p.

Snook J.T. Adaptive and non-adaptive changes in digestive enzyme capacity influencing digestive functions // Federat. Proc. 1974. V. 33. P. 88–93.

TRANSFORMATION OF DIGESTIVE ENZYMES IN DIFFERENT GENOTYPES OF FARM-BRED AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) UNDER DOMESTICATION

E.B. Svetchkina, N.N. Tyutyunnik

Institute of Biology, Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk, Russia,
e-mail: tyutyunnik@krc.karelia.ru; svetchkina@krc.karelia.ru

Summary

A comparative research of trypsine and amylase activity in the blood of wild (captured in nature) and different colour types of farming American mink was carried out. High trypsine activity of wild as well as farmed mink reflects genetic determination of predators digestive tract to high content of animals forage protein. At the same time more higher level of amylase activity was revealed in the blood of farmed mink as the consequences of their selection for diet transformation in artificial conditions.

ДОМЕСТИКАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ (*VULPES VULPES*) В ХОДЕ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ

Н.Н. Шумилина

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Изучены изменения конституциональных особенностей серебристо-черных лисиц в процессе их клеточного разведения в специализированных звероводческих хозяйствах. Установлено, что в ходе промышленной доместикации в фермерских популяциях нарастает количество взрослых половозрелых зверей с нежным типом конституции, которые по своему профилю индексов телосложения сохраняют педоморфозные признаки, свойственные молодым неполовозрелым щенкам лисиц 2–4-месячного возраста.

Введение

Проблема изменчивости постоянно стояла рядом с проблемой наследственности в течение всей истории селекции. О том, что животным и растениям свойственна наследственная изменчивость, знали еще первые животноводы и земледельцы. Но первые научные свидетельства изменчивости видов приводил в своей «Естественной истории» французский естествоиспытатель Ж. Бюффон (Канаев, 1966).

Другой французский исследователь, создатель типов животных, Ж. Кювье, считал, что именно влияние человека на домашних животных меняет порядок изменчивости, свойственный диким неодомашненным животным: «Человек выводит все вариации, к каким только способен тип каждого вида, и получает расы, которых эти виды, предоставленные самим себе, никогда не дали бы. Наиболее ярко обнаружилось влияние человека на животное, которым он наиболее полно овладел, – на собаке, имеющей огромное разнообразие пород, т. е. вариаций» (Кювье, 1937, С. 143; Канаев, 1976).

Учение о типологии Кювье послужило основой для создания классификации типов сельскохозяйственных животных. Так, выпускник Московского университета, автор фундаментального труда «Происхождение домашних животных» Е.А. Богданов (1923) в предложенной им классификации типов как животных, так и человека выделял сырой и сухой типы. Заслуженный зоотехник, чл.-кор. АН СССР, специалист по племенному разведению сельскохозяйственных животных, их экстерьеру и конституции П.Н. Кулешов (1937) выделял грубый, нежный, плотный и рыхлый типы. Заслуженный зоотехник, академик ВАСХНИЛ, специалист по совершенствованию отечественных пород сельскохозяйственных животных Е.Ф. Лискун (1949) выделял: дыхательный и пищеварительный типы, лептосомный и эйрисомный типы. Автор асканийской породы овец, а также украинской степной белой породы свиней академик ВАСХНИЛ М.Ф. Иванов (1949) подчеркивал важность крепкой конституции, которую он выделял в самостоятельный тип. Он указывал, что крепкая и сильная конституция является залогом здоровья, выносливости и высокой продуктивности.

Типологическая классификация со временем приходит и в звероводство. Так, М.К. Павлов (1954) у серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes*) выделил два типа конституции: нежный и крепкий. Автор считал, что звери крепкого типа конституции должны иметь сравнительно длинные конечности, удлиненный корпус и

широкую грудь. Н.М. Цепков (1969) предложил ввести при описании американских норок (*Mustela vison*) два четко видимых крайних конституциональных типа – эйрисомный и лептосомный и один промежуточный – мезосомный. Ю.М. Докукин (1969) в результате глазомерной оценки соболей (*Martes zibellina*) выделил три типа конституции: грубый, крепкий и нежный. По этому же образцу В.Ш. Арутюнян (1981) в телосложении нутрий (*Myocastor coypus*) также выделяет три конституциональных типа: грубый, крепкий и нежный.

Изменение типологии пушных зверей в ходе доместикации, преобразование их внутренних органов привлекали к себе внимание многих исследователей (Боголюбский, 1940, 1959; Павлов, 1952, 1954; Лисицын, 1959; Михеевич, 1973; Иванов, 1974). И все же несмотря на то, что за последние 50 лет произошли существенные изменения размера пушных зверей, исследования по доместикационному преобразованию конституциональных особенностей серебри-сто-черных лисиц в ходе их промышленного разведения на специализированных звероферма не проводились.

Материал и методы

В условиях повседневной зоотехнической практики во время проведения осенней бонитировки пушных зверей об их конституции обычно судят по глазомерной оценке телосложения. Так, в племенном звероводческом хозяйстве «Салтыковский» Московской области была разработана глазомерная оценка типов конституции серебристо-черных лисиц. При этом учитывались формы туловища, головы, груди. С учетом этих показателей зверей делили на два видимых крайних типа телосложения: нежный, грубый, и промежуточный – крепкий. Звери нежного типа характеризовались облегченной головой, относительно узкой грудью; грубого типа – тяжелым костяком, укороченной мордой, бочкообразным туловищем; звери крепкого типа имели промежуточные показатели.

В процессе работы выяснилось, что у лисиц в связи с их пышным, густым и высоким волосяным покровом очень сложно определить тип конституции путем глазомерной оценки статей тела.

Следует всегда помнить, что установлением более совершенного метода определения изменчивости селекционная наука обязана английскому математику К. Пирсону, заложившему основы современной вариационной статистики. Известно, что с этой целью в 1902 г. Пирсон приступил к изданию специального журнала, получившего название «Biometrica» (Pearson, 1902; Пирсон, 1925). В этот период и были разработаны посвященные теории селекции новые методы с прикладным использованием теории вероятностей, разработкой статистических таблиц и применением графических методов для оценки функций распределения. Неслучайно выдающийся ученик Пирсона Дж. Холдейн на этот счет скажет, что наука почти всегда имеет дело с измерениями, весовыми показателями и счетом (Haldane, 1946, P. 116). Следует вспомнить, что единственным российским членом Международного биометрического общества был выдающийся морфолог А.А. Любищев, искавший общие закономерности, лежащие в основе многообразия животного и растительного мира, и опубликовавший в 1960-е гг. статью об ошибках применения математики в биологических исследованиях.

Учитывая все выше сказанное, для оценки конституции лисиц вместо принятой в повседневной звероводческой практике глазомерной оценки телосложения проводили специальные промеры: измеряли длину тела (от кончика носа до корня хвоста), обхват груди за лопатками, длину головы (от кончика носа до затылочного гребня), ширину головы. Параметры оценивали мерной лентой (с точностью до 0,5 см) и штангенциркулем (с точностью до 0,1 см). Путем деления обхвата груди за лопатками на длину туловища и умножением полученного частного на 100 определялся *индекс сбитости*.

Для изучения абсолютных и относительных размеров внутренних органов во время осеннего забоя зверей на мех тушки зверей взвешивали, извлекали внутренние органы: сердце, легкие, печень, почки, селезенку, щитовидную железу, яичники. Вес легких учитывался без трахей, которые отрезали по бифуркации; почки взвешивали без жировой капсулы; печень с желчным пузырем, сердце освобождали от сердечной сорочки и крови; сосуды обрезали у основания

сердца. Взвешивания проводили на электронных весах ВТ-500 с точностью до 0,01 г.

Для сравнительного анализа были использованы данные, зафиксированные 50 лет назад на серебристо-черных лисицах М.К. Павловым (1952, 1954) и С.Н. Боголюбским (1940).

Результаты

Изменение экстерьера лисиц в ходе промышленной доместикации. Полученные показатели (табл. 1) говорят о том, что длина тела самок лисиц по сравнению с 1950 г. увеличилась на 7,9 % у животных нежного типа и на 9,1 % крепкого типа конституции. В 2000 г. выделился еще один тип конституции – грубый, у которого по сравнению с крепким типом в 1950 г. длина тела увеличилась на 9,4 %.

Обхват груди за лопатками у самок нежной конституции увеличивается меньшими темпами, чем длина туловища, всего на 3,8 %, что привело к уменьшению индекса сбитости на 3,6 % по сравнению с 1950 г. У особей крепкой конституции обхват груди увеличивается почти пропорционально длине тела 10,6 и 9,1 % соответственно, поэтому индекс сбитости на 1,9 % превышает тот же показатель в 1950 г. Лисицы новой грубой конституции явно отличаются от зверей крепкой конституции в 1950 г. по обхвату груди за лопатками и индексу сбитости на 25,2 и 14,1 % соответственно.

Кроме того, видно явное увеличение длины головы на 3,8; 5,6; 6,8 % и уменьшение ее ширины на 28,0; 30,5; 30,7 % в соответствии с типом конституции. Тип конституции тесно коррелирует с обхватом груди за лопатками: r ♀– 0,84; r ♂– 0,85. Особей нежной конституции в стаде 31,7 %, крепкой – 52,4 % и грубой – 15,9 %.

Изменения интерьера лисиц в ходе промышленной доместикации. Животные с разными внешними формами имеют разные особенности в развитии и функции внутренних органов. Для сравнения с полученными данными в 2000 г. были взяты показатели абсолютной и относительной массы внутренних органов лисиц, описанные в 1939 г. С.Н. Боголюбским и в 1950 г. М.К. Павловым (Боголюбский, 1940; Павлов, 1954).

Данные, представленные в табл. 2, показывают, что масса тела как у самцов, так и у самок в условиях их промышленного разведения и постоянного отбора на увеличение размера постоянно растет. Так, по сравнению с 1939 г. у самцов масса тела практически удвоилась.

Доместикационные преобразования затронули и внутренние органы. Абсолютный вес сердца увеличился на 12,8 и 41,0, 51,0 %; почек на 73,2 и 130,0, 158,0 %; селезенки на 22,0 и 113,0, 160,0 %; щитовидной железы на 20,0 и 21,0 % соответственно.

Остальные органы уменьшились: легкие на 13,3 и 5,0 %; печень на 5,1 % а по сравнению с 1939 г. увеличилась у самок на 15,0 %, самцов – 14,0 %; яичники уменьшились по сравнению с 1939 г. на 28,8 %.

Относительные размеры сердца, легких, печени, яичников уменьшаются, а почек, щитовидной железы увеличиваются. Относительная масса селезенки по сравнению с 1950 г. практически не изменилась, но больше чем в 1939 г.

Таблица 1

Изменение экстерьера лисиц в звероводческом хозяйстве «Салтыковский» с 1950 по 2000 гг.

Показатели	Тип конституции							
	по Павлову, 1950 г.		данные 2000 г.					
	нежный $n = 37$	крепкий $n = 30$	нежный $n = 20$	% к 1950 г.	крепкий $n = 33$	% к 1950 г.	грубый $n = 10$	% к 1950 г.
Длина тела (см)	62,63	63,99	67,6	107,9	69,8	109,1	70,2	109,4
Длина головы (см)	15,32	15,44	15,9	103,8	16,3	105,6	16,5	106,8
Ширина головы (см)	7,76	7,94	5,59	72,0	5,52	69,5	5,50	69,3
Обхват груди (см)	34,67	35,79	36,0	103,8	39,6	110,6	44,8	125,2
Индекс сбитости (%)	55,40	55,90	53,4	96,4	57,0	101,9	63,8	114,1

Таблица 2

Параметры интерьера серебристо-черных лисиц в разные годы

Органы	Пол	Исследование										
		С.Н. Боголюбский, 1939 г.			М.К. Павлов, 1950 г.			Шумилина, 2000 г.				
		n	абсолютный вес (г)	относит. вес (%)	*n*	абсолютный вес (г)	относит. вес (%)	*n*	абсолютный вес (г)	относит. вес (%)	% к 1950 г.	% к 1939 г.
Тушка	♀	10	3161	–	–	–	–	38	5761	–	–	182,0
	♂	83	3228	–	20	4243,8	–	37	6123	–	144,0	189,0
Сердце	♀	10	32,8	1,04	–	–	–	38	46,1	0,80	–	141,0
	♂	85	35,6	1,10	20	47,7	1,12	37	53,9	0,88	112,8	151
Легкие	♀	10	47,6	1,51	–	–	–	30	45,4	0,79	–	95,0
	♂	85	43,4	1,34	20	51,4	1,21	30	44,6	0,73	86,7	102,0
Печень	♀	10	138,7	4,36	–	–	–	30	160,1	2,79	–	115,0
	♂	87	152,0	4,71	20	184,0	4,3	30	174,6	2,86	94,9	114,0
Почки	♀	10	20,8	0,66	–	–	–	30	48,0	0,88	–	230,0
	♂	89	20,0	0,62	19	29,8	0,7	30	51,6	0,85	173,2	258,0
Селезенка	♀	10	4,9	0,16	–	–	–	30	10,4	0,18	–	213,0
	♂	78	4,6	0,14	19	9,7	0,23	30	11,9	0,20	122,0	260,0
Щитовидная железа	♀	10	0,3	0,01	–	–	–	30	0,39	0,01	–	121,0
	♂	78	0,4	0,01	–	–	–	–	–	–	–	–
Яичники	♀	10	0,6	0,02	–	–	–	30	0,44	0,01	–	71,2

Обсуждение

Проведенные исследования показали, что в ходе промышленной доместикации серебристо-черных лисиц наблюдаются изменения как экстерьера, так и интерьера. Но эти изменения носят гетерохронный характер: при постоянном увеличении массы тела и его длины, а также опережающем росте длины головы наблюдается отставание в темпах увеличения объема груди за лопатками. Вследствие этого в промышленных популяциях лисиц постоянно нарастает доля животных, которые по принятой классификации относятся к особям с нежной конституцией телосложения. Такие лисицы с нежной конституцией, достигшие половозрелого взрослого возраста, по своему профилю индексов телосложения сохраняют профили, свойственные молодым неполовозрелым лисятам 2–4-месячного возраста (!) – что получило вполне определенное название – «педоморфоз» (Смирнов, 1991; Иорданский, 2005).

Полученные данные по изменению конституциональных признаков в процессе доместикации, на первый взгляд, можно интерпретировать как простой ответ на снижение двигательной активности животных в условиях клеточного содержания – увеличение массы тела идет более быстрыми темпами, чем массы внутренних органов: относительная масса сердца, печени, щитовидной железы, яичников уменьшилась, уменьшился как абсолютный, так и относительный вес легких. Исключение представляют почки, которые должны интенсивно выделять продукты метаболизма и все вредные вещества, поступающие с кормом, – своего рода влияние «упражнение»–«неупражнение» (Сегаль, 1975).

Но следует помнить, что еще в 1920 г. выдающийся зоолог-эволюционист Р. Гольдшмидт, обсуждая закономерности преобразования форм в эволюции, проанализированные в известной книге Д'Арси Томпсона (Thompson, 1917), обратил внимание на то, что множество морфологических различий может быть связано с изменением относительного роста: высоко специализированный дифференциальный рост может быть инициирован образованием специфических гормонов (детерминирующих веществ) в определенное время (Goldschmidt, 1982, P. 311).

Гольдшмидт рассматривал особую эволюционную важность изменений относительного роста и скоростей развития, приводящих к феномену рудиментации (Голубовский, Галл, 2003).

Из отечественных исследователей в наибольшей степени эта идея была разработана А.Н. Северцовым и представлена в его книге «Морфологические закономерности эволюции», которую Р. Гольдшмидт хорошо знал и многократно цитировал, в отличие от других зарубежных эволюционистов.

И сейчас, когда вновь широко обсуждается вопрос о роли онтогенетических перестроек в эволюции, некоторые исследователи особо выделяют значение онтогенетических гетерохроний (Корочкин, 2002), а среди последних – роль педоморфозов, которые могут иметь градуальный характер посредством накопления небольших гетерохронных изменений под контролем естественного отбора (Смирнов, 1991; Иорданский, 2005), и не только естественного отбора, в нашем случае с серебристо-черными лисицами мы имеем дело с отбором в условиях интенсивной промышленной доместикации. Не случайно эта идеология о связи биологии развития и эволюции домашних животных затронута А.А. Нейфахом в предисловии к книге Р. Рэфа и Т. Кофмена «Эмбрионы, гены и эволюция»: «На примере происхождения домашних животных мы видим, что достаточно существенного повышения эффективности отбора, чтобы скорость "эволюции" возросла во много тысяч раз» (Рэфф, Кофмен, 1986; Нейфах, 1986, С. 7).

Литература

Арутюнян В.Ш. Конституциональные типы стандартных нутрий: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. п. Родники, Московской обл., 1981. 22 с.

Богданов Е.А. Типы телосложения сельскохозяйственных животных и человека и их значение. М.: Сельхозиздат, 1923. 311 с.

Боголюбский С.Н. Проблемы происхождения, эволюции и породообразования домашних животных. М.; Л. Изд-во АН СССР «Сельхозиздат», 1940.

Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных. М.: Сов. наука, 1959. 593 с.

Голубовский М.Д., Галл Я.М. Р. Гольдшмидт и Дж. Хаксли: творческие параллели // Журн. общ. биологии. 2003. Т. 64. № 6. С. 510–518.

Докукин Ю.М. Размножение клеточных соболей разных типов конституции // Кролиководство и звероводство. 1969. № 6. С. 11–12.
Иванов Е.В. Долевая структура легких у некоторых пушных зверей // Морфология и физиология пищеварительной и кровеносной системы домашних промысловых животных в норме: Сб.; М., 1974. Т. 30. Вып. 1. С. 29–35.
Иванов М.Ф. О методах племенной работы // Избр. соч. М.: Сельхозиздат, 1949. 102 с.
Иорданский Н.Н. Педоморфоз, неотения и эволюция // Зоол. журнал. 2005. Т. 84. № 10. С. 1176–1187.
Канаев И.И. Бюффон. Л.: Наука, 1966. 192 с.
Канаев И.И. Жорж Кювье. Л.: Наука, 1976. 212 с.
Корочкин Л.И. Онтогенез, эволюция и гены // Природа. 2002. № 7. С. 10–19.
Кулешов П.Н. Выбор по экстерьеру лошадей, скота, овец и свиней. М.: Сельхозиздат, 1937. 402 с.
Кювье Ж. Рассуждение о переворотах на поверхности земного шара: Пер. с франц. Д.Е. Жуковского. М.; Л.: Биомедгиз, 1937. 368 с.
Лисицын А.П. Доместикация серебристо-черных лисиц // Докл. Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева. 1959. Т. 2. Вып. 49. С. 169–173.
Лискун Е.Ф. Экстерьер сельскохозяйственных животных. М.: Сельхозиздат, 1949. 382 с.
Михеевич В.Я. Сравнительно-аналитическое исследование селезенки разводимых пушных зверей // Тр. Башкирского с.-х. ин-та. Уфа, 1973. Т. 15. С. 104–109.
Нейфах А. Предисловие редактора перевода к книге. Рэфф Р., Кофмен Т. Эмбрионы, гены и эволюция: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 404 с.
Павлов М.К. Опыт определения типов конституции серебристо-черных лисиц // Кролиководство и звероводство. 1952. № 4. С. 61.
Павлов М.К. Формирование типов конституции серебристо-черных лисиц // Тр. Моск. пушно-мехового ин-та. 1954. Т. V. С. 35–36.
Пирсон К. Грамматика науки. Библиотека современной философии. Изд-во «Шиповник», 1925.
Рэфф Р., Кофмен Т. Эмбрионы, гены и эволюция: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 404 с.
Сегаль А.Н. Очерки экологии и физиологии американской норки. Новосибирск: Наука, 1975. 260 с.
Смирнов С.В. Педоморфоз как механизм эволюции организмов. Современная эволюционная морфология. Киев: Наук. думка, 1991. С. 88–103.
Цепков Н.М. Конституциональные типы норок: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. М., 1969. 21 с.
Goldschmidt R. The Material Basis of Evolution. New Haven: Yale Univ. Press, 1982. 436 p.
Haldane J.B.S. A Banned Broadcast and Other Essays. London, 1946. P. 116.
Pearson K. Biometrica – A journal for the statistical study of biological problem founded by W.F.R.Weldon, Francis Galton and Karl Pearson. Ed. K. Pearson. 1902.
Thompson D´Arcy W. On Growth and Form. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1917. 793 p.

CHANGES IN CONSTITUTIONAL FEATURES OF FOXES (*VULPES VULPES*) IN THE PROCESS OF DOMESTICATION

N.N. Shumilina

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Scryabin, Moscow, Russia, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Summary

Changes in constitutional features of foxes in the process of domestication were studied. Selection of cage reared standard silver foxes is carried out for body length increase, but the volume of the breast behind the she shoulders does not increase to a great extent. It results to a greater number of animals with a fine type of constitution in the pack. Besides exterior the size of internal organs changes. In connection with hypodynamics a relative size of the heart, lungs, liver, ovaries decreases but that of the kidneys and thyroid increases.

ДОМЕСТИКАЦИЯ ШИНШИЛЛЫ (*CHINCHILLA LANIGER*)

Б. Барабаш

Краковская сельскохозяйственная академия, Краков, Польша, e-mail: rzbaraba@cyf-kr.edu.pl.

В работе приведены доказательства многочисленных изменений, которые произошли у шиншилл за время их клеточного разведения, начатого всего 85 лет тому назад. Период их разведения соответствует продолжительности жизни около 70 поколений этих животных. Предварительные наблюдения свидетельствуют о достаточно продвинутом процессе доместикации этих животных, которые в настоящее время существенным образом отличаются от своих диких предков. Хотя это еще и не полностью закончившееся одомашнивание, но все же особенностей, свидетельствующих о продвинутом процессе доместикации, довольно много. Отмечены изменения в сфере размножения (возникновение полигамии, исчезновение сезонности в размножении, рост плодовитости), в темпах роста молодых животных и достижение большей массы тела, а также появление многих цветовых типов, не существующих раньше в диких популяциях этих животных.

Историческая справка

Шиншилла (*Chinchinlla laniger*, Molina) относится к отряду грызунов (Rodentia), семейству шиншилловых (Chinchinlidae), роду шиншилл (Chinchinlla), который включает в себя две разновидности – длиннохвостую шиншиллу (*C. laniger*) и короткохвостую шиншиллу (*C. brevicaudata*) (Brehm, 1963). В американском энциклопедическом словаре найдем следующее описание длиннохвостой шиншиллы: 1. Похожий на белку грызун *Chinchinlla laniger*, родиной которого являются горы Южной Америки, благодаря своему плотному, мягкому, голубовато-серебристому меху стал широко разводиться в условиях неволи. 2. Название зверьку дали испанцы, заимствовав его из индейского языка аймара (Chinchilla, 1987).

Первое использование человеком меха шиншиллы началось более 1 тыс. лет назад и относится ко времени существования индейского народа, который пришедшие на континент испанцы упоминали как «Chincha-Indians» (Ness *et al*., 1988, P. 239). Chincha-Indians были в свое время порабощены более многочисленными и агрессивными завоевателями-инками, которые и переняли у них технологию производства красивой меховой одежды из шкурок шиншиллы и затем стали использовать ее как атрибут достоинства и верховной власти. Имеются свидетель-ства того, что инки не только добывали шиншилл охотой, но и пытались наладить их выращивание в неволе. С началом конкисты шиншилл по запросам Мадридского двора стали отлавливать тысячами для производства неповторимой в своем роде меховой одежды: шубы, воротники, отделка деталей роскошных платьев, подстежка для пальто, пелерины, накидки. С течением времени мода на шиншилловую одежду распространилась в других странах Европы и перекинулась в Северную Америку. И как результат – возникший огромный спрос на новый вид меха на мировом пушном рынке не замедлил сказаться на темпах истощения природных популяций шиншиллы. Уменьшение численности животных отражается в следующих официальных данных экспорта шкурок шиншиллы из Чили (шт. в год): 1885 г. – 184548; 1899 г. – 435463; 1904 – 314100; 1910 г. – 152863; 1915 г. – 3202. В 1918 г. экспорт прекратился, промысел зверьков привел почти к их полному исчезновению, и дальнейшая их добыча уже угрожала самому существованию шиншиллы как вида.

От полного уничтожения шиншиллу спас случай: в то время, когда продолжалась охота за последними представителями этого вида, работавший в Чили в меднорудной компании «Анаконда Копер» американский инженер

М. Чепмен чрезвычайно заинтересовался шиншиллой и принял энергичные меры по ее спасению. С целью разработки технологии разведения в неволе как метода спасения шиншиллы М. Чепмен получает разрешение чилийского правительства на отлов небольшого количества шиншилл. Из 17 отловленных особей 22 февраля 1923 г. только 11 шиншилл морем были доставлены в США в порт Сан-Педро. Именно они, первые 8 самцов и 3 самочки, помещенные на специальной ферме в Лос-Анджелесе, стали родоначальниками широко разводящихся ныне в неволе клеточных популяций шиншилл. Среди них особо выделялся выдающийся основатель, проживший 22 года (!), самец по кличке «Старый Хофф» (Dathe *et al*., 1986).

К концу 1920-х гг. поголовье шиншилл на ферме Чепмена увеличилось на 35 %, а в последующие 10 лет удвоилось. После смерти М. Чепмена его сын Р. Чепмен стал продавать молодняк для разведения. Ферма приобретает широкую известность, она упоминается во многих учебных пособиях по разведению шиншилл, поскольку именно оттуда шиншиллы продавались на другие фермы как племенной материал. Этап наращивания поголовья шиншилл продолжался до середины 1950-х гг. В период наивысшего спроса пара племенных зверьков стоила несколько тысяч долларов. В итоге человек, имевший 20–30 голов, занимался весьма прибыльным делом. Основной смысл бизнеса в то время состоял в выращивании и выгодной продаже на племя живых зверьков. В связи с высоким спросом на племенной материал и высокими на него ценами из природных мест обитания была отловлена еще часть шиншилл. Какая именно часть, точно не известно, поскольку большинство зверьков вывозилось нелегально.

Наконец, 21 июня 1954 г. состоялся первый аукцион, на котором были проведены торги шкурок шиншиллы. Итоги торгов стимулировали начало жесткой селекции шиншилл на качество опушения. Для лучшего использования высококачественных самцов стали широко использовать полигамное разведение, а также начались опыты по искусственному осеменению самок.

С начала 1980-х гг. разведение шиншиллы приобретает индустриальный характер. Ежегодно возрастает число предпринимателей, организуются коммерческие фермы. Хотя все еще преобладают любители-шиншилловоды, но владельцы крупных ферм численностью по 500 самок уже составляют костяк индустрии. По оценкам специалистов на мировой пушномеховой рынок для реализации поступает до 300 тыс. шкурок шиншиллы (при емкости рынка в 1 млн шт. с учетом роста потребления этого товара в Китае, Корее, Японии).

В конце прошлого столетия у владельцев ферм уже появился новый рынок сбыта – все больше и больше людей в различных странах мира начинают держать шиншиллу в домашних условиях в качестве пушистого любимца. Так, например, в 2001 г. в Москве цена на таких зверьков составляла от 120 до 250 долларов за 1 особь (Лазарев, Снылык, 2001).

Таким образом, период доместикации шиншиллы от начала ее разведения в условиях неволи уже набирает 85 лет, а усилиями звероводов многих стран мира шиншиллы были спасены как вид.

За время содержания шиншиллы в условиях неволи в результате процессов доместикации произошел целый спектр этологических, физиологических и морфологических изменений, которые уже сейчас, 85 лет спустя, заметно отличают современную шиншиллу от ее диких предков. Хотя это еще неполное одомашнивание, все же особенностей, свидетельствующих об очень продвинутом процессе доместикации шиншиллы, достаточно много.

Изменение в ходе доместикации ритма суточной активности шиншиллы. Природная среда обитания дикой шиншиллы – высокогорные бесплодные Анды с редкой пустынной растительностью, с ярким солнцем и высокими температурами днем и низкими ночью. Такие климатические особенности сформировали и соответствующий ритм суточной активности: спасаясь от дневной жары и испепеляющего солнца, шиншилла дремала в скальных расщелинах. Активный образ жизни она вела ночью (Brehm, 1963; Sotto, 1993). С таким ритмом она и была интродуцирована в условия клеточного разведения.

В условиях доместикации полное изменение ночной активности на дневную для шиншиллы стало неизбежным. В условиях клеточного содержания, когда животных кормят и обслуживают, выполняя необходимые зоотехнические

работы, двигательная активность приходится на дневные часы.

Изменения полового поведения и репродуктивной функции шиншиллы в ходе ее исторической доместикации. Одним из важнейших эффектов одомашнивания диких животных, несомненно, является их способность размножаться в условиях неволи. Это в полной мере относится и к шиншиллам.

Переход к полигамному размножению. В описании дикой формы шиншиллы сообщается что, несмотря на то, что они жили большими колониями, самец и самка всегда образовывали моногамную пару, и, как правило, самец принимал участие в воспитании потомства (Brehm, 1963). Одомашнивание привело к тому, что шиншилл сегодня на фермах содержат в полигамных группах в соотношении 4–6 самок на 1 самца. Самец, получивший доступ к самкам после их щенения, так же хорошо ухаживает за всеми потомками от разных самок (Rżewski, 1988; Barabasz, 2001).

Утрата сезонности размножения. В норме эстральный цикл у шиншиллы длится 29–36 дней, а первые спаривания регистрируются уже в возрасте 6–7 месяцев. Период беременности составляет 111 дней. Количество щенков в помете варьирует от 1 до 4. Они рождаются с массой тела около 40 г, с открытыми глазами, покрыты ювенильным опушением. Обычно через несколько дней после щенения у самок происходит уже следующее спаривание (Brehm, 1963; Krug, 1983; Nordholm, 1992; Sulik, 1994).

По свидетельству многих авторов, как дикие шиншиллы, так и шиншиллы в начальный период их доместикации были моноэстричны и характеризовались сезонностью размножения. Они унаследовали эту особенность из жизни в диких горных условиях южного полушария, где самым подходящим временем для размножения было начало весны в Андах (в Северном полушарии это совпадает с концом лета и началом осени) (Weir, 1966; Jarosz, 1973; Ness *et al*., 1988; Sotto, 1993; Barabasz, 1997).

С началом доместикации в условиях клеточного разведения в ряду поколений стали появляться особи с отклонениями от жестких сроков сезонности в проявлении половой активности, и размножение у шиншилл к настоящему времени стало внесезонным. Такой эффект отмечен в последнее десятилетие, хотя в середине прошедшего столетия все еще отмечалась заметная сезонность в размножении шиншилл. В настоящее время спаривание происходит во все сезоны года, даже в те месяцы, которые раньше считались наименее благоприятными для размножения – с июня по ноябрь (Barabasz, 2001). Эта особенность является одним из самых веских доказательств прогрессирующего процесса одомашнивания шиншиллы, и этот феномен в настоящее время интенсивно изучается польскими исследователями.

В табл. 1 приводятся данные по размножению шиншиллы в течение года на фермах, расположенных на юге Польши, которые иллюстрируют отсутствие какой-либо сезонности в ее репродуктивной функции.

Возникновение полиэстричности. Так же, как и у всех исторически ранее одомашненных животных, у шиншиллы утрата сезонности размножения стала сопровождаться полиэстричностью, причем некоторые животные дают даже три приплода в год (Jeżewska и др., 2003).

Как представлено в табл. 2, при обследовании ферм на юге Польши около 50 % самок давали один приплод в год, больше 40 % – размножались дважды. Внимание заслуживает третья группа – 8,8 %, дающая в год три приплода.

Как видим из представленных данных, полиэстричность, возникшая в ходе доместикации

Таблица 1

Частота щенений шиншиллы по месяцам года

Частота щенений	Месяц щенения												Всего
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Количество ощенившихся самок	57	89	226	246	208	152	208	188	162	137	116	88	1877
%	3,0	4,7	12,0	13,1	11,1	8,1	11,1	10,0	8,6	7,3	6,2	4,7	100

Таблица 2

Результаты размножения шиншилл с разным количеством эструсов в течение года

Число эструсов в год	Число самок, %	Число щенков в расчете на 1 самку на 1 эструс		Число щенков в расчете на 1 самку за год	
		на момент рождения	на момент отсадки	на момент рождения	на момент отсадки
1	468 (50,1)	1,9	1,6	1,9	1,6
2	384 (41,1)	2,0	1,8	3,9	3,5
3	82 (8,8)	1,9	1,6	5,6	5,6
Всего	934	1,9	1,7	3,0	2,7

шиншиллы, дает возможность решить проблему низкой природной плодовитости шиншиллы и тем самым интенсивно использовать ее как в племенном отношении, так и для производства меховой продукции.

Увеличение плодовитости. У самок шиншиллы количество овулировавших фолликулов в яичнике достигает 16 штук, что говорит о достаточно высоких потенциальных возможностях размножения. Но реализованная плодовитость на сегодняшний день составляет в среднем 2 щенка на одну ощенившуюся самку, что является свидетельством чрезвычайно высоких эмбриональных потерь. По-видимому, здесь имеются еще не до конца изученные отрицательные генетические эффекты (сохраняющаяся кумуляция летальных генов), а также свой вклад в эмбриональные потери вносят факторы среды (Socha, Kasjaiuk, 2003). Тем не менее плодовитость шиншиллы по мере ее доместикации растет. Косвенным подтверждением этого является все более частое появление на многих шиншилловых фермах больших пометов до 6 или 7 щенков. Хотя пометы с такой численностью еще не стали правилом, однако они говорят об устойчивой тенденции повышения плодовитости этого вида, вовлеченного в процесс доместикации (Barabasz *et al*., 2000; Sulik, Seremak, 2002, 2003). Данные за 2005/2006 гг. показывают, что уже многие польские фермы по разведению шиншиллы достигают следующего среднего значения помета в расчете количества щенков на одну штатную самку – 2,2 (фермы: К-009 и И-038), 2,3 (фермы: Б-033, К-044), 2,5 (ферма Б-002) и даже 2,6 (ферма Ц-032).

Изменение размеров тела в ходе доместикации шиншиллы. Поскольку на пушно-меховом рынке цена на шкурки шиншиллы во многом зависит от ее размера, усилия селекционеров постоянно направлены на увеличение размеров тела этого зверька (Lanszki, 1999). Исходная дикая форма шиншиллы имела массу тела, достигающую 350 г (Sotto, 1993; Barabasz, 1997). За 85 лет доместикации величина тела современной шиншиллы уже почти в 2 раза превышает размеры тела исходной дикой формы. Причем достигнутые на сегодняшний день размеры не являются предельными, увеличение массы тела шиншиллы в ходе ее исторического одомашнивания по-прежнему продолжается. Как показали исследования (Kidwell, 1955), для большинства шиншилл характерен довольно высокий показатель наследования этого признака: коэффициент корреляции между массой тела сыновей и отцов составил 0,64, а между дочерями и матерями – 0, 74. В табл. 3 представлены данные по формированию постнатальной массы тела шиншилл на современном этапе ее доместикации.

Таблица 3

Изменение средней массы тела растущей шиншиллы

Возраст (месяцы)	Средняя масса тела (г)	Возраст (месяцы)	Средняя масса тела (г)
5	446,2 ± 52,5	11	575,0 ± 63,0
6	465,0 ± 59,8	12	592,3 ± 69,4
7	480,9 ± 60,6	13	601,7 ± 65,3
8	501,7 ± 52,4	14	613,2 ± 43,7
9	517,3 ± 51,9	15	586,3 ± 73,8
10	452,4 ± 55,2	16	599,2 ± 63,8

Таблица 4

Названия и генетические символы окрасочных типов у шиншиллы

Стандарт	AA	BB	CC	C^nC^n	MM	PP	P^rP^r	SS	S^pS^p	blbl	p^wp^w	ww
Рецессивные												
Non agouti	aa											
Charcoal		bb										
Albino			cc									
Recessive white				C^nC^n								
Misty					mm							
Recessive beige (Sullivan)						pp						
Recessive beige (Wellmann)							p^rp^r					
Sapphire								ss				
Piebald									s^ps^p			
Доминантные:												
Black velvet										Blbl		
Dominant beige											P^wP^w	
Dominant white												Ww
Комбинативные												
Brown velvet										Blbl	P^wP^w	
Light pastel		bb									P^wP^w	
Dark pastel		bb									P^wp^w	
Velveco		bb								Blbl		
Charcoal sapphire		bb						ss				
Velvet blue		bb						ss		Blbl		
Velvet sapphire								ss		Blbl		
Pastel blue		bb						ss			P^wP^w	
Pink white											P^wP^w	Ww

Из табл. 3 видно, что доместикация «свое дело сделала» – уже неполовозрелые пятимесячные шиншиллы имеют массу тела, значительно превышающую массу тела взрослых диких шиншилл до начала доместикации.

Следовательно, доместикация шиншиллы сопровождалась такими изменениями массы тела, которые не могли быть достигнуты в исходной дикой среде обитания, поскольку подобные габариты в природной экологической нише шиншиллы были бы неадаптивными и элиминированы стабилизирующим отбором.

Возникновение окрасочных новшеств. Шиншилла дикой окраски характеризуется голубовато-серым с серебристыми оттенками мехом разной интенсивности с более светлым оттенком на боках. Брюшко может быть полностью депигментированным или иметь лишь белую полосу. В целом мех характеризуется выраженной зональностью окраски волос – тип «агути». Выделяются три зоны: темное основание волос, светлая средняя зона и темный кончик волоса. По интенсивности пигментации волоса стандартные шиншиллы делятся на светлых, средних и темных. Американские же селекционеры, занимающиеся коммерческим разведением, выделяют 7 цветовых оттенков. Глаза и носовое зеркало у стандартных шиншилл темные.

В ходе доместикации шиншиллы было зарегистрировано 12 мутаций, затрагивающих окраску волосяного покрова (9 рецессивных и 3 доминантных), на основе комбинаций которых к настоящему времени получено около 200 цветовых вариантов, носители которых различаются между собой по фенотипу, а иногда только по генотипу (табл. 4) (Ness *et al*., 1988; Barabasz, 2001; Кириенко, 2005). Получение и размножение такого обилия цветовых форм оказались возможными только лишь в условиях клеточного разведения (Cappelletti, Rozen, 1995; Barabasz, 2001).

При разведении цветных шиншилл рекомендуется, чтобы в стаде часть племенного поголовья составляли особи стандартной окраски высокого качества. Их используют в специальных скрещиваниях для укрепления конституции мутантных окрасочных форм, поскольку стандартно окрашенные животные, как правило, имеют более крепкую конституцию, чем недавно созданные цветовые типы.

В ходе доместикации шиншиллы зарегистрировано появление мутаций, несущих летальные эффекты. Одной из таких является доминантная мутация (***B****lbl*) – *Black velvet* (черный вельвет). Ее носители жизнеспособны лишь только в гетерозиготной форме по данному гену окраски, гомозиготы погибают на эмбриональной стадии.

Похожий летальный эффект несет другая мутация, затрагивающая окраску волосяного покрова (***W****w*), – *Dominant white*, *Wilson white* (доминантная белая, белая Вильсона). Так же, как и в случае с черным вельветом, гомозиготные формы по этой мутации погибают на эмбриональной стадии.

Заключение

Наши предварительные наблюдения свидетельствуют о достаточно продвинутом процессе доместикации шиншилл, которые в настоящее время существенным образом отличаются от своих диких предков. Хотя это еще и не полностью закончившееся одомашнивание, но все же особенностей, свидетельствующих о прогрессе в процессе доместикации, довольно много. Отмечены изменения в сфере размножения (возникновение полигамии, исчезновение сезонности в размножении, рост плодовитости, появление полиэстричности), в темпах роста молодых животных и достижение большей массы тела, а также появление многих цветовых типов, не существовавших ранее в исходных диких популяциях этих животных.

Литература

Кириенко Е.Л. Особенности разведения шиншилл разных типов // Кролиководство и звероводство. 2005. № 6. С. 27–28.

Лазарев М.П., Снылык Я.П. Этапы развития шиншилловодства // Кролиководство и звероводство. 2001. № 2. С. 19–20.

Barabasz B. Szynszle w swoim środowisku naturalnym // Biuletyn Informacyjny dla Hodowców Szynszyli. 1997. № 1. P. 17–19.

Barabasz B., Fortuńska D., Bieniek J. Intensity of reproductive utilization of chinchilla females // Zenzyti Naukowe AR w Krakowie. 2000. V. 369. № 35. P. 121–133.

Barabasz B. Szynszle. Hodowla i użytkowanie. Warszawa: PWRiL, 2001.

Brehm A. Życie zwierząt. Warszawa: PWN, 1963.
Chinchilla. The American Heritage Illustrated Encyclopedic Dictionary / Eds K. Ellis, S.M. Innes, D.A. Jost, J.P. Marciano. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin Company, 1987. P. 312.
Dathe H., Schöps P. Pelztieratlas. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 1986. 320 p.
Jeżewska G., Rozempolska-Rucińska I., Zięba G., Nowak M. Genetic conditions of the selected reproduction traits of chinchilla // Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego. 2003. № 68. P. 35–41.
Jarosz S. The sexual cycle in Chinchilla // Zoologia Poloniae. 1973. V. 23. № 1/2. P. 119–128.
Cappelletti C.A., Rozen F.M.B. Genetic and phenotypic parameters for fur characteristics in *Chinchilla laniger* // Scientifur. 1995. V. 19. № 2. P. 125–128.
Kidwell J.F. Heritability of body weight in the Chinchilla // J. Hered. 1955. V. 46. № 5. P. 251–252.
Krug S. Systematic, natural history, keeping youth development and possibilities to determine the age of chinchillas. Inaugural–Dissertation Justus-Universitat, Giessen, Fachbereich Veterinar-Medizin und Tierzucht. 1983.
Lanszki J. Correlation between body weight at pelting and pelt length in chinchillas *Chinchilla laniger* // Scientifur. 1999. V. 23. № 4. P. 267–270.
Ness N., Einarson E., Lohi O. *et al*. Beautiful fur animals and their color genetics // Scientifur. 1988. 271 p.
Nordholm J. Studies on the period from first mating to parturition in young chinchilla females // Vara Peldjur. 1992. V. 63. № 2. P. 91–92.
Rżewski W. Poligamia, monogamia oraz aktualne problemy chowu szynszyli // Hodowca Drobnego Inwentarza. 1988. № 10. P. 13–14.
Socha S., Kasjaiuk M. The analysis of factors which influence fertility of chinchillas of various colour type // Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica. 2003. V. 2. № 2. P. 113–124.
Sotto V.V. Proyecto «Conservacion de la *Chinchilla lanigera*» // Una evaluacion general. Corporacion Nacional Forestal – CONAF, IV Region Coquimbo, Chile. 1993.
Sulik M. Age at the first parturition of the Polish and Danish chinchilla females // Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego. 1994. № 15. P. 185–191.
Sulik M., Seremak B. Seasonal sexual activity of chinchilla females exemplified by the selected farms // Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego. 2002. № 64. P. 89–96.
Sulik M., Seremak B. Course and quality of reproductive career of selected chinchilla females as behaviour indication of organism reaction // Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego. 2003. № 68. P. 151–159.
Weir J.B. Aspects of reproduction on chinchilla // J. Reprod. Fertil. 1966. № 12. P. 410 – 411.

THE DOMESTICATION OF CHINCHILLA (*CHINCHILLA LANIGER*)

B. Barabash

Agricultural University of Cracow, Department of Small Animal Husbandry,
e-mail: rzbaraba@cyf-kr.edu.pl.

Summary

Evidences for numerous changes that had taken place at chinchillas during their breeding in cages for about 85 years, have been presented in paper. Their breeding period could be expressed as equaled to 68 generations of these animals. Preliminary observations have pointed out to progressed process of domestication of these animals that are very different nowadays from their wild ancestors. Although it is not yet their full domestication, there are many features testifying to progress in their domestication. Changes referring to reproduction (occurrence of polygamy, disappearing of seasonal reproduction, increase of fertility and prolificacy) as well as the rate of young animal growth and achievement of higher body weight as well as appearance of numerous color varieties that had not been met earlier in wild population have been observed. Moreover, in everyday farm practice, changes of nutritional and reproduction behavior, social and motorial activities have been clearly visible.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА БЕЛКОВ КРОВИ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ОТБОРА В ПУШНОМ ЗВЕРОВОДСТВЕ

Е.А. Тинаева, Л.Г. Маркович, В.В. Конкина, Е.А. Семикрасова

ГНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А. Афанасьева РАСХН, Москва, Россия, e-mail:NIIPZK@orc.ru

Рассмотрены основные направления использования полиморфных белков крови в пушном звероводстве. На основании данных о спектре и частотах аллелей и генотипов полиморфных белков крови представлены новые сведения о формировании в условиях доместикации генетической структуры промышленной популяции сурков (*Marmota bobak*). Рассматриваются ассоциации между аллельными вариантами полиморфных генов и некоторыми количественными признаками. Анализ генетической структуры по полиморфным белкам крови популяции серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes*) подтверждает связь между гомозиготным генотипом *PtfBB* и проявлением дефекта волосяного покрова под названием «ватность».

Введение

Основой доместикации животных с целью улучшения хозяйственно полезных признаков являлся искусственный отбор. Он всегда базировался на признаках, которые могли служить маркерами желательных качеств, таких, как спокойное поведение, высокая продуктивность. Учитывали также внешние особенности окраски меха и телосложения, т. е. фенотипические маркеры (Belyaev, 1979; Epstein, Bichard, 1984).

Изучение генетически обусловленного полиморфизма ферментных и неферментных белков крови является одним из перспективных направлений использования генетических закономерностей в решении практических задач разведения и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Интенсивные исследования в области генетики и селекции привели к накоплению знаний, значительно увеличилось количество признаков, полиморфизм которых выявляется различными методами: морфологическими, иммунологическими, цитологическими, биохимическими и др. Поскольку эти признаки отличаются высоким постоянством в онтогенезе, наследование их в большинстве случаев осуществляется по принципу кодоминантности строго в соответствии с законами Менделя, то понятен интерес к использованию этих тестов в качестве маркеров.

Вопросы сохранения и рационального использования генофонда сельскохозяйственных животных тесно связаны с возрастанием роли признаков, которые ассоциируются с количеством и качеством продукции. Поэтому очевидна роль маркеров, которые могли бы надежно выявить такие хозяйственно ценные признаки, как плодовитость, прирост живой массы и т. д.

Полиморфизм является неотъемлемым биологическим свойством популяции, вида. По определению Э. Форда (Ford, 1940), полиморфизм есть одновременное существование в популяции двух или нескольких вариаций признака в таком соотношении, что частота самой редкой из них не может быть объяснена давлением мутационного процесса в данном локусе, а является результатом гетерозиготного состояния уже существующих аллелей.

Под биохимическим полиморфизмом подразумевается наличие в одной и той же популяции различных молекулярных форм белка. При этом белки не только являются маркерами структурных генов, но и имеют определенную биохимическую функцию. И, что особенно

важно, аллельные варианты белка наследуются кодоминантно и не зависят от влияния окружающей среды.

Уже первые данные о полиморфизме белков показали, что гены, контролирующие синтез различных типов белков, встречаются с разной частотой у разных пород одного и того же вида сельскохозяйственных животных. Это позволило использовать данные по полиморфизму для изучения генетики и эволюции пород, взаимоотношений между ними. Изменчивость по генным частотам полиморфных систем наблюдается также внутри одной и той же породы.

Выявление генетической внутрипородной дифференциации позволяет вести разведение животных по линиям не только методом традиционного учета генеалогии, но и по генетическим «сигналам», маркирующим специфичность генофонда этих структур. Это дает возможность сохранять и поддерживать внутреннее генетическое разнообразие и устойчивость популяций (Алтухов, 1983).

Генетические маркеры могут оказывать большую помощь не только при объективной оценке генетического разнообразия, но и при установлении степени родства сложившихся пород и породных групп животных (Алтухов, 1983).

Контроль происхождения племенных животных является одним из важных элементов селекционной работы. Полностью решить этот вопрос за счет более тщательного ведения племенных документов невозможно, тем более в практике пушного звероводства и кролиководства, когда в помете могут быть щенки от нескольких самцов. Кроме того, из-за низкой молочности отдельных самок нередко часть потомков отсаживают к другим лактирующим самкам. Подобная ситуация исключает проведение оценки поголовья по качеству потомства. В этих случаях принадлежность потомства можно дифференцировать только генетическими методами.

Широкое применение методов искусственного осеменения также делает необходимым генетический контроль происхождения в животноводстве.

Теоретические основы генетического анализа количественных признаков с привлечением маркеров разработаны в трудах А.С. Серебровского (1970).

Пока нет однозначного ответа, доказанного практическими исследованиями на сельскохозяйственных животных, о возможности использования полиморфных систем крови в прогнозировании продуктивных качеств животных в раннем возрасте. Однако в настоящее время значительным числом исследователей установлены ассоциации аллельных генов и генотипов полиморфных систем с изменениями количественных признаков. Значительное число исследователей проводят в основном поиск конкретных локусов и сочетаний аллельных вариантов, которые могут быть существенными для становления и реализации основных хозяйственно полезных признаков (Анисимов, 1998; Подоба, Ефименко, 1991; Девятов, 1993).

Использование полиморфных систем в пушном звероводстве и кролиководстве

Несмотря на значительный интерес и многочисленные данные по изучаемому вопросу в отраслях животноводства, в клеточном пушном звероводстве и кролиководстве имеется ограниченное число сведений из-за сравнительно недавнего промышленного разведения пушных зверей и кроликов.

В нашей стране предложен способ отбора кроликов, выявляющий менее жизнеспособных и менее продуктивных, основанный на выбраковке животных с гомозиготными генотипами гемоглобина (Маркович, Помытко, 1982). Для выявления наиболее жизнеспособных животных были использованы и другие полиморфные локусы, в частности, трансферрин.

На основании распределения частот аллелей и генотипов 5 полиморфных белков определены генетические дистанции между 9 породами кроликов (Машуров и др., 1993). Так, наименьшая величина этого показателя отмечена между породами серый и белый великан.

У одомашненных кроликов достаточно высокий уровень полиморфизма, который практически не отличается от уровня полиморфизма популяций дикого кролика (Hartl, Hoger, 1986; Arana *et al*., 1987). Генетические расстояния между различными породами кроликов иногда даже больше, чем между географически изолированными популяциями дикого вида (Arana *et al*., 1989).

Первое исследование изменчивости 23 белков крови, кодируемых 25 генами, выявило полиморфизм по 6 локусам в промышленной популяции соболей (*Mustela zibelina*) зверосовхоза «Пушкинский» (Каштанов, Казакова, 1995). При этом было выявлено два аллеля с кодоминантным типом наследования фенотипов белков. Полученные данные согласуются с результатами, выявленными на другом представителе семейства *Mustelidae* – американских норках (*Mustela vison*). Были обнаружены достоверные корреляционные связи между частотами генотипов по комплексу из трех полиморфных генов (постальбумин 1 и 3, посттрансферрин) и количественными признаками самок соболей, характеризующими воспроизводство. Выявлены генотипы, положительно коррелирующие с продолжительностью репродуктивного периода самок, их плодовитостью в первый год щенения. Определены также генотипы, увеличение частот которых связано с возрастанием у самок частоты пропустований и снижением плодовитости в первый год щенения. Авторы считают возможным использовать открытые полиморфные локусы для анализа влияния селекции на структуру популяции соболя и для проведения генетической паспортизации племенной части популяции.

Полиморфизм трансферринового локуса был исследован также у красных и серебристо-черных лисиц (Kaminski *et al*., 1966). Авторам удалось выявить четыре аллеля. Была установлена наследственная природа изменений в уровне лактатдегидрогеназы (LDH) у серебристо-черных лисиц (Серов, Хлебодарова, 1973). Позднее было установлено, что аутосомный ген, обозначенный *Ldr-1*, оказывает влияние на фенотипическое проявление гена *A* лактатдегидрогеназы (Хлебодарова и др., 1978). Животные, обладающие высоким и низким содержанием LDH в эритроцитах, являлись гомозиготными, а гетерозиготы по активности фермента занимали среднее положение. Тип наследования активности LDH был определен как кодоминантный. Идентифицированы в плазме крови красных и серебристо-черных лисиц аллельные различия по гаптоглобину.

При помощи иммуноэлектрофореза с использованием кроличьих антисывороток у лисиц обнаружено 24 антигенных компонента (Баранов и др., 1974). Сухова и соавт. (Sukhowa *et al*., 1996) изучали антигенные факторы у 33 самок и самцов серебристо-черных лисиц с использованием 70 антисывороток к эритроцитам крови крупного рогатого скота и свиней. Были выявлены эритроцитарные антигены, встречающиеся с различной частотой, в то же время ряд антигенных факторов обнаружен не был.

В одном из первых исследований по изучению полиморфизма белков и ферментов песцов установлена гетерогенность только одного локуса, контролирующего синтез трансферрина (Balbierz *et al*., 1977). В этом локусе было обнаружено два аллеля. Позднее исследования, проведенные на песцах вуалевой и серебристой породы, позволили выявить полиморфизм пяти локусов белков плазмы крови (Каштанов, Машуров, 1984). Исследуемые аллели имеют кодоминантный тип наследования. Промышленные популяции вуалевых песцов характеризовались бóльшим разнообразием в сравнении с песцами серебристыми.

В дальнейших исследованиях С.Н. Каштановым (1986) было идентифицировано 22 локуса, контролирующих синтез ферментных и неферментных белков, 8 из которых оказались полиморфными. Разработан метод генетического контроля происхождения в песцеводстве с использованием изученных локусов, что особенно важно в связи с многоплодностью животных и особенностями их разведения. Предложен способ разведения песцов с применением генетических маркеров. При этом автор сообщает, что с увеличением генетического расстояния, характеризующего степень дифференциации стад, возрастает плодовитость самок за счет повышения жизнеспособности потомства. Оценку степени дифференциации стад выполняли на основании частот аллелей пяти генов, кодирующих белки крови (Каштанов, 1991).

Генетико-биохимическая характеристика популяции сурков в ходе их доместикации

Интерес к разведению сурка совсем не случаен. Перспективность клеточного разведения этих животных с устойчивым получением продукции: шкурка, мясо, жир, племенной молодняк – обусловлена их быстрым привыканием к человеку, растительным типом питания

и продолжительным периодом спячки, во время которой происходит существенная перестройка репродуктивной системы для последующего воспроизводства.

Доместикация сурков в условиях их клеточного разведения началась в 1989 г. с отлова 1,5 тыс. особей в Ростовской области, из которых при первоначальной интродукции в условия неволи выжило не более половины. Размножение их на базе племзверозавода «Пушкинский» положило начало формированию фермерской популяции. С 1996 г. уже все размножающиеся самки родились в клеточных условиях. Объем популяции поддерживается в среднем на уровне 25 пар сурков.

Изучение полиморфизма белков крови сурков выявило гетерогенность пяти локусов: альбумина, постальбумина, трансферрина, посттрансферрина и гемоглобина (Тинаева, 1999; Семикрасова, 2005) (табл. 1).

Таблица 1

Исследованные системы крови у сурков

Биохимический маркер	Локус	Аллели
Альбумин	*Al*	*A*, *B*
Постальбумин	*Pa*	*A*, *B*, *C*
Трансферрин	*Tf*	*A*, *B*, *C*
Посттрансферрин	*Ptf*	*A*, *B*, *C*
Гемоглобин	*Hb*	*A (1)*, *B (2)*, *C (3)*, *Д (4)*

Исследования, проведенные с помощью электрофоретического разделения белков, позволили выявить полиморфные белковые системы крови, охарактеризовать структуру замкнутой популяции сурков в процессе адаптации их к условиям клеточного содержания, установить спектр концентрации аллелей и генотипов, уровень гомозиготности, а также проследить связь полиморфных белков крови с некоторыми показателями продуктивности животных.

Популяция сурков племзавода «Пушкинский», размножающихся в условиях клеточного содержания, характеризуется определенным профилем распределения частот аллелей полиморфных локусов и, в соответствии с этими величинами, частот генотипов пяти изучаемых полиморфных белков крови.

Согласно закону Харди–Вайнберга, структура свободно размножающейся популяции по каждой паре аллелей находится в равновесном состоянии по соотношению доминантных и рецессивных генов. В связи с выбраковкой, отбором и другими факторами, воздействующими на популяцию, ее структура меняется. В зависимости от направления отбора в ней формируется избыток одних и недостаток других форм. Подобная ситуация, выявляемая на основе сопоставления фактически наблюдаемого и теоретически ожидаемого распределения частот соответствующих генов или генотипов, проявляется и в наших исследованиях.

Популяция сурков характеризуется сбалансированной структурой по частотам аллелей полиморфных локусов альбумина и трансферрина.

Выявлено устойчивое, статистически значимое превышение гомозиготных генотипов по генам, детерминирующим белки крови, над теоретически ожидаемым по закону Харди–Вайнберга, т. е. существенный сдвиг генного равновесия в локусах постальбумина, посттрансферрина и гемоглобина. Уровень фактической гомозиготности в локусе альбумина достигал 90 %. Вероятно, такое распределение не только отражает направление отбора, но и имеет адаптивное значение в процессе формирования популяции, размножающейся в условиях клеточного содержания.

При исследовании структурной организации генофонда сурков было выявлено 67 комплексных генотипов (табл. 2).

Низкая степень консолидированности популяции сурков, высокий уровень генетического разнообразия могут свидетельствовать о возможной разнонаправленности отбора в популяции, например длительное использование животных и высокая плодовитость, общее число потомков в течение короткого срока воспроизводства.

Располагая таким разнообразным материалом в сочетании с оценкой хозяйственно полезных признаков, вряд ли можно с абсолютной уверенностью выделить в настоящее время какой-либо генотип по изучаемым локусам в качестве маркера. Следовательно, нужно вести поиск уникального комплексного генотипа,

Таблица 2

Частота встречаемости комплексных генотипов по пяти полиморфным системам у сурков

Число комплексных генотипов	Частота встречаемости		Генотипы *Al*, *Pa*, *Tf*, *Ptf*, *Hb*
	n	%	
1	2	2,81	*AB BB BC BB 3-4*
1	2	2,81	*AB BB BC BB 4-4*
1	2	2,81	*AB BC AA AA 4-4*
1	2	2,81	*AB CC BC BB 3-3*
63	1	1,41	Не повторяющиеся комплексы

в котором сочетались бы признаки высокой продуктивности, учитывать специфичность аллелофонда при проведении отбора и подбора в качестве генетических маркеров. В качестве критерия консолидации или дифференциации групп животных с разным уровнем тех или иных хозяйственно полезных признаков может выступать коэффициент генетического сходства.

Коэффициент генетического сходства, вычисленный на основании частот аллелей, характеризующих аллелофонд популяции в 1996–1998 гг. и 1999–2002 гг., равный 1, позволяет считать, что разведение сурков носит характер закрытой популяции. Именно поэтому структура популяции сурков племзавода «Пушкинский» по набору и концентрации генов полиморфных локусов в высокой степени стабильна.

В связи с тем, что непосредственная оценка продуктивности в зависимости от частоты встречаемости комплексных генотипов при таком их разнообразии малоэффективна, представляет интерес информативность сопряженности отдельных аллелей полиморфных локусов с хозяйственно полезными признаками, в том числе репродуктивной способностью.

Выделены животные-носители аллеля *Ptf* B как особи с устойчиво более высоким числом щенений в сравнении с самками-носителями альтернативных аллелей в этом локусе. При этом в 1997–2002 гг. общее число щенков у них было максимальное среди всех анализируемых самок: 15,0 ± 2,4 щенков за 3,5 ± 0,5 щенения. В период 1995–2000 гг. эти показатели составили 15,7 ± 2,6 за 3,7 ± 0,4 щенений. В связи с длительным репродуктивным периодом у сурков в популяции может идти отбор самок не только в направлении получения максимального количества щенков за короткий период (или с максимальной плодовитостью), но и в направлении выделения животных, стабильно приносящих приплод, и их длительного племенного использования. С этой точки зрения аллель *Ptf* B следует оценить в качестве возможного маркера. Обращает внимание высокая частота встречаемости в изучаемой популяции аллеля *Hb 4*, он является одним из самых распространенных аллелей. Концентрация его (0,5098–0,5282) уступает только частоте аллеля *Al* B (0,5490–0,5845), но самки сурков, несущие этот аллель, уступают по показателям воспроизводства – общее число щенков, число щенений и плодовитость – самкам-носителям альтернативных аллелей в этом локусе.

По данным табл. 3, можно увидеть, что самки, оставшиеся без приплода, в локусе гемоглобина имеют генотип *Hb 4-4*, такой же генотип установлен у самки с плодовитостью ниже средней по всей популяции сурков. Напротив, самки, несущие в локусе гемоглобина аллель *Hb 3* как в гомо-, так и в гетерозиготном состоянии (*Hb 3-3*; *Hb 2-3*), характеризуются высокой воспроизводительной способностью.

Число самок сурков-носителей аллеля *Hb 4* достигало 45–76 %.

Учитывая устойчиво высокую концентрацию указанного аллеля в соответствии с результатами размножения самок-носителей *Hb 4-4*, можно предположить, что одной из причин низких показателей воспроизводства в популяции сурков в последние годы является накапливание животных с низкими воспроизводительными качествами, у которых аллель *Hb 4* выступает в качестве отрицательного маркера.

Таблица 3

Плодовитость самок сурков с различными генотипами по полиморфным белкам крови

№ самки	Число щенений	Плодовитость щенков, M ± m	Генотипы *Al*, *Pa*, *Tf*, *Ptf*, *Hb*
4110 (самец 185)	4	4,5 ± 0,9	*AB AC AA BB 2-3*
3274 (самец 315)	4	5,5 ± 1,3	*AB BB AA AA 3-3*
7100 (самец 631)	4	7,0 ± 0,6	*AB CC BC BB 3-3*
454 (самец 425, 2249)	4	2,75 ± 0,8	*AB BC AA AA 4-4*
8112 (самец 841)	0	0	*BB AA AB AC 4-4*
746 (самец 679)	0	0	*AA BB AB BB 4-4*
Ср. плодовитость по популяции, щенков, lim		4,23–5,30	

Полиморфизм белков сыворотки крови у серебристо-черных лисиц и его использование при оценке качества волосяного покрова

На ценность звероводческой продукции существенно влияют различные дефекты волосяного покрова. Одним из факторов, существенно снижающих качество и соответственно стоимость шкурковой продукции лисоводства, является малоизученный дефект волосяного покрова под названием «ватность». «Ватность» волосяного покрова – это порок шкурки, выражающийся в изреженности и (или) укороченности кроющих волос, которые по длине меньше пуховых (ГОСТ 18567-73). Некоторые исследователи пришли к выводу о наследственной природе этого дефекта у песцов (Павлов, Полубояринов, 1960; Ильина, Кузнецов, 1969; Дивеева и др., 1974). В тех случаях, когда дефект волосяного покрова наследуется, проводимая селекция на его ликвидацию в течение довольно короткого времени дает ощутимые положительные результаты. Если же проявление дефекта волосяного покрова в основном зависит от паратипических факторов, массовая селекция не дает ожидаемых результатов.

Другой подход к ликвидации порока может быть основан на использовании полиморфных белков сыворотки крови в качестве маркеров. Исследования локусов трансферрина и посттрансферрина выявили их полиморфную природу (табл. 4).

У лисиц с бездефектным волосяным покровом выявлены два генотипа трансферрина (*TfAA* и *TfAB*) и посттрансферрина (*PtfAA* и *PtfAB*). Так же, как и у зверей с дефектом волоса (ДВ), у них отсутствует генотип *TfBB*, но в отличие от лисиц с дефектом «ватность» у них не обнаружен генотип *PtfBB*.

Отсутствие в локусе посттрансферрина генотипа *PtfBB* у нормальноволосых лисиц и его высокий уровень (47,8 %) у лисиц с ДВ позволяет предположить взаимосвязь этого генотипа с проявлением дефекта волосяного покрова «ватность». В пользу этого предположения говорит и высокий уровень соответствия фактического и ожидаемого количества зверей этого генотипа у лисиц с дефектом «ватность».

Из данных, приведенных в табл. 5, видно, что генетическое сходство между бездефектными лисицами двух разных популяций (зверозавод «Тимоховский» и «племзверозавод «Салтыковский») значимо выше ($r = 0,99$), чем между лисицами одной популяции (зверозавод «Тимоховский»), но различающимися наличием дефекта волосяного покрова «ватность» ($r = 0,7$). Генетическое сходство лисиц ДВ и нормальноволосых лисиц племзавода «Салтыковский» характеризовалось коэффициентом $r = 0,7104$. Поскольку при расчете коэффициента генетического сходства использовали частоты аллелей полиморфных белков – трансферрина и посттрансферрина, то такое распределение значений коэффициента указывает на маркирующую роль изучаемых белков.

Таблица 4

Генотипы трансферрина и посттрансферрина у серебристо-черных лисиц с дефектом «ватность» и бездефектным волосяным покровом

Волосяной покров	n	Трансферрин			Посттрансферрин		
		AA	AB	BB	AA	AB	BB
С дефектом «ватность»	23	14	9	0	3	9	11
Бездефектный (зверозавод «Тимоховский»)	6	3	3	0	5	1	0
Бездефектный (племзавод «Салтыковский»)	15	12	3	0	15	0	0
Бездефектный (всего)	21	15	6	0	20	1	0

Таблица 5

Коэффициент генетического сходства групп серебристо-черных лисиц с дефектом «ватность» и с нормальным волосяным покровом

Группы серебристо-черных лисиц	С дефектом «ватность» (зверозавод «Тимоховское»)	Бездефектные (зверозавод «Тимоховское»)
Бездефектные (зверозавод «Тимоховский»)	0,7437	–
Бездефектные (племзавод «Салтыковский»)	0,7104	0,9877
Бездефектные (всего)	0,7231	–

Заключение

Материалы, представленные в данной статье, демонстрируют некоторые аспекты белкового полиморфизма и возможность его использования в селекционном процессе в качестве дополнительного инструмента анализа количественных признаков. Применение биохимических маркеров для изучения структуры популяции позволит эффективно использовать имеющийся генофонд вида. Здесь, на наш взгляд, особенно ценны данные, характеризующие некоторые особенности популяции сурков, так как была возможность наблюдать всю популяцию целиком в процессе ее доместикации. Гены, контролирующие типы пяти полиморфных белков крови, можно эффективно использовать не только в мониторинге изменений генетической структуры популяции в ходе ее доместикации, но и для повышения продуктивности животных.

Литература

Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 1983. 276 с.

Анисимов Н.Ф. Совершенствование крупного рогатого скота с использованием иммуногенетических маркеров // Эколого-генетические проблемы животноводства и экологически безопасные технологии производства продуктов питания: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. Дубровицы, 1998. С. 55–58.

Баранов О.К., Савина М.А., Юришина Н.А. Иммуноэлектрофоретические спектры белков крови лисиц и норок // Биология и патология пушных зверей. Петрозаводск, 1974. С. 54–57.

Дивеева Г.М., Новикова Т.Г., Шелина Н.П., Гуменюк В.К. К вопросу о роли наследственности в проявлении «ватности» волосяного покрова у песцов // Науч. тр. НИИПЗК. Т. XIII. М., 1974. С. 129–138.

Девятов П.Н. Генетические маркеры групп крови в селекции крупного рогатого скота // Вестн. РСХА. 1993. № 3. С. 53–55.

Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Агропромиздат, 1969. 279 с.

Каштанов С.Н. Изучение полиморфизма белков и ферментов крови голубых песцов в связи с селекцией: Дис. … канд. биол. наук. М., 1986. 167 с.

Каштанов С.Н. Гетерозисные скрещивания песцов // Кролиководство и звероводство. 1991. № 5. С. 5.

Каштанов С.Н., Казакова Т.И. Генетическая изменчивость соболя (*Martes zibellina* L.) по генам блоков крови // Генетика 1995. Т. 31. № 2. С. 234–238.

Каштанов С.Н., Машуров А.Н. Генетические аспекты филогении пород голубого песца // Докл. АН СССР. 1984. Т. 274. № 6. С. 1476–1480.

Маркович Л.Г., Помытко В.Н. Перспективы использования генетического полиморфизма в кролиководстве // IV съезд ВОГиС им. Н.И. Вавилова: Тез. докл. Кишинев, 1982, Ч. 4. С. 228–229.

Машуров А.М., Маркович Л.Г., Куликова Н.И. Генетические аспекты микрофилогении девяти пород кроликов, разводимых в России // Генетика. 1993. Т. 29. № 11. С. 1850–1860.

Павлов М.К., Полубояринов Ф.И. Причины и меры предупреждения «ватности» у голубых песцов // Кролиководство и звероводство. 1960. № 9. С. 22–26.

Подоба Б.Е., Ефименко М.Я. Использование генетических маркеров при проведении селекционной работы в заводских стадах крупного рогатого скота // Новые методы селекции и биотехнологии в животноводстве: Матер. науч. производств. конф. Киев, 1991. С. 89–90.

Семикрасова Е.А. Популяционно-генетическая характеристика сурков по биохимическому полиморфизму белков крови // Кролиководство и звероводство. 2005. № 3. С. 17.

Серебровский А. Генетический анализ. М.: Наука, 1970. 342 с.

Серов О.Л., Хлебодарова Т.М. Наследование изменений уровня активности второго изозима лактатдегидрогеназы в эритроцитах у серебристо-черных лисиц // Генетика. 1973. Т. 9. № 12. С. 45–48.

Тинаева Е.А. Теоретические и практические основы использования естественной резистентности и биохимических маркеров при разведении пушных зверей и кроликов: Автореф. дис…. докт. биол. наук. М., 1999. 27 с.

Хлебодарова Т.М., Серов О.Л., Закиян С.М. Изучение механизмов генной регуляции спектра изоферментов лактатдегидрогеназы в эритроцитах серебристо-черной лисицы // Генетика. 1978. Т. 14. № 2. С. 250–255.

Arana A., Zaragoza P., Rodellar C. *et al*. Contribution of the Spanish wild rabbit biochemical polymorphism to the gene pool: A new haemoglobin variant // Rabbit Res. 1987. V. 10. № 2. P. 85–87.

Arana A., Zaragoza P., Rodellar C. Blood biochemical polymorphisms as markers for genetic characteristics of wild Spanish and domestic rabbits // Genetica. 1989. V. 79. № 1. P. 1–9.

Belyaev D.K. Destabilizing selection as a factor in domestication // J. Hered. 1979. № 70. P. 301–308.

Balbierz H., Nikolajczuk M., Gut-Koryzna W. The use of transferrin polymorphism (TF) in family investigations and in the sire identification in polar foxes // Prace I Materialy zootechniczne. Warszawa, 1977. № 13. P. 15–20.

Epstein H., Bichard M. Evolution of Domesticated Animals // Ed. Jan. L. Mason. N.Y.; L.: Longman, 1984. P. 145–162.

Ford E. Polymorphism and taxonomy // The New Systematic. Oxford: Clarendon Press, 1940. P. 493–513.

Hartl G.B., Hoger H. Biochemical variation in purebred and crossbred strains of rabbits (*Oryctolagus cunicilus* L.) // Genet. Res. 1986. P. 27–34.

Kaminski M., Podliachouk L., Nikolajczuk M. Groups sanguins et sergues des ranards // Xth Europ. Conf. Antm. Blood Grps. Biochem. Polymorph: Proc. Conf. Paris, 1966. P. 315–318.

Sukhowa N.O., Deeva V.S., Mashurov A.M. Erythrocyte antigenic factors and blood isoantibody in silver foxes // XXVth Intern. Conf. on Animal Genetics: Proc. Conf. France, 1996. P. 50.

THE USE OF GENETIC POLYMORPHISM OF BLOOD PROTEINS IN FUR ANIMALS BREEDING

E.A. Tinaeva, L.G. Markovitch, V.V. Konkina, E.A. Semikrasova

Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Summary

Based on spectrum and frequency of alleles and genotypes of blood polymorphic proteins new scientific results about Marmots population genetic structure are presented. Relation between alleles variants and some quantitative traits of Marmots are considered. Relationship between homozygous genotype *PtfBB* of silver foxes and defects of fur coat has been shown.

ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВА ОПУШЕНИЯ У ЦВЕТНЫХ ФОРМ ЛИСИЦ (*VULPES VULPES*)

Н.Н. Шумилина, Т.М. Чекалова, М.В. Митрофанова

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

В ходе исторической промышленной доместикации лисиц на специализированных звероферм идет интенсивное по эволюционным меркам накопление мутаций. При этом очень велико влияние мутаций, затрагивающих окраску волосяного покрова, поскольку их действие носит системный, зачастую дезорганизующий характер.

Излагаются требования к построению племенной работы с цветными лисицами: коликотт, жемчужные, сапфир.

Введение

Важным признаком доместикации пушных зверей по сравнению с их исходными дикими предками является изменение дикой окраски их мехового покрова. Так, например, в окраске домашних животных весьма обычно неправильное распределение пятен различного цвета (у коров, кошек, собак, морских свинок). Этого никогда не бывает у диких животных, у которых имеется либо однотонная окраска, например у предков вышеуказанных животных, либо строго закономерное распределение полос или пятен. Однотонная серая окраска животного оказывается генетически весьма сложно обусловленной, в основе ее развития лежит чрезвычайно сложный механизм, закономерно распределяющий различные пигменты по длине волоса. В условиях доместикации при возникновении многих мутаций этот механизм легко разрушается и распределение пигмента волоса делается случайным или принимает закономерную пространственную упаковку по длине волоса, в зависимости от конкретной мутации. Нередко бесконтрольное накопление мутаций приводит к полному разрушению механизма пигментообразования. Следует также иметь в виду, что разнообразие окрасок меха могло проявиться у лисиц и других пушных зверей только при их содержании в неволе, в искусственно созданных человеком благоприятных условиях.

За последние 20 лет на специализированных звероферм в Северной Америке и в Скандинавских странах были получены лисицы ранее неизвестных мутаций, затрагивающих окраску волоса. Сведения, касающиеся вопросов их разведения, не многочисленны, очень разрозненны, зачастую противоречивы и встречаются только в иностранной литературе (Schackelford, 1980; Nes *et al*., 1983).

Например, скандинавские специалисты разделяют жемчужных лисиц на 2 генетические формы: жемчуг-1 (*b/b p/p*) и жемчуг-2 (*b/b s/s*), получившую также название жемчужная Мансфилда. По американским же данным, существуют несколько различных вариаций лисиц жемчужной окраски: восточный жемчуг, западный жемчуг, жемчуг Павека, жемчуг Черри. Однако до сих пор генетический анализ этих окрасочных новшеств не проведен (Lohi, 1985).

Все известные коричневые лисицы по скандинавской системе разделены на две рецессивные формы: коликотт коричневый (*b/b e/e*) и бургундская (*b/b g/g*).

В 1988–1989 гг. в племзверозавод «Салтыковский» Московской области из Норвегии и Канады были завезены цветные формы лисиц: коричневая-коликотт, жемчужные и сапфир. Поэтому для промышленного производства

большого количества шкурок данных цветных форм лисиц необходимо было изучить особенности наследования их окраски с выявлением плейотропных эффектов на особенности структуры волосяного покрова.

Материал и методы

Материалом для исследований явились лисицы серебристо-черные и поступившие по импорту окрасочные формы: сапфировая, жемчужная, и коликотт.

Изучение характера наследования окраски проводили на основе гибридологического анализа вышеперечисленных цветных форм лисиц в скрещиваниях с серебристо-черными.

Для исследований было взято по 30 шкурок самцов и самок лисиц каждой окрасочной формы. С каждой шкурки брали по 30 направляющих, остевых, переходных и пуховых волос на разных топографических участках тела лисиц (бок, хребет, огузок).

Физико-механические свойства образцов волос определяли на разрывной машине (динамометре) Autograf AGS-G Shimadzu. Были взяты по пять проб кожевой ткани лисиц разных окрасок с огузка длиной 45 мм и шириной 15 мм. Для контроля воспроизводимости значений механических характеристик в каждой серии опытов производили не менее 5 измерений.

Товарные свойства качества шкурок оценивали в соответствии со стандартом (ГОСТ 2790-88) (Переверзева, 1982).

Результаты

Наследование окраски у цветных лисиц. По имеющимся в литературе данным, поступившие по импорту лисицы должны были иметь следующие генотипы: коликотт – *b/b e/e*, жемчужная – *b/b p/p*, сапфир – *b/b p/p s/s*.

Сопроводительные зоотехнические документы на закупленных лисиц были неполными, вследствие чего установление точного генотипа зверей представлялось возможным исключительно при помощи генетического анализа на основе проведения анализирующих скрещиваний.

Лисица окраски коликотт. Для установления генотипа лисиц окраски коликотт провели гибридологический анализ, представленный в табл. 1.

При разных скрещиваниях в потомстве удалось получить различные количественные расщепления, которые подтвердили, что фактическое расщепление соответствует теоретически ожидаемому. Следовательно, исходным материалом служили лисицы окраски коликотт с генотипом *b/b e/e*.

Как видно из табл. 1, наиболее быстрым способом получения лисиц окраски коликотт

Таблица 1

Теоретические и практические данные расщепления при различных видах скрещивания

Генотипы и фенотипы лисиц	Ожидаемое расщепление в потомстве	
	серебристо-черная	коликотт
коликотт (*b/b e/e*) × коликотт (*b/b e/e*)	–	100 % *b/b e/e*
коликотт (*b/b e/e*) × с.-черн. (*b/b* +/+)	100 % *b/b* +/*e*	–
коликотт (*b/b e/e*) × с.-черн. (*b/b* +/*e*)	50 % *b/b* +/*e*	50 % *b/b e/e*

Фактическое расщепление

Фенотипы	Число пар		Получено щенков							
			серебристо-черных				коликотт			
	1997 г.	1998 г.	1997 г.		1998 г.		1997 г.		1998 г.	
			голов	%	голов	%	голов	%	голов	%
колик. × колик.	15	26	–	–	–	–	80	100	142	100
колик. × с.-черн.	9	2	48	100	13	100	–	–	–	–
колик. × кол./с.-ч.	7	–	21	57	–	–	15	43	–	–

является гомогенное разведение (специальный звероводческий термин – «разведение в чистоте»), которое преобладало в 1997–1998 гг., однако из-за малой численности животных этот метод быстро приводит к нарастанию инбредной депрессии и последующему снижению показателей воспроизводства. Поэтому более оправданным для наращивания поголовья было использовано поглотительное скрещивание, при котором самок и самцов лисиц окраски коликотт скрещивали с серебристо-черными лисицами, а затем полученных в F_1 гетерозигот вновь скрещивали с лисицами окраски коликотт. Все это дало хорошие результаты в воспроизводстве животных, но через 4 года в стаде вновь стала нарастать угроза инбредной депрессии, и лисиц окраски коликотт снова было нужно скрещивать с серебристо-черными лисицами, а часть гетерозиготных скрещивали между собой.

Но при таком методе разведения появлялось большое количество зверей, дававших шкурковую продукцию низкого товарного свойства: опушение имело дефекты в виде неупругого и неуравненного волоса, с нежелательной песочной общей окраской шкурки, с буризной остевого волоса, бежевым, без голубого оттенка, зонально окрашенным пуховым волосом с явно выраженным дефектом в виде буризны вершинной части, тогда как желательный товарный тип для лисиц окраски коликотт предусматривает цвет кроющих волос светло-коричневый с дымчатым оттенком. Пух темно-бежевого цвета с голубым оттенком, равномерно окрашенный по всей длине. Светлая зона чисто белого цвета с блеском и шириной 10–15 мм. Хорошо развитая вуаль прикрывает серебро. Нос у лисиц коликотт розовый, глаза голубые.

Лисица окраски жемчуг. Общая окраска волосяного покрова жемчужных лисиц обусловлена гомозиготным состоянием рецессивного гена (p) – «platinum», придающего общей окраске меха пепельно-серый цвет разной чистоты. Разводимые в настоящее время в племзверозаводе «Салтыковский» Московской области лисицы комбинативной окраски жемчуг-1 имеют генотип *b/b p/p*. Селекционерами племзавода в качестве желательного был выбран следующий тип окраски жемчужных лисиц. Общий тон окраски средний, со 100 %-ным серебром. Кроющие волосы чисто пепельно-серого цвета. Пух серый с голубым оттенком, равномерно окрашенный по всей длине. Светлая зона чисто белого цвета с блеском шириной 10–15 мм. Хорошо развитая вуаль прикрывает серебро. Носовое зеркало у жемчужных лисиц темно- или светло-графитное, глаза от светло-желтого до темно-оранжевого цвета. Наиболее выгодный с товарной точки зрения на сегодня считается средний тон общей окраски. Звери с очень темным или светлым тоном окраски, зонально окрашенными остью и пухом, буроватыми оттенками не желательны.

С целью увеличения поголовья жемчужных лисиц их также скрещивали с серебристо-черной лисой. Полученных в F_1 гетерозигот серебристо-черной окраски, несущих гены жемчужной окраски, вновь спаривали с жемчужными. В F_2 при спаривании гетерозигот вновь с жемчужными получали 50 % серебристо-черных и 50 % жемчужных лисиц. Далее несколько раз проводили скрещивания гетерозигот с жемчужными лисицами, а также жемчужных между собой. В итоге к 1996 г. в зверосовхозе насчитывалось 43 самки и 20 самцов, которых можно было отнести к окраске жемчуг-1.

Лисица окраски сапфир. Сапфир – трирецессивная окраска по отношению к дикой красной (+/+ +/+ +/+) относится к голубой окрасочной группе лисиц. По скандинавской символике ее генотип – *b/b p/p s/s*.

Лисица окраски сапфир необычайно красивая и пока еще малочисленная. Общий тон окраски меха голубой, цвета осеннего неба, равномерный по всему туловищу. Кроющие волосы чисто голубого цвета. Пух голубой, зонально окрашенный, у основания более светлый. Светлая зона чисто белого цвета с блеском, шириной 10–15 мм. Хорошо развитая темно-голубая вуаль прикрывает серебро. Спинной «ремень» хорошо выражен. Хвост отлично опушен, правильной цилиндрической формы, по цвету гармонирует с общей окраской туловища, но слегка темнее. Уши, кончик морды, лапы – несколько темнее, с дымчатым оттенком. Вибриссы слегка серые, нос – светло-графитный. Цвет глаз желтый. К нежелательному типу относятся особи с желтым или темно-серым остевым и пуховым волосом и неравномерным распределением окраски по туловищу.

В Канаде были закуплены два зверя сапфи-

ровой окраски – самец и самка. Хозяйство сразу же столкнулось с трудностями по увеличению поголовья лисиц сапфировой окраски, поскольку самка, несмотря на полноценное покрытие, в течение нескольких лет приплода не давала и надежда на создание массива уникальных лисиц возлагалась только на самца. Для этого избрали метод поглотительного скрещивания единственным сапфировым самцом (*b/b p/p s/s*) жемчужных лисиц генотипа (*b/b p/p*), также завезенных из Канады.

При скрещивании сапфиров с жемчужными все особи в F_1 оказались жемчужными по окраске и гетерозиготными по локусу *s*:

P: ♂ *b/b p/p s/s* × ♀♀ *b/b p/p* +/+ → F_1: *b/b p/p s*/+

Скрещивание особей F_1 между собой дало во втором поколении расщепление по фенотипу в соотношении 1: 3

F_1: *b/b p/p s*/+ × *b/b p/p s*/+ → F_2: 1 *b/b p/p s/s* : 2 *b/b p/p s*/+ : 1 *b/b p/p* +/+

Данное скрещивание указывало на самый быстрый путь увеличения поголовья сапфировых лисиц. Но хозяйство ставило целью также быстро нарастить поголовье лисиц жемчужной окраски. Поэтому пришлось воспользоваться вторым методом – поглощать самцом сапфировой окраски (*b/b p/p s/s*) серебристо-черных лисиц. Это был более долгий путь, так как серебристо-черная лисица доминантна по генам (*p*) и (*s*) и имеет генотип – *b/b* +/+ +/+. При скрещивании серебристо-черных самок с сапфировым самцом получали в F_1 серебристо-черных особей, гетерозиготных по локусам (*p*) и (*s*):

P: ♂ *b/b p/p s/s* × ♀♀ *b/b* +/+ +/+ → F_1: *b/b p/*+ *s/*+

Далее при скрещивании между собой особей F_1 происходило расщепление по фенотипу: 1 сапфир на 9 серебристо-черных и 6 жемчужных лисиц:

F_1: *b/b p/*+ *s/*+ × *b/b p/*+ *s/*+ →

F_2: 1 *b/b p/p s/s* : 2 *b/b p/p s*/+ : 2 *b/b p/*+ *s/s* : 1 *b/b p/p* +/+ : 1 *b/b* +/+ *s/s* : 4 *b/b p/*+ *s/*+ : 2 *b/b p/*+ +/+ : 2 *b/b* +/+ *s/*+ : 1 *b/b* +/+ +/+

Лисят желательной сапфировой окраски рождается значительно меньше, чем в первом случае, но этот путь создания массива сапфировых лисиц в условиях племзавода «Салтыковский» был наиболее приемлем. Если в 1989 г. в хозяйстве были всего лишь 1 самка и 1 самец, то на начало 1999 г. насчитывалось 12 сапфировых зверей, а в 2003 г. уже имели 74 самки сапфир.

Влияние генов, затрагивающих окраску, на структуру кожевой ткани. Кожный покров лисиц представляет собой трехкомпонентную систему, образованную эпидермисом, дермой и подкожно-жировой тканью, которые находятся в морфо-функциональном единстве. От микроскопического строения кожи, в частности от толщины и соотношения сосочкового и сетчатого слоев, характера переплетения коллагеновых волокон, от количества первичных и вторичных фолликулов и угла их залегания зависят многие свойства шкурки в целом.

Из табл. 2 видно, что общая толщина кожи лисиц разных окрасок варьирует в пределах 120,0–134,2 мкм, а толщина эпидермиса от 2,17 до 2,02 мкм, что составляет 1,6–1,7 % от общей толщины кожевой ткани. Более толстый кожный покров у жемчужных лисиц – 134,2 мкм, а менее толстый у серебристо-черных –120,0 мкм ($P > 0{,}95$; $P > 0{,}999$). Лисицы окраски коликотт и сапфир занимают промежуточное положение.

По толщине эпидермиса у лисиц разных пород достоверной разницы не наблюдается.

Основную часть кожного покрова составляет дерма, ее толщина у лисиц разных окрасок варьирует в пределах от 118,1 до 127,1 мкм, что от общей толщины кожи составляет 98,3–98,4 %.

Таблица 2

Толщина слоев кожи лисиц разных окрасочных форм, мкм (X ± mx)

Окраска	*n*	Общая	Эпидермис	Дерма
Серебристо-черная	100	120,00 ± 0,12	2,02 ± 0,01	118,10 ± 0,03
Коликотт	100	125,40 ± 1,11	2,05 ± 0,01	123,13 ± 0,05
Жемчужная	100	134,21 ± 0,07	2,17 ± 0,01	127,13 ± 0,07
Сапфир	100	123,62 ± 0,06	2,04 ± 0,01	121,62 ± 0,04

Наибольшую толщину имеет дерма у жемчужных лисиц 127,1 мкм, а наименьшую – у серебристо-черных – 118,1 мкм.

Отношение сосочкового слоя к сетчатому в дерме серебристо-черных лисиц в %: 65,5 : 35,3; у коликотт – 64,1 : 35,1; у жемчужных – 63,9 : 36,1; у сапфир – 64,6 : 35,4.

В сосочковом слое находится большое количество сальных и потовых желез, волосяных сумок и других включений, поэтому у лисиц всех окрасочных типов он более развит, чем сетчатый, и превышает его почти в два раза. Чем более развит сосочковый слой, тем кожа более тягучая и эластичная, но менее прочная, так как основная масса коллагеновых волокон, определяющих прочность, сконцентрирована в сетчатом слое дермы. В процентном соотношении сосочковый слой лучше развит у серебристо-черных лисиц, сетчатый – у жемчужных. Это свидетельствует о том, что серебристо-черные лисицы более густоволосые, но кожевая ткань менее прочная.

От количества первичных и вторичных волосяных фолликулов и от организации волосяных комплексов зависит густота волосяного покрова.

Из табл. 3 видно, что наиболее густоволосыми являются шкурки серебристо-черной лисицы – 6,4 фолликула в поле зрения микроскопа. Это соответствует 20635,00 шт. на 1 см^2 кожевой ткани. Менее густоволосыми являются лисицы коликотт и жемчужная – 5,2 и 5,1 фолликул в поле зрения микроскопа, что соответствует 16425,46 шт. и 17044,51 шт. на 1 см^2. Разница достоверна ($P > 0,999$; $P > 0,95$).

Из таблицы 3 видно, что по количеству первичных фолликулов у цветных лисиц по сравнению с серебристо-черными наблюдается тенденция к большей густоте остевых волос. А вот пуховых волос достоверно больше у серебристо-черных лисиц.

Угол залегания волосяных сумок определяет пышность волосяного покрова. При изучении микроструктуры кожи было обнаружено, что угол залегания волосяных сумок у сапфировых лисиц составляет 70 градусов, коликотт – 80, жемчужных – 85 и серебристо-черных – 89, что обусловливает в конечном итоге и наиболее пышный волосяной покров у жемчужных и серебристо-черных лисиц.

Влияние генов, затрагивающих окраску, на физико-механические свойства кожевой ткани. Наибольшая абсолютная прочность образцов кожи на разрыв обнаружилась у шкурок жемчужных лисиц – 16,9 кг, а наименьшая у серебристо-черных – 13,6 кг, у коликотт и сапфир – промежуточное положение: 14,2, 15,8 соответственно. Можно отметить, что абсолютная прочность образцов шкурок на разрыв находится в прямой зависимости от толщины кожи ($r = 0,6–0,67$). Но помимо толщины кожи на абсолютную прочность образцов оказывает влияние ее микроскопическое строение, а именно соотношение сосочкового и сетчатого слоев дермы.

Сетчатый слой более развит у жемчужных лисиц, и абсолютная прочность шкурок на разрыв у жемчужных лисиц больше в отличие от других окрасочных форм. Разница достоверна ($P > 0,95$).

Влияние генов, затрагивающих окраску, на структуру волосяного покрова. Волосы являются производными эпидермиса. В волосяном покрове лисиц имеется четыре категории волос: пуховые, переходные, остевые и направляющие.

Волосы лисиц, так же, как и у других млекопитающих, состоят из трех слоев: кутикулы, кортекса и сердцевины. Кутикула – наружная

Таблица 3

Количество первичных и вторичных фолликулов в поле зрения микроскопа ($n = 10$)

Окраска	Количество фолликулов		
	Общее, X ± mx	Первичные, X ± mx	Вторичные, X ± mx
Серебристо-черная	6,40 ± 0,02	1,00 ± 0,16	5,40 ± 0,25
Коликотт	5,20 ± 0,03	1,20 ± 0,21	4,00 ± 0,20
Жемчужная	5,10 ± 0,07	1,10 ± 0,22	4,00 ± 0,31
Сапфир	5,50 ± 0,12	1,20 ± 0,18	4,30 ± 0,22

оболочка волоса, отвечающая за его прочность, блеск и частично окраску. Кортекс является самым прочным слоем волоса, находящимся между кутикулой и сердцевиной. Степень развития коркового слоя определяет основные свойства волоса – прочность, растяжимость и гибкость.

Максимальная толщина кутикулы по всем категориям волос в абсолютном значении оказалась у серебристо-черных лисиц. В относительном значении: по направляющим – у серебристо-черных (9,6 %); остевым – у коликотт (9,7 %); переходным – у жемчужных (15,7 %) и пуховым у лисиц окраски сапфир – 20,4 % (рис. 1).

Наиболее широкий корковый слой направляющих волос в абсолютном значении у серебристо-черных лисиц – 8,25 мкм, а в относительном – у жемчужных и сапфировых – 18,1 %. По остевым – у серебристо-черных как в абсолютном – 9,5 мкм, так и относительном значении – 23,3 %.

По относительной толщине кортекса переходных волос жемчужные и сапфировые лисицы превосходят лисиц других окрасочных форм – 21,8 %. Абсолютные значения наибольшие у серебристо-черных – 5,1 мкм.

У пуховых волос корковый слой более развит у серебристо-черных лисиц как в абсолютном – 6,7 мкм, так и в относительном значении – 64,7 %. Волосяной покров лисиц коликотт имеет достоверно меньшую толщину кортекса по всем категориям волос (17,4 %; 17,6 %; 20,5 %; 62,5 % соответственно). Следовательно, направляющие и переходные волосы сапфировых и жемчужных лисиц будут более прочными по сравнению с другими окрасками, а остевые и пуховые – у серебристо-черных.

Следовательно, волосяной покров у лисиц коликотт будет иметь более низкую теплопроводность, чем у серебристо-черных лисиц, но будет менее прочным, чем у лисиц других пород, так как имеет минимальную толщину кортекса.

Сердцевина наиболее развита в относительном выражении по направляющим, остевым и переходным волосам у лисиц окраски коликотт: 73,1, 72,7, 64,1 % соответственно, а в абсолютном – у серебристо-черных. Максимальные значения толщины сердцевины пуховых волос у жемчужных лисиц 3,3 мкм – 17,1 %. Чем больше развита сердцевина волоса, тем более низкая теплопроводность волос.

Влияние генов, затрагивающих окраску, на массу и площадь шкурок. Из табл. 4 видно, что максимальную массу имеют шкурки

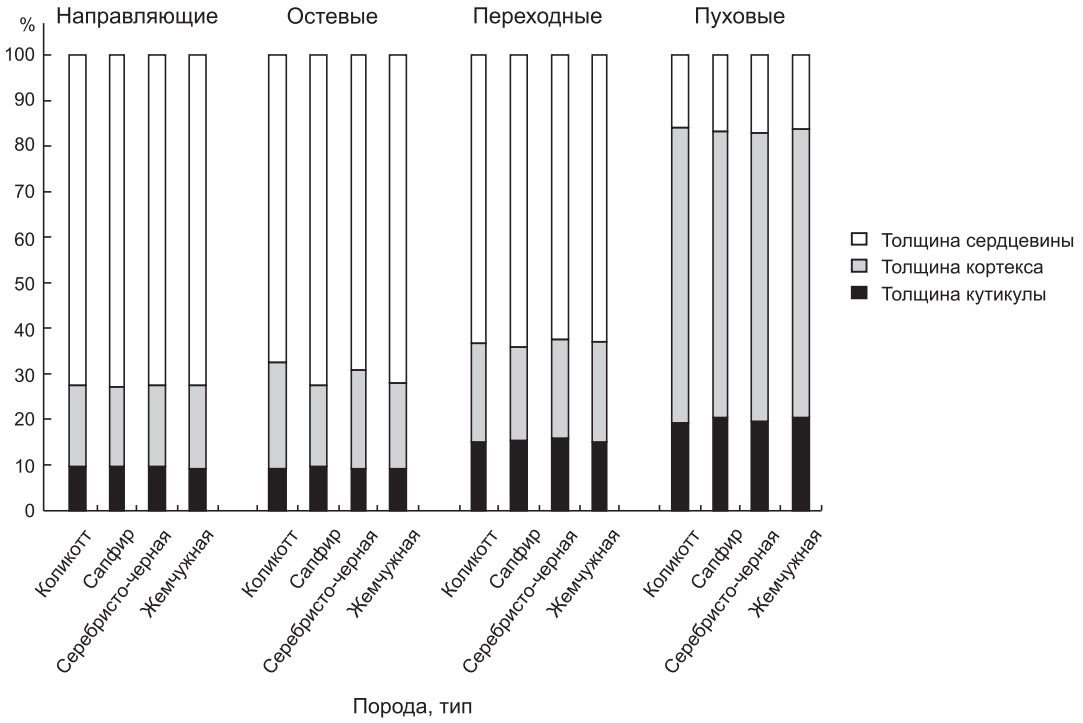


Рис. 1. Микроструктура волосяного покрова цветных лисиц.

Таблица 4

Масса (г) и площадь (см^2) шкурок у лисиц разных окрасок (n = 30)

Порода, тип	Масса, X ± mx, самцы	Площадь, X ± mx, самцы
Серебристо-черная	389,0 ± 7,5	2690,4 ± 28,2
Коликотт	332,3 ± 6,6	2654,2 ± 25,6
Сапфир	340,0 ± 2,8	2450,3 ± 16,3
Жемчужная	378,3 ± 4,8	2580,4 ± 17,5

самцов серебристо-черных лисиц, а минимальную – шкурки лисиц коликотт и сапфир. Шкурки жемчужных лисиц по массе занимают промежуточное положение.

Самая большая площадь у шкурок самцов серебристо-черных лисиц, несколько меньше – у коликотт, минимальную площадь имеют лисицы сапфир. У самцов жемчужной окраски средние по размеру шкурки. Разница достоверна.

Обсуждение

Таким образом, в ходе идущей исторической доместикации лисиц на специализированных звероферм наблюдается интенсивное по эволюционным меркам накопление мутаций со всеми их дезорганизующими последствиями (Шмальгаузен, 1982). При этом очень велико влияние мутаций, затрагивающих окраску волосяного покрова, поскольку их действие носит системный и в основном негативный характер. По данным наблюдений, в старейшем звероводческом хозяйстве «Салтыковский» не только угнетается репродуктивная функция, но у мутантных форм также повышается постнатальная гибель щенков в первые дни жизни: 8–15 % у серебристо-черных лисиц и 15–25 % у цветных. Кроме того, покрытие и щенение цветных лисиц проходит на 1–2 недели позже, чем у серебристо-черных. Цветные щенки попадают в худшие условия кормления по содержанию полноценного белка в период созревания зимнего волосяного покрова (Коваленко, Кирилушкин, 2000). Мутации окраски, и в особенности их комбинативные формы, захватывают своим плейтропным действием толщину кожного покрова, микроскопическое строение кожи (соотношение сосочкового и сетчатого слоев дермы, плотность и простран-ственную упаковку коллагеновых волокон). В связи с этим изменение структуры дермы приводит к дистрофии волосяных луковиц и выпадению волос, такое явление довольно часто встречается при клеточном разведении цветных зверей (Церевитинов, 1974; Слесаренко, Бабичев, 1997).

И все же чудеса отбора на улучшение пушно-меховых качеств делают свое дело. Так, 30 лет назад шкурки серебристо-черных лисиц, по данным А.В. Соболя (1974), с количеством 6–12 тыс. волос на см^2 относили к нормальным средневолосым. На сегодняшний день, по нашим исследованиям, волосяной покров стал гораздо гуще как у серебристо-черных – 20,5 тыс. волос, так и у цветных лисиц: от 16,4 тыс. у жемчужных, до 17,9 тыс. у сапфировых.

И все же пока путь от гена к признаку – основная проблема биологии развития – нам пока далеко не ясен. Мы можем точно установить, в чем заключалась мутация данного гена, видеть, к каким изменениям в фенотипе она привела, но мы все еще не знаем, как это осуществляется.

Литература

Коваленко А.И., Кирилушкин К.И. Плодовитые лисицы в «Салтыковском» // Кролиководство и звероводство. 2000. № 4. С. 8–9.

Переверзева А.Д. Товароведение пушно-мехового сырья. М.: Экономика, 1982. 288 с.

Слесаренко Н.А., Бабичев Н.В. Кожный покров и его производные. Методические указания. М.: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 1997. 16 с.

Соболь А.В. О густоте опушения серебристо-черных лисиц // Кролиководство и звероводство. 1974. № 2. С. 11.

Церевитинов Б.Ф. Научные основы товароведной классификации пушного сырья // Сб. науч. тр. МВА. 1974. Т. 75. С. 14–19.

Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. Избр. тр. М.: Наука, 1982. С. 87.

Lohi O. Mutant colour phases of fox. Mating combinations for practice. Danish Fur Breeders Association, 1985.

Nes N., Lohi O., Olausson A., Hansen H. The genetic factors for colour types in ranch bred foxes // Acta Agric. Scand. 1983. V. 33. P. 273–280.

Schackelford R.M. Color phase genetics of blue, silver fox. Fur Rancher // Blue Book of Fur Farming. 1980. P. 63–65.

EFFECT OF MUTATIONS AFFECTING FUR COAT COLOUR ON HAIRINESS QUALITY

N.N. Shumilina, T.M. Chekalova, M.V. Mitrofanova

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Scryabin, Moscow, Russia, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Summary

The requirements to assessment of fur coat colour in evaluating Colicott, Pearl, Sapphire foxes are given in the article. Morphological, microscopic, commercial and physico-mechanical properties of the skin and fur coat in foxes produced due to recessive mutations are also described. It has been established that mutant forms of foxes have lesser thickness and fineness of hair in contrast to standard silver foxes but pearl ones have thicker and stronger skin tissue.

СПЕЦИФИЧНОСТЬ ИЗОФЕРМЕНТНЫХ СПЕКТРОВ ЛДГ У НОРОК ОКРАСКИ БЕЛАЯ-ХЕДЛЮНД

А.Р. Унжаков, Л.К. Кожевникова, В.А. Илюха, Х.И Мелдо, Н.Н. Тютюнник

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия,
e-mail: tyutyunnik@krc.karelia.ru; uar@bio.krc.karelia.ru

Исследованы изоферментные спектры лактатдегидрогеназы (ЛДГ, НФ 1.1.1.27), сыворотки крови, печени, скелетных мышц и сердца у гомозиготных по рецессивному аллелю норок белых-хедлюнд (*h/h*). Показано, что у данного генотипа норок, как и у стандартных темно-коричневых (+/+), преобладает гликолитический тип обмена, что свидетельствует о консерватизме этой эволюционно древней ферментной системы. У них сохранена тканевая и видовая специфичность изоферментных спектров ЛДГ.

Введение

Процесс доместикации пушных зверей продолжается уже в пределах сотни лет и для норок он насчитывает 75 генераций. За этот относительно короткий по эволюционным меркам период промышленной доместикации американские норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) претерпели ряд существенных морфо-физиологических изменений, часть которых (окраска волосяного покрова, размеры и пропорции тела, масса и соотношение внутренних органов) уже наследственно закрепилась благодаря искусственному отбору (Афанасьев, 1972, 1968). И все же пушные звери все еще сохранили стереотип своих диких предков – строгую сезонность размножения, линьки и обмена веществ.

Появление мутаций окраски у пушных зверей в условиях клеточного разведения – всегда очень редкое событие, радиационный и химический мутагенез в пушном звероводстве не могут быть использованы. Поэтому нужды мирового рынка пушнины в новых оригинальных окрасках всегда удовлетворялись сохранением и разведением случайно появляющихся в неволе новых цветных форм, в большинстве случаев рецессивной природы.

Д.К. Беляев, стоявший в числе первых ученых у истоков разработки основ генетики и селекции пушных зверей, в 1972 г. писал: «Уже в первые годы разведения норок под контролем человека произошла дифференциация этого дикого вида на целый ряд типов, являющихся прообразом будущих пород, отличающихся друг от друга не только по окраске мехового покрова, но и по ряду важных признаков воспроизведения и жизнеспособности. Полученное уже сейчас окрасочное разнообразие норок, конечно, не предел; оно, несомненно, будет увеличиваться за счет вовлечения в селекционный процесс вновь возникающих или вновь выявляемых мутаций» (Беляев, 1972).

При выведении на основе полученных мутаций новых цветовых типов норок и при установлении генетической обусловленности ряда интерьерных признаков первостепенное значение приобрело изучение интенсивности процессов обмена веществ у пушных зверей (Петрова, 1971). Показано, что у норок существует тесная зависимость гематологических показателей белкового, жирового и углеводного обменов от принадлежности зверей к определенному цветовому типу (Берестов, 1971). К.В. Макридина (1967) установила, что большая активность окислительного метаболизма свойственна мутантным норкам гомозиготным по рецессивному аллелю норок белых-хедлюнд (*h/h*) в сравнении их со стандартными темно-коричневыми норками (+/+). Норки белые-хедлюнд отличаются от стандартных и по другим

признакам. Плодовитость их ниже, они имеют меньшие размеры тела и живую массу, у них глубже процессы торможения, кроме того, они, как правило, глухие. Несмотря на это моноре-цессивные мутантные норки белые-хедлюнд (*h/h*) имеют промышленное значение для их разведения в чистоте в условиях клеточного содержания.

Способы приспособления организма к условиям обитания, в конечном счете, сводятся к главной его составляющей – энергетическому обмену (Калабухов, 1946). Считается, что разнообразие окраски животных связано с определенными особенностями в поддержании теплового баланса, в том числе теплопродукции, в механизмах которой большое место занимают альтернативные пути наработки богатых энергией соединений (Шварц, 1980). В связи с этим представляло интерес изучение гликолитического метаболизма и уровня общего обмена (по активности сывороточных ферментов) норок белых-хедлюнд и сопоставление его с ранее полученными данными для стандартных норок.

Материалы и методы

Объектом исследования служили взрослые норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) стандартные темно-коричневые (+/+) и мутантные белой окраски, известные как белые-хедлюнд (*h/h*), а также голубые песцы (*Alopex lagopus* Linnaeus, 1758), разводимые в специализированном звероводческом хозяйстве «Кондопожский звероводство» (Карелия). Материал для исследований ферментов (сыворотку крови и образцы тканей) получали в период осеннего забоя зверей на шкурку. Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ, НФ 1.1.1.27), аспартат-аминотрансферазы (АСАТ, НФ 2.6.l.l.), аланинтрансферазы (АЛАТ; НФ 2.6.1.2.), щелочной фосфатазы (ЩФ, НФ 3.1.3.1.) в сыворотке крови определяли микроэкспресс-методом (Берестов, Тютюнник, 1971; Берестов, Кожевникова, 1981). Активность СОД – по модифицированной адренохромной методике (Fridovich, 1975). Выявление изоферментов ЛДГ в сыворотке крови и образцах тканей проводили методом энзимэлектрофореза на агаровом геле по Р. Вием (Wieme, 1959) в нашей модификации (Мелдо и др., 1987). Морфо-биохимические показатели крови изучали у самок в течение года. Общий белок, гематологические показатели крови и фракционный состав белка определяли в день взятия крови (Берестов, 1981).

Экспериментальные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

При анализе изоферментных спектров сыворотки крови и органов норок белых-хедлюнд (см. табл. 1) видно, что все они представлены пятью молекулярными формами. При этом спектры ЛДГ органов обладали тканевой специфичностью и соответствовали типу метаболизма ткани.

Так, печень и скелетная мышца, для которых характерен анаэробный тип обмена, имели наибольшую активность катодных форм (сумма ЛДГ-4 и ЛДГ-5 составляла 84,6 % от общей активности лактатдегидрогеназы) и низкую анодную. В сердце, характеризующемся аэробным типом метаболизма, самая большая активность принадлежала быстрым фракциям (сумма ЛДГ-1 и ЛДГ-2 составляла 60,4 %, а ЛДГ-4 и ЛДГ-5 – всего 11 % от общей активности).

Сыворотка крови норок отражала общий тип обмена, свойственный полуводным хищникам семейства куньих, у которых по сравнению с сухопутными видами (песцы) преобладали субъединицы, ответственные за анаэробные пути гликолиза. Так, сумма катодных фракций составила 36,6 %, анодных – на треть ниже: 29,5 % от общей активности ЛДГ.

При сравнительном анализе суммарного содержания А- и В-субъединиц в органных спектрах стандартных и мутантных норок белых-хедлюнд, а также песцов выявлено, что белые норки по содержанию А-субъединиц были близки к стандартным темно-коричневым и значительно превышали их содержание по сравнению с песцами (рис. 1).

Таким образом, несмотря на длительный срок разведения в неволе при отсутствии воды для плавания у мутанта американской норки (*h/h*) сохранился выработанный предыдущей биохимической эволюцией признак, обес-

Таблица 1

Распределение изоферментов ЛДГ в органах норок разных генотипов и песцов

Виды зверя и его генотип	ЛДГ-1	ЛДГ-2	ЛДГ-3	ЛДГ-4	ЛДГ-5
Печень					
Норка:					
белая-хедлюнд (*h/h*)	1,6 ± 0,9	3,2 ± 1,5	11,1 ± 0,9	14,1 ± 3,2	70,6 ± 4,6
стандартная (+/+)	2,1 ± 0,4	4,2 ± 0,5	11,2 ± 0,9	12,8 ± 0,9	70,4 ± 1,1
Песец	8,6 ± 1,1	5,9 ± 0,9	7,6 ± 0,8	7,9 ± 1,4	68,0 ± 1,8
Скелетная мышца					
Норка:					
белая-хедлюнд (*h/h*)	1,2 ± 0,2	2,6 ± 0,6	15,2 ± 2,6	25,6 ± 4,2	56,7 ± 6,3
стандартная (+/+)	1,2 ± 0,2	6,5 ± 0,8	16,8 ± 1,1	17,3 ± 0,9	57,7 ± 2,4
Песец	23,9 ± 2,2	17,4 ± 1,5	6,2 ± 0,7	9,0 ± 0,9	45,0 ± 2,3
Сердце					
Норка:					
белая-хедлюнд (*h/h*)	26,1 ± 0,9	34,2 ± 1,2	28,3 ± 1,1	8,2 ± 1,2	3,0 ± 0,5
стандартная (+/+)	32,9 ± 0,7	36,9 ± 0,5	24,1 ± 0,6	4,5 ± 0,3	1,6 ± 0,2
Песец	54,2 ± 1,1	36,0 ± 0,7	4,2 ± 0,5	2,7 ± 0,4	2,6 ± 0,4
Сыворотка крови					
Норка:					
белая-хедлюнд (*h/h*)	13,9 ± 0,7	15,6 ± 0,5	37,6 ± 1,6	12,7 ± 1,0	23,9 ± 1,5
стандартная (+/+)	17,1 ± 1,8	12,1 ± 0,7	28,7 ± 1,6	8,5 ± 0,9	33,6 ± 1,8
Песец	38,8 ± 1,7	8,5 ± 1,3	9,1 ± 1,4	7,9 ± 1,6	35,5 ± 2,1

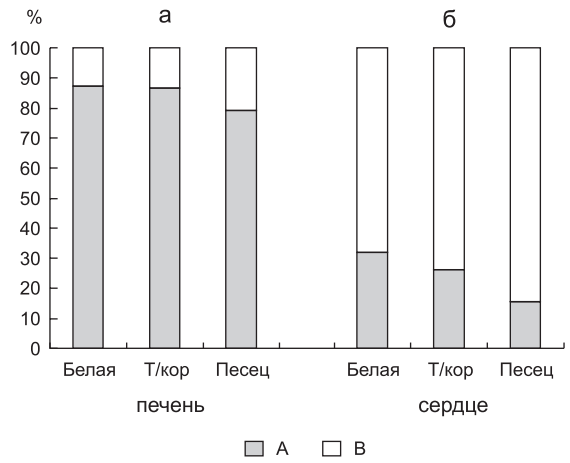


Рис. 1. Соотношение В(Н) и А(М) субъединиц ЛДГ в различных органах норок и песца.

печивающий функционирование организма в условиях вынужденной гипоксии. В то же время при сохранении видовой специфичности соотношения молекулярных форм фермента (т. е. преобладание А-субъединиц) по сравнению с сухопутными хищниками (в нашем случае – песцами) уровень общей активности ЛДГ в сыворотке крови норок белых-хедлюнд несколько смещен (рис. 2а) по сравнению со стандартными темно-коричневыми. Это указывает на снижение доли гликолиза в общей цепи энергопродукции и дает возможность предположить, что у норок белых-хедлюнд (*h/h*) окислительный метаболизм интенсивнее, чем у стандартных (+/+). Полученные результаты согласуются с более ранними опытами К.В. Макридиной (1967), которая установила, что теплопродукция норок белых-хедлюнд была на 32 % у самцов и на 22 % у самок выше, чем у стандартных норок.

Учитывая особенности данного эксперимента (норки белые-хедлюнд (*h/h*) были всегда мельче стандартных темно-коричневых (+/+), полученные данные можно рассматривать в свете известной закономерности о взаимосвязи интенсивности общего метаболизма и размеров

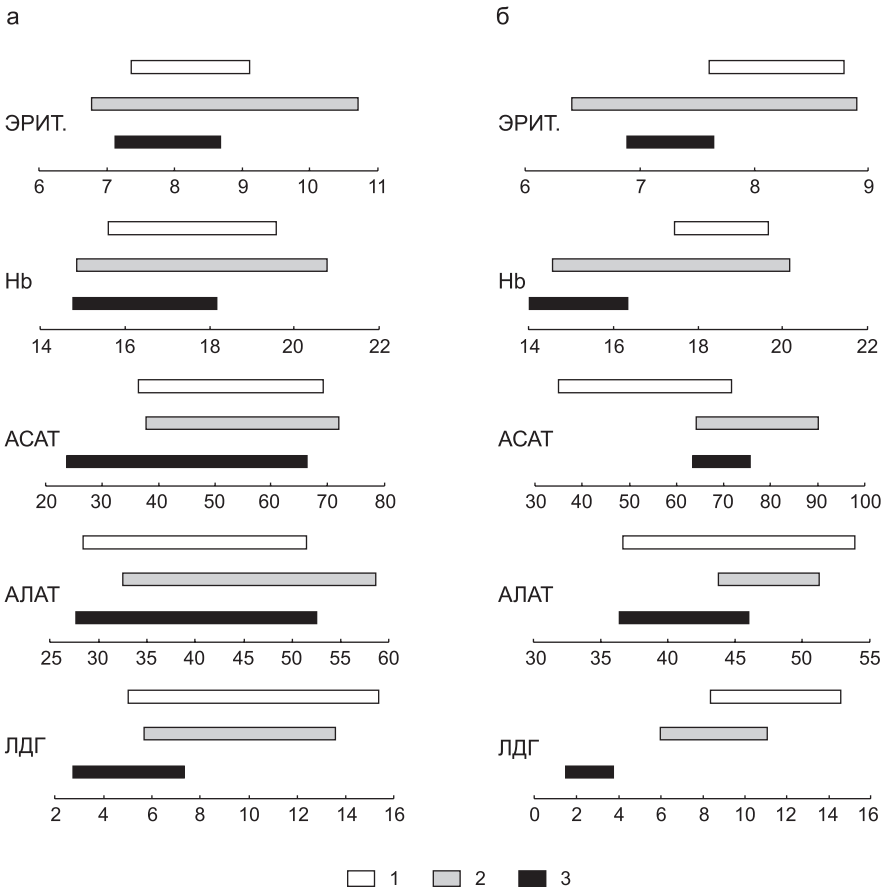


Рис. 2. Морфо-биохимические показатели крови у норок и песцов (эритроциты, 1012/л; гемоглобин, г/100 мл; АСАТ, ед; АЛАТ, ед; ЛДГ, мкМ пирувата/ мл).

а – среднегодовой уровень; б – период лактации. 1 – стандартная темно-коричневая норка (+/+), 2 – норка белая-хедлюнд (*h/h*), 3 – песец.

тела и не относить их к плейотропному действию генов окраски.

Ранее нами было показано (Берестов, Кожевникова, 1981), что различия в общей активности ЛДГ у цветных норок – серебристо-голубых (*p/p*) и пастелевых (*b/b*) по сравнению со стандартными (+/+) проявляются лишь в самые ответственные периоды постнатального онтогенеза – после отсадки щенков от матерей (июнь) и при подготовке к зиме (ноябрь). У взрослых же норок не наблюдалось достоверных отличий в среднегодовых значениях ЛДГ, и мутантные формы по окраске меха по активности данного энзима сохраняли стереотип их стандартного по окраске сородича – наиболее близкого по окраске к исходной темно-коричневой форме американской норки.

При сравнительном анализе среднегодовых значений целого ряда биохимических показателей у норок различных генотипов и у песцов (рис. 2а) установлено, что белые норки имеют отличия в метаболизме, которые проявляются на уровне ферментов крови. Они обладают более широким диапазоном колебаний этих показателей, соответствующим физиологической норме. Видно, что верхняя граница нормы у белых норок расширена в отношении числа эритроцитов, концентрации гемоглобина, активности АСАТ и АЛАТ. В то же время по сравнению со стандартными норками размах колебаний активности ЛДГ сужен (5,7–13,6 мкМ/мл, у стандарта – 5,1–15,4), а по сравнению с песцами значительно увеличен (2,8–7,3 мкМ/мл), что подтверждает, что доля гликолиза в общей цепи обмена у норок независимо от генотипа выше, чем у песцов.

Исходя из закономерности расширения диапазона колебаний изученных показателей

у норок белых-хедлюнд (*h/h*) было интересно исследовать адаптивность этих зверей в период лактации (рис. 2б). Установлено, что активность АСАТ резко возрастает (76,5 ед.), превышая уровень, наблюдаемый у стандартных норок (58,7 ед.), а активность ЛДГ снижается до 8,43 мкМ/мл (у стандартных – 11,38), оставаясь в пределах нормы. При этом активность СОД в эритроцитах крови у белых норок (*h/h*) была ниже, чем у стандартных (+/+), и коррелировала с уровнем гемоглобина. Из представленных данных видно, что у норок белых-хедлюнд в период лактации более выраженная ответная реакция проявляется со стороны биохимических показателей внутри доверительных границ нормы. В то же время произошло сужение размаха колебаний показателей по отношению к норме, а различия между белыми и стандартными норками увеличились. При этом вариабельность изученных показателей не высока, что свидетельствует об одинаковой «норме реакции» в промышленной популяции норок белых-хедлюнд.

Таким образом, при сравнительном изучении изоферментного спектра ЛДГ установлено, что у мутантных норок белых-хедлюнд (*h/h*), как и у стандартных темно-коричневых (+/+), преобладает гликолитический тип обмена, что свидетельствует о консерватизме этой эволюционно древней ферментной системы. У них сохранена тканевая и видовая специфичность изоферментных спектров ЛДГ. В период физиологического напряжения организма, например, лактации, когда возрастает функциональная нагрузка на организм, у этих норок проявляются генотипические различия по ряду морфо-биохимических показателей.

Литература

Афанасьев В.А. Изменения пушных зверей под влиянием одомашнивания: Тез. докл. // Совещание, посвященное 100-летию выхода в свет книги Ч. Дарвина «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания» (1868). 18–20 декабря 1968 г. М.: Изд-во МГУ, 1968. С. 23–28.

Афанасьев В.А. Изменение пушных зверей при разведении в клетках // Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 33–37.

Беляев Д.К. Генетические аспекты доместикации животных // Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 39–45.

Берестов В.А. Биохимия и морфология крови пушных зверей. Петрозаводск: Карелия, 1971. 291 с.

Берестов В.А. Лабораторные методы оценки состояния пушных зверей. Л.: Наука, 1981. 151 с.

Берестов В.А., Кожевникова Л.К. Ферменты крови пушных зверей. Л.: Наука, 1981. 184 с.

Берестов В.А., Тютюнник Н.Н. Уровень липидов, холестерина и липопротеинов в сыворотке крови пушных зверей // Уч. зап. Петрозаводского ун-та. Петрозаводск, 1971. Т. 17. Вып. 4. С. 21–29.

Калабухов Н.И. Сохранение энергетического баланса как основа процесса адаптации // Журн. общ. биологии. 1946. Т. 7. № 6. С. 417–434.

Макридина К.В. Теплопродукция стандартных и цветных норок // Уч. зап. Петрозаводского ун-та. Петрозаводск, 1967. Т. 15. Вып. 4. С. 39–46.

Мелдо Х.И., Унжаков А.Р., Осташкова В.В. Особенности электрофоретического разделения изоферментов лактатдегидрогеназы у пушных зверей // Методические подходы к изучению физиологии пушных зверей. Петрозаводск, 1987. С. 28–36.

Петрова Г.Г. Возрастная и сезонная динамика гематологических показателей норок *Mustela vison* Br. с различной окраской меха: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Петрозаводск, 1971. 18 с.

Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М., 1980. 280 с.

Fridovich I. Superoxide dismutases // Ann. Rev. Biochem. 1975. V. 44. № 1. P. 147–159.

Wieme R. Studies on Agar-gel Electrophoresis. Brussel, 1959. 519 p.

SPECIFICITY OF LACTATE DEHYDROGENASE ISOENZYME SPECTRA OF WHITE MINK

A.R. Unzhakov, L.K. Kozhevnikova, V.A. Ilukha, H.I. Meldo, N.N. Tyutyunnik

Institute of Biology, Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk, Russia,
e-mail: tyutyunnik@krc.karelia.ru; uar@bio.krc.karelia.ru

Summary

The isoenzyme spectra of lactate dehydrogenase (LDH, EC 1.1.1.27) in the blood serum, liver, skeletal muscles and heart of Hedlund type white mink (*h/h*) were investigated. White and standard American minks display a glycolytic type of metabolism. It indicated on conservatism of this evolutionary ancient enzymatic system. The minks retain the species and tissue specificity of isoenzymatic LDH spectra.

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА НА СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ И ИЗОФЕРМЕНТНОГО СПЕКТРА ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ АМЕРИКАНСКИХ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)

Т.Н. Ильина[1], В.А. Илюха[1, 2], С.Н. Калинина[1], Н.А. Горлякова[2], Л.А. Беличева[2]

[1] Институт биологии Карельского научного центра РАН, Россия; [2] Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия, e-mail: ilyinant@karelia.ru; ilyukha@bio.krc.karelia.ru

При сравнении влияния двух факторов (сезон года и гены, затрагивающие окраску меха) на состояние антиоксидантной системы и изоферментный спектр лактатдегидрогеназы в органах и тканях американских норок промышленного разведения установлено, что влияние первого проявляется более сильно. В ряде случаев активность антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутазы и каталазы) так же, как и уровень витаминов Е, зависит от генотипа норок. Влияние генотипа на эволюционно более древнюю ферментную систему (лактатдегидрогеназа) наименее значительно. Генетические различия максимально проявляются в весенний период, когда нагрузка на организм норок возрастает.

Введение

Разводимые на специализированных зверофермах пушные животные являются интересным модельным объектом доместикации. В результате более чем за 75 генераций разведения в условиях неволи от исходного предка – дикой американской норки – были получены окрасочные формы животных, обладающие не только специфичной цветовой гаммой меха, но и рядом физиологических и морфо-биохимических особенностей (Берестов, 1971; Ильина, 1975). Хотя пока (еще пока!) на сегодняшнем этапе доместикации американские норки все еще сохранили стереотип своих диких предков – строгую сезонность размножения, линьки, обмена веществ, по образному выражению исландского исследователя Эйнара Эйнарссона, первая норка, посаженная для разведения в клетку, так же отличается от современной, как древний викинг от современного скандинава (Einarsson, 1998). Так, у дирецессивных сапфировых норок (*a/a p/p*) доля зверей с доместикационным поведением выше, чем у стандартных (+/+ +/+). У них также, по сравнению со стандартными, обнаружены значительные изменения в метаболизме серотонина – филогенетически древнего трансмиттера, регулирующего эмоционально-оборонительные реакции животного и программирующегося генами, отвечающими за поведение. У монорецессивных серебристо-голубых норок ген (*p/p*), обусловливающий в гомозиготном состоянии серебристо-голубую окраску меха, затрагивает обмен другого нейротрансмиттера – дофамина, играющего важную роль в работе особого отдела мозга, отвечающего за получение удовольствия от жизни. При нарушении процесса вырабатывания нервными клетками этого физиологически активного вещества организм испытывает чувство дискомфорта. Такие нарушения зачастую обусловлены генотипом животного. Поэтому можно допустить, что многие физиологические характеристики мутантных цветных норок вполне могут быть связаны с особенностями обмена этих биогенных аминов (Трапезов и др., 2004).

Определенные особенности состава крови норок различных цветовых типов также отражают интерьерные характеристики, которые

присутствуют у них в связи с плейотропным действием мутаций, затрагивающих окраску меха. Так, показано, что у норок существует тесная зависимость гематологических показателей белкового, жирового и углеводного обменов от принадлежности зверей к определенному генотипу, связанному с окраской меха (Берестов, Тютюнник, 1969). Например, серебристо-голубые (*p/p*) и сапфировые норки (*a/a p/p*) имеют более низкое содержание общего белка в сыворотке крови и характеризуются более высоким уровнем гликемии по сравнению со стандартными (+/+) норками (Ильина, 1975).

Разнообразие приспособлений организма к условиям обитания в конечном счете сводится к главной его составляющей – энергетическому обмену. С ограничением двигательной активности и вынужденной гиподинамией у клеточных норок снизились энергетические траты на активную локомоцию, значительно изменилась нагрузка на сердечно-сосудистую систему. Можно предположить, что мутации, затрагивающие окраску меха, обладают системным действием и влияют на изменение сразу нескольких признаков и свойств организма. Считается (Шварц, 1980), что разнообразие в окрасках волосяного покрова у животных связано с определенными особенностями в поддержании теплового баланса, в том числе теплопродукции, в механизмах которой большое место занимают альтернативные пути наработки богатых энергией соединений.

На клеточном уровне изменения в уровне потребления кислорода отражаются в перестройке изоферментного спектра лактатдегидрогеназы (ЛДГ). В органах большинства млекопитающих присутствуют пять изоферментов, каждый из которых является тетрамером, образованным в результате комбинации двух разных типов полипептидных цепей – субъединиц А и В, кодируемых двумя структурными генами (Корочкин и др., 1977). Обладая общей субстратной специфичностью, изоферменты ЛДГ различаются способностью катализировать пируваткиназную (восстановление пирувата в лактат с помощью «анаэробных» изоферментов, содержащих субъединицы А) или лактатдегидрогеназную (окисление лактата в пируват с помощью «аэробных» изоферментов, содержащих субъединицу В) реакцию. С уровнем потребления кислорода млекопитающими связано и состояние антиоксидантной системы (АОС), основной функцией которой является поддержание на физиологическом уровне концентрации активных форм кислорода, необходимых для перекисного окисления липидов (ПОЛ) и ряда других биохимических процессов в клетке (Владимиров, Арчаков, 1972; Барабой и др., 1992; Зенков и др., 2001). Супероксиддисмутаза (СОД) и каталаза являются ключевыми ферментами защиты клетки от активных форм кислорода (Aebi, Wyss, 1978; Fridovich, 1989; Дубинина, 1992; Зенков и др., 2001). Неферментативное звено АОС представлено низкомолекулярными антиоксидантами, среди которых наиболее значительная роль принадлежит витамину Е (токоферолу). Являясь основным естественным антиоксидантом и предотвращая окисление ненасыщенных жирных кислот – важнейшего компонента клеточных мембран и органелл, токоферол поддерживает структурную целостность клеток, а следовательно, и всего организма (Надиров, 1991; Зенков и др., 2001).

В природе варьирование признака в популяции, в данном случае окраски волосяного покрова животных, служит основой для микроэволюции и, возможно, для макроэволюции вида (Шмальгаузен, 1968; Шварц, 1980; Шилов, 1985). Представляло интерес изучить, насколько начальные процессы доместикации американской норки в условиях ее промышленного разведения изменяют норму реакции отдельных функциональных систем у этого вида, и сколь существенны в связи с этим различия между генотипами, различающимися по окраске волосяного покрова. Целью работы было сравнение состояния системы, регулирующей направленность энергетического обмена, и антиоксидантной системы норок разных генотипов по окраске меха в зависимости от сезона года. Учитывая, что на базальном уровне некоторые эффекты могут не прослеживаться, изоферментные спектры ЛДГ, активность СОД, каталазы и концентрацию витамина Е в органах и тканях норок различных генотипов окраски изучали как в период относительного физиологического покоя, так и в период размножения.

Материал и методы

Для сравнительного анализа использовали норок следующих генотипов: стандартных (+/+), серебристо-голубых (*p/p*), сапфировых (*a/a p/p*), деми-бафф (*a*/+ *p*/+) и белых-хедлюнд (*h/h*). Кровь для определения концентрации витамина Е в сыворотке получали из хвостовой вены. В период осеннего забоя зверей на шкурку (ноябрь) отбирали образцы печени, почек, сердца, легких, селезенки, скелетных мышц, замораживали и хранили при температуре –25 °С до проведения анализов. Для исследования активности ферментов и содержания белка гомогенаты тканей готовили на 0,05 М фосфатном буфере (pH 7,0). После центрифугирования при 6000 g в течение 15 мин в супернатантах проводили определение активности СОД по модифицированной адренохромной методике (Misra, Fridovich, 1972), каталазы – спектрофотометрически по количеству разложенной перекиси водорода (Bears, Sizes, 1952). Содержание белка измеряли по Лоури (Lowry *et al*., 1951), используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин. Активность ферментов рассчитывали на 1 г сырой ткани и 1 мг белка. Разделение изоферментов ЛДГ производили методом горизонтального энзимэлектрофореза на пластинках агарового геля с последующим окрашиванием и сканированием фореграмм (Кожевникова и др., 2000). Содержание каждого изофермента выражали в процентах от общей ферментативной активности. Концентрацию витамина Е (α-токоферол) определяли методом ВЭЖХ (Скурихин, Двинская, 1989). Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики, сравнение проводили с применением непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (Ивантер, Коросов, 2003). Для оценки влияния различных факторов на изучаемые показатели использовали многофакторный дисперсионный анализ.

Результаты исследований и обсуждение

Оценка с помощью дисперсионного анализа влияния двух факторов (генотип окраски волоса и сезон года) на изоферментные спектры ЛДГ, активность АОФ и содержание белка в различных тканях норок позволила установить ряд интересных закономерностей. Генетические различия по окраске меха между животными оказывали значительно меньшее влияние на изучаемые показатели, нежели сезон (рис. 1). При этом для ЛДГ влияние генов, затрагивающих окраску, отмечалось только для печени, почек и скелетной мускулатуры. Не останавливаясь детально на направленности и причинах сдвигов в изоферментном спектре, отметим только, что независимо от генотипа сезонные изменения затрагивали в основном «анаэробные» фракции ЛДГ-4 и ЛДГ-5 (рис. 1а, рис. 2). Из двух изученных мутантных форм максимальные отклонения в изоферментном спектре ЛДГ в осенний период отмечались у дирецессивных сапфировых норок (*a/a p/p*). На АОС влияние генов окраски было выражено значительно сильнее (рис. 2б), чем на ЛДГ, однако и в этом случае их эффект был меньше, чем сезонные воздействия. Плейотропные влияния генов окраски меха определяли дисперсию лишь в пяти из 36 возможных случаев: для активности и удельной активности СОД в почках, для активности каталазы в скелетной мышце, а также ее удельной активности в сердце и селезенке. Сезонное воздействие на изученные показатели в сердце и легком было минимальным, а для остальных органов наблюдалось влияние этого фактора практически на все параметры. Сезонные изменения во всех органах отмечены для активности СОД, а также для всех показателей АОС в почках.

Как уже отмечалось, большинство изменений в активности АОФ было связано с сезоном года, а не с плейотропным влиянием генов, затрагивающих окраску меха. Но при этом следует отметить такую важную особенность – сезон года явился тем провокационным фоном, на котором значительно большее число сезонных различий наблюдалось именно у мутантных серебристо-голубых (*p/p*), а не у стандартных (+/+) норок (рис. 3). Так, достоверные различия в активности СОД у последних отмечались только в печени и селезенке, а у серебристо-голубых – в почках, сердце, селезенке и скелетных мышцах. У обоих генотипов весной отмечалась более высокая удельная активность СОД в почках, ее достоверное снижение – у стандартных (+/+) в печени и селезенке, у серебристо-голубых (*p/p*) – в сердце и селезенке. Изменения активности

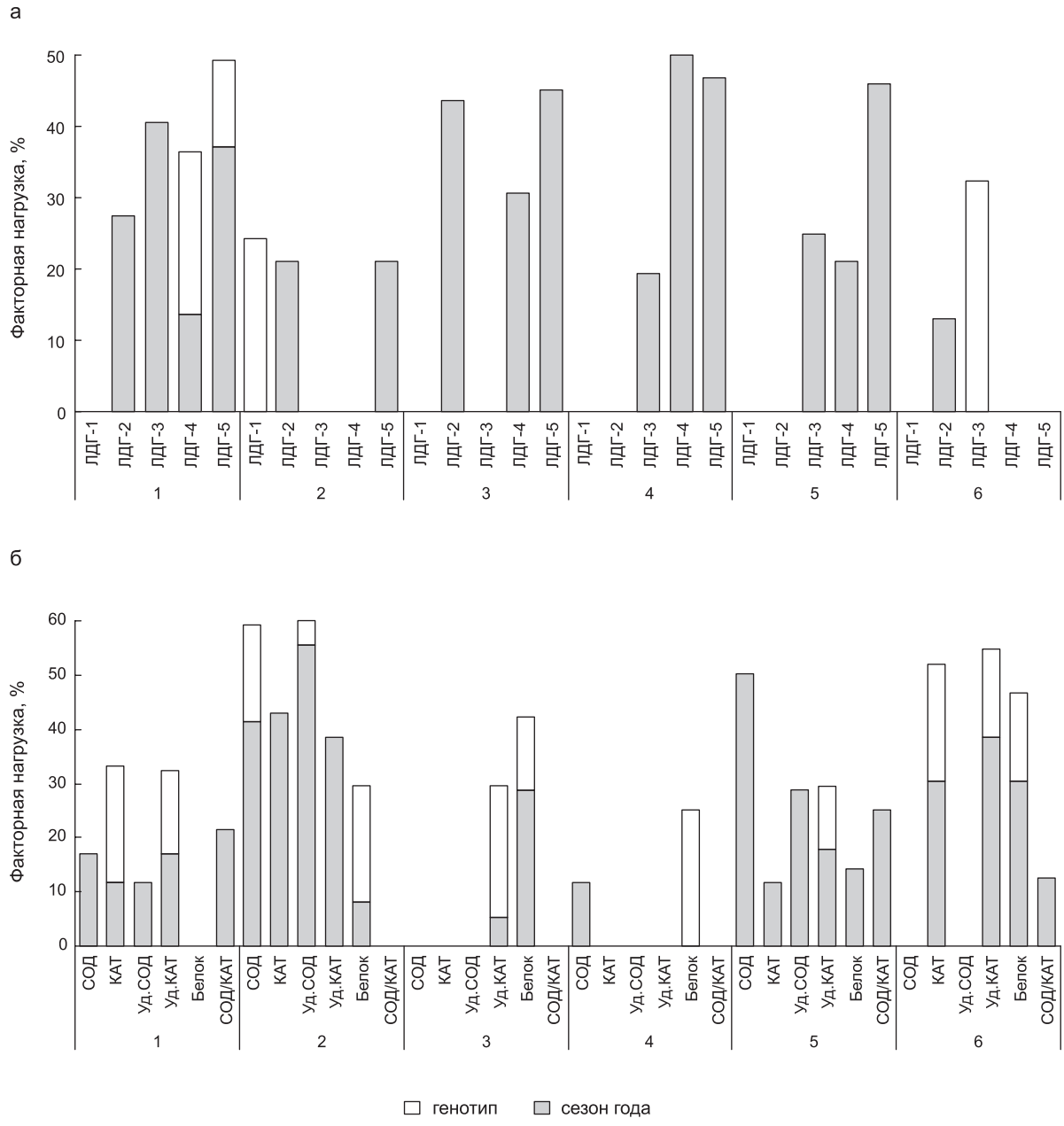


Рис. 1. Дисперсионный анализ влияния факторов сезона года и генотипа норок на изоферментный спектр ЛДГ (а) и активность антиоксидантных ферментов (б).

1 – печень, 2 – почки, 3 – сердце, 4 – легкие, 5 – селезенка, 6 – скелетная мышца.

каталазы были сходны у обоих генотипов. Так, активность и удельная активность каталазы были достоверно повышены весной в печени и почках обоих генотипов. Оба эти показателя у стандартных норок (+/+) были выше весной в сердце, скелетной мышце и селезенке, а у серебристо-голубых (*p/p*) только в скелетной мышце. Кроме того, последние имели более высокую удельную активность каталазы в сердце и легких.

Необходимо особо отметить отсутствие существенных сезонных колебаний данного фермента в селезенке серебристо-голубых норок (*p/p*). Сходные (в сторону достоверного снижения) изменения индекса СОД/каталаза отмечены в печени, скелетной мышце и селезенке у обоих генотипов, а также в почках у стандартных (+/+) и в сердце у серебристо-голубых (*p/p*) норок. При этом достоверное

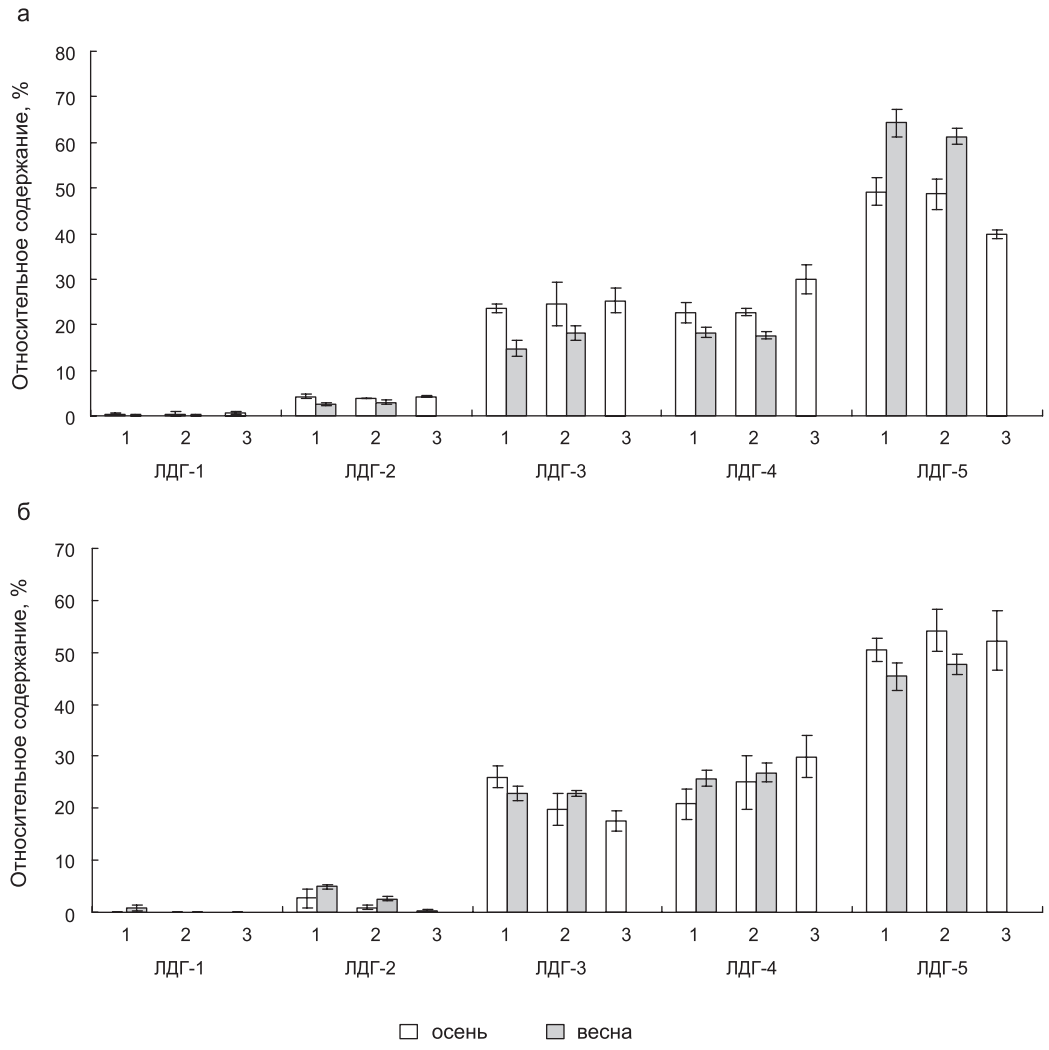


Рис. 2. Изменение изоферментных спектров ЛДГ в печени и скелетных мышцах норок разных генотипов в зависимости от сезона года.

1 – стандартные норки (+/+), 2 – серебристо-голубые норки (*p/p*), 3 – сапфировые норки (*a/a p/p*).

снижение содержания белка весной по сравнению с осенним периодом отмечено у обоих генотипов в почках, сердце и легких, а также в селезенке у стандартных и скелетной мышце у серебристо-голубых норок. В целом же наблюдаемые сезонные изменения характеризовались сходной направленностью у обоих генотипов и были связаны с теми функциональными сдвигами, которые наблюдаются в конкретный сезон: осенью – с формированием зимнего волосяного покрова и запасанием подкожного жира, весной – с функцией воспроизводства. Как известно, интенсивность метаболизма у норок так же, как и у других сезонно размножающихся млекопитающих, значительно возрастает в период размножения и выкармливания потомства (Сегаль, 1975).

Анализ различий между стандартными (+/+) и серебристо-голубыми (*p/p*) норками в осенний период выявил лишь незначительные различия. Так, последние имели достоверно более низкий уровень СОД и более высокий уровень каталазы в почках, а также более высокую концентрацию белка в сердечной мышце. Остальные показатели во всех органах у двух генотипов не отличались, хотя вариабельность большинства показателей («норма реакции») была выше у стандартных норок.

Есть мнение, что в отличие от других мутантных окрасочных форм американских норок,

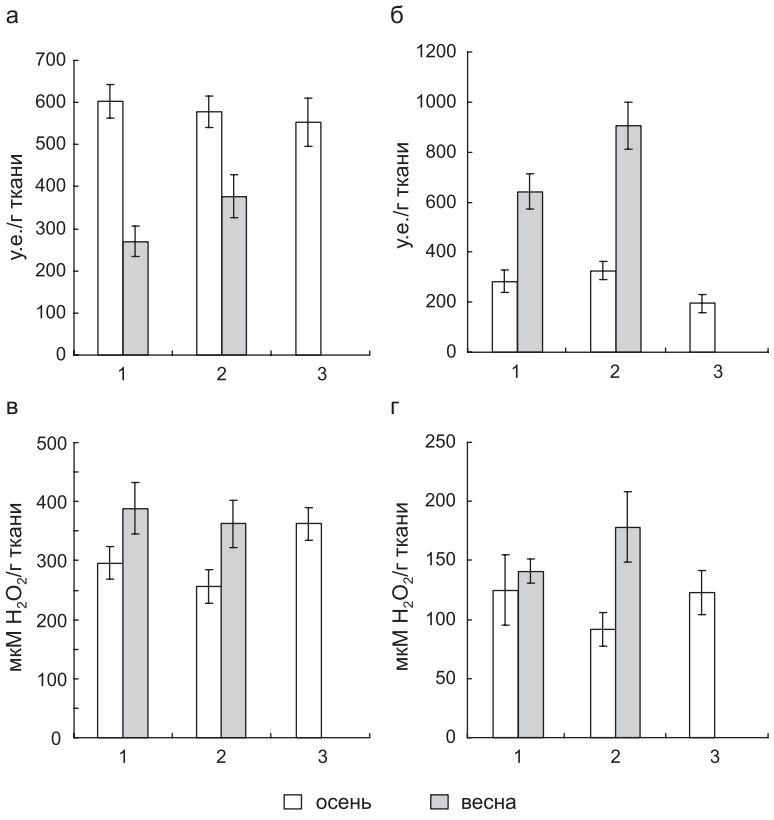


Рис. 3. Изменение активности СОД (а, б) и каталазы (в, г) в печени (а, в) и почках (б, г) у норок разных генотипов в зависимости от сезона года.

Условные обозначения такие же, как на рис. 2.

зафиксированных в ходе их исторической доместикации на промышленных зверофермах, серебристо-голубые (*p/p*) встречаются и в дикой природе (Dunstone, 1993), причем высокое количество животных такой окраски (от 3 % в Девоне до 9 % в юго-западной Шотландии) и отсутствие в окрестностях ферм с такими норками позволяют предположить, что данные животные обладают не меньшими приспособительными способностями, чем норки с обычной окраской меха (Birks, 1986).

В весенний период наблюдалось значительное увеличение вариабельности показателей независимо от направленности изменений абсолютной величины (снижение или увеличение) показателя окраски или органа. У серебристо-голубых норок (*p/p*) по сравнению со стандартными (+/+) отмечалось повышение активности СОД в почках, а также активности и удельной активности каталазы в селезенке. Это повлекло за собой изменение соотношения СОД/каталаза в селезенке. Такая видоизмененная картина активности ферментов в селезенке серебристо-голубых норок (*p/p*) хорошо согласуется с данными по уровню лейкоцитов в крови и лейкоформуле, а также фракционному составу сывороточного белка, гуморальным факторам неспецифического иммунитета (Берестов, Узенбаева, 1983). Для них по сравнению с другими генотипами характерен высокий уровень эозинофилии.

Особенностями изучаемых нами животных являются сезонность их жизненного цикла, четкая приуроченность периода размножения к определенному времени года и связанная с этим динамика изменений в ряде физиологических систем. При изучении основного обмена приходится сталкиваться со значительными индивидуальными колебаниями в его уровне. При одинаковых средовых условиях, стандартизированных при промышленном разведении (кормлении, витаминном обеспечении, ветеринарном уходе и общем содержании), у разных по размерам тела зверей упитанность может быть разной: при повышенном обмене потребность в корме оказывается больше, чем при пониженном. К тому же хорошо известно, что основной обмен у зверей в течение года не постоянен. При одинаковой температуре воздуха летом он бывает повышен, зимой – снижается

до минимума. Сезонные изменения основного обмена регулируются продолжительностью светового дня. Сообразно этой цикличности меняется и уровень метаболизма норок. Так, осенью у них наблюдается максимальное накопление жировых запасов, а к концу зимы–началу весны – усиление гормонального фона и метаболизма, связанные с периодом размножения (Сироткина, 1989). В то же время норки обладают сезонной цикличностью не только воспроизводительной функции, но и ряда других физиолого-биохимических показателей.

Общий сдвиг метаболизма у норок разных генотипов в зависимости от сезона сопровождается изменениями не только активности АОФ, но и содержания в тканях такого низкомолекулярного антиоксиданта, как витамин Е. Уровень витамина Е в сыворотке крови значительно увеличивался весной в сезон размножения по сравнению с осенним периодом относительного покоя (рис. 4). Это вызвано активацией обменных процессов в период репродукции, когда наблюдается наибольшая активность метаболических процессов, которая приводит к мобилизации эндогенного токоферола в кровь при интенсивном его использовании. Аналогичные результаты по значительному увеличению концентрации токоферола в весенний период

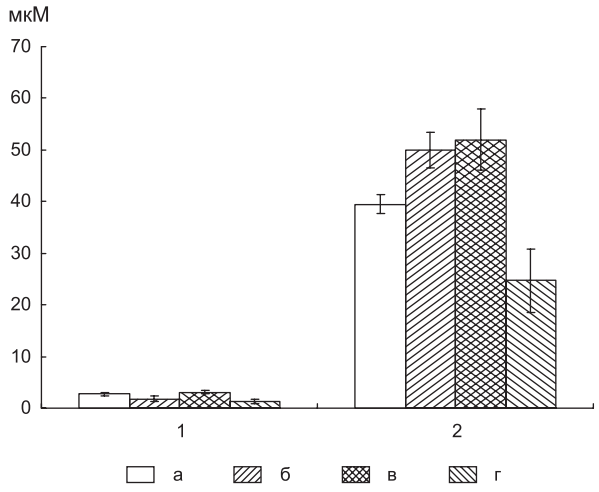


Рис. 4. Изменение концентрации витамина Е в сыворотке крови норок разных генотипов в зависимости от сезона года.

1 – осень, 2 – весна, а – стандартные норки (+/+), б – серебристо-голубые норки (*p/p*), в – норки белые-хедлюнд (*h/h*), г – норки деми-бафф (*a*/+ *p*/+).

были обнаружены у лабораторных крыс и гребенщиковых песчанок (Теплый, 1979), причем у последних, как и у норок, сезонные сдвиги были значительно более выражены, чем у лабораторных животных.

В весенний период происходит активная утилизация жиров и белка в интенсивно идущих процессах синтеза и распада. При физиологической активации обменных процессов происходит усиление процессов ПОЛ, которому способствует в первую очередь снижение мощности АОС. В частности, увеличение концентрации токоферола происходило на фоне снижения активности АОФ в большинстве органов. С увеличением содержания витамина проявляется способность токоферола реагировать на энергетическую перегрузку организма, вызванную в данном случае генетически детерминированными потребностями организма в витамине Е в репродуктивный период.

В то же время содержание токоферола в сыворотке крови у норок исследуемых генотипов было различным. Самая высокая концентрация витамина Е как в осенний, так и в весенний период была у норок белых-хедлюнд (*h/h*), что соответствует имеющимся сведениям о высоком уровне окислительного метаболизма у норок данного генотипа (Макридина, 1967). Концентрация токоферола весной у серебристо-голубых (*p/p*) норок по уровню приближалась к таковой у норок хедлюнд (*h/h*). Самое низкое содержание витамина Е в сыворотке крови было у норок деми-бафф (*a*/+ *p*/+). Таким образом, у норок всех генотипов выявлены значительные сезонные колебания уровня витамина Е в сыворотке крови, однако их выраженность имела различный характер. Очевидно, что характер сезонных изменений концентрации токоферола в сыворотке крови связан с неодинаковой интенсивностью метаболизма у норок разных генотипов.

В осенний период в органах норок выявлены различия в распределении витамина Е (рис. 5), обусловленные разными потребностями отдельных тканей и систем организма и регулирующиеся факторами, контролирующими общий тканевой уровень токоферола и эффективность его действия, к которым относятся перекисное окисление липидов и различные факторы мобилизации. Однако, несмотря на общие для

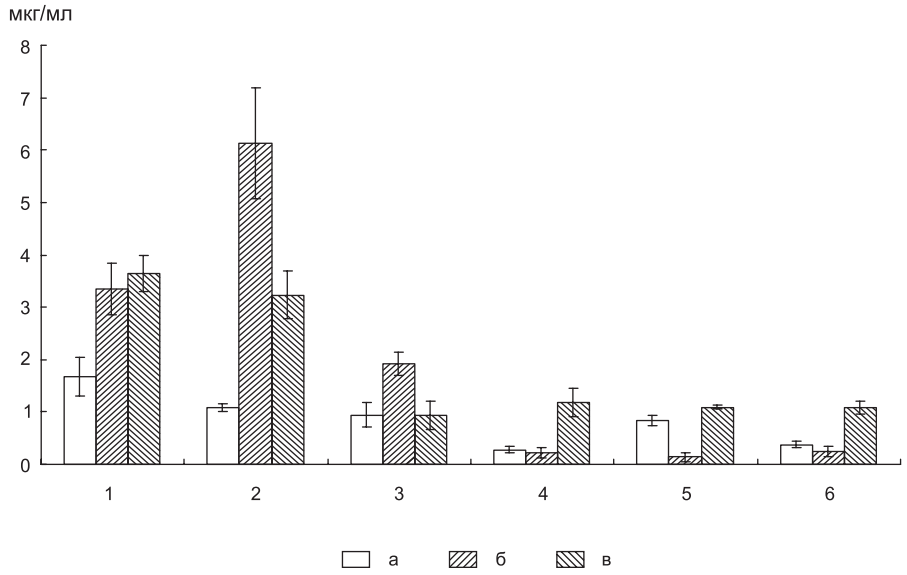


Рис. 5. Распределение витамина Е в органах норок разных генотипов в осенний период.
а – стандартные норки (+/+), б – серебристо-голубые норки (*p/p*), в – норки деми-бафф (*a*/+ *p*/+). Остальные обозначения такие же, как на рис. 1.

всех американских норок промышленного разведения закономерности в распределении токоферола в организме, степень изменений его содержания в органах связана не только с метаболизмом самих тканей, но и с генотипом животных. В печени и почках – органах, способных к резервированию значительного количества токоферола, наиболее высокое его содержание было у норок серебристо-голубых (*p/p*) и деми-бафф (*a*/+ *p*/+). Более высокая концентрация токоферола в сердечной мышце была у серебристо-голубых норок (*p/p*), в то время как у стандартных (+/+) и деми-бафф (*a*/+ *p*/+) она находилась на одном уровне. Известно, что концентрация токоферола зависит от потребности отдельной ткани в антиокислительной защите (Надиров, 1991). Анализ различий между стандартными и серебристо-голубыми норками в легких и скелетной мышце выявил между ними лишь незначительные колебания, в то время как концентрация токоферола у норок деми-бафф была значительно выше не только в этих органах, но и в селезенке. Очевидно, можно говорить о более высоком уровне окислительного метаболизма у серебристо-голубых норок (*p/p*) по сравнению со стандартными (+/+). Разная способность к резервированию витамина Е в органах обусловлена степенью интенсивности метаболизма у норок различных генотипов.

Таким образом, сравнение влияния двух факторов – генотипа и сезона года – позволило выявить ведущую роль последнего, хотя в ряде случаев генотип также оказывает существенное влияние как на изоферментные спектры ЛДГ, так и на активность АОФ в некоторых органах. Генотипические различия отчетливее проявлялись в весенний период, когда функциональная нагрузка на организм в целом и на данные ферментные системы в частности, была повышенной. Снижение активности СОД в большинстве органов (за исключением почек) и повышение активность каталазы, а также увеличение концентрации витамина Е в сыворотке крови свидетельствуют о тех биохимических перестройках, которые наблюдаются в организме норок в период воспроизводства, в частности об усилении активности оксидаз и генерации за их счет дополнительных количеств перекиси водорода. Учитывая, что потребление кислорода и в результате этого генерации дополнительного количества супероксида весной возрастает, справедливо допустить, что большое количество перекиси могло оказывать тормозное влияние на СОД по типу отрицательной обратной связи (Liochev, Fridovich, 1994) и,

соответственно, увеличение в крови неферментативного антиоксиданта – витамина Е.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ НШ–4310.2006.04.

Литература

Барабой В.А., Брехман И.М., Голотин В.Г., Кудряшов Ю.Б. Перекисное окисление и стресс. СПб.: Наука, 1992. 152 с.

Берестов В.А. Биохимия и морфология пушных зверей. Петрозаводск, 1971. 291 с.

Берестов В.А. Узенбаева Л.Б. Фагоцитарная реакция крови у песцов и норок. Петрозаводск, 1983. 112 с.

Берестов В.А., Тютюнник Н.Н. Уровень липидов, холестерина и липопротеидов в сыворотке крови пушных зверей // Уч. зап. Петрозавод. гос. ун-та, 1969 [изд. 1971]. Т. 17. Вып. 4. С. 21–29.

Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 252 с.

Дубинина Е.Е. Биологическая роль супероксидного анион-радикала и супероксиддисмутазы в тканях организма // Усп. соврем. биологии. 1992. Т. 108. Вып. 1(4). С. 3–18.

Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньшикова Е.Б. Окислительный стресс. М.: Наука, 2001. 344 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003. 304 с.

Ильина Е.Д. Звероводство. М.: Колос, 1975. 288 с.

Кожевникова Л.К., Тютюнник Н.Н., Унжаков А.Р., Мелдо Х.И. Изоферменты лактатдегидрогеназы при сезонных адаптациях хищных пушных зверей // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 2000. Т. 36. № 1. С. 24–29.

Корочкин Л.И., Серов О.Л., Пудовкин А.И. Генетика изоферментов. М., 1977.

Макридина К.В. Теплопродукция стандартных и цветных норок // Уч. зап. Петрозавод. ун-та. Петрозаводск, 1967. Т. 15. Вып. 4. С. 39–46.

Надиров Н.К. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве. М.: Наука, 1991. 336 с.

Сегаль А.Н. Очерки экологии и физиологии американской норки. Новосибирск: Наука, 1975. 260 с.

Сироткина Л.Н. Гормональная функция половых желез норок и песцов в постнатальном онтогенезе и на разных стадиях репродуктивного цикла: Автореф. … канд. биол. наук. Л., 1989. 17 с.

Скурихин В.Н., Двинская Л.М. Определение α-токоферола и ретинола в плазме крови сельскохозяйственных животных методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии // С.-х. биология. 1989. № 4. С. 127–129.

Теплый Д.Л. Влияние витамина Е на проницаемость гемато-энцефалического барьера // Физиол. журнал СССР. 1979. Т. 65. № 10. С. 1506–1512.

Трапезов О.В., Войтенко Н.Н., Куликов А.В. и др. Можно ли считать пушных зверей клеточного содержания все еще дикими? (американская норка как модель одомашнивания) // Проблемы экологической физиологии пушных зверей. Петрозаводск, 2004. С. 114–152.

Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 280 с.

Шилов И.А. Физиологическая экология животных. М.: Высш. шк., 1985. 328 с.

Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М., 1968. 452 с.

Aebi H.E., Wyss S.R. Acatalasemia // The metabolic basis of metabolic disease. McGraw-Hill, N.Y., 1978. P. 1792–1807.

Bears R.F., Sizes I.N. A spectral method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase // J. Biol. Chem. 1952. V. 195. № 1. P. 133–140.

Birks J.D.S. Mink. Oswestry, UK: Anthony Nelson, 1986.

Dunstone N. The Mink. London: T and AD Poyster Natural History, 1993. 232 p.

Einarsson E.J. History, progress and challenges in the breeding and genetics of mink and foxes // Norvegian J. Agric. Sci. 1998. Suppl. № 9. P. 30–38.

Fridovich I. Superoxide dismutases // J. Biol. Chem. 1989. V. 264. № 5. P. 7761–7764.

Liochev S.I., Fridovich I. The role of superoxide in the production of hydroxyl radical in vitro and in vivo // Free Radic. Biol. Med. 1994. V. 16. № 1. P. 29–33.

Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randan R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. V. 193. № 1. P. 265–275.

Misra H.H., Fridovich I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase // J. Biol. Chem. 1972. V. 247. P. 3170–3175.

THE INFLUENCES OF GENOTYPE ON SEASONAL CHANGES OF ANTIOXIDANT SYSTEM AND LACTATE DEHYDROGENASE ISOENZYMES SPECTRUM IN AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)

T.N. Ilyina[1], V.A. Ilyukha[1, 2], S.N. Kalinina[1], N.A. Gorlyakova[2], L.A. Belicheva[2]

[1] Institute of Biology, Karelian Research Centre RAS, Russia; [2] Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, e-mail: ilyinant@karelia.ru, ilyukha@bio.krc.karelia.ru

Summary

Comparison of season and mink color type influences on antioxidant system status and lactate dehydrogenase isoenzymes spectrum in organ demonstrates that season play more important role than color type. In some cases antioxidant enzymes activity (superoxidedismutase and catalase) as well as level of vitamin E depend on color type of mink. The effect of genotype on evolutionary older enzymatic system (lactate dehydrogenase) was less significant. Genetic differences were largest in spring period when functional shift on organism was increased.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ

Л.Б. Узенбаева, А.Г. Голубева, В.А. Илюха, Н.Н. Тютюнник

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия,
e-mail: ilyukha@bio.krc.karelia.ru

У норок, обладающих сапфировой окраской меха (*a/a p/p*), по сравнению с норками серебристо-голубой окраски (*p/p*) и стандартными (+/+) отмечены особенности субклеточной структуры лейкоцитов, заключающиеся в формировании аномально крупных гранул. Показано, что степень выраженности нарушений в отдельных лейкоцитах и у отдельных особей различна. Рассматривается вопрос о взаимосвязи аномальной структуры лейкоцитов с пониженной жизнеспособностью сапфировых норок.

Введение

Первым результатом доместикации животных всегда является взрыв изменчивости по сравнению с их исходными дикими предками. В дикой природе большинство возникших *de novo* мутантов маложизнеспособно и потому не имеют шансов для распространения в популяции. А вот у домашних животных, развивающихся и размножающихся под охраной человека, многие мутанты не только выживают, но даже сознательно распространяются. Все это дает возможность выбора форм для их дальнейшей доместикации и последующего искусственного обора, поскольку человек держит под своим контролем лишь те признаки, которые для него наиболее хозяйственно ценные.

Важным признаком одомашнивания пушных зверей является наследственное изменение дикой окраски их мехового покрова. Попав под защиту человека, пушные звери освободились от влияния многих неблагоприятных средовых факторов, от конкурентов и хищников дикой природы, человек обеспечивает их кормом, защищает от болезней вакцинами. Это повлекло за собой ослабление влияния естественного отбора, который существовал в дикой природе, и возможность более свободного распространения и накопления самых разнообразных наследственных изменений.

В итоге исторического одомашнивания американской норки были получены результаты, которые не могли быть достигнуты в природной обстановке. Для норки в условиях доместикации на промышленных зверофермах чрезвычайно большую роль приобретает окраска меха, и к настоящему времени уже зарегистрировано 35 окрасочных новшеств рецессивной, доминантной и полудоминантной природы. Такого окрасочного разнообразия у американских норок до периода доместикации не было в течение всей их предыдущей эволюционной истории как вида. Возникшие *de novo* мутации окраски волосяного покрова настолько сильно затронули особенности физиологии, жизненно важные функции, биохимические показатели мутантных норок, что проживание их на специализированных зверофермах – единственное условие их дальнейшей доместикационной истории. Например, для успешного разведения глухих норок белых-хедлюнд, карельских пестрых норок, норок шéдоу, несущих летальные и сублетальные гены, затрагивающие окраску волосяного покрова, требуется использование специальных программ разведения. В итоге снижающие жизнеспособность мутации окраски меха в условиях, создаваемых человеком, могут быть вполне жизнеспособными, более того, они намеренно сохраняются и приобретают значение породных признаков.

Некоторые мутации окраски меха плейотропно приводят к появлению нежелательных

признаков, изменению устойчивости к заболеваниям и снижению плодовитости. В частности, норки, несущие эффект сублетальной алеутской окраски (*a/a*), имеют повышенную чувствительность к вирусному плазмоцитозу и низкую воспроизводительную способность, вследствие чего получили в хозяйствах незначительное распространение. Анализ литературы свидетельствует, что для лейкоцитов норок этого окрасочного генотипа характерно нарушение цитоплазматического гранулярного аппарата (Leader *et al*., 1963), в котором сосредоточено большое количество биологически активных соединений, обеспечивающих их функциональную активность. Данный дефект, по-видимому, является одной из причин дисфункции лейкоцитов, ослабления резистентности и иммунореактивности организма.

В связи с тем, что роль различных факторов в механизмах устойчивости по-прежнему не ясна, нами проведено исследование морфологии лейкоцитов крови у норок трех генотипов: норки стандартной темно-коричневой окраски (+/+) и мутантных: рецессивных серебристо-голубых (*p/p*) и дирецессивных сапфировых (*a/a p/p*). Особое внимание было обращено на изучение морфофункциональной организации лейкоцитов норок сапфировой окраски – ценного, но трудного для разведения объекта звероводства. Сапфировая норка является комбинативной формой, в генотипе которой в гомозиготном состоянии присутствуют мутантные гены серебристо-голубой (*p/p*) и алеутской (*a/a*) окрасок. Она, как и алеутская норка, отличается от исходной стандартной темно-коричневой и большинства других мутантных форм не только окраской меха, но и низкой жизнеспособностью. Для нее, как и для алеутской норки, но в меньшей степени, характерна генетически обусловленная чрезвычайная чувствительность к вирусным инфекциям, особенно к вирусному плазмоцитозу, а также снижение репродуктивной функции.

Материалы и методы

Исследование было проведено в ноябре, в период забоя на шкурку, на десяти норках (самки и самцы) каждого генотипа: стандартных (+/+), серебристо-голубых (*p/p*) и сапфировых (*a/a p/p*), разводимых в одном из звероводческих хозяйств республики Карелия. Общепринятым способом подсчитывали количество лейкоцитов, лейкоцитарную формулу и относительное содержание аномальных лейкоцитов в мазках крови, окрашенных по Паппенгейму-Крюкову (Справочник…, 1975). Морфометрию гранул в эозинофилах и нейтрофилах сапфировых норок осуществляли при световой микроскопии с помощью компьютерной системы анализа изображений с цветной цифровой видеокамерой и программным обеспечением «Видеотест». Определяли количество гранул, их длину, ширину, площадь, в том числе и суммарную, а также факторы формы круга и эллипса. Обработку цифрового материала проводили общепринятыми методами вариационной статистики (Ивантер, Коросов, 2004).

Результаты и обсуждение

В результате исследования установлено, что изменения субклеточной структуры лейкоцитов по сравнению со стандартным типом окраски (+/+) наблюдаются только у сапфировых норок (*a/a p/p*). Они заключаются в формировании в различных типах лейкоцитов аномально больших гранул, которые по размеру и количеству, а иногда и форме существенно отличаются от таковых не только стандартных норок, но и других видов млекопитающих (рис. 1).

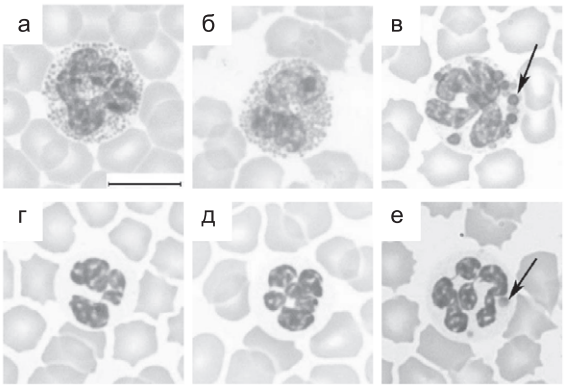


Рис. 1. Эозинофилы (а–в) и нейтрофилы (г–е) крови стандартных (а, г), серебристо-голубых (б, д) и сапфировых (в, е) норок.

Стрелкой указаны аномально большие гранулы в лейкоцитах крови норок сапфировой окраски. Об. 100, ок. 10. Масштаб 10 мкм.

Данные о составе лейкоцитарной формулы и относительном содержании аномальных лейкоцитов в крови сапфировых норок представлены на рис. 2. Ненормально большие гранулы чаще всего встречаются в эозинофилах, нейтрофилах, базофилах и редко моноцитах и лимфоцитах. В отличие от сапфировых норок (*a/a p/p*) в лейкоцитах норок серебристо-голубой окраски (*p/p*) подобных отклонений обнаружено не было (рис. 1б, д). По-видимому, особенности организации лейкоцитов у норок сапфировой окраски (*a/a p/p*) в значительной степени определяются именно гомозиготным состоянием гена алеутской окраски (*a/a*). Подтверждаются данные других авторов о дефектности клеток гранулоцитарного ряда у норок, гомозиготных по рецессивному гену алеутской окраски (Leader *et al*., 1963).

В характере влияния гена алеутской окраски на морфологическую структуру лейкоцитов и меланосом наблюдаются общие черты. В работах Л.П. Зверевой с соавт. (1976) показано, что у сапфировых норок, так же, как и у алеутских, нарушена ультраструктура меланоцитов и функция меланосом, что обусловливает формирование чрезвычайно вариабельных по размеру и форме гранул и соответственно особенности пигментации волоса у норок такой окраски. В то же время у серебристо-голубых норок отмечены только изменения конфигурации меланоцитов (Зверева, Беляев, 1976).

Выявленные особенности внутриклеточной структуры лейкоцитов у сапфировых норок имеют сходство с врожденной патологией – синдромом Чедиак-Хигаши (СЧХ), который обнаружен у человека (Роговин и др., 1977; Масчан и др., 1997) и некоторых видов животных. В их числе крупный рогатый скот (Yamakuchi *et al*., 2000), кошки (Kahraman, Prieur, 1989), крысы (Ozaki *et al*., 1994), мыши (Лизосомы …, 1984) и пушные звери (Meyers *et al*., 1979; Bell *et al*., 1980; Fagerland *et al*., 1987; Sjaastad *et al*., 1990). Электронно-микроскопические и цитохимические исследования подтвердили присутствие при этом заболевании в лейкоцитах «гигантских» включений, содержащих пероксидазу и кислую фосфатазу (Роговин и др., 1977). Некоторыми авторами также установлено, что при СЧХ дефект в лейкоцитах сочетается с ослаблением пигментации кожи, волос и глаз, которое прогрессирует с возрастом.

Согласно литературным данным, у разводимых в неволе пушных зверей, в частности у лисиц и песцов, основные признаки синдрома не отличаются от таковых у человека и других видов животных (Meyers *et al*., 1979; Fagerland *et al*., 1987; Sjaastad *et al*., 1990). На первый план выступают изменения структурной организации лейкоцитов. Также затрагиваются функции тромбоцитов вследствие недостаточности плотных гранул, на чем основано включение этого заболевания в группу с общим названием «синдром дефекта пула хранения».

Исследования, проведенные нами с использованием анализатора микроскопических изображений, показали, что у сапфировых норок укрупненные, разной величины гранулы характерны для всех эозинофилов (рис. 1в). В них за редким исключением нарушается принцип

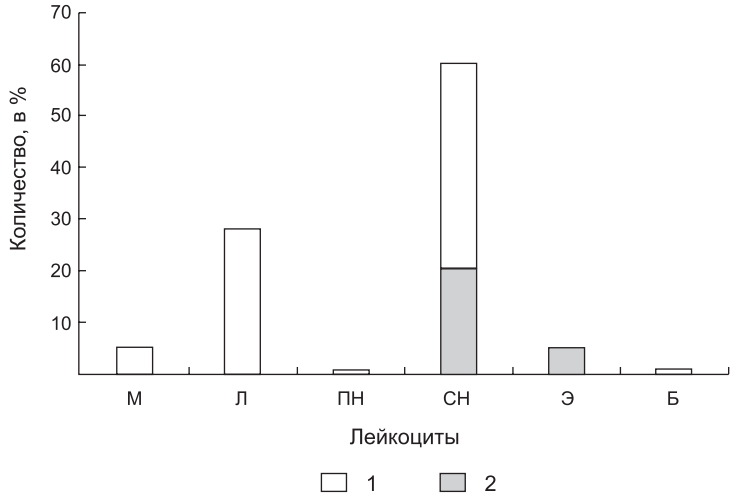


Рис. 2. Лейкоцитарная формула и относительное содержание аномальных лейкоцитов в крови норок сапфировой окраски (*a/a p/p*).

М – моноциты, Л – лимфоциты, ПН – палочкоядерные нейтрофилы, СН – сегментоядерные нейтрофилы, Э – эозинофилы, Б – базофилы, 1 – нормальные клетки, 2 – лейкоциты с дефектом гранул.

равномерного распределения специфических гранул, возможно, обусловленный отклонениями в структуре мембран или микротубулярного аппарата (Лизосомы…, 1984; Клиническая иммунология…, 1990). Степень гранулярного расстройства в эозинофилах у отдельных особей и в различных клетках одного животного не одинакова. Лишь единичные из эозинофилов имеют равномерно расположенные, в том числе и достаточно крупные гранулы. По расположению и другим свойствам, в частности, отсутствию видимых в световом микроскопе морфологических признаков слияния гранул такие клетки ближе всего к нормальным. Это свидетельствует о том, что не все гранулы дефектны, часть из них сохраняет небольшие размеры.

Количество гранул в эозинофилах сапфировой норки, исходя из результатов компьютерной морфометрии, изменяется в широких пределах: от 1 до 43, составляя в среднем 14,6 на один эозинофил (табл. 1). Они чрезвычайно варьируют по величине, а иногда и по форме. В частности, ширина гранулы колеблется от 0,23 до 3,38 мкм, длина – от 0,27 до 6,55 мкм. Различия настолько велики, что максимальная площадь превышает минимальную более чем в 250 раз. Для сравнения укажем, что в эозинофилах человека определяется до 20 гранул с диаметром 0,5–1,0 мкм, лошади 25–50 гранул, диаметр, которых равен преимущественно 1 мкм. В эозинофилах крыс насчитывается до 400 гранул, диаметр каждой около 0,2 мкм (Последние достижения…, 1983).

Видоизмененные, укрупненные гранулы, окрашенные в розово-оранжевый цвет, встречаются также в нейтрофилах сапфировых норок, но не во всех (рис. 1е). Относительное содержание нейтрофильных лейкоцитов в лейкоформуле у норок этого генотипа составляло в среднем 60,1 %. Из них 19,2 % содержали дефектные гранулы, которые хорошо выделяются на фоне почти прозрачной цитоплазмы и отличаются от едва заметной пылевидной зернистости, характерной для нейтрофилов стандартных и серебристо-голубых норок. Количество их в нейтрофильных лейкоцитах по сравнению с эозинофилами невелико и колеблется от 1 до 6 мкм^2, составляя в среднем 2,2 мкм^2, а занимаемая ими суммарная площадь равняется в среднем 2,06 мкм^2.

Менее существенные отклонения зафиксированы в лимфоцитах, в которых очень редко определяются единичные гранулы. В моноцитах не удалось установить специфических для синдрома нарушений, хотя согласно литературным данным все клетки крови аномальны (Fagerland *et al*., 1987). Оценка дефекта базофилов затруднительна ввиду незначительного количества их в крови. Базофилы у сапфировых норок содержат довольно крупные, округлой формы, близкие по размеру гранулы, имеющие различную окраску – от фиолетовой до почти черной.

Таблица 1

Параметры гранул лейкоцитов крови норок сапфировой окраски

Исследуемые параметры	Эозинофильные лейкоциты			Сегментоядерные лейкоциты		
	M ± m	min	max	M ± m	min	max
Всего, шт.	761			379		
Количество в одной клетке, шт.	14,63 ± 1,40	1,00	43,00	2,15 ± 0,09	1,00	6,00
Площадь одной гранулы, мкм2	1,33 ± 0,05	0,04	11,14	0,96 ±0,03	0,16	5,85
Площадь суммарная, мкм2	19,42 ± 1,05	3,89	36,14	2,06 ± 0,08	0,32	5,85
Длина, мкм	1,44 ± 0,03	0,27	6,55	1,14 ± 0,02	0,46	3,25
Ширина, мкм	1,06 ± 0,02	0,23	3,38	0,94 ± 0,02	0,36	2,62
Фактор формы круга, отн. ед.	0,93 ± 0,00	0,31	1,00	0,99 ± 0,00	0,55	1,00
Фактор формы эллипса, отн. ед.	0,98 ± 0,00	0,01	1,00	0,99 ± 0,00	0,10	1,00
Округлость, отн. ед.	0,71 ± 0,01	0,16	1,00	0,84 ± 0,01	0,29	1,00
Удлиненность, отн. ед.	1,36 ± 0,01	0,62	4,13	1,22 ± 0,01	0,99	3,12

Создается впечатление, что аномальные цитоплазматические включения формируются за счет агрегации гранул и последующего слияния, причем в некоторых случаях хорошо видны границы между ними, в других они отсутствуют. В литературе высказывается предположение, что патология внутриклеточных органелл возникает вследствие ненормального гранулогенеза на уровне аппарата Гольджи или эндоплазматической сети (Роговин и др., 1977). По некоторым данным, у лис с признаками патологического синдрома относительный клеточный объем, занимаемый аномальными гранулами, не отличается от такового в норме, несмотря на их объединение в конгломераты (Fagerland *et al*., 1987).

На рис. 3 продемонстрированы изменения величины гранул эозинофильных лейкоцитов у сапфировых норок. Площадь одной гранулы в среднем существенно не изменяется, если внутриклеточное содержание их больше 10 и существенно возрастает, если меньше 10, т. е. при аномальном укрупнении (рис. 3а). Суммарная же площадь, несмотря на объединение гранул, при максимальной степени дефекта уменьшается (рис. 3б). Возможно, что формирование «гигантских гранул» сопровождается сложными метаболическими превращениями. По мнению В.В. Роговина и др. (1977), в основе нарушений может быть гипераутофагия, приводящая к расстройству работы клеточных органелл и их секреторной активности.

Литературные данные свидетельствуют, что аномальная структура гранул приводит к дисфункции лейкоцитов (Учитель, 1978). Это подтверждает факт ослабления у сапфировых норок хемотаксического ответа на стимул, по-видимому, вследствие их ригидности (Clark *et al*., 1972). Как известно, кровь является только транспортной системой для большинства лейкоцитов, которые способны скапливаться в пограничных областях контакта с микрофлорой: в клетках кожи, легких, желудочно-кишечного тракта, матки (Роговин и др., 1977). Жесткая структура, связанная с наличием «гигантских гранул», может усложнить продвижение клеток в ткани, где осуществляется их основная, метаболическая, функция.

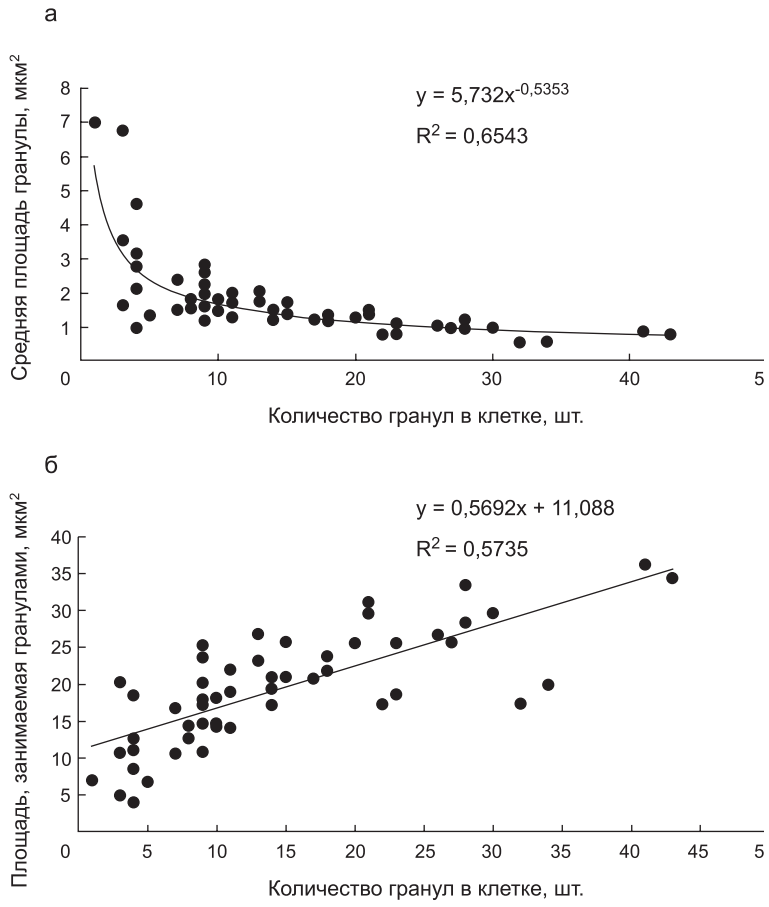


Рис. 3. Зависимость между количеством гранул и средней площадью одной гранулы (а) и занимаемой ими суммарной площадью (б) в эозинофильных лейкоцитах крови норок сапфировой окраски.

На рисунке приведены соответствующие уравнения регрессии.

У человека и животных с СЧХ наблюдается снижение устойчивости к инфекции. Установлено, что хотя процесс поглощения патогенов происходит нормально, дефектные гранулы не сливаются с фагоцитарной вакуолью. Вопрос о повышенной восприимчивости сапфировых и алеутских норок к вирусному плазмоцитозу и ее зависимости от повреждения лейкоцитов остается невыясненным. Отрицательное влияние сублетального гена алеутской окраски на иммунореактивность выявлено и для других цветовых форм. Кроме сапфировой (*a/a p/p*) и алеутской норок (*a/a*), известны и другие комбинативные окрасочные формы норок, содержащие в гомозиготном состоянии ген алеутской окраски, лейкоциты которых содержат аномальные гранулы. К ним относятся норки: лавандовая (*m/m a/a*), голубой ирис (*a/a ps/ps* или *a/a p/ps*), виолетт (*m/m a/a p/p*), зимняя голубая (*b/b a/a p/p*), хоуп (*r/r a/a p/p*), жемчужная, или перл тройной (*k/k a/a p/p*) и др. (Padgett *et al.*, 1964).

Норки этих генотипов отсутствуют в природе, отличаются малыми размерами тела, низкими репродуктивными качествами, высокой эмбриональной смертностью и, как правило, очень трудно разводятся в неволе. Если пониженную антиинфекционную устойчивость можно объяснить дисфункцией лейкоцитов, то остальные аспекты этой проблемы можно рассматривать с точки зрения системного поражения клеточных органелл. Имеющиеся данные показывают, что при этом синдроме не только в клетках крови, но в других паренхиматозных тканях печени, почек, щитовидной железы обнаружены аномальные секреторные гранулы (Роговин и др., 1977). Например расстройство регуляции транспорта лизосом у так называемых транспортных депигментированных мутантных мышей вызывает существенное снижение экскреции лизосомальных ферментов и аккумуляции их в почках (Лизосомы…, 1984; Ozaki *et al*., 1994).

Таким образом, у норок сапфировой окраски (*a/a p/p*) по сравнению со стандартными темно-коричневыми (+/+) и серебристо-голубыми (*p/p*) выявлены особенности субклеточной структуры лейкоцитов, заключающиеся в формировании аномально крупных гранул. Патология гранулярного аппарата наблюдается в эозинофилах, значительной части нейтрофилов и реже в лимфоцитах и моноцитах. Степень выраженности нарушений в отдельных лейкоцитах и у отдельных особей различна. С этим генетическим дефектом может быть связано снижение жизнеспособности и устойчивости сапфировых норок к ряду заболеваний, в частности к вирусному плазмоцитозу. Полученные данные свидетельствуют о том, что некоторые мутации генов, определяющих окраску кожных покровов, могут изменять морфофункциональные особенности лейкоцитов.

Литература

Зверева Л.П., Беляев Д.К. Феногенетический анализ пигментации у мутантов американской норки (*Mustela vison* Schr.). Сообщение I. Эффект мутаций стальной-голубой, серебристо-голубой и их компаунда на распределение пигмента в волосе // Генетика. 1976. Т. XII. № 2. С. 97–103.

Зверева Л.П., Беляев Д.К., Привалова Г.Н. Феногенетический анализ пигментации у мутантов американской норки (*Mustela vison* Schr.). Сообщение II. Эффект мутации алеутская и взаимодействия генов алеутской и серебристо-голубой окраски в генотипе сапфировых норок. Влияние фактора «стюарт» на пигментацию волоса // Генетика. 1976. Т. XII. № 2. С. 104–109.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2004. 303 с.

Клиническая иммунология и аллергология / Под ред. Л. Йегера. М.: Медицина, 1990. Т. 1. С. 381–382.

Лизосомы и лизосомные болезни накопления / Под ред. Дж.В. Каллахана, Дж.А. Лоудена. М.: Медицина, 1984. С. 21–22.

Масчан А.А., Богачева Н.Ю., Куликова О.В. и др. Гемофагоцитарный лимфогитиоцитоз при синдроме Чедиака-Хигаси // Гематология и трасфузиология. 1997. Т. 42. № 2. С. 44–47.

Последние достижения в клинической иммунологии / Под ред. Р.А. Томпсона. М.: Медицина, 1983. С. 159–200.

Роговин В.В., Пирузян Л.А., Муравьев Р.А. Пероксидазосомы. М.: Наука, 1977. С. 108–110.

Справочник по клиническим лабораторным методам / Под ред. Е.А. Кост. М.: Медицина, 1975. С. 38–46.

Учитель И.Я. Макрофаги и иммунитет. М.: Медицина, 1978. С. 36.

Bell T.G., Padgett G.A., Patterson W.R. *et al*. Prolonged bleeding time in Aleutian mink associated with a cyclooxygenase – independent aggregation defect and nucleotide deficit in blood platelets // Am. J. Vet. Res. 1980. V. 41. № 6. P. 910–914.

Clark R.A., Kimball H.R., Padgett G.A. Granulocyte chemotaxis in the Chediak-Higashi syndrome of mink // Blood. 1972. V. 39. № 5. P. 644–649.

Fagerland J.A., Hagemoser W.A., Ireland W.P. Ultrastructure and stereology of leukocytes and platelets of normal foxes and a fox with a Chediak – Higashi – like syndrome // Vet. Pathol. 1987. V. 24. № 2. P. 164–169.

Kahraman M.M., Prieur D.L. Chediak-Higashi syndrome: prenatal diagnosis by fetal blood examination in the feline model of the disease // Am. J. Med. Genet. 1989. V. 32. № 3. P. 325–329.

Leader R.W., Padgett G.A., Gorham J. R. Studies of abnormal leukocyte bodies in the mink // Blood. 1963. V. 2. № 4. P. 477–484.

Meyers K.M., Holmsen H., Seachord C.L. *et al*. Characterization of platelets from normal mink and mink with the Chediak-Higashi syndrome // Am. J. Hematol. 1979. V. 7. № 2. P. 137–146.

Ozaki K., Maeda H., Nishikama T. et al. Chediak-Higashi syndrome in rats: light and electron microscopical characterization of abnormal granules in beige rats // J. Comp. Pathol. 1994. V. 110. № 4. P. 369–379.

Padgett G.A., Leader R.W., Gorham J.R., O′Mary C.C. The familial occurrence of the Chediak-Higashi syndrome in mink and cattle // Genetics. 1964. № 49. P. 505–512.

Sjaastad O.V., Blom A.K., Stormorken H., Nes N. Adenine nucleotides, serotonin, aggregation properties of bllue foxes (*Alopex lagopus*) with the Chediak-Higashi syndrome // Am. J. Med. Genet. 1990. V. 35. № 3. P. 373–378.

Yamakuchi H., Agaba M., Hirano T. *et al.* Chediak-Higashi syndrome mutation and genetic testing in Japanese black cattle (Wagyu) // Animal Genet. 2000. № 31. P. 13–19.

THE SPECIFICITIES OF BLOOD LEUKOCYTE STRUCTURE IN THE MINKS WITH VARIOUS GENOTYPES

L.B. Uzenbaeva, A.G. Golubeva, V.A. Ilukha, N.N. Tutyunnik

Institute of Biology, Karelian Scientific Center of RAS, Petrozavodsk, Russia,
e-mail: ilyukha@bio.krc.karelia.ru

Summary

The specificities of leukocyte subcellular structure in the sapphire minks (*a/a p/p*) are the formation of abnormal giant granules in comparison with silver blue (*p/p*) and standard deep-brown minks (+/+). The considerable variety of abnormality degree in different leukocyte and between individuals was established. The article considers the problem of interaction between abnormal structure and reduced viability in sapphire minks.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И БЕСПЛОДИЕ НОРОК

Т.В. Майорова

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия, e-mail: t_mayorova@rambler.ru

Даются как общие сведения о причинах бесплодия норок, так и влияние генетических факторов, вызывающих бесплодие. Описано влияние породы на процесс размножения в современных условиях развития звероводства.

Введение

Размножение – сложный биологический процесс, обеспечивающий воспроизведение сельскохозяйственных животных. Так, в звероводческих хозяйствах около 20 % самок, используемых в производстве, не дают приплода, из них около 15 % являются бесплодными и 5 % самок рождают мертвых щенков или щенков, погибающих в первые дни жизни (Абрамов и др., 1973а, б).

Бесплодие самок зверей вызывается отсутствием охоты (прохолостение), неоплодотворением покрытых самок, гибелью и рассасыванием эмбрионов, абортами. Неоплодотворенных самок, так же, как и тех, у которых было рассасывание эмбрионов или незарегистрированные аборты, в зоотехническом учете относят к группе пропустовавших (Ильина, Кузнецов, 1983).

Исследования ряда авторов показали, что примерно у 60 % пропустовавших самок эмбрионы гибнут на разных стадиях развития (Абрамов и др., 1970, 1973а, б). При этом около 30 % эмбрионов гибнет в латентную фазу, когда эмбрионы свободно перемещаются, мигрируют из рога в рог матки, а после имплантации гибель эмбрионов составляет около 70 % (Абрамов, 1976; Murphy, Mead, 1983).

Причины бесплодия норок

Бесплодие является многофакторным явлением. М.Д. Абрамов (1976) разделяет причины бесплодия на эндогенные, включая инфантилизм и патологические явления, и зависящие от факторов среды. Т.М. Чекалова приводит другую классификацию причин пропустования самок (рис. 1).

Большинство авторов сходятся во мнении, что основными факторами, влияющими на процент пропустования самок, являются: генетический; алиментарный; тип нервной деятельности; стерилитет; заболевания; система проведения гона; возрастной состав стада; климатические условия; инбридинг (Беляев и др., 1963; Абрамов, Носова, 1968; Кирсанин, 1974; Абрамов, Бернацкий, 1977; Бернацкий, 1977).

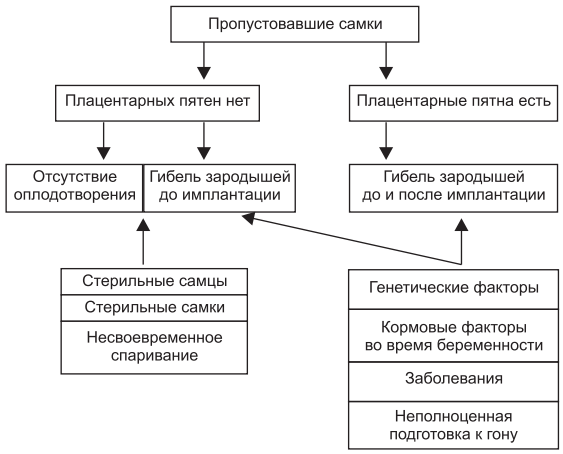


Рис. 1. Причины бесплодия у норок (Чекалова, 2002).

Генетические факторы и бесплодие норок

Влияние мутаций окраски на репродуктивную функцию животных отмечалось многими авторами (Беляев, Евсиков, 1961, 1967; Беляев, Железова, 1976; Абрамов, 1976).

Возьмем два генотипа американской норки:

стандартная норка – *AABBCCddeeffGGHHII JJKKMMnnOOPPQQssTTwwzz*;

сапфировая норка – *aaBBCCddeeffGGHHIIJ JKKMMnnOOppQQssTTwwzz*.

Они отличаются только двумя парами аллельных генов, но при разведении становится ясно, что воспроизводительные функции стандартной норки лучше, чем сапфировой (Эрнст, 1998).

Известно, что мутации, влияющие на окраску меха у пушных зверей, оказывают также влияние и на репродуктивную функцию. В большинстве случаев гомозиготность по мутациям в той или иной мере снижает плодовитость. Существенными причинами снижения плодовитости таких мутантных особей, например, как сапфировые (*a/a p/p*) и белые-хедлюнд (*h/h*) по сравнению со стандартными (+/+) являются: 1) более позднее протекание процессов овуляции яйцеклеток и имплантации зародышей; 2) повышенная эмбриональная смертность (Берестов, Кожевникова, 1981).

На сегодняшний день достоверно установлен класс доминантных мутаций с рецессивным летальным эффектом.

Гетерозиготы по таким мутациям могут быть вполне жизнеспособными, гомозиготы же гибнут на разных стадиях эмбрионального развития. Генетический анализ показал, что к такой категории относится, например, мутация ше́доу (S^H). У этих норок часть гомозиготных особей гибнет на доимплантационной стадии развития, те же, что проходят через барьер имплантации, – на постимплантационных. Таким образом, рождаются только гетерозиготные щенки. Выяснилось, что шедоу (S^H) относится к серии аллелей доминантных мутаций блэк-кросс (S) и рояль-сильвер (S^R) с порядком доминирования $S^H > S > S^R > s$, причем летальный эффект в гомозиготе характерен лишь для шедоу (Беляев, Железова, 1976). Имеются также данные, что при разведении пятнистых пастелевых самок (*b/b* S^k/+) «в себе» отмечали высокий процент пропустования и отхода щенков до регистрации. При разведении таких норок низкий выход щенков на основную самку связан с постнатальной гибелью «гомозиготных» (*b/b* S^k/+) щенков. Кроме того, известно, что лишь немногие самки, гомозиготные по гену *W* (фактор «стюарт»), способны к размножению, а большинство из них не дают приплода из-за ненормального строения половых органов (Евсиков, 1987). Все самцы, гомозиготные по гену *W*, стерильны (Ильина, Кузнецов, 1983). Они иногда проявляют половую активность, функции семенников у них как будто нормальные, но приплода от них получить не удается. Е.Д. Ильина и Г.А. Кузнецов (1983) придерживаются мнения, что стерильность самцов этого генотипа связана с нарушениями в образовании ДНК. У самцов норок окраски гомостюартсапфир (*W/W a/a p/p*), по данным Д.К. Беляева, И.И. Кикнадзе, А.И. Шерудило, ДНК оказалось на 20 % меньше, чем у сапфировых генотипа *a/a p/p*.

По мнению Е.Д. Ильиной и Г.А. Кузнецова (1983), бесплодие у зверей может быть наследственно обусловленным и определяться специальными генами, воздействие которых на другие признаки не обнаружено, или генами, имеющими плейотропное действие, в частности, вызывающими изменение окраски.

Имеются данные о влиянии генотипа на число пропустовавших самок. Так, у норок стандартной окраски (+/+ +/+) частота пропустования составила 19 %, а у норок сапфировой окраски (*a/a p/p*) – 31 % (Беляев, Евсиков, 1967).

В последующие годы были получены данные об эмбриональной смертности у норок разных цветовых форм, так, резкие различия по частоте доимплантационной смертности были отмечены у стандартных и сапфировых норок: около 34 и 60 % соответственно. Кроме этого, у сапфировых норок был высокий уровень неоплодотворенных яйцеклеток. По-видимому, в процессе оогенеза возникают аномалии, приводящие к гибели развивающихся половых клеток, причем у мутантных норок частота их значительно выше. Повышенная частота неоплодотворенных яйцеклеток у сапфировых самок свидетельствует, по-видимому, о более частых случаях нарушения механизма оплодотворения у мутантных особей, обусловливающихся в наибольшей мере свойствами яйцеклеток (Беляев и др., 1981).

Н.Г. Носова (1975) приводит данные о потере яйцеклеток среди норок окраски американское паломино (*k/k*) и стандартных темно-коричневых (+/+). У стандартных самок потери яйцеклеток в различные годы исследований не имели значительных колебаний и были в пределах 30–36 %. У цветных мутантных зверей этот показатель оказался немного выше: 39–43 %.

Доказана также зависимость эндокринных параметров половой системы от генотипа. У самок мышей, например, наблюдаются межлинейные различия по продукции тестостерона семенниками *in vitro* в присутствии хорионического гонадотропина, а также по количеству клеток Лейдига и рецепторов к лютеинизирующему гормону. На этом основании некоторые авторы предполагают, что генотипические различия репродуктивной функции у норок связаны с системой ее эндокринной регуляции (Берестов, Кожевникова, 1981).

Сравнительное исследование эндокринной функции семенников у стандартных (+/+) и сапфировых норок (*a/a p/p*) показало, что в ноябре содержание тестостерона в крови, а также уровень продукции его гонадами у первых выше, чем у последних. По-видимому, у стандартных норок активация эндокринной системы происходит раньше, чем у норок сапфировой окраски. Коэффициент регрессии уровня тестостерона у стандартных самцов достоверно выше, чем у сапфировых. Это свидетельствует о более быстрых темпах повышения уровня гормона у стандартных норок в пубертатный (ноябрь) период (Берестов, Кожевникова, 1981).

Согласно современным представлениям, основными нейроэндокринными факторами, влияющими на процесс полового созревания, являются увеличение секреции гонадотропинов и повышение чувствительности гонад к гонадотропинам. В связи с этим более высокий уровень продукции тестостерона семенниками в ноябре у стандартных самцов по сравнению с сапфировыми может быть обусловлен, с одной стороны, более ранней гонадотропной стимуляцией эндокринной функции гонад или более высокой секрецией гонадотропинов в этот период, с другой стороны – более высокой чувствительностью гонад к гонадотропинам. Более низкая гормональная активность семенников у сапфировых норок по сравнению со стандартными подтверждалась и гистологическими исследованиями. Об отставании процесса сперматогенеза у мутантных самцов свидетельствовало меньшее количество канальцев со сперматоцитами (Берестов, Кожевникова, 1981).

В литературе имеются также данные о влиянии генотипа на эндокринные и морфометрические параметры половой системы у самок пушных зверей. Касаясь генотипических различий по уровню эстрадиола в крови у самок, следует отметить, что в октябре, ноябре и начале марта содержание гормона у стандартных норок выше, чем у сапфировых норок. Коэффициент регрессии уровня эстрадиола по времени развития у стандартных самок достоверно выше, чем у сапфировых. Это свидетельствует о более высоких темпах повышения уровня гормона у норок дикого типа в пубертатный период.

Сравнительный анализ содержания прогестерона в крови у самок показал, что в октябре и феврале у стандартных норок оно выше, чем у сапфировых. Поскольку прогестерон стимулирует половое поведение, то можно предполагать, что более низкий его уровень у сапфировых самок в феврале, т. е. накануне гона, является причиной более растянутого периода гона по сравнению со стандартными норками (Берестов, Кожевникова, 1981).

Воздействие генов окраски на репродуктивную функцию некоторые авторы связывают с нарушением синтеза и секреции меланостимулирующего гормона (меланотропина). Этот гормон оказывает влияние на секрецию прогестерона, лютеинизирующего гормона (ЛГ) и пролактина. Предполагается, что мутации, затрагивающие окраску меха, влияют на секрецию ά-МСГ гипофизом, что в свою очередь может приводить к изменению регуляторных звеньев репродуктивной системы (Берестов, Кожевникова, 1981).

Мутации, затрагивающие окраску, плейтропно влияют и на качество спермы. Самое низкое качество спермы наблюдалось у норок: черной крестовки (*S*/+) и сапфировых (*a/a p/p*). В среднем 17 и 13 % этих норок были классифицированы как бесплодные и исключены из разведения. Среди норок джет (*N*/+), пастель (*b/b*) и стандартные (+/+) бесплодными были 8, 10 и 11 % соответственно (Sundqvist, Gustafsson, 1983).

Инбридинг и бесплодие норок

Определенное влияние на пропустование оказывает инбридинг (Ильина, Кузнецов, 1969). Это доказывают исследования, проведенные Кирсаниным (1974) на двух группах самцов на ферме ОПХ НИИПЗК в 1972–1973 гг. Кирсанин пришел к выводу, что у инбредных самцов по сравнению с аутбредными наблюдалась тенденция к уменьшению упругости и размера семенников. По его мнению, это объясняется меньшим живым весом инбредных животных на начало гона и подтверждает высокую корреляционную связь между весом самцов и весом, величиной семенников.

Инбредные самцы при спаривании менее активны и затрачивают на предкоитусовый период и коитус больше времени, чем аутбредные. У аутбредных самцов коитус длился в среднем 17,4–18,9 мин, а у инбредных – 26,3–26,5 мин. Пониженная потенция инбредных самцов сказалась на показателях воспроизводительной способности: они имели более низкие показатели воспроизводительной способности, чем аутбредные.

При анализе спермы импотентных инбредных самцов в ней находилось от 10 до 50 % живых сперматозоидов с колебательным и манежным движением, остальные представлены патологическими формами (раздвоение хвоста, деформированная головка, жировые включения) и мертвыми. Среди аутбредных самцов стерильных не было.

У инбредных самцов часто встречается недоразвитие одного из семенников. Кроме того, у одного из инбредных самцов наблюдалась полная аспермия из-за щелочной реакции в придатках семенника (Кирсанин, 1974). Однако, по данным М.Д. Абрамова и Л.Г. Уткина (1968), результаты опыта в плане пропустования в связи с инбридингом не столь категоричны.

Влияние мутаций, затрагивающих окраску волосяного покрова, на пропустование самок норок

Для проведения ретроспективного исследования случаев пропустования самок норок в зависимости от генотипа изучалась племенная документация на норковой ферме племенного зверохозяйства «Салтыковский» Московской области за 8 лет (1997–2004 гг.). Объектами исследования были норки: стандартная темно-коричневая (+/+), сапфир (*a/a p/p*) и американское паломино (*k/k*). По полученным данным был построен график (рис. 2), в котором отражено изменение процента пропустования самок норок в зависимости от генотипа.

Как видно из приведенной диаграммы, изменение частоты пропустовавших самок носит циклический характер. Прослеживается ритм, которому подвержены все генотипы. Однако каждый генотип имеет свою продолжительность ритмических колебаний. По итогам щенения 1997 г. самый высокий процент пропустовавших самок был выявлен у норок окраски сапфир (12,5 %), а наименьший – у норок окраски американское паломино (9,1 %).

В последующие годы на первое место по данному показателю вышли стандартные

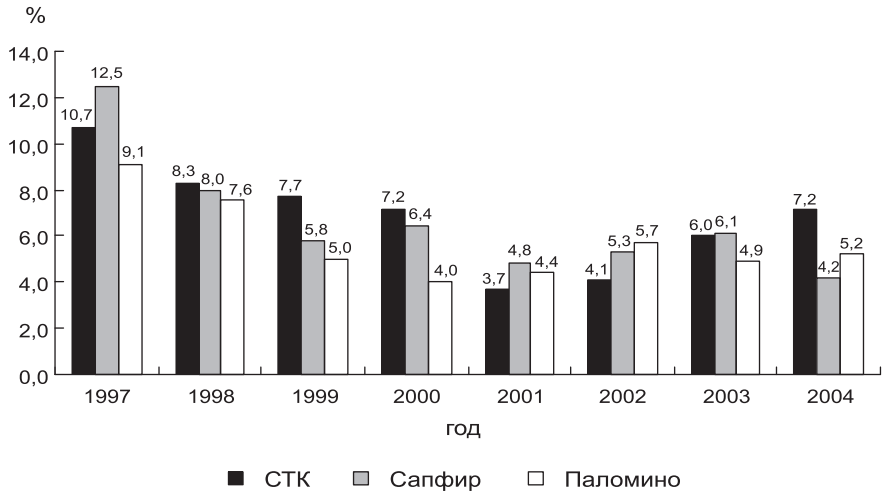


Рис. 2. Динамика пропустования норок в зависимости от генотипа: стандартная темно-коричневая – (+/+), сапфир – (*a/a p/p*), американское паломино – (*k/k*).

темно-коричневые норки СТК (показатель колебался от 8,3 до 7,2 %), вплоть до 2001 г. Стабильно низкое значение процента пропустовавших самок сохранялось у норок окраски паломино (7,6–4,0 %). К 2001 г. наблюдалось общее снижение процента пропустовавших самок с последующим плавным повышением этого показателя в течение трех лет.

Таким образом, доля пропустовавших самок подвержена ритмическим колебаниям, имеется общий ритм для всех пород, но, кроме того, каждая порода имеет свой ритм. Стабильно низкий процент пропустования выявляется у норок американское паломино.

Наследственная обусловленность бесплодия норок

На норковой ферме племенного зверохозяйства «Салтыковский» в период с 2002 по 2005 гг. были проведены исследования для определения наследственной обусловленности бесплодия норок. Были изучены родословные пропустовавших самок, а также самцов, у которых самки оказались пустыми. Исследование проводилось по данным зоотехнического учета «Салтыковский» (журналы подбора пар за 2000–2005 гг. и журналы бонитировки племенного поголовья с 1999 по 2005 г.). Материалом для построения генеалогических схем послужило племенное поголовье норковой фермы (300 самцов и 1505 самок). По результатам щенения были отобраны пропустовавшие самки. По журналам подбора пар определено, какими самцами они были покрыты. Затем в трех поколениях построили и проанализировали генеалогические схемы.

В нашем исследовании более чем в 80 % случаев пропустование самок передавалось по линии самцов (рис. 3).

На рисунке 3 видно, что 3 сына самца № 032097 имели низкие воспроизводительные качества, так как от 20 до 60 % самок после спаривания с ними не дали потомства.

Можно сказать, что самец № 032097 независимо от того, с какими самками он был спарен, дает сыновей, у которых встречаются пропустовавшие самки. Следовательно, пропустование самок может передаваться по мужской линии от отца к сыновьям.

При анализе родословных было выявлено, что при тесном инбридинге (брат–сестра) самца № 032079 и самки № 022202 получен самец № 042121, у которого 100 % самок остались пустыми (рис. 4).

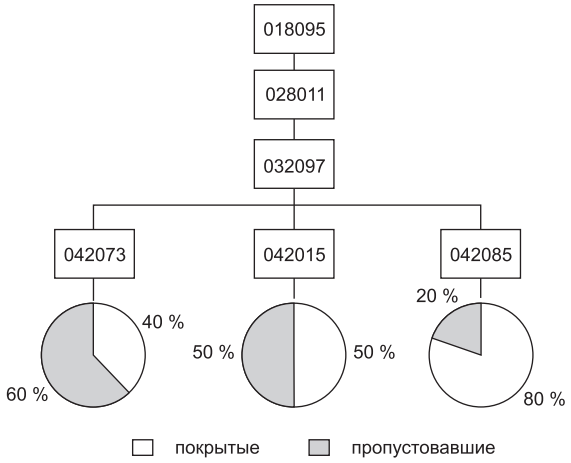


Рис. 3. Генеалогическая схема.

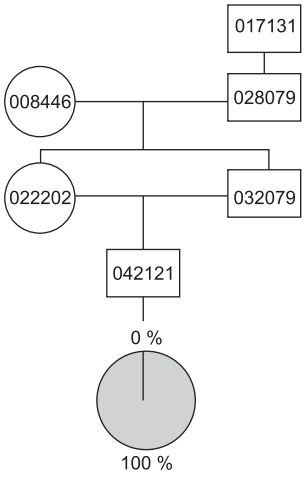


Рис. 4. Генеалогическая схема.

Этот факт дает основание предполагать, что в линии обоих животных имеется генный компонент, который при близкородственном спаривании, находясь в рецессивном состоянии, проявляется и повышает вероятность увеличения количества пропустовавших самок у их сыновей. Следовательно, генетическая предрасположенность, скорее всего, передается по линии самцов. При анализе родословных в 3 % случаев были выявлены эффекты с подобными результатами воспроизводительных способностей.

Таким образом, проведенные нами исследования позволили установить, что чаще всего пропустование передается по линии самцов от отца к сыну, кроме этого, инбридинг норок увеличивает вероятность случаев пропустования и может применяться как индикативная методика для выявления генного компонента, несущего пропустование в линии.

Заключение

Бесплодие является одной из важных проблем в промышленном звероводстве, поскольку в хозяйствах около 20 % самок норок, используемых в производстве, не дают приплода. Исследования воспроизводительных способностей норок уже к настоящему времени позволили прояснить отдельные причины, вызывающие бесплодие, поскольку большинство авторов сходятся во мнении, что бесплодие – явление многофакторное.

Одно из главных мест в списке причин бесплодия занимает генетический фактор. Известно большое количество исследований, в которых описано влияние мутаций окраски на репродуктивную функцию животных (Беляев, Евсиков, 1961, 1967; Абрамов, 1976; Беляев, Железова, 1976; Евсиков, 1987). Исследователи приходят к выводу, что бесплодие может быть наследственно обусловленным и определяться специальными генами, воздействие которых на другие признаки не обнаружено, или генами, имеющими плейотропное действие, в частности, вызывающими изменение окраски.

В исследовании, проведенном на норковой ферме ОАО Племенного зверохозяйства «Салтыковский» Московской области, было выявлено, что изменение процента пропустовавших самок подвержено ритмическим колебаниям.

Многочисленные биоритмы, протекающие в живых организмах и имеющие отчетливое эндогенное происхождение, сформировались в связи с циклическими изменениями, возникающими в окружающей среде (Агаджанян, Шабатура, 1989).

В зависимости от генотипа влияние внешней среды по-разному сказывается на воспроизводительных способностях, формируя определенную годовую цикличность. В связи с этим возможно прогнозировать показатели процента пропустования в зависимости от генотипа и с помощью математического аппарата (например ориентированных графов) создать модель бесплодия. Модель позволяет оценить возможности хозяйства по корректировке других причин пропустования самок норок с целью снижения бесплодия (Майорова, 2006).

В данном исследовании определялся стабильно низкий процент пропустования у норок американское паломино (*k/k*). Известно, что мутации, оказывающие влияние на окраску меха у пушных зверей, оказывают также влияние на репродуктивную функцию. В большинстве случаев гомозиготность по мутациям в той или иной мере снижает плодовитость. Существенными причинами снижения плодовитости таких мутантных норок, как, например, сапфировые (*a/a p/p*) по сравнению со стандартными (+/+) являются: более позднее протекание процессов овуляции яйцеклеток и имплантации зародышей, а также повышенная эмбриональная смертность (Берестов, Кожевникова, 1981).

Во второй части нашего исследования мы установили, что чаще всего пропустование передается по линии самцов от отца к сыну, кроме этого инбридинг норок увеличивает вероятность случаев пропустования и может применяться как индикативная методика для выявления гена, несущего пропустование в линии.

По данным М.Д. Абрамова и Л.Г. Уткина (1968), у норок при инбридинге наблюдается понижение плодовитости и жизнеспособности молодняка. Инбридинг отрицательно влияет на воспроизводительную способность самок, увеличивая процент пропустовавших, неблагополучно родивших и абортировавших самок, а также снижает жизнеспособность молодняка, полученного от кровосмешения (Кирсанин, 1974).

Влияние генетического фактора на бесплодие норок до конца не изучено, многие данные противоречивы и в дальнейшем большее внимание будет уделено ретроспективным исследованиям.

Литература

Абрамов М.Д. Причины бесплодия и меры повышения репродуктивных свойств норок // Интенсификация производства клеточной пушнины. М.: Россельхозиздат, 1976. С. 57–67.

Абрамов М.Д., Бернацкий В.Г. Некоторые причины бесплодия у норок и меры борьбы с ними // Вопросы биологии размножения пушных зверей: Науч. тр. НИИПЗК. М., 1977. Т. 15. С. 5–12.

Абрамов М.Д., Бернацкий В.Г., Носова Н.Г. О причинах пропустования и малоплодия норок // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1970. Т. 9. С. 129–132.

Абрамов М.Д., Бернацкий В.Г., Носова Н.Г. Воспроизводительная способность самцов норок и методы ее оценки // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1973а. Т. 12. С. 139–145.

Абрамов М.Д., Бернацкий В.Г., Носова Н.Г. Эмбриональная смертность у самок норок в зависимости от уровня и качества их кормления // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1973б. Т. 12. С. 146–156.

Абрамов М.Д., Носова Н.Г. Результаты исследования половой сферы и внутренних органов у пропустовавших норок // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1968. Т. 8. С. 93–97.

Абрамов М.Д., Уткин Л.Г. Влияние инбридинга на продуктивность норок // Науч. тр. НИИПЗК. М., 1968. Т. 8. С. 85–92.

Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. М.: Физкультура и спорт, 1989. 208 с.

Беляев Д.К., Евсиков В.И. Влияние мутаций окраски меха у норок на их воспроизводительную функцию и жизнеспособность // Межвузовская конф. по экспериментальной генетике: Тез. докл. Л., 1961. Ч. 1. С. 18.

Беляев Д.К., Евсиков В.И. Генетика плодовитости животных. Сообщение I. Влияние мутаций окраски меха на плодовитость норок // Генетика. 1967. № 2. С. 21–33.

Беляев Д.К., Исакова Г.К., Назарова Г.Г. Влияние генотипа на развитие норок в раннем эмбриональном периоде // Докл. АН СССР. 1981. Т. 260. № 5. С. 1251–1253.

Беляев Д.К., Железова А.Н. Опыт экспериментальной регуляции эмбриональной жизнеспособности у норок // Генетика. 1976. Т. 12. № 6. С. 55–59.

Беляев Д.К., Клочков Д.В., Железова А.И. Влияние световых условий на воспроизводительную функцию и плодовитость норок // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. биологии. 1963. Т. 18. Вып. 2. С. 9–13.

Берестов В.А., Кожевникова Л.К. Ферменты крови пушных зверей. Л., 1981. 169 с.

Бернацкий В.Г. Воспроизводительная способность норок при различных системах спаривания // Вопросы повышения воспроизводительной способности пушных зверей и кроликов: Науч. тр. НИИПЗК. М., 1977. С. 11–13.

Евсиков В.И. Генетико-эволюционные аспекты гомеостаза и плодовитости млекопитающих // Генетика. 1987. Т. XXIII. № 6. С. 988–1002.

Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Колос, 1969. С. 255.

Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Колос, 1983. 279 с.

Кирсанин В.Е. Воспроизводительная функция самок стандартной норки при инбридинге и топкроссе // Разведение пушных зверей и кроликов: Матер. конф. молодых ученых. М., 1974. Вып. 2. С. 3–9.

Майорова Т.В. Генетические и паратипические факторы, влияющие на бесплодие норок: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. М., 2006. 22 с.

Носова Н.Г. Потери яйцеклеток у самок норок до латентной стадии беременности // Разведение пушных зверей и кроликов. М., 1975. Вып. 3. С. 200–203.

Чекалова Т.М. Воспроизводительная способность песцов (*Alopes lagopus*), лисиц (*Vulpes vulpes*), соболей (*Martes zibellina*) и пути ее увеличения в промышленном звероводстве: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. М., 2002а. 37 с.

Эрнст Л.К. Мир меха // Генетика пушного звероводства. М., 1998. № 36. С. 10–12.

Murphy B.D., Mead R.A. Luteal contribution to the termination of preimplantation delay in mink // Biol. Reprod. 1983. V. 28. № 2. P. 497–503.

Sundqvist C., Gustafsson M. Sperm test – a useful tool in breeding work of mink // J. Sci. Agric. Soc. Finland. 1983. V. 55. № 2. P. 119–132.

GENETIC FACTORS AND STERILITY IN THE MINK

T.V. Mayorova

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Scryabin, Moscow, Russia, e-mail: t_mayorova@rambler.ru

Summary

Genetic factors associated with sterility in the mink are under study. General data on mink barrenness seasons are presented. The influence of breed on reproduction under present conditions of fur farming is studied. The role of inbreeding in reproduction is also discussed in this article.

ВТОРИЧНОЕ СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ У ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ

С.В. Бекетов[1], О.Е. Лазебный[2], С.Н. Каштанов[2]

[1] Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А. Афанасьева, Московская обл., Раменский р-н, пос. Родники, Россия, e-mail: serkhan@front.ru; [2] Институт общей генетики им Н.И. Вавилова, Москва, Россия, e-mail: lazebny@mail.ru; snKashtanov@mail.ru

В статье представлен обзор данных по вторичному (при рождении) соотношению полов у вовлеченных в клеточное пушное звероводство: песца, лисицы, норки и соболя. Рассмотрено действие различных паратипических и генетических факторов, которые могут влиять на соотношение полов у пушных зверей. Обсуждаются возможные пути решения данной проблемы.

Введение

Изучению вторичного соотношения полов (при рождении) у пушных зверей в условиях звероферм посвящено большое число научных работ. Подобные исследования неоднократно проводились на песцах (Maciejowski, 1972; Łabecka, 1985; Kuzniewicz, 1986) и лисицах (Жегалов, 1950, Каштанов и др., в печати), норках (Зенов, 1969; Гракова, Граков, 1981) и соболях (Бекетов, Каштанов, 2002а, б). Важно отметить, что в условиях искусственного содержания этих животных есть возможность получения наиболее точных сведений о соотношении самцов и самок среди новорожденных.

В живой природе проведение подобных исследований крайне затруднительно. Однако повышенный интерес к этой проблеме, помимо чисто научной значимости, обусловлен тем, что в зверохозяйствах для получения высокорентабельной шкурковой продукции предпочтительнее иметь как можно больше особей мужского пола. Дело в том, что в силу ярко выраженного полового диморфизма у всех видов пушных зверей клеточного содержания самцы по сравнению с самками имеют более высокий и густой волосяной покров и характеризуются большей величиной тела. Для сравнения, длина тела самцов соболя, измеряемая от кончика носа до основания хвоста, колеблется в среднем в пределах 42–44 см, у самки на 5–7 % меньше, у песца эта разница еще выше и составляет 10 % (Ильина, 1975).

Однако несмотря на столь очевидную значимость проблемы, половой состав новорожденных и механизмы его регуляции у млекопитающих, и в частности у пушных зверей, изучены еще недостаточно. Известно, что у подавляющего большинства животных обычно наблюдается вторичное соотношение полов, близкое к 1 : 1, которое ожидается на основе хромосомного механизма определения пола. У лошади число новорожденных самцов, приходящихся на 100 родившихся самок, равно 98,3 : 100, у кролика – 104,6 : 100, коровы – 107,3 : 100, свиньи – 111,8 : 100, собаки – 118,5 : 100 (Жегалов, 1950). Такое соотношение полов (близкое к 1 : 1) определяется прежде всего сегрегацией мужских и женских детерминантов в мейозе у гетерогаметного пола и может поддерживаться за счет популяционно-генетических механизмов, в первую очередь благодаря отбору генов, функционирующих в организме родителей и участвующих в контроле за соотношением полов у потомков. Если энергетические затраты всех родителей в данной популяции на воспроизводство потомства одинаковы и не зависят от пола потомков, а гибель потомков разного пола

от зачатия до окончания периода родительской заботы равновероятна, соотношение полов 1 : 1 будет эволюционно устойчивым (Fisher, 1930). В реальных популяциях эти условия могут нарушаться, приводя к отклонениям соотношения полов от 1 : 1. Например, половой состав новорожденных у млекопитающих может зависеть от физиологического состояния матерей, их социально-иерархического статуса, возраста родителей или одного из родителей и т. д. (Clutton-Brock, Iason, 1986).

В связи с этим изучению факторов, которые могут влиять на соотношение полов у пушных зверей, посвящено большое число исследований. Из них следует отметить работы об обусловленности вторичного соотношения полов межпородными (Зенов, 1969) и возрастными (Зенов, 1969; Maciejowski, 1972; Łabecka, 1985) различиями родителей. Имеются также данные о варьировании доли самцов в потомстве в зависимости от размера пометов (Гракова, Граков, 1981) и плодовитости (Зенов, 1969).

Для анализа изменчивости соотношения полов чаще всего используются методы популяционной генетики в сочетании с биометрическими методами.

Паратипические факторы, влияющие на соотношение полов в потомстве

Несмотря на одомашнивание и содержание в клеточных условиях, у всех видов пушных зверей процессы размножения, линьки и обмена веществ остаются тесно связанными между собой и характеризуются определенной сезонностью, которая может меняться в зависимости от года эксплуатации основного стада. При этом под понятием «год эксплуатации» следует понимать целый комплекс условий (длина светового дня, температурный фактор и т. д.), варьирующих во времени.

Так, И.Г. Зенов (1969) исследовал 3226 пометов серебристо-черных лисиц в Пушкинском зверохозяйстве Московской области за 1956, 1959–1961, 1964 и 1965 гг. В среднем самцы в пометах составили 54,6 ± 0,4 %, причем этот показатель изменялся по годам от 52,0 до 56,1 % (Зенов, 1969).

Позднее в том же зверохозяйстве по данным производственных журналов за период с 1980 по 1989 гг. было проанализировано 17285 щенков серебристо-черных лисиц. В рассматриваемой популяции доля рожденных самцов за 10 лет наблюдений оказалась равной 53,6 %. При этом частота появления самцов в разные годы не оставалась постоянной. Например, в 1983 г. она составила лишь 50,3 %, тогда как в 1989 г. возросла до 57,7 %. Причем только в трех выборках (1980, 1983 и 1987 гг.) расщепление по полу соответствовало теоретически ожидаемому 1 : 1 (Каштанов и др., в печати).

По данным Б.С. Кубанцева (1972), изучавшего результаты размножения серебристо-черных лисиц в трех зверосовхозах Волгоградской области, колебания вторичного соотношения полов по годам варьировали от 50,6 % до 54,4 %.

Иными словами, во всех рассмотренных случаях сведения, полученные разными авторами, оказались вполне сопоставимы.

Как и у лис, при промышленном разведении песцов в их приплоде также достоверно преобладают самцы. Э.В. Ивантер изучил половой состав 21350 щенков песцов от 2480 самок и 430 самцов в «Салтыковском» зверосовхозе Московской области и в трех зверохозяйствах Карелии. Анализ показал довольно стабильное отклонение в сторону увеличения самцов во вторичном соотношении полов у данного вида хищников. Колебания составляли от 1,7 до 4,4 % преобладания числа самцов над числом самок в разных совхозах и в каждом из них по годам. Из 283 щенков, составивших отход молодняка при рождении и после рождения в период исследования (1949–1954 гг.) в названных выше хозяйствах, особей женского пола было 51,5 ± 3,0 %, т. е. гибель новорожденных обоего пола оказалась почти одинаковой и не могла существенно повлиять на соотношение полов (Большаков, Кубанцев, 1984).

В ходе анализа вторичного соотношения полов у голубого песца вуалевой породы (Пушкинское зверохозяйство) доля рожденных самцов составила 55,1 %. При этом частота рождения самцов по годам варьировала от 53,7 % в 1986 г. до 56,2 % в 1989 г. Таким образом, в рассматриваемой популяции песцов исключительно по всем анализируемым годам самцов появлялось больше, чем самок со статистически высокозначимым отклонением от ожидаемого соотношения 1 : 1 (Бекетов, Каштанов, 2002б).

Изменчивость полового состава новорожденных песцов по годам наблюдали на Светлоярской звероферме Волгоградской области в 1966 и 1967 гг. Среди 363 щенков из 45 пометов в эти годы самцов было 54,7 %, но в 1966 г. этот показатель составлял лишь 51,1 %, а в 1967 г. доля самцов в пометах поднялась до 56,6 %, причем различие по годам достигало статистически значимых величин (Большаков, Кубанцев, 1984).

При анализе вторичного соотношения полов среди 5710 щенков соболя породы черный соболь (Пушкинское зверохозяйство) частота рождения самцов изменялась по годам от 51,5 % в 1982 г. до 53,4 % в 1986 г. Однако соответствующий статистический анализ показал, что в действительности только две выборки (1984 и 1986 гг.) превышали 95 %-ую область принятия частной нулевой гипотезы. Суммарная доля рожденных самцов составила 52,7 % при значимом отклонении от теоретического соотношения 1 : 1 (Бекетов, Каштанов, 2002а), что вполне согласуется с ранее опубликованными сведениями). Так, из 1116 соболей, родившихся в 1961–1963 гг. в Красноярском зверосовхозе, самцов было в среднем 53,6 %, но по годам наблюдались некоторые статистически значимые различия: в 1961 г. самцы составляли 56,5 % новорожденных, а в 1962 г. – лишь около 50 % (Нумеров, 1966). Примерно в этот же период в Салтыковском зверохозяйстве с 1954 по 1964 гг. в 1057 выводках родилось 3622 щенка и в среднем за несколько лет самцы в приплоде составили 52,7 %. Лишь в 1963 г. самок и самцов родилось примерно одинаково (Монахов, 1968, 1975). При этом случаи резорбции эмбрионов у соболей очень редки, и поэтому дифференцированная по полу эмбриональная смертность никак не может быть причиной преобладания самцов во вторичном половом составе у этого вида (Большаков, Кубанцев, 1984).

Определенное представление о вторичном соотношении полов у норки позволяет получить материалы по промышленному разведению этого вида семейства куньих. Так, в Пушкинском зверохозяйстве Московской области в 1964–1967 гг. в 10754 пометах норок нескольких генотипов самцов в среднем было 50,8 % с колебаниями по годам и генотипам от 49,1 до 52,1 %. В Салтыковском зверосовхозе в той же Московской области в это же время (1967 г.) в 1162 пометах самцы составляли лишь 47 % (Зенов, 1969).

По данным Н.В. Большакова и Б.С. Кубанцева (1984), на Светлоярской звероферме в 1967 и 1968 гг. самцы составляли суммарно 48,2 % в приплоде стандартной норки, но в 1967 г. среди 697 щенков самцов было 51,8 %, а в 1968 г. из 691 щенка – лишь 45,3 %.

По-видимому, вторичный половой состав у норки колеблется в довольно ограниченных пределах около 50 %-го уровня, и преобладание в числе особей одного из полов зависит в значительной мере от состава родительских пар и конкретных условий их содержания. Напротив, устойчивая величина вторичного соотношения полов с достоверным преобладанием самцов у соболя, песца и лисицы может быть связана с рядом генетических и физиологических особенностей этих видов.

Как уже отмечалось выше, в научной литературе встречаются достаточно многочисленные указания на зависимость вторичного соотношения полов от различных негенетических факторов: возраста, комплекции, темперамента матери и т. д. В частности, отмечается и тот факт, что соотношение полов изменяется в зависимости от величины помета. По сведениям Н.В. Граковой и Н.Н. Гракова (1981), в больших пометах (4–7 щенков) норки преобладали самки (51,3 %), а в маленьких (1–3 щенка) – самцы (57,2 %). Однако, по данным И.Г. Зенова (1969), у двухлетних самок стандартных норок и однолетних самок серебристо-черных лисиц по мере увеличения размера пометов в целом монотонно повышается доля самцов.

Вычисленные И.Г. Зеновым коэффициенты регрессии показывают, что у двухлетних самок норок при увеличении плодовитости на одного щенка доля щенков мужского пола увеличивается у матерей стандартного по окрасу типа на 3,57 %, у жемчужных, серебристо-голубых и американских паломиновых – на 4,00 %, у сапфировых – на 3,65 %, у цветных на – 4,55 %. При повышении плодовитости четырехлетних серебристо-черных лисиц на одного щенка процент самцов в их потомстве увеличивается от 7,52 до 11,80 (Зенов, 1969). По данным С.Н. Каштанова с соавторами (В печати), у серебристо-черных лисиц величина пометов, в которых доля самцов достоверно превышает долю самок, составляет

6–7 щенков. При этом размер помета не влияет на отклонение от теоретически ожидаемого расщепления по полу в потомстве (1 : 1). Достоверность отклонения не нарастает постепенно, а наступает и обрывается резко, без переходов, причем средняя доля самцов остается почти постоянной при разной величине помета.

Напротив, Э.В. Ивантер (1962) отмечал, что в больших пометах песцов преобладание в числе самцов особенно заметно, и большие пометы существенно отклоняют средний показатель вторичного соотношения полов в пользу самцов. По данным некоторых авторов (Maciejowski, 1972; Łabecka, 1985; Kuzniewicz, 1986), у голубых песцов промышленного разведения доля щенков мужского пола увеличивается в больших пометах и уменьшается по мере старения матерей. В то же время не установлена связь между изменением вторичного соотношения полов и величиной помета у соболей (Бекетов, Каштанов, 2002а).

Возраст в известной степени является показателем определенного физиологического состояния организма, которое может влиять на выраженность у потомства свойств и признаков родителей, в том числе соотношения по полу. В большинстве работ влияние возраста родителей на пол потомков изучалось в зависимости от возраста отца и матери, реже от возрастного сочетания родительских пар. В частности, было установлено, что у норок разных генотипов и серебристо-черной лисицы с возрастным изменением плодовитости изменяется и процент самцов в их потомстве (Зенов, 1969).

В экспериментах на норках наибольшее соотношение полов наблюдалось в сочетании родительских пар: молодой самец (1–2 года) × старая самка (3–4 года) – 53,2 %, наименьшее – старый самец (3–4 года) × молодая самка (1–2 года) – 49,0 % (Трубецкой, 1964). В частности, самки серебристо-черных лисиц в оптимальном для воспроизводства возрасте (4 года) независимо от возраста самца давали в среднем в потомстве 96,1 самцов в пересчете на 100 самок, а у старых матерей 8–9 лет соотношение полов в приплоде равнялось 150,7 : 100 (Жегалов, 1950). Прямо противоположные результаты получены С.Н. Каштановым с соавторами (В печати) и свидетельствуют о том, что достоверное превышение рожденных самцов над самками наблюдается в пометах матерей 1–4-летнего возраста, причем пик достоверности приходится на трехлетний возраст матерей, а максимальный сдвиг в сторону преимущественного рождения самок наблюдается в пометах матерей 3–4-летнего возраста.

В онтогенезе самцов серебристо-черной лисицы клеточного разведения также выявлены периоды максимальной и минимальной величины соотношения полов их потомства. С возрастом отца вне зависимости от возраста матери доля самцов в потомстве увеличивается, если не считать резкого уменьшения соотношения полов в потомстве трехлетних самцов (Жегалов, 1950).

В ходе анализа Пушкинской популяции серебристо-черных лисиц установлено, что достоверное превышение рожденных самцов над самками наблюдается в пометах отцов 2–6-летнего возраста, причем пик достоверности приходится на трехлетний возраст, а максимальный сдвиг в сторону преимущественного рождения самцов наблюдается в пометах отцов 2–4-летнего возраста.

При сравнении влияния возраста обоих родителей на превышение доли рожденных самцов в потомстве обращает на себя внимание тот факт, что у самок диапазон возрастов, при которых доля рожденных самцов увеличена, меньше, чем у самцов, и сдвинута в сторону более раннего возраста. Таким образом, налицо половой диморфизм по исследуемому признаку – отклонение в потомстве от расщепления по полу (1 : 1) в зависимости от возраста одного из родителей (Каштанов и др., в печати).

По данным некоторых исследователей (Maciejowski, 1972; Łabecka, 1985; Kuzniewicz, 1986), у голубых песцов клеточного разведения соотношение полов зависело от возраста самки и уменьшалось по мере ее старения. В частности, согласно Мациевскому (Maciejowski, 1972), в потомстве молодых (одногодичных) самок песца численный перевес самцов был выше (117 : 100), чем в последующие годы, и для самок в возрасте 2–6 лет составлял соответственно 114 : 100, 113 : 100, 112 : 100 и в двух последних случаях 110 : 100.

В промышленной популяции соболя по выборкам (возраст самок 4 и 5 лет, возраст самца 8 и 9 лет, возраст самца 4 года при спаривании

с самкой 5 лет, а также величина помета, равная 4 щенкам) отмечались достоверные отклонения от соотношения полов 1 : 1. В целом же ни по одному из рассматриваемых факторов (возраст самки без учета возраста самца, возраст самца без учета возраста самки, возраст самца и самки, а также величина помета) не установлено сопряженности с отклонением соотношения полов (Бекетов, Каштанов, 2002а).

Отдельными авторами отмечалось влияние на соотношение полов в потомстве продолжительности периода между родами и следующим спариванием («биологический отдых»). Так, у серебристо-черных лисиц при спаривании старых матерей (8 лет), пропустовавших в течение года, в потомстве получают больше самок. «Биологическим отдыхом» для ощенившейся самки является и маленький помет в предшествующий год. Вторичное соотношение полов смещается в сторону увеличения доли самок также и из-за «переутомления» матери за счет слишком большого предыдущего потомства (Жегалов, 1950).

Многочисленные работы на млекопитающих показали достоверную связь между уровнем материнского доминирования и соотношением полов в потомстве (Clutton-Brock, Iason, 1986). В связи с этим обсуждается возможность искусственного регулирования соотношения полов у животных с помощью изменения их социального окружения. В рамках эксперимента на звероферме серебристо-черные лисицы с высококонкурирующей способностью были разделены на две группы. Одна из них содержалась по соседству с группой высокоранговых, а другая – с группой низкоранговых лисиц. В первом случае соотношение полов в экспериментальной группе составило 31 %, во втором – 73 % (Bakken, 1995).

Таким образом, многочисленные данные, полученные на основных видах пушных зверей искусственного разведения, часто указывают на существование связи, которая нередко оказывается достоверной, между паратипическими (тип рождения, возраст родителей и пр.) факторами, с одной стороны, и вторичным соотношением полов в их потомстве – с другой. Эта связь может найти использование при регулировании соотношения полов в нужном направлении, хотя механизм действия паратипических факторов остается неизвестным. Наиболее правдоподобным кажется то, что физиологическое состояние родителей влияет на вероятность участия в оплодотворении гамет с X- и Y-хромосомами. Однако все же более объективной представляется зависимость вторичного соотношения полов от генетических факторов.

Влияние генетических факторов на вторичное соотношение полов

Роль генетических факторов в регуляции вторичного соотношения полов представляет большой научный и практический интерес. При анализе многочисленных данных выяснилось, что на соотношение полов в приплоде сельскохозяйственных животных влияет происхождение матери и отца (породная или линейная принадлежность родителей).

Что касается непосредственно пушных зверей, то статистический анализ соотношения полов в потомстве отдельных пар серебристо-черных лисиц позволил выявить самцов и самок, дающих пометы с устойчивым отклонением в пользу одного из полов. В результате индивидуального анализа потомства по одному из родителей (отцу или матери) было обнаружено 44 самца и 49 самок, дававших в помете достоверное отклонение от ожидаемого расщепления полов 1 : 1 (Каштанов и др., в печати).

Некоторое объяснение отклонений в соотношении полов в зависимости от линии отца было получено в работе, где ДНК индивидуальных сперматозоидов анализировалась с помощью полимеразной цепной реакции со специфическими праймерами для Y-хромосомы. Процент сперматозоидов, несущих Y-хромосому, в зависимости от линии производителя колебался от 16,1 до 72,3 % у быков и от 7,8 до 94,7 % у хряков (Chandler *et al*., 1998).

Проведенный на песце семейный анализ по признаку «вторичное соотношение полов» позволил выявить группу самцов, в потомстве которых с частотой 62,1 % преимущественно рождались особи мужского пола в отличие от остальных производителей основного стада, где доля самцов в потомстве составляла 53,9 %. Причем этот признак передается некоторыми отцами своим сыновьям без ухудшения других хозяйственно важных показателей животных (Бекетов, Каштанов, 2005).

Таким образом, с определенной долей уверенности можно утверждать, что достоверное отклонение вторичного соотношения полов от теоретического 1 : 1, наблюдающееся в потомстве отдельных самцов песца, обусловлено действием генетических факторов. Во-первых, известно, что у некоторых млекопитающих существуют генетические механизмы (аберрантная система определения пола и мейотический драйв), обеспечивающие первично неравное соотношение полов, во-вторых, теоретически весьма вероятна как избирательность яйцеклеток к X-, Y-сперматозоидам, так и разная способность этих сперматозоидов к оплодотворению. Также возможна и разная частота имплантации XX- и XY-зигот.

Проведенный генеалогический анализ показал, что во всех случаях, когда в родословной присутствовало два или несколько «выдающихся» самцов, они оказывались родственными по мужской линии. Отсюда следует, что фактор (факторы), детерминирующий признак «преобладание в потомстве мужского пола», локализован в Y-хромосоме. Этот признак не проявляется у всего мужского потомства «выдающегося» самца и поэтому можно говорить о неполной пенетрантности соответствующего генетического фактора. Возможно, что проявление или непроявление данного признака зависит от того, с какой X-хромосомой встречается Y-хромосома «выдающегося» самца. Влияние X-хромосомы и вообще генотипа самок требует специального исследования.

Так как средняя плодовитость семей, образованных «выдающимися» самцами –11,08 ± 0,21, фактически не отличается от плодовитости остальных производителей основного стада – 11,14 ± 0,08 и в потомстве у песца наблюдается одинаковая гибель новорожденных обоего пола, можно предположить что элиминация X-несущих сперматозоидов у «выдающихся» самцов осуществляется на презиготических стадиях и возможным генетическим механизмом, обусловливающим подобное отклонение, может быть мейотический драйв. Результаты этого исследования могут быть использованы в дальнейшем для реконструкции генеалогических линий, в потомстве которых происходит регулярное отклонение от теоретического расщепления по полу.

Значительный интерес представляет исследование Л.Н. Трут, проведенное на лисицах. По ее данным, в 1985–1988 гг. соотношение полов у потомства доместицируемой популяции серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* L.) составляло 0,52 ($P = 0,95$). Однако в скрещиваниях носителей гена *S* (белая отметина на лбу или «звездочка») (♀*Ss* × ♂*ss*; ♀*ss* × ♂*Ss*; ♀*Ss* × ♂*Ss*; ♀*ss* × ♂*SS*; ♀*Ss* × ♂*SS*) и в скрещиваниях стандартных родителей (♀*ss* × ♂*ss*), в которых *de novo* возникает «звездочка», этот сдвиг был выше. Особенно высокое численное превосходство самцов наблюдалось среди *SS* гомозигот (от 0,62 ± 0,08 до 0,86 ± 0,13), несколько менее оно было выражено у *Ss* потомков (от 0,50 ± 0,02 до 0,65 ± 0,05). Предполагается, что изменения гена, регулирующего развитие (результатом действия которого является пегость), коррелируют с генетическими изменениями поведения в процессе доместикации и способствуют отбору либо Y-несущих спермиев, либо зигот мужского пола. Причем, как показал эксперимент, у матерей, несущих ген *S* или обладающих способностью *de novo* генерировать «звездочку» у своих потомков, эти регуляторные изменения более продвинуты. Поэтому именно среди их стандартного потомства численное превосходство самцов выше, чем во всей доместицируемой популяции в целом (Трут, 1991).

Таким образом, в нашей статье сделана попытка осветить имеющиеся к настоящему времени сведения о вторичном соотношении полов у четырех видов пушных зверей, являющихся основными объектами звероводства. При этом у трех из них: соболя, песца и лисицы – достаточно четко прослеживается относительно стабильное преобладание самцов среди новорожденных. Весьма вероятно, что для животных с невысокой плотностью популяций в природе, свойственной хищникам, избыточная доля самцов служит определенной гарантией для вовлечения в размножение максимального числа взрослых самок, чем и обеспечивается поддержание численности популяций на достаточно стабильном уровне. В такой ситуации сдвиг вторичного соотношения полов в сторону увеличения самцов имеет прикладное значение.

Преимущественное рождение потомков мужского пола предполагает существование

регуляции полового состава зверей (Большаков, Кубанцев, 1984) и позволяет считать величину вторичного соотношения полов адаптивным признаком вида. В частности, согласно М. Смиту (1981) и Э. Пианка (1981), неравное число самцов и самок в первичном и вторичном соотношении полов трактуется как видовая особенность, закрепленная генетически естественным отбором и в соответствии с биологической ценностью каждого пола для данного вида.

Авторы выражают благодарность И.А. Захарову за ценные советы и замечания при написании статьи. Работа поддержана грантом РФФИ № 06-04-08345.

Литература

Бекетов С.В., Каштанов С.Н. Статистический анализ изменчивости вторичного соотношения полов у соболя (*Martes zibellina* L.) // Генетика. 2002а. Т. 38. № 2. С. 15–16.

Бекетов С.В., Каштанов С.Н. Изменчивость вторичного соотношения полов у песца (*Alopex lagopus* L.) // Генетика. 2002б. Т. 38. № 10. С. 1417–1421.

Бекетов С.В., Каштанов С.Н. Влияние наследственных свойств самцов песца (*Alopex lagopus* L.) на воспроизводительные способности потомства // Генетика. 2005. Т. 41. № 3. С. 422–426.

Большаков В.Н., Кубанцев Б.С. Половая структура популяций и ее динамика. М.: Наука, 1984. 232 с.

Гракова Н.В., Граков Н.Н. Особенности полового состава в пометах американской норки в эмбриональный период и при рождении // Тез. докл. 3-й Всесоюз. науч. конф. «Биология и патология пушных зверей». Петрозаводск, 1981. С. 128–130.

Жегалов С.Б. Закономерности наследования пола у животных // Усп. соврем. биологии. 1950. Т. 30. Вып. 1 (4). С. 30–35.

Зенов И.Г. Взаиморегуляция между соотношением полов в потомстве и плодовитостью у животных // Генетика. 1969. Т. 5. № 2. С. 92–96.

Ивантер Э.В. К вопросу о соотношении полов в потомстве голубых песцов // Вопросы экологии: Вопросы экологии наземных позвоночных. Киев: Высш. шк., 1962. Т. 6. С. 64–65.

Ильина Е.Д. Звероводство. М.: Колос, 1975. 288 с.

Каштанов С.Н., Бекетов С.В., Лазебный О.Е. Анализ вторичного соотношения полов у лисицы (*Vulpes vulpes* L.) // Генетика (в печати).

Кубанцев Б.С. О половом составе у млекопитающих // Журн. общ. биологии. 1972. Т. 33. № 2. С. 196–204.

Монахов Г.И. Структура популяций, динамика воспроизводства и вопросы рационального использования запасов соболя в Предбайкалье и Забайкалье // Зоол. журнал. 1968. Т. 47. Вып. 4. С. 602–610.

Монахов Г.И. Изменчивость и стабильность соотношения полов в популяциях соболя // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80. № 4. С. 61–67.

Нумеров К.Д. О половом, возрастном составе и размножении соболя в Енисейской Сибири // Зоол. журнал. 1966. Т. 45. Вып. 3. С. 421–429.

Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 400 с.

Смит М.Дж. Эволюция полового размножения. М.: Мир, 1981. 271 с.

Трубецкой Г.В. Возраст родителей и соотношение полов в потомстве // Кролиководство и звероводство. 1964. № 12. С. 12.

Трут Л.Н. Некоторые аспекты генетики пегостей серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* L.) и взаимоотношения вектора отбора и направления изменчивости // Проблемы генетики и теории эволюции: Сб. науч. тр. Ин-та цитологии и генетики. Новосибирск: Наука, 1991. С. 67–84.

Bakken M. Sex-ratio variation and maternal investment in relation to social environment among farmed silver-fox vixens (*Vulpes vulpes*) of high competition capacity // J. Anim. Breed. Genet. 1995. V. 112. P. 463–468.

Chandler J.E., Steintholt-Chenevert H.C., Adkinson R.W., Moser E.B. Sex-ratio variation between ejaculates within sire evaluated by polymerase chain reaction, calving, and farrowing records // J. Dairy Sci. 1998. V. 81. № 7. P. 1855–1867.

Clutton-Brock T.H., Iason G.R. Sex ratio variation in mammals // Q. Rev. Biol. 1986. V. 61. № 3. P. 339–374.

Fisher R.A. The Genetical Theory of Natural Selection. Oxford: Oxford Univer. Press, 1930. 196 p.

Kuzniewicz J. Kształtowanie się liczebnosci szczeniat w miotach i proporcji plci potomstwa lisów polarnych niebieskich w zależnosci od wieku samic // Zootechnika. Wroclaw, 1986. 29. P. 169–176.

Łabecka S. Wpływ wieku samic na dłuugość okresu ciąży, liczebność miotu i stosunek plsi u lisow polarnich niebseskich (alopex *Lagopus* L.) // Akademia rolnicza w Szczecine. Zootechnika. 1985. V. 21. № 114. P. 43–56.

Maciejowski J. Genetyczno-populacyjne badania nad rozrodem lisóv polarnich. Cz. II Wilkość miotów I liczbowy stosunek płci w potomstwie // Ann. universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Lublin-Polonia. Sektio E. V. 27. 1972. № 23. P. 359–381.

SECONDARY SEX RATIO IN FUR FARM ANIMALS

S.V. Beketov[1], O.E. Lazebny[2], S.N. Kashtanov[2]

[1] Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow oblast, Ramensky region, settlement Rodniki, Russia, e-mail: serkhan@front.ru; [2] N.I. Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia, e-mail: lazebny@mail.ru; snKashtanov@mail.ru

Summary

A review of the data on variation of the secondary sex ratio (at the birth) in the general species of the fur farm animals: fox, blue fox, mink and sable is given. The importance of environmental and genetic factors affecting the sex ratio in fur farm animals is considered. Possible ways to solve this problem are discussed.

ПРОГНОЗ ШЕРСТНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВЕЦ ПО БЕЛКАМ МОЛОКА

М.А. Сушенцова

ФГОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», кафедра технологии животноводства, Казань, Россия

На овцах породы прекос изучен уровень общего белка и казеина, полиморфизм белков молока. Установлен генотип овец по белкам молока. Рассчитаны величина и характер взаимосвязи признаков шерстной продуктивности с уровнем белков молока и генотипом по белкам молока. Предложен способ прогнозирования шерстной продуктивности овец по генотипу, определенному по белкам молока.

Введение

В практической деятельности по совершенствованию пород овец любого направления продуктивности селекция на повышение настрига шерсти является наиболее сложным зоотехническим приемом, поскольку этот показатель определяется многими качественными признаками шерсти, такими, как длина, тонина, густота и др. В этой связи используемый в овцеводстве прогноз шерстной продуктивности построен на многочисленных тестах оценки, разработанных преимущественно на основе качественных признаков шерсти, однако до сих пор не найдено наиболее оптимального из них. В наших исследованиях прогноз шерстной продуктивности построен на полиморфизме белков молока, а также генотипе овец по β-казеину и β-лактоглобулину, что является одним из новых и неизученных в настоящее время селекционных приемов.

Материал и методика

В ООО им. Тимирязева Балтасинского района Республики Татарстан на стаде овец породы прекос изучен полиморфизм белков овечьего молока, установлен генотип овец по двум основным полиморфным белкам молока и определена их взаимосвязь с уровнем и качеством шерстной продуктивности. Пробы молока при изучении полиморфизма белков отбирали на 2–3-м месяцах лактации, фракции белков определяли путем электрофореза в полиакриламидном геле. Уровень шерстной продуктивности устанавливали по результатам стрижки. Физико-технические свойства шерсти изучали лабораторными методами по образцам, отобранным перед стрижкой с двух мест туловища.

Результаты исследования

Изучение показало, что взаимосвязь шерстной продуктивности и белков молока имеет разные величину и направленность. Большинство признаков шерстной продуктивности с уровнем общего белка связаны отрицательно, и только связь с тониной шерсти имеет положительную направленность (табл. 1).

С уровнем β-казеина большинство признаков связаны положительно, только с естественной длиной и тониной шерсти связь отрицательная. Связь с β-лактоглобулином преимущественно отрицательная, только с настригом шерсти и естественной длиной шерсти она положительная. Более высокий уровень взаимосвязи проявился с β-лактоглобулином. Так, коэффициент корреляции этого белка со степенью извитости был в 7,6 раза выше, чем с общим белком, и в 38 раз выше, чем с β-казеином. Взаимосвязь с естественной длиной шерсти была выше соответственно в 7 и 10 раз. Однако установленные различия статистически недостоверны.

По-другому складывается корреляция шерстной продуктивности и качества шерсти у животных с разным уровнем содержания изучаемых белков молока. Так, различия проявляются уже по отношению к количеству общего белка в молоке (табл. 2).

Несмотря на то, что достоверные различия проявились только по истинной длине шерсти, овцематки с разным уровнем общего белка в молоке характеризовались и неодинаковым настригом шерсти. Повышенным настригом шерсти характеризовались овцематки со средним уровнем общего белка в молоке. По этому показателю они превосходили животных с пониженным уровнем белка на 12,4 %, с повышенным уровнем – на 8,7 %. Овцы со средним уровнем белка имели более длинную, извитую шерсть по сравнению с другими группами. Животные с высоким уровнем общего белка в молоке отличались пониженной степенью извитости шерсти, лучшим качеством жиропота при самой низкой степени загрязнения штапеля.

Определение корреляционных связей позволило установить влияние уровня общего белка на шерстную продуктивность и качество шерсти (табл. 3). Так, корреляция высокого уровня между содержанием общего белка и настригом шерсти сложилась у овцематок с низким и средним его уровнем ($P < 0{,}001$ и $P < 0{,}01$). Однако в группе овцематок с низким уровнем содержания общего белка связь была отрицательной, а со средним уровнем белка – положительной. То есть понижение уровня общего белка в молоке ниже порогового значения, установленного в исследованиях, будет сопровождаться увеличением его в составе шерсти и приведет к повышению шерстной продуктивности овец.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции белков молока с уровнем шерстной продуктивности и качеством шерсти у овец породы прекос

Показатели шерстной продуктивности	Сопряженные признаки (r ± mr)		
	уровень общего белка	уровень β-казеина	уровень β-лактоглобулина
Настриг шерсти	0,084 ± 0,191	0,081 ± 0,191	0,007 ± 0,192
Естественная длина шерсти	–0,023 ± 0,149	–0,016 ± 0,149	0,163 ± 0,145
Истинная длина шерсти	–0,046 ± 0,141	0,005 ± 0,141	–0,018 ± 0,141
Тонина шерсти	0,038 ± 0,279	–0,085 ± 0,148	–0,056 ± 0,136
Степень извитости, %	–0,040 ± 0,149	0,008 ± 0,149	–0,304 ± 0,135
Степень загрязнения штапеля, %	–0,107 ± 0,147	0,025 ± 0,149	–0,079 ± 0,148

Таблица 2

Шерстная продуктивность и качество шерсти овец породы прекос в зависимости от уровня общего белка в молоке

Показатели	Уровень общего белка (M ± m)		
	низкий	средний	высокий
Настриг шерсти, кг	3,88 ± 0,35	4,36 ± 0,13	4,01 ± 0,13
Длина шерсти, см: естественная	7,88 ± 0,29	8,16 ± 0,20	8,32 ± 0,33
Длина шерсти, см: истинная	10,89 ± 0,05	11,54 ± 0,03*	10,99 ± 0,05
Тонина шерсти: в мкм	22,41 ± 0,24	23,08 ± 0,13	23,59 ± 0,22
Тонина шерсти: в качествах	64	64	60
Степень извитости, %	27,19 ± 3,62	29,18 ± 1,36	24,35 ± 1,52
Степень загрязнения штапеля, %	42,24 ± 2,85	45,66 ± 1,79	39,32 ± 2,51

Здесь и далее: * $P < 0{,}05$; ** $P < 0{,}01$; *** $P < 0{,}001$.

Достоверно более высокая корреляционная связь между общим белком и истинной длиной шерсти установилась в группе овец с низким его уровнем, а между степенью извитости и загрязненности штапеля – в группе с высоким его содержанием ($P < 0,01$ и $P > 0,001$). Следовательно, содержание общего белка в молоке можно использовать в качестве теста прогнозирования шерстной продуктивности и качества шерсти овец.

В результате исследования установлено, что уровень β-казеина в молоке овец породы прекос также отражается на некоторых показателях их шерстной продуктивности (табл. 4). Так, наибольший настриг шерсти имели овцематки, характеризующиеся средним уровнем β-казеина в молоке и по этому показателю превосходили овцематок с низким и высоким уровнем этого белка на 11,5 и 8,7 % соответственно. Достоверные различия были выявлены по длине шерсти. Так, наибольшей истинной длиной шерсти характеризовались овцематки с пониженным уровнем β-казеина в молоке, превосходящие животных других групп соответственно на 2,9 и 4,0 % ($P < 0,001$).

Наибольшей длиной штапеля характеризовались овцематки с высоким уровнем этого белка в молоке, наименьшую длину штапеля имели овцематки со средним уровнем белка. При наименьшей длине штапеля овцематки со средним уровнем β-казеина в молоке имели повышенную степень извитости, достоверно превосходя овцематок других групп на 11,0 и 27,4 % ($P < 0,05$). Различались овцематки и по степени загрязнения штапеля, при этом лучшим качеством жиропота характеризовались животные с повышенным уровнем β-казеина в молоке. Зона загрязнения штапеля у них в

Таблица 3

Коэффициенты корреляции шерстной продуктивности овец породы прекос с уровнем общего белка

Показатели	Уровень общего белка (r ± m)		
	низкий	средний	высокий
Настриг шерсти	–0,488 ± 0,073***	0,351 ± 0,084**	–0,005 ± 0,096
Естественная длина шерсти	–0,088 ± 0,074	–0,202 ± 0,071	0,136 ± 0,073
Истинная длина шерсти	–0,311 ± 0,066**	0,018 ± 0,073	–0,042 ± 0,073
Тонина шерсти	–0,210 ± 0,070	–0,137 ± 0,071	0,221 ± 0,069
Степень извитости, %	0,076 ± 0,074	0,173 ± 0,072	0,457 ± 0,059***
Степень загрязнения штапеля, %	–0,164 ± 0,073	0,167 ± 0,072	–0,473 ± 0,058***

Таблица 4

Шерстная продуктивность и качество шерсти овец породы прекос в зависимости от уровня β-казеина в молоке

Показатели	Уровень β-казеина (M ± m)		
	низкий (n = 1102)	средний (n = 2706)	высокий (n = 804)
Настриг шерсти, кг	3,90 ± 0,21	4,35 ± 0,13	4,00 ± 0,16
Длина шерсти, см: естественная	8,29 ± 0,30	8,04 ± 0,19	8,56 ± 0,43
Длина шерсти, см: истинная	11,53 ± 0,05***	11,26 ± 0,03	11,09 ± 0,07
Тонина шерсти: в мкм	22,74 ± 0,21	23,16 ± 0,13	23,64 ± 0,27
Тонина шерсти: в качествах	64	60	60
Степень извитости, %	26,17 ± 2,87	29,04 ± 1,32*	22,79 ± 1,72
Степень загрязнения штапеля, %	41,81 ± 2,11	45,48 ± 1,91	39,61 ± 3,18

среднем составляла 39,61 % и была меньше, чем у овцематок других групп соответственно на 14,8 и 5,6 %. Значительных различий в тонине шерсти не установлено.

Расчет коэффициентов корреляции показал, что связь настрига шерсти с β-казеином лучше всего проявляется у овцематок со средним уровнем его в молоке, причем связь эта положительная (табл. 5).

Овцематки других групп достоверно отличались не только по величине связи, но и по ее направленности. При высоком уровне β-казеина в молоке проявилась отрицательная и наиболее низкая взаимосвязь с настригом шерсти. Овцематки с низким и высоким уровнем β-казеина имели высокую взаимосвязь с истинной длиной шерсти и достоверно превосходили овцематок со средним уровнем белка ($P < 0,05$). Овцематки с высоким уровнем β-казеина имели достоверно более высокую положительную связь этого белка с тониной шерсти и степенью извитости.

Достоверных различий в величине взаимосвязи со степенью загрязнения не выявлено. Однако овцематки с высоким содержанием β-казеина в молоке имели отрицательно направленную связь с этим признаком шерсти.

Уровень β-лактоглобулина в молоке овец также отражался на уровне и характере их шерстной продуктивности (табл. 6).

Различия проявились уже в настриге шерсти, правда, они не были достоверными. Повышенным настригом шерсти характеризовались овцематки с высоким уровнем β-лактоглобулина, превосходящие овцематок других групп соответственно на 0,5 и 6,1 %.

Достоверные различия выявлены как по естественной, так и по истинной длине шерсти. Так, повышенной естественной и истинной длиной шерсти характеризовались овцематки со средним уровнем β-лактоглобулина в молоке ($P < 0,01$), пониженной – овцематки с высоким уровнем этого белка. Более тонкой шерстью

Таблица 5

Коэффициенты корреляции шерстной продуктивности овец породы прекос с уровнем β-казеина

Показатели	Уровень β-казеина (r ± m)		
	низкий	средний	высокий
Настриг шерсти	0,049 ± 0,086	0,368 ± 0,074**	–0,133 ± 0,085
Естественная длина шерсти	0,177 ± 0,065	–0,018 ± 0,067	–0,133 ± 0,065
Истинная длина шерсти	0,484 ± 0,051	0,217 ± 0,063*	–0,393 ± 0,056
Тонина шерсти	–0,187 ± 0,063	–0,328 ± 0,058	0,719 ± 0,032***
Степень извитости, 5	0,216 ± 0,064	0,113 ± 0,066	–0,539 ± 0,047***
Степень загрязнения штапеля, %	0,218 ± 0,063	0,181 ± 0,064	–0,289 ± 0,061

Таблица 6

Шерстная продуктивность и качество шерсти овец породы прекос в зависимости от уровня β-лактоглобулина в молоке

Показатели	Уровень β-лактоглобулина (M ± m)		
	низкий (n = 1705)	средний (n = 2407)	высокий (n = 500)
Настриг шерсти, кг	4,28 ± 0,17	4,05 ± 0,14	4,30 ± 0,20
Длина шерсти, см: естественная	7,88 ± 0,27	8,54 ± 0,19	7,60 ± 0,10
Длина шерсти, см: истинная	11,10 ± 0,04	11,57 ± 0,03	10,60 ± 0,08
Тонина шерсти: в мкм	22,68 ± 0,17	23,37 ± 0,14	23,63 ± 0,33
Тонина шерсти: в качествах	64	60	60
Степень извитости, %	29,02 ± 1,79	26,32 ± 1,65	27,84 ± 2,98
Степень загрязнения штапеля, %	45,64 ± 1,93	40,44 ± 1,77	51,12 ± 5,97

характеризовались овцематки с низким содержанием β-лактоглобулина в молоке, но различия оказались недостоверными. Следует отметить, что животные со средним и низким уровнем этого белка в молоке характеризовались лучшим качеством жиропота, но различия были также недостоверными.

Изучение величины и направленности связи уровня β-лактоглобулина в молоке с шерстной продуктивностью овец показало, что достоверные различия проявились уже в настриге шерсти (табл. 7). Повышенной величиной положительно направленной корреляции характеризовались овцематки с высоким и низким уровнем β-лактоглобулина в молоке ($P < 0,001$).

Высокая степень корреляции с естественной и истинной длиной шерсти сложилась только в группе овцематок с повышенным уровнем β-лактоглобулина в молоке. Однако с естественной длиной шерсти связь оказалась положительной, а с истинной – отрицательно направленной. Аналогичная закономерность отмечается по взаимосвязи со степенью извитости и степенью загрязнения штапеля. Овцематки с высоким уровнем β-лактоглобулина в молоке имели высокую и отрицательную взаимосвязь с этими признаками и достоверно отличались от животных других групп. У овцематок со средним уровнем этой фракции белка корреляция со степенью извитости и степенью загрязнения штапеля практически отсутствует.

Следует отметить, что при одинаковом низком уровне трех изученных белков молока корреляционная связь с шерстной продуктивностью выражена по-разному. Так, с настригом шерсти и степенью загрязнения штапеля более тесно связан β-лактоглобулин, связь с другими белками ниже в 1,2 и 13,6 раза. С истинной длиной и степенью извитости более тесно связан β-казеин (выше в 1,6 и 9,5 раз), с тониной шерсти – общий белок (выше в 1,1 и 1,06 раз). В группе овцематок со средним уровнем белков более тесная связь почти всех показателей шерстной продуктивности, кроме степени извитости, установилась с β-казеином. В группе овцематок с высоким уровнем белков наиболее тесная связь почти всех признаков шерсти, кроме тонины, установилась с β-лактоглобулином.

Исследование позволило установить, что достоверно более длинную шерсть будут иметь овцематки с низким уровнем общего белка, β-казеина и средним уровнем β-лактоглобулина. Более тонкой шерстью будут характеризоваться овцы с низким уровнем β-лактоглобулина.

Однако, поскольку уровень белков и отдельных его фракций может значительно колебаться в зависимости от условий кормления, содержания и других паратипических факторов, а методика их определения достаточно трудоемка, большой интерес с теоретической точки зрения представляет взаимосвязь признаков шерстной продуктивности овец с генотипами их по белкам молока. Поскольку генотип овец по белкам молока имеет низкую изменчивость и может прогнозироваться в соответствии с закономерностями наследования, прогноз шерстной продуктивности по этим генетическим тестам может быть более вероятен.

Таблица 7

Корреляция белков молока с шерстной продуктивностью у овец породы прекос в зависимости от уровня β-лактоглобулина

Показатели	Уровень β-лактоглобулина (r ± m)		
	низкий	средний	высокий
Настриг шерсти	0,667 ± 0,053***	–0,216 ± 0,092	1,000 ± 0,000***
Естественная длина шерсти	0,096 ± 0,074	0,034 ± 0,074	0,316 ± 0,067*
Истинная длина шерсти	0,051 ± 0,073	0,015 ± 0,074	–0,689 ± 0,039***
Тонина шерсти	0,197 ± 0,070	0,177 ± 0,070	0,182 ± 0,070
Степень извитости	–0,118 ± 0,074	–0,090 ± 0,074	–0,657 ± 0,042***
Степень загрязнения	0,252 ± 0,070*	0,023 ± 0,074	–0,635 ± 0,044***

Установлено, что выявленные по белкам молока генотипы овец породы прекос также могут быть использованы для прогнозирования шерстной продуктивности. Так, по β-казеину выявлено у этой популяции овец два генотипа, *AB* и *BB*, причем доминирующее положение (89,6 %) имел генотип *AB*. Овцы этого генотипа характеризовались повышенным настригом шерсти, превосходя по этому показателю овец с генотипом ВВ на 4,8 % (табл. 8).

Таблица 8

Шерстная продуктивность и качество шерсти овец породы прекос в зависимости от генотипа по β-казеину

Показатели	Генотип овец по β-казеину (M ± m)	
	AB, *n* = 502	*BB*, *n* = 4310
Настриг шерсти, кг	4,33 ± 0,23	4,13 ± 0,12
Длина шерсти, см: естественная	8,60 ± 0,53	8,12 ± 0,15
Длина шерсти, см: истинная	11,69 ± 0,07*	11,25 ± 0,03
Тонина шерсти: в мкм	24,31 ± 0,33*	22,97 ± 0,11
Тонина шерсти: в качествах	60	64
Степень извитости, %	26,60 ± 2,95	27,62 ± 1,17
Степень загрязнения штапеля, %	39,48 ± 3,28	43,83 ± 1,43

Изучение качественных показателей шерстной продуктивности показало, что овцы с генотипом *AB* имели более длинную и менее извитую шерсть при преимущественной тонине 60-го качества и лучшем качестве жиропота.

Овцы с генотипом *BB* по β-казеину уступали по длине шерсти на 5,9 и 3,9 % ($P < 0,05$), по тонине шерсти – на 5,8 % ($P < 0,05$), по степени извитости и степени загрязнения штапеля – соответственно на 3,8 и 11,0 % в относительном выражении.

По-разному проявились характер и степень взаимосвязи между белками молока и шерстной продуктивностью у овец с различными генотипами. Так, у овец с генотипом *AB* связь β-казеина с настригом шерсти имела отрицательную направленность, а у овец с генотипом *BB* – положительную (табл. 9). Однако наибольшие различия установились в корреляции с длиной шерсти. У овец с генотипом *AB* связь β-казеина с естественной длиной шерсти была положительной среднего уровня, а у овец с генотипом *BB* – отрицательная и низкого уровня. Коэффициенты корреляции этого белка с длиной шерсти у овец с генотипом *AB* были выше в 6,4 и 8,2 раза ($P < 0,001$).

Таблица 9

Корреляция белков молока с шерстной продуктивностью у овец породы прекос в зависимости от генотипа по β-казеину

Показатели	Генотип овец по β-казеину (r ± m)	
	AB	*BB*
Настриг шерсти	–0,044 ± 0,078	0,060 ± 0,078
Длина шерсти: естественная	0,436 ± 0,049***	–0,068 ± 0,061
Длина шерсти: истинная	0,377 ± 0,052***	–0,046 ± 0,060
Тонина шерсти	0,345 ± 0,053	–0,202 ± 0,057
Степень извитости,	–0,568 ± 0,041***	0,025 ± 0,061
Степень загрязнения штапеля, %	–0,240 ± 0,057	0,134 ± 0,060

Достоверные различия проявились и в величине корреляционных связей со степенью извитости. У овец с генотипом *AB* величина коэффициента корреляции с этим признаком была выше в 22,7 раза ($P < 0,001$), чем у овец с генотипом *BB*, и имела отрицательную направленность. Различия в степени взаимосвязи β-казеина с тониной шерсти и качеством жиропота были недостоверными, но характер взаимосвязи имел неодинаковую направленность. При этом величина корреляционной связи была выше у овец с генотипом *AB*.

По β-лактоглобулину у овец породы прекос изучаемой популяции было выявлено три генотипа: *AA*, *AB* и *BB*. Доминирующее положение также имели овцы с генотипом *AB* – 58,3 %. Достоверных различий в настриге шерсти у овец в зависимости от генотипа не установле-

но, но преимущественное положение по этому признаку занимают животные с генотипом *AB*, превосходящие овец других генотипов на 0,7 и 2,0 % (табл. 10).

Достоверные различия в качестве шерсти установлены по длине и тонине шерсти. Овцематки с генотипами *AA* и *AB* характеризовались более длинной шерстью, превосходя по этому признаку овец с генотипом *BB* соответственно на 3,6 и 7,6 % ($P < 0,05$). Овцы с генотипом *AB* отличались и повышенной толщиной шерстных волокон, превосходя животных с другими генотипами соответственно на 5,1 и 4,1 % ($P < 0,05$). Различия прослеживались также в степени извитости и степени загрязнения штапеля, но они не были достоверными. При этом меньшей степенью извитости характеризовались животные с генотипом *BB* по β-лактоглобулину. Они же имели и лучшее качество жиропота при меньшей степени загрязнения штапеля.

Достоверные различия в величине и характере корреляционных связей у овец в зависимости от генотипа по β-лактоглобулину проявились уже в настриге шерсти. Наибольшая величина связи β-лактоглобулина с настригом шерсти установилась у овцематок с генотипом *AA*. Коэффициент корреляции между этими признаками у них был выше, чем у овец других генотипов в 2,2 и 11,5 раза. Причем у овец с генотипом *BB* связь имеет отрицательную направленность (табл. 11).

Уровень β-лактоглобулина в отличие от β-казеина имеет повышенную связь с тониной шерсти. При этом овцематки с генотипами *AA* и *BB*, т. е. гомозиготные по этому белку, характеризовались более высокой корреляционной связью и превосходили гетерозигот-

Таблица 10

Шерстная продуктивность и качество шерсти овец породы прекос в зависимости от генотипа по β-лактоглобулину

Показатели	Генотип овец по β-лактоглобулину (M ± m)		
	AA, *n* = 1003	*AB*, *n* = 2807	*BB*, *n* = 1002
Настриг шерсти, кг	4,15 ± 0,24	4,18 ± 0,15	4,10 ± 0,18
Длина шерсти, см: естественная	7,80 ± 0,33	8,38 ± 0,19	7,95 ± 0,32
Длина шерсти, см: истинная	11,12 ± 0,05*	11,55 ± 0,03*	10,73 ± 0,05
Тонина шерсти: в мкм	22,40 ± 0,22	23,55 ± 0,13*	22,63 ± 0,21
Степень извитости, %	29,73 ± 2,49	27,28 ± 1,36	25,96 ± 2,63
Степень загрязнения штапеля, %	46,69 ± 2,74	43,17 ± 1,85	40,64 ± 2,47

Таблица 11

Корреляция шерстной продуктивности с белками молока у овец породы прекос в зависимости от генотипа по β-лактоглобулину

Показатели	Генотип овец по β-лактоглобулину (r ± m)		
	AA	*AB*	*BB*
Настриг шерсти, кг	0,849 ± 0,045***	0,381 ± 0,116	–0,074 ± 0,176
Длина шерсти, см: естественная	–0,383 ± 0,107*	0,061 ± 0,105	–0,106 ± 0,135
Длина шерсти, см: истинная	–0,210 ± 0,115	0,001 ± 0,103	–0,201 ± 0,125
Тонина шерсти: в мкм	–0,398 ± 0,099	0,023 ± 0,100	–0,448 ± 0,101**
Степень извитости, %	0,357 ± 0,109	–0,114 ± 0,104	–0,026 ± 0,136
Степень загрязнения штапеля, %	0,460 ± 0,099**	–0,034 ± 0,10	–0,282 ± 0,125

ных овец с генотипом *AB* соответственно в 17,3 и 19,5 раз ($P < 0,01$ и $P < 0,001$). Овцы с генотипом *AA* имели повышенный уровень корреляции β-лактоглобулина с качеством жиропота, т. е. степенью загрязнения штапеля, превосходя по этому признаку овец других генотипов в 13,5 и 1,6 раза. При этом направленность корреляционной связи была положительной, а не отрицательной, как у овец других генотипов.

Заключение

В результате исследований установлено, что уровень β-казеина и β-лактоглобулина, а также генотип овец по этим белкам могут использоваться в качестве тестов прогнозирования уровня и качества шерстной продуктивности овец. Наиболее вероятен у овец изученного направления продуктивности прогноз истинной длины и тонины шерсти.

PROGNOSTICATION OF WOOL PRODUCTION CHARACTERS IN SHEEP BY MILK PROTEINS

M.A. Sushentsova

Kazan' State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, The Chair of Animal Husbandry Technology, Kazan, Russia

Summary

On herd sheep of breed precos the level of common protein and casein, and polymorphism for milk protein were investigated. The genotypes of sheep were established on the basis of milk proteins. The degree and character of relationship between wool production characters, the level of milk proteins and milk proteins genotypes were established. The way to forecast the wool productivity by the genotype determined by milk proteins was offered.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА ОВЕЦ

М.А. Сушенцова

ФГОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», кафедра технологии животноводства, Казань, Россия

На стаде овец породы прекос изучена эффективность комплексного и одностороннего целенаправленного отбора с использованием сложившихся фенотипических корреляций. Установлено, что при стабилизирующем и направленном отборе величина изменчивости признаков выше возможности отбора и больше величина селекционного дифференциала. Показаны способы уменьшения количества селекционных признаков при отборе. Представлена величина корреляционных связей между основными селекционными признаками тонкорунных овец при различной направленности отбора.

Цель и задачи

При селекции овец тонкорунных пород учитывается большое количество признаков, что снижает эффективность отбора и усложняет работу селекционера. Основной признак – настриг шерсти – оценивается после проведения бонитировки и определения племенной ценности животного. Корреляция между основными признаками шерстной продуктивности отрицательная, что затрудняет процесс отбора. Поэтому нами изучена эффективность различной направленности отбора на отселекционированном стаде овец породы прекос.

Материал и методика

Для определения эффективности отбора овец породы прекос в ООО им. Тимирязева Балтасинского района Республики Татарстан всех ярок одного года рождения разделили на производственные группы в соответствии с выраженностью основных селекционных признаков. По густоте шерсти выделены четыре производственные группы: очень густошерстные (*ММ*), с повышенной густотой шерсти (*М+*), достаточной густотой (*М*) и редкой шерстью (*М-*). По длине шерсти ярок разделили на 4 группы: с короткой шерстью (при длине штапеля ниже стандарта породы), со средней длиной (при длине шерсти на уровне стандарта), с длинной шерстью (на 20 % выше стандарта) и с очень длинной (при превышении этих границ). По тонине шерсти ярок разделили на три группы: с тониной шерсти 64-го качества, 60-го качества и с огрубленной шерстью 58–56-го качеств. По живой массе ярок разделили на 4 группы: мелкие (менее стандарта породы), средние (с живой массой в пределах 1-го класса и класса элита), крупные (выше стандарта породы на 20 %) и очень крупные (с живой массой, превышающей границы селекционной группы). По настригу шерсти животных разделили по тем же принципам, что и в предыдущем варианте, на 4 группы: с низким настригом, средним, высоким и очень высоким.

Результаты исследования

Известно, что основным направлением селекции в тонкорунном овцеводстве является уровень и качество шерсти. Мясная продуктивность является дополнительным селекционным признаком, причем селекция ведется преимущественно на повышение живой массы, остальные показатели мясной продуктивности при бонитировке не оцениваются.

Однако в связи с изменившимися экономическими отношениями в стране и снижением спроса на шерсть дальнейшее совершенствование мясо-шерстных овец должно осуществляться в направлении повышения мясной продуктивности при сохранении основных качеств шерсти в соответствии с требованиями шерстеперерабатывающей промышленности.

Селекция в овцеводстве базируется на комплексе признаков, оцениваемых при основной бонитировке, причем одновременно оценке подвергается от 14 до 15 признаков, не всегда коррелирующих положительно. Поскольку классность животного включает комплексную оценку всех селекционных признаков, отбор овец ведется преимущественно по классности. При проведении такого отбора в стаде овец породы прекос ООО им. Тимирязева изменчивость основных селекционных признаков была выражена достаточно четко (табл. 1). Ярки класса элита имели более длинную (на 6,3 %) шерсть повышенной тонины (на 1,2 %), большую живую массу (на 8,7 %) и характеризовались самым высоким настригом шерсти (выше на 15,9 %). Ярки первого класса превосходили ярок второго класса по тем же признакам соответственно на 19,0 %; 1,7; 7,4 и 7,6 %.

При отборе ярок по классности селекционный дифференциал по длине шерсти составил 2,34 см, тонине шерсти – 0,51 мкм, живой массе – 5,41 кг и настригу шерсти – 0,60 кг. Наибольшие различия наблюдались по длине шерсти и живой массе. В пределах каждой производственной группы изменчивость селекционных признаков невысокая при колебании коэффициентов вариации от 8,8 до 19,2 %, что свидетельствует о консолидации признаков и достаточной отселекционированности стада.

При селекции на повышение настрига шерсти большое значение имеет густота шерсти, поскольку породе прекос свойственна недостаточная выраженность этого признака. Селекция на повышение складчатости кожи для повышения настрига шерсти в мясо-шерстном овцеводстве не приемлема. Результаты исследования показывают, что отбор ярок по густоте шерсти в оцениваемом стаде положительно скажется не только на шерстной, но и мясной продуктивности (табл. 2).

Таблица 1

Основные селекционные признаки ярок при отборе по классности

Классность животных	n	Длина шерсти, см	Тонина шерсти, мкм	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг
Элита	75	13,05 ± 0,13***	22,66 ± 0,17***	52,43 ± 0,61***	4,59 ± 0,11***
I класс	207	12,28 ± 0,08***	22,39 ± 0,10	48,24 ± 0,39	3,96 ± 0,06
II класс	144	10,32 ± 0,14	22,02 ± 0,10	44,93 ± 0,48	3,68 ± 0,07
В среднем по яркам	433	11,75 ± 0,08	22,31 ± 0,07	47,71±0,30	3,98 ± 0,04

Примечание. Здесь и далее *** $P < 0{,}001$; ** $P < 0{,}01$; * $P < 0{,}05$.

Таблица 2

Основные селекционные признаки ярок при отборе по густоте шерсти

Группы ярок по густоте шерсти	n	Длина шерсти, см	Тонина шерсти, мкм	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг
С очень густой шерстью (ММ)	15	11,93 ± 0,39	22,26 ± 031	51,40 ± 1,51*	4,55 ± 0,28**
С повышенной густотой шерсти (М+)	152	12,48 ± 0,09**	22,46 ± 0,11	48,67 ± 0,50	4,12 ± 0,08**
С достаточной густотой шерсти (М)	201	11,43 ± 0,13	22,18 ± 0,09	47,81 ± 0,43	3,87 ± 0,06
С редкой шерстью (М-)	54	10,81 ± 0,23	22,40 ± 0,23	44,35 ± 0,69***	3,79 ± 0,11
В среднем по яркам	433	11,75 ± 0,08	22,31 ± 0,07	47,71 ± 0,30	3,98 ± 0,04

*** $P < 0{,}001$; ** $P < 0{,}01$; * $P < 0{,}05$.

Так, очень густошерстные ярки превосходят типичных для породы животных с достаточной густотой шерсти по живой массе – на 7,5 %, настригу шерсти – на 17,6 %, длине шерсти – на 4,5 % и тонине – на 0,3 %. Ярки с повышенной густотой шерсти превосходят типичных для породы соответственно на 1,8; 6,5; 9,2 и 1,3 %. Наибольший эффект по длине и тонине шерсти проявился при отборе ярок с повышенной густотой. Сохранение в стаде животных с редкой шерстью приведет к снижению живой массы на 7,8 %, настрига шерсти – на 2,1 %, длины шерсти – на 5,7 % и будет сопровождаться огрублением шерсти на 1,0 %. То есть отбор по густоте шерсти будет сопровождаться положительным эффектом по всем основным селекционным признакам при некотором огрублении шерсти. Однако, несмотря на повышение живой массы при отборе густошерстных животных, абсолютное значение этого признака ниже, чем в лучшей группе при отборе по классности.

Практикой разведения тонкорунных пород овец доказано, что при одинаковой густоте шерсти увеличение ее длины на 1 см сопровождается увеличением настрига шерсти на 10–14 % и отбор по длине шерсти эффективен при селекции на повышение шерстной продуктивности.

Результаты исследования подтвердили это положение. Так, ярки с очень длинной шерстью превосходили типичных животных по настригу шерсти на 11,3 %, по длине шерсти на 30,6 %, по тонине шерсти на 1,3 % и по живой массе на 4,4 % (табл. 3). Ярки с повышенной длиной шерсти превосходили типичных животных соответственно на 6,6, 12,5 и 5,3 %, уступая по тонине шерсти на 0,3 %. Сохранение в стаде короткошерстных животных будет сопровождаться понижением настрига шерсти на 5,2 %; живой массы на 4,0 %, длины шерсти на 20,8 % и тонины шерсти на 2,3 %. Отбор по длине шерсти в данном стаде менее эффективен, поскольку селекционный эффект по настригу шерсти меньше на 6,3 %, а по живой массе – в 1,7 раза.

Отбор по тонине шерсти имеет менее широкие границы изменчивости и должен осуществляться в пределах одного–двух качеств или 2–4 мкм. Результаты исследования показали, что наиболее желателен отбор овец с тониной шерсти 60-го качества, или в пределах 23,1–25,0 мкм (табл. 4).

Такие животные превосходят овец с более тонкой шерстью на 7,9 % по длине шерсти, на 2,0 % по живой массе и на 5,9 % по настригу шерсти, а с шерстью более грубых сортиментов соответственно на 1,7; 4,9 и 7,0 %. Отбор по тонине шерсти в данном стаде наименее эффективен, поскольку селекционный эффект по живой массе меньше в 2–4 раза, а по настригу шерсти – в 2–3 раза.

В последние годы все большее внимание селекционеров привлекает мясная и молочная продуктивность овец, поскольку рынок сбыта этой продукции еще не насыщен иностранными производителями. Результаты исследования показывают, что отбор по живой массе высокоэффективен (табл. 5). У крупных животных увеличивается не только показатель основной продуктивности – живая масса, но и большинство селекционных признаков.

Таблица 3

Основные селекционные признаки ярок при отборе по длине шерсти

Группы ярок по густоте шерсти	n	Длина шерсти, см	Тонина шерсти, мкм	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг
С очень длинной шерстью	65	14,16 ± 0,11***	22,70 ± 0,20	48,61 ± 0,90	4,24 ± 0,12**
С повышенной длиной шерсти	219	12,25 ± 0,03***	22,34 ± 0,09	49,00 ± 0,38**	4,06 ± 0,06*
Со средней длиной шерсти	56	10,84 ± 0,03	22,40 ± 0,22	46,55 ± 0,69	3,81 ± 0,11
С короткой шерстью	74	8,97 ± 0,09***	21,89 ± 0,10*	44,75 ± 0,68	3,62 ± 0,09
В среднем по яркам	433	11,75 ± 0,08	22,31 ± 0,07	47,71 ± 0,30	3,98 ± 0,04

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$.

Так, очень крупные ярки превосходили типичных для породы по длине шерсти на 7,8 % ($P < 0{,}001$), тонине шерсти – на 1,4 %; настригу шерсти – 8,7 % ($P < 0{,}001$). Крупные ярки характеризовались повышенной длиной шерсти и достоверно превышали типичных животных по настригу шерсти. Мелкие животные с низкой живой массой уступали типичным животным, соответствующим стандарту породы, по длине шерсти на 4,4 %, по настригу шерсти на 15,7 % ($P < 0{,}001$) и имели более огрубленную шерсть. По сравнению с другими вариантами отбор по живой массе сопровождался более значительным прогрессом по длине шерсти, но меньшим прогрессом по настригу шерсти.

Величина прогресса по живой массе составляет только 28,6 %, что ниже, чем прогресс по настригу шерсти при отборе по этому признаку (табл. 6).

Ярки с очень высоким настригом шерсти

Таблица 4

Основные селекционные признаки ярок при отборе по тонине шерсти

Группы ярок по тонине шерсти	n	Длина шерсти, см	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг
С шерстью 64-го качества	320	11,55 ± 0,10***	47,70 ± 0,35	3,92 ± 0,05
С шерстью 60-го качества	81	12,46 ± 0,17	48,67 ± 0,59	4,15 ± 0,11
С огрубленной шерстью 58–56-го качества	19	12,25 ± 0,37	46,40 ± 1,42	3,88 ± 0,20
В среднем по яркам	433	11,75 ± 0,08	47,71 ± 0,30	3,98 ± 0,04

*** $P < 0{,}001$; ** $P < 0{,}01$; * $P < 0{,}05$.

Таблица 5

Основные селекционные признаки ярок при отборе по живой массе

Группы ярок по живой массе	n	Длина шерсти, см	Тонина шерсти, мкм	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг
Мелкие	40	10,88 ± 0,37	22,50 ± 0,29	36,79 ± 0,28**	3,37 ± 0,12***
Средние	97	11,36 ± 0,17	22,05 ± 0,11	42,32 ± 0,14	3,90 ± 0,08
Крупные	146	11,74 ± 0,14	22,39 ± 0,11*	47,73 ± 0,15***	3,86 ± 0,07***
Очень крупные	144	12,25 ± 0,11***	22,36 ± 0,12	54,43 ± 0,26***	4,24 ± 0,07***
В среднем по яркам	433	11,75 ± 0,08	22,31 ± 0,07	47,71 ± 0,30	3,98 ± 0,04

*** $P < 0{,}001$; ** $P < 0{,}01$; * $P < 0{,}05$.

Таблица 6

Основные селекционные признаки ярок при отборе по настригу шерсти

Группы ярок по настригу шерсти	n	Длина шерсти, см	Тонина шерсти, мкм	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг
Низкий	73	11,56 ± 0,21	22,21 ± 0,16	46,80 ± 0,81	2,94 ± 0,04**
Средний	82	11,56 ± 0,20	22,08 ± 0,12	46,35 ± 0,64	3,59 ± 0,02
Высокий	185	12,10 ± 0,11*	22,43 ± 0,11*	49,76 ± 0,41***	4,56 ± 0,04***
Очень высокий	40	12,71 ± 0,18***	22,39 ± 0,19	52,63 ± 0,93***	5,41 ± 0,06***
В среднем по яркам	433	11,75 ± 0,08	22,31 ± 0,07	47,71 ± 0,30	3,98 ± 0,04

*** $P < 0{,}001$; ** $P < 0{,}01$; * $P < 0{,}05$.

превосходили типичных животных по основному признаку на 50,7 % ($P < 0,001$), по длине шерсти на 9,9 % ($P < 0,001$), тонине шерсти на 1,4 % и живой массе на 13,5 % ($P < 0,001$). Прогресс основных селекционных признаков по яркам с повышенным настригом шерсти был менее значителен и составлял соответственно 27,0 % ($P < 0,001$); 4,7 % ($P < 0,05$); 1,6 % ($P < 0,05$) и 7,0 % ($P < 0,001$). Отсутствие индивидуального учета настрига шерсти и недооценка этого признака при сохранении малошерстных животных может привести только к снижению количества шерсти, остальные селекционные признаки выражены не хуже, чем у ярок первого класса. По результатам исследований установлено, что основным направлением отбора овец в данном стаде является сохранение шерстной продуктивности при повышении мясной продуктивности.

Селекция на повышение настрига шерсти не будет сопровождаться снижением живой массы животных и основных показателей шерстной продуктивности. Для улучшения мясной продуктивности животных целесообразен отбор по скороспелости, оплате корма, убойному выходу. Отбор по длине шерсти целесообразно ограничить определенными критериями, так как дальнейшая селекция по этому признаку приведет к снижению мясных качеств животных.

Важную роль в повышении эффективности отбора животных играет изучение характера и величины корреляционных связей между основными селекционными признаками. Известно, что у тонкорунных овец существует положительная корреляционная связь между длиной, густотой, живой массой и настригом шерсти и отрицательная взаимосвязь между густотой, длиной и тониной шерсти. Однако при длительном направленном отборе селекционерам удается изменить не только величину корреляции, но и ее характер.

В результате исследования установлено, что направленность отбора в значительной степени сказывается на величине и характере корреляционных связей между признаками. Так, у ярок класса элита при отборе по классности большинство изученных взаимосвязей носило отрицательный характер, а у ярок первого и второго классов – положительный (табл. 7). Ярки класса элита характеризовались пониженной по сравнению со средним по стаду корреляцией между живой массой, тониной и настригом шерсти, длиной и живой массой, длиной и тониной шерсти. Ярки первого класса имели низкую взаимосвязь длины шерсти с настригом и живой массой. У ярок второго класса все изучаемые корреляционные связи были выражены значительно слабее, чем в среднем по стаду.

При отборе по густоте шерсти взаимосвязь между живой массой и настригом шерсти у всех производственных групп положительная, но более сильно выражена у редкошерстных и густошерстных овец (табл. 8).

Взаимосвязь между длиной и настригом шерсти у всех групп ярок положительная и только у очень густошерстных – отрицательная. Наиболее сильно эта корреляция выражена у животных с достаточной или пониженной густотой шерсти. Взаимосвязь тонины и на-

Таблица 7

Коэффициенты корреляции между основными селекционными признаками при отборе по классности

Коррелирующие признаки	Группы ярок			
	элита	I класса	II класса	в целом по яркам
Живая масса – настриг шерсти	0,251 ± 0,058	0,173 ± 0,046	0,148 ± 0,059	0,307 ± 0,019
Длина – настриг шерсти	–0,266 ± 0,178	0,043 ± 0,064	0,175 ± 0,055	0,228 ± 0,026
Тонина – настриг шерсти	–0,018 ± 0,120	0,029 ± 0,066	0,007 ± 0,083	0,059 ± 0,043
Длина шерсти – живая масса	–0,024 ± 0,122	–0,040 ± 0,075	0,074 ± 0,072	0,258 ± 0,024
Тонина шерсти – живая масса	–0,126 ± 0,145	–0,068 ± 0,079	–0,039 ± 0,091	0,011 ± 0,048
Длина шерсти – тонина шерсти	0,137 ± 0,084	0,164 ± 0,047	0,110 ± 0,066	0,208 ± 0,028

Таблица 8

Коэффициенты корреляции между основными селекционными признаками при отборе по густоте шерсти

Коррелирующие признаки	Группы ярок по густоте шерсти			
	очень густая	повышенная	достаточно густая	редкая
Живая масса – настриг шерсти	0,227 ± 0,141	0,424 ± 0,012	0,134 ± 0,051	0,424 ± 0,020
Длина – настриг шерсти	–0,043 ± 0,280	0,032 ± 0,204	0,300 ± 0,028	0,184 ± 0,087
Тонина – настриг шерсти	–0,223 ± 0,373	0,091 ± 0,178	0,118 ± 0,054	–0,134 ± 0,174
Длина шерсти – живая масса	0,112 ± 0,201	–0,029 ± 0,231	0,377 ± 0,117	0,049 ± 0,124
Тонина шерсти – живая масса	–0,293 ± 0,410	0,091 ± 0,178	0,082 ± 0,059	–0,014 ± 0,141
Длина шерсти – тонина шерсти	0,349 ± 0,078	0,143 ± 0,058	0,244 ± 0,036	0,167 ± 0,091

стрига шерсти отрицательная у двух крайних вариантов и положительная у средних вариантов. Наиболее высокая она в группе очень густошерстных ярок. Достаточно высокая и положительная связь между длиной шерсти и живой массой установилась у средних по густоте шерсти ярок. А в группе овец с повышенной густотой эта связь отрицательная, правда, очень слабая. Характер взаимосвязи тонины и живой массы такой же, как длины и настрига шерсти. Длина и тонина шерсти связаны положительно во всех группах, самая высокая связь у очень густошерстных ярок.

При отборе по длине шерсти величина взаимосвязи живой массы и настрига шерсти ниже, чем в предыдущем варианте, а в группе короткошерстных овец эта взаимосвязь отрицательная и очень низкая (табл. 9).

Более низкая корреляционная связь длины и настрига шерсти установлена во всех группах ярок, кроме короткошерстных, у которых она отрицательная. Связь тонины и настрига шерсти имеет положительную направленность в группах с крайней выраженностью признака, у ярок с повышенной длиной она низкая отрицательная, а в группе со средним значением признака – отсутствует. Взаимосвязь длины шерсти с живой массой во всех случаях при этом варианте отбора положительная и в большей степени выражена у очень длинношерстных животных. Тонина и живая масса коррелируют слабо и в двух группах – у ярок с повышенной и средней длиной она отрицательная. Характер связи между тониной и длиной шерсти не изменяется, и она остается положительной. При отборе по тонине шерсти самая высокая корреляция отмечается между

Таблица 9

Коэффициенты корреляции между основными селекционными признаками при отборе по длине шерсти

Коррелирующие признаки	Группы ярок по длине шерсти			
	очень длинная	повышенная	средняя	короткая
Живая масса – настриг шерсти	0,266 ± 0,057	0,328 ± 0,023	0,341 ± 0,043	–0,013 ± 0,118
Длина – настриг шерсти	–0,025 ± 0,129	–0,062 ± 0,076	–0,105 ± 0,162	0,208 ± 0,067
Тонина – настриг шерсти	0,104 ± 0,097	–0,017 ± 0,070	–	0,135 ± 0,084
Длина шерсти – живая масса	0,211 ± 0,071	0,039 ± 0,062	0,113 ± 0,103	0,165 ± 0,077
Тонина шерсти – живая масса	0,066 ± 0,107	–0,084 ± 0,079	–0,032 ± 0,142	0,067 ± 0,100
Длина шерсти – тонина шерсти	0,277 ± 0,055	0,141 ± 0,048	0,117 ± 0,102	0,081 ± 0,097

настригом и живой массой, у ярок с огрубленной шерстью величина этой связи составляет 0,736 (табл. 10).

Однако в этой группе в отличие от остальных длина и настриг шерсти связаны отрицательно. Кроме того, в отличие от остальных вариантов отбора прослеживается четко выраженная и достаточно высокая положительная корреляция длины шерсти и живой массы.

При отборе по живой массе не прослеживается увеличения степени корреляции между живой массой и настригом шерсти, а у ярок со средней живой массой взаимосвязь даже отрицательная (табл. 11).

Взаимосвязь длины шерсти с живой массой при этом варианте отбора устойчиво положительная и среднего уровня. При этом она почти в два раза ниже у крупных ярок. Тонина и настриг шерсти имеют относительно высокую, но отрицательную связь у мелких животных и положительную среднего уровня во всех остальных группах. Длина шерсти и живая масса положительно связаны только у очень крупных животных, во всех остальных группах связь отрицательная и низкая. Связь между тониной шерсти и живой массой преимущественно низкая, среднего уровня и отрицательная она только в группе очень крупных ярок. Характер взаимосвязи тонины и длины шерсти не изменяет и этот тип отбора, причем степень взаимосвязи несколько увеличивается.

При отборе по настригу шерсти практически отсутствует взаимосвязь его с живой массой. Положительная и среднего уровня эта связь только в группе животных с высокой шерстной продуктивностью (табл. 12). Длина и настриг шерсти коррелируют по-разному, в группах с низким и высоким настригом эта связь положительная и среднего уровня, а в остальных группах низкая и у средних животных отрицательная. При этом варианте отбора положительно коррелируют длина и живая масса, кроме ярок с очень высоким настригом шерсти.

Взаимосвязь тонины шерсти с живой массой проявляется только у ярок с низким настригом, в остальных случаях она очень низкая. Уве-

Таблица 10

Коэффициенты корреляции между основными селекционными признаками при отборе по тонине шерсти

Коррелирующие признаки	Группы ярок по тонине шерсти		
	64-го качества	60-го качества	58–56-го качества
Живая масса – настриг шерсти	0,268 ± 0,026	0,361 ± 0,031	0,736 ± 0,105
Длина – настриг шерсти	0,210 ± 0,032	0,321 ± 0,040	–0,160 ± 0,295
Длина шерсти – живая масса	0,273 ± 0,025	0,218 ± 0,063	0,116 ± 0,172

Таблица 11

Коэффициенты корреляции между основными селекционными признаками при отборе по живой массе

Коррелирующие признаки	Группы ярок по живой массе			
	мелкие	средние	крупные	очень крупные
Живая масса – настриг шерсти	0,299 ± 0,067	–0,118 ± 0,126	0,105 ± 0,065	0,196 ± 0,051
Длина – настриг шерсти	0,201 ± 0,100	0,243 ± 0,052	0,135 ± 0,060	0,228 ± 0,045
Тонина – настриг шерсти	–0,350 ± 0,283	0,124 ± 0,076	0,134 ± 0,061	0,122 ± 0,063
Длина шерсти – живая масса	–0,088 ± 0,196	–0,081 ± 0,118	–0,002 ± 0,083	0,205 ± 0,049
Тонина шерсти – живая масса	–0,023 ± 0,174	0,091 ± 0,083	0,036 ± 0,077	–0,151 ± 0,108
Длина шерсти – тонина шерсти	0,379 ± 0,040	0,188 ± 0,063	0,137 ± 0,060	0,240 ± 0,043

Таблица 12

Коэффициенты корреляции между основными селекционными признаками при отборе по настригу шерсти

Коррелирующие признаки	Группы ярок по настригу шерсти			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
Живая масса – настриг шерсти	0,095 ± 0,094	0,082 ± 0,092	0,285 ± 0,032	0,043 ± 0,143
Длина – настриг шерсти	0,212 ± 0,067	–0,055 ± 0,123	0,234 ± 0,039	0,099 ± 0,125
Тонина – настриг шерсти	–0,147 ± 0,150	–0,131 ± 0,139	0,002 ± 0,073	–0,057 ± 0,174
Длина шерсти – живая масса	0,179 ± 0,075	0,174 ± 0,072	0,177 ± 0,048	0,077 ± 0,132
Тонина шерсти – живая масса	–0,272 ± 0,179	–0,099 ± 0,073	0,002 ± 0,073	–0,029 ± 0,165
Длина шерсти – тонина шерсти	0,230 ± 0,063	0,243 ± 0,057	0,100 ± 0,059	0,588 ± 0,027

личилась при этом варианте отбора и степень взаимосвязи тонины и длины шерсти. В группе ярок с очень высоким настригом шерсти эта связь очень высокая.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при изменении направления отбора можно значительно изменить характер и степень взаимосвязи между основными селекционными признаками. Для повышения эффективности отбора, наряду с фенотипической, целесообразно установить величину и направленность генетической корреляции. В настоящее время в данном стаде можно вести селекцию без учета настрига шерсти, так как отбор более крупных животных будет сопровождаться улучшением шерстной продуктивности. При достигнутом уровне продуктивности овец целесообразно перейти на тандемную селекцию по выраженности мясных форм и скороспелости.

В результате исследования установлено, что между основными селекционными признаками овец породы прекос в ООО им. Тимирязева сформировались как положительные, так и отрицательные корреляционные связи преимущественно среднего и низкого уровней. Поэтому при учете всех признаков и выборе животных желательного типа возможности отбора ограничиваются. Вместе с тем установлено, что при введении тандемного отбора эффективность селекции при некоторых вариантах значительно выше (табл. 13). Самый низкий экономический эффект получен при использовании отбора по тонине шерсти: от одной овцы в этом случае дополнительно получают 0,23 кг шерсти и 0,97 кг мяса в живой массе.

Отбор по классности, который имеет место в хозяйстве, не эффективен, он занимает лишь третий ранг среди всех направлений отбора.

Таблица 13

Экономическая эффективность различных вариантов отбора молодняка породы прекос (в расчете на 1 овцу)

Направление отбора	Экономический эффект в натуральном выражении, кг		Экономический эффект в денежном выражении, руб.
	шерсть	мясо	
По классности	0,63	4,19	165,0
По густоте шерсти	0,43	2,73	108,1
По длине шерсти	0,43	2,06	85,5
По тонине шерсти	0,23	0,97	40,8
По настригу шерсти	1,82	6,28	274,6
По живой массе	0,34	12,11	430,5

Заключение

Самым эффективным с экономической точки зрения оказался отбор по мясной продуктивности, следовательно, направление селекции в стаде необходимо сдвинуть в сторону усиления мясности. Отбор по настригу шерсти занимает второе место, поэтому он также будет способствовать повышению эффективности овцеводства.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SELECTION IN THE SHEEP

M.A. Sushentsova

Kazan' State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, The Chair of Animal Husbandry Technology, Kazan, Russia

Summary

On herd sheep of breed precos the efficiency of complex and unilateral purposeful selection with use usual fenotypical of correlations is investigated. Is established, that at the stabilizing and directed selection the size of variability of attributes is higher, the opportunities of selection and more size of selection differential are higher. The ways of reduction quantity selection of attributes are shown at selection. The value of correlation connections between the basic selection attributes тонкорунных овец is submitted at a various orientation of selection.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИИ ПО ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ У ПЕСЦОВ (*ALOPEX LAGOPUS*) И ЛИСИЦ (*VULPES VULPES*) В УСЛОВИЯХ ИХ КЛЕТОЧНОГО РАЗВЕДЕНИЯ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗВЕРОФЕРМАХ

Т.М. Чекалова

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия, e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Изучена потенциальная плодовитость и пренатальная смертность в стадах песцов и лисиц клеточного разведения у самок, благополучно ощенившихся, и самок, оставшихся без приплода. Приведены особенности и результаты селекции по воспроизводительной способности у песцов и лисиц. Обсуждается вопрос влияния своевременности спаривания на репродуктивность самок.

Самые разные виды животных, вовлеченные тысячелетия назад в сферу доместикации, ответили на этот величайший, поставленный человечеством эксперимент одним общим и фундаментальным свойством – у них в сравнении с дикими сородичами резко увеличилась плодовитость. В дикой природе этот признак строго стабилизирован (Harris, 1977; Englund, 1980; Frafjord, 1993). У диких животных отсутствует наследственное разнообразие применительно к размножению: все они спариваются и плодятся один раз в год, в жестко определенные сроки. Как происходил в ходе одомашнивания этот беспрецедентный процесс фантастической разблокировки от пут стабилизирующего отбора репродуктивной функции – до сих пор остается загадкой. Тайна теряется в веках, ведь наши далекие предки конспектов и записей, а тем более племенных книг не вели, ведь процесс исторического одомашнивания носил стихийный характер. А между тем само возникновение и существование такой уникальной отрасли сельского хозяйства, как клеточное пушное звероводство, дает шанс увидеть этот механизм доместикации в деталях на протяжении новейшей человеческой истории. Тем более что доместикация лисиц, норок и песцов насчитывает около 75 генераций, а разведение в неволе соболей и вовсе охватывает всего лишь 25 поколений. Налаженная система племенного учета, строго по годам оформленные тома племенных книг в передовых звероводческих хозяйствах дают возможность проследить самые изначальные, можно сказать, исходные моменты доместикации разных видов пушных зверей и, в частности, изменения их репродуктивной функции.

В 2001 г. авторитетный российский специалист в области отечественного звероводства, главный зоотехник племенного зверозавода «Пушкинский» А.П. Нюхалов напишет: «Лисицы за период их разведения в нашей стране показали себя податливым объектом для отбора по плодовитости – признаку, имеющему не очень высокий коэффициент наследуемости. Р.В. Клер (1963), изучая поголовье подмосковных звероводческих хозяйств, установил, что за 30 лет плодовитость (по числу желтых тел беременности) серебристо-черных лисиц возросла примерно на одного щенка – с 4,93 в 1933–1935 гг., 5,71 в 1948–1949 гг. и до 6,19 в 1959–1962 гг. Судя по всему, плодовитость взрослых лисиц в последующие 30 лет в зверосовхозах «Пушкинский» и «Салтыковский» Московской области увеличилась еще на одного щенка и превышает 7 голов на 1 самку. Там, где правильно поставлена селекционно-племенная работа и соблюдается надлежащий уровень кормления зверей, стабильно получают высокий выход молодняка. Так, в 1999 г. по всем породам

лисиц выход щенков на 1 самку в ведущих специализированных звероводческих хозяйствах на 1 июля составил: «Салтыковский» – 5,58 (1632 самки основного стада), «Сомовский» – 5,38 (2191), «Бирюлинский» – 5,31 (2200), «Пушкинский» – 5,28 (1000). Эти результаты не являются пределом. Имеются многочисленные примеры, когда опытные работники отделений получают свыше 6 щенков в расчете на самку серебристо-черной лисицы» (Нюхалов, 2001, С. 15).

Здесь следует оговориться, что специальное изучение этого вопроса показало достаточно низкое значение коэффициента наследуемости плодовитости у пушных зверей (как, впрочем, и у других видов): 0,1–0,3 (Ильина, Кузнецов, 1983). А практика лисоводства как-будто опровергает это: лисицы показали себя податливым объектом. Закономерно возникает вопрос: достаточно ли эффективен ответ на отбор по плодовитости у лисиц?

Об эффективности отбора по плодовитости у пушных зверей напишет и главный специалист отдела животноводства Министерства сельского хозяйства РФ Е.М. Колдаева: «Несмотря на то, что коэффициенты наследуемости признаков, характеризующих воспроизводительную способность, невелики и не превышают 0,1…0,2, за последние 40 лет комплексный показатель уровня воспроизводства – выход молодняка на самку – значительно увеличился у основных видов пушных зверей. В среднем выход молодняка увеличился на 15…20 % и составил в 2003 г. в племенных хозяйствах по норкам – 5,07; песцам – 8,56; лисицам – 4,65 щенков на самку» (Колдаева, 2005).

Для ответа на вопрос обратимся к специфике разведения объектов клеточного пушного звероводства. Главной продукцией звероводства является пушнина, в связи с чем репродуктивная способность зверей обретает, кроме биологического, еще и экономический смысл. Так, было подсчитано, что уменьшение делового выхода молодняка на 0,1 щенка в расчете на одну самку снижает рентабельность норководства на 1 % (Бабак, 1981). Поэтому не случайно селекция на увеличение плодовитости в клеточном пушном звероводстве дополнительно стимулируется экономически. Экономическая заинтересованность, многочисленность поголовья (десятки тысяч особей на специализированных зверофермах) и большая скорость оборачиваемости стад пушных зверей являются благоприятными факторами, позволяющими на протяжении нескольких поколений разведения пушных зверей увидеть и оценить результаты селекции на увеличение воспроизводительности. Этому способствует принятая в звероводстве форма племенного учета, которая дает возможность контроля репродуктивного процесса и позволяет достаточно четко выявить виды репродуктивных потерь. Различают потери, происходящие в пренатальном периоде, которые на языке племенного учета обозначаются как потери у самок от прохолостения, пропустования и абортов, и потери в постнатальном периоде – раннего (в возрасте 1–45 дней) – из-за неблагополучных родов у самок, и позднего отхода молодняка (от 45-дневного возраста до взрослого состояния). Соотношение и величина этих видов потерь различаются не только по годам, но и по разным хозяйствам. Статистика настоящего состояния репродуктивных способностей пушных зверей клеточного разведения показывает, что даже в лучших племенных хозяйствах 15–20 % самок лисиц и песцов остаются без приплода.

Выяснение и устранение причин потерь раскрывают биологические механизмы функционирования популяций пушных зверей в условиях их клеточного разведения в специализированных звероводческих хозяйствах и, кроме того, имеют большое экономическое значение.

Деловой выход молодняка в среднем на основную самку является интегральным показателем репродуктивности стада. Он зависит как от генетических возможностей стада, так и от средовых условий (грамотного кормления и особенно уровня витаминного обеспечения, ветеринарной защиты от инфекционных и паразитарных заболеваний, содержания зверей, качества их подготовки к сезону размножения, соблюдения технологии проведения гона), а также потерь в процессе роста и развития молодняка.

Генетический потенциал репродуктивной способности особи, прежде всего, определяется биологическими особенностями видовой принадлежности. Известны высокоплодовитые пушные звери, например песцы. В среднем у взрослых самок песца было обнаружено 17 желтых тел, у молодых – 12,7 (Клер, 1964).

Среди многоплодных сельскохозяйственных животных по плодовитости с песцом может сравниваться только свинья. Среднее число желтых тел у нее 16,8 (Квасницкий и др., 1961). К относительно малоплодным видам можно отнести соболя. Количество желтых тел у беременных самок соболей колеблется от 2 до 6 и в среднем составляет 3,6 ± 0,6 (Снытко, 1977).

Как среди много-, так и малоплодных видов животных имеются индивидуальные различия, но в какой степени они обусловлены генетическими факторами – не известно. Коэффициент наследуемости потенциальной плодовитости на пушных зверях не изучался.

Еще в начале прошлого века по экспериментальным данным, полученным A. Lipschutz (1925), установлено, что млекопитающие имеют тенденцию к овуляции относительно постоянного для вида числа яйцеклеток. К примеру, удаление у кролика одного или части другого яичника приводит к гипертрофии оставшейся части и овуляции такого же, как до операции, числа яйцеклеток.

Индивидуальное количество созревших яйцеклеток, по-видимому, определяется гормональной насыщенностью организма, зависящей как от его наследственных особенностей, так и от общего состояния животного, модулируемого средовыми факторами или фармакологическими воздействиями. Так, введением соответствующего количества гормонов можно вызвать гиперовуляцию у кроликов (Павлов, 1949), а инъекция хорькам в проэструсе определенной дозы СЖК позволяет получить 70 яйцеклеток вместо 9,6 в контроле (Greenwald, 1962). Полноценность кормления в период позднего проэструса сильно влияет на количество созревших яйцеклеток (Lodge, Hardy, 1968). У многоплодных животных в первый год яйцеклеток созревает меньше, чем в последующие годы (Клер, 1963, 1964; Мороз, 1970). Свиньи, переболевшие инфекционным ринитом, имели созревших яйцеклеток в два раза меньше, чем здоровые (Мороз, 1970).

Однако можно предположить, что если животные, находящиеся в одних и тех же средовых условиях, имеют разную потенциальную плодовитость, то это обусловлено генотипом и, следовательно, потенциальная плодовитость поддается селекции. Подтверждением тому служат результаты более чем полувекового отбора на плодовитость серебристо-черных лисиц в условиях их промышленного разведения. Если в 1933 г. их потенциальная плодовитость составляла 4,93 (Клер, 1937), то к 2003 г. она возросла в 2 раза и достигла 7,86 ± 0,66 желтых тел беременности (Чекалова, Матвеева, 2001).

Некоторые экспериментальные данные

В табл. 1 представлены результаты определения по методике Клера (1963) показателей потенциальной плодовитости и пренатальной смертности у взрослых самок песцов (с подразделением на группы по результатам щенения).

Анализ исследованного материала показал, что среднее количество желтых тел беременности у одной взрослой самки песца составляет 16,7 ± 0,3 с колебаниями от 6 до 29. Число их у самок, не давших приплода, не меньше, чем у родивших, и равно соответственно 16,9 ± 0,4 и 16,6 ± 0,4. Достоверной разницы между количеством желтых тел в группах нет.

Прохолостевшие взрослые самки представляют собой зверей, которые приходили в охоту и имели такое же, как и у остальных, количество созревших и в последующем овулировавших яйцеклеток. Анализ выявил, что у таких самок было в среднем 16,9 желтых тел. Патологий репродуктивных органов на морфологическом уровне у холостых самок обнаружено не было. Можно предположить, что причиной их прохолостения явилось элементарное нарушение технологии проведения гона у песцов – их своевременно не соединили с самцами. В результате у самок или уже прошло, или еще не наступило желание спариваться – они не были рецептивными – не подпускали к себе самцов и остались непокрытыми, т. е. холостыми. Такое отсутствие оплодотворения по причине нарушения технологии проведения гона как такового можно приравнять к потере всех зародышей до имплантации.

Группа пропустовавших самок включает в себя особей с гибелью всех эмбрионов до имплантации (77 %) и самок, у которых эмбрионы погибали в течение всей продолжительности беременности (23 %). У самок со следами беременности было имплантировано в среднем только по 4,4 ± 0,7 эмбрионов, что значительно

Таблица 1

Количество желтых тел, следов плацент и родившихся щенков
у взрослых самок песцов (Брянское зверохозяйство)

Группы самок	% самок в группе	Желтые тела			Плацентарные пятна			Родившиеся щенки			Гибель плодов, %	
		n	$\overline{X} \pm m_X$	σ	n	$\overline{X} \pm m_X$	σ	n	$\overline{X} \pm m_X$	σ	до имплантации	после имплантации
Прохолостевшие	100	100	15,2 ± 0,7	1,6	–	–	–	–	–	–	100	–
Пропустовавшие												
Без плацентарных пятен	77	50	16,5 ± 0,8	5,4	–	–	–	–	–	–	100	–
С плацентарными пятнами	23	15	18,1 ± 1,2	4,5	15	4,4 ± 0,7	2,9	–	–	–	75,7	24,3
Все	100	65	16,7 ± 0,6	5,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Абортировавшие												
Следы плацентарных пятен размыты	15,3	4	15,5 ± 1,3	6,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Со следами плацентарных пятен	84,7	22	17,7 ± 0,8	3,7	22	10,4 ± 0,9	4,4	–	–	–	40,7	59,3
Все	100	26	17,3 ± 0,6	2,9	–	–	–	–	–	–	–	–
Все самки без приплода	–	96	16,9 ± 0,4	4,4	–	–	–	–	–	–	–	–
Родившие	100	134	16,6 ± 0,4	4,5	134	11,9 ± 0,3	3,4	134	10,2 ± 0,3	3,7	28,3	10,2
Итого	–	230	16,7 ± 0,3	4,3	–	–	–	–	–	–	–	–

меньше, чем у родивших самок, и составляет только 24,3 % от числа желтых тел. Следовательно, 75,7 % эмбрионов и у этих зверей погибло в первую половину беременности. Если суммировать количество желтых тел у пропустовавших самок, затем вычесть количество плацентарных пятен (16,5 × 50 + 18,1 × 15 – 4,4 × 15 = 10896), а разность сопоставить с суммарным количеством желтых тел, то оказывается, что до имплантации у пропустовавших самок погибает 98 % зародышей. Такое соотношение потерь до и после имплантации наводит на мысль, что и в случае пропустования немалую отрицательную роль играет несвоевременность соединения пар, которое или не приводит к оплодотворению, или приводит к гибели зародышей на ранних стадиях развития.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что в группах самок с количеством родившихся щенков на самку 2,6 и 5,2 (что очень мало для песца) потенциальная плодовитость была не ниже, чем в полноценных по величине пометах – 11,3.

Контроль своевременности спаривания у самок песцов по методу влагалищных мазков показал, что при покрытии на стадиях проэструса и метэструса пропустовывают более 40 % самок, а родившие приносят пометы, по численности значительно меньшие (Чекалова, 1972).

Таким образом, нарушение технологии проведения гона в виде несвоевременности спаривания приносит в звероводческих хозяйствах значительный ущерб. Причем подобные отрицательные эффекты наблюдали ранее и у других видов животных (Бондаревская, 1966, Шипилов, 1968).

С этих позиций становится понятно, почему эволюцией для некоторых видов выработан такой репродуктивный механизм популяционного гомеостаза, как провоцированная овуляция.

Для объяснения предлагается следующая гипотеза. Современные доместицированные животные, такие, как: лошади, крупный рогатый скот, овцы унаследовали от своих диких предков спонтанный тип овуляции, который в процессе эволюции сложился у них как ответ репродуктивной функции на стадный образ жизни. Такой же эволюционно-популяционный смысл спонтанной овуляции характерен и для ведущих стайный образ жизни представителей семейства собачьих – волков и их ближайших родственников – песцов и лисиц. Наоборот, естественный отбор благоприятствовал и закрепил в процессе эволюции механизм провоцированной овуляции у животных, ведущих, как правило, одиночный образ жизни. К ним относятся представители семейства кошачьих, семейства куньих (норки, выдры, соболя). Исключение составляют представители зайцеобразных кролики, они хоть и стайные животные, но овуляция у них провоцированная.

Таблица 2

Количество щенков в помете, желтых тел беременности и следов плацент у взрослых самок песцов

Группы самок по количеству щенков	Количество самок	Среднее количество на родившую самку и % от числа желтых тел						Количество и % (от числа желтых тел) погибших эмбрионов					
		желтых тел		плацентарных пятен		щенков		до имплантации		после имплантации		общее	
		$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%
1–3	7	16,3	100	5,3	32,5	2,6	16,0	11,0	67,6	2,7	16,4	13,7	84,0
4–6	10	15,2	100	8,2	53,9	5,2	34,2	7,0	46,1	3,0	19,7	10,0	65,8
7–9	36	14,9	100	10,0	67,1	8,3	55,7	4,9	32,9	1,7	11,4	6,6	44,3
10–12	51	16,5	100	12,6	76,4	11,3	68,5	3,9	23,6	1,3	7,9	5,2	31,5
13–15	23	17,8	100	14,5	81,5	13,7	77,0	3,3	18,5	0,8	4,5	4,1	23,0
16 и более	7	19,2	100	17,6	91,7	16,8	87,5	1,6	8,3	0,8	4,2	2,4	12,5
В среднем	134	16,6	100	11,9	71,1	10,2	61,5	4,7	28,3	1,7	10,2	6,4	38,5

Как показали специальные исследования динамики влагалищных мазков в период гона у самок соболей (у них овуляция провоцированная), коитус мало влияет на скорость и уровень секреции эстрогена. Одного механического спаривания недостаточно. Провоцированная овуляция произойдет при условии, если в организме самки создастся достаточный гормональный уровень, при котором фолликулы достигнут оптимальной стадии зрелости (Чекалова, 1972).

Предполагается, что роль механизма провоцированной овуляции заключается в том, чтобы загодя привлечь самца для спаривания, чтобы он был, что называется, «под рукой» в момент оптимальной зрелости фолликулов. Кроме того, этот механизм препятствует ненужной (когда нет самца) овуляции, которая, в свою очередь, прекратит развитие новых генераций фолликулов.

Так как в условиях клеточного разведения животные лишены свободы контактов, вместо которых человек навязал им технологию гона с определенной периодичностью соединения половых партнеров, проблема своевременности соединения пар и особенно при искусственном осеменении, которое все более уверенно входит в звероводство как элемент технологии, особенно актуальна.

Актуальность своевременности соединения пар имеет и ещё один аспект – степень совпадения периодов половой активности самцов и самок у зверей со спонтанной овуляцией. Многолетний отбор на племя ремонтного молодняка пушных зверей из ранних пометов привел к тому, что в силу бóльшего селекционного дифференциала половая активность у самцов наступает значительно раньше, чем у самок. Это влечет за собой серьезные отрицательные последствия. Ко времени прихода в течку самок с поздними сроками половой активности половая активность самцов уже угасает.

Как показывают данные табл. 2, у родивших самок песцов пренатальная смертность в среднем составляет 38,5 %, в том числе до имплантации – 28,3 %, а после – 10,2 %. С увеличением количества щенков в помете умеренно (16,3–19,2) увеличивается потенциальная плодовитость и резко уменьшается внутриутробная гибель (84,0–12,5 %), особенно в период до имплантации (67,6–8,8 %). Следовательно, нормальным по численности для песца пометам свойственна средняя потенциальная плодовитость и небольшая внутриутробная гибель. Высокую многоплодность пометов обусловливает высокая потенциальная плодовитость и малая внутриутробная гибель. Из этих данных напрашивается вывод, что отбором ремонтного молодняка на племенные цели из средних пометов, что обычно делают в производственных условиях промышленных звероферм, потенциальную плодовитость увеличить не удастся. С этой целью отбор ремонтного молодняка необходимо вести из многоплодных пометов.

Малоплодные пометы представляют собой смесь потенциально малоплодных животных (в представленном материале их было немного) и животных с большой внутриутробной гибелью, причины которой не известны. Из таких пометов отбирать ремонтный молодняк на племя также не имеет смысла.

Характер изменения пренатальной смертности у родивших самок с различной потенциальной плодовитостью представлен в табл. 3.

Количество щенков в помете возрастает не пропорционально росту количества желтых тел, однако у самок с большим количеством желтых тел оно наибольшее, хотя процент сохранившихся эмбрионов (от числа желтых тел) наименьший.

С ростом количества желтых тел беременности пренатальная смертность до имплантации возрастает, а после имплантации снижается. Наименьшая общая потенциальная плодовитость наблюдается у самок с 10–15 желтыми телами, а далее она резко возрастает за счет смертности до имплантации, в то время как после имплантации уменьшается.

У молодых самок песцов потенциальная плодовитость достоверно ниже (13,9 ± 0,17), чем у взрослых – 16,7 ± 0,28. Несколько иной характер имеют и пренатальные потери. Прохолостевших среди них в исследуемом материале было в 8 раз больше, чем среди взрослых. Кроме того, у 52,8 % самок овуляции не было. Количество последних самок особенно увеличивается в годы с поздним растянутым гоном, что свидетельствует об отрицательном влиянии средовых условий (имеется в виду нарушение технологии подготовки животных к размножению). Это утверждение основывается на

Таблица 3

Количество желтых тел, плацентарных пятен и родившихся щенков у взрослых самок песцов

Группы самок по количеству щенков	Количество самок	Среднее количество на родившую самку и % от числа желтых тел						Количество и % (от числа желтых тел) погибших эмбрионов					
		желтых тел		плацентарных пятен		щенков		до имплантации		после имплантации		общее	
		$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%	$\overline{X}$	%
7–9	3	8,3	100	7,0	84,3	5,3	53,9	1,3	15,6	1,7	20,5	3,0	36,1
10–12	16	11,3	100	9,4	83,1	8,5	75,2	1,9	16,8	0,9	8,0	2,8	24,8
13–15	39	14,1	100	11,9	84,4	11,0	78,0	2,2	15,6	0,9	6,4	3,1	22,0
16–18	36	16,8	100	12,4	73,8	10,8	64,3	4,4	26,2	1,6	9,5	6,0	35,7
19–21	26	19,8	100	12,3	62,1	10,9	55,1	7,5	37,8	1,4	7,1	8,9	44,9
22–24	8	22,3	100	12,6	56,5	11,6	52,0	9,7	43,5	1,0	4,5	10,7	48,0
25–30	6	26,5	100	15,2	57,4	14,5	54,7	11,3	42,7	0,7	2,6	12,0	45,3
В среднем	134	16,6	100	11,9	71,7	10,2	61,5	4,7	28,3	1,7	10,2	6,4	38,5

том, что аналогичные самки, оставленные для воспроизводства, в следующем году приносят среднее для стада количество щенков. Отсутствия овуляции у взрослых самок не наблюдалось. Прохолостевшие, но овулировавшие оказываются непокрытыми из-за низкой половой активности самцов в конце гона.

Пропустовавших молодых самок было в 2 раза больше, чем взрослых. И так же, как и у взрослых, преобладают самки без следов плацент (77,6 %).

У родивших молодых самок песцов пренатальная смертность находится на уровне взрослых – 39,0 и 38,5 % соответственно и так же, как и у взрослых, преобладает смертность до имплантации (25,7 %).

Коэффициент корреляции между потенциальной и фактической плодовитостью равен 0,41 у взрослых и 0,38 у молодых самок песцов. Это позволяет считать, что фактическая плодовитость песцов в среднем по стаду в большей степени зависит от пренатальной смертности, чем от потенциальной плодовитости.

Показатели потенциальной плодовитости и пренатальной смертности у серебристо-черных лисиц даны в табл. 4. Потенциальная плодовитость у лисиц значительно ниже, чем у песцов (хотя они и представители одного семейства), и одинакова у молодых и взрослых животных. Потенциальная плодовитость у родивших несколько выше, чем у самок, не давших приплода. Пренатальная смертность у пропустовавших самок происходит в течение всей беременности. Как и у песцов, пренатальная смертность у родивших лисиц велика и составляет у взрослых 23,8 % до имплантации, +12,8 % после имплантации, а у молодых – 26,8 % и +20,7 % соответственно. Можно сказать, что пренатальные потери у песцов и лисиц в процентном выражении соизмеримы.

Заключение

Статистическая обработка данных племенных книг по размножению пушных зверей в племенных специализированных звероводческих хозяйствах показывает, что деловой выход молодняка песцов за годы клеточного звероводства в нашей стране увеличился с 2,7 до 9,2 щенков на самку (Милованов, 2001). При этом потенциальная плодовитость практически не изменилась, оставаясь на уровне 17 овулировавших яйцеклеток. Селекция по воспроизводительности не затронула потенциальную плодовитость, так как щенков на племя отбирали из средних по численности пометов, а эти самки имели среднюю потенциальную плодовитость и низкую пренатальную смертность. Потенциальная плодовитость у песца изначально была так велика, что специалисты звероводства не испытывали нужды в ее увеличении. Деловой выход молодняка рос за

Таблица 4

Потенциальная плодовитость и пренатальная смертность у серебристо-черных лисиц

Показатели	Исследовано самок	Количество желтых тел	Количество плацентарных пятен	Родилось щенков	Пренатальная смертность			
					до имплантации		после имплантации	
					голов	%	голов	%
Взрослые								
Всего	76	7,9	5,2	2,8	2,7	34,1	2,4	30,4
В том числе:								
пропустовавшие	19	5,2	2,9	0,0	2,4	45,1	2,9	54,9
абортировавшие	16	6,4	5,2	0,0	1,1	17,7	5,2	82,3
родившие	41	8,1	6,1	5,1	1,9	23,8	1,0	12,8
Молодые								
Всего	13	7,9	5,1	3,1	2,7	34,6	2,1	26,3
В том числе:								
пропустовавшие	2	9,0	5,0	0,0	4,0	44,4	5,0	55,6
абортировавшие	2	6,6	3,5	0,0	3,0	46,2	3,5	53,8
родившие	13	8,2	6,0	4,3	2,2	26,8	1,7	20,7

счет уменьшения пренатальной смертности, и в первую очередь за счет уменьшения количества самок без приплода.

У лисиц деловой выход молодняка увеличился с 1,5 до 5,6 (Милованов, 2001), а потенциальная плодовитость – с 4,9 (Клер, 1937) до 7,9 (Чекалова, Матвеева, 2001). Лисица не столь многоплодный, как песец, вид, поэтому звероводы вели селекцию на плодовитость, отбирая молодняк от многоплодных самок, высокая плодовитость которых не могла состояться без высокой потенциальной плодовитости. Значит, деловой выход молодняка у лисиц вырос в первую очередь за счет увеличения потенциальной плодовитости и уже затем за счет уменьшения количества самок без приплода.

Прохолостение молодых самок песцов в 50 % случаев связано с отсутствием овуляции и обусловлено плохой подготовкой их к гону. У взрослых песцов и у лисиц всех возрастов отсутствия овуляции не наблюдали.

Пропустование и малоплодие самок песцов и лисиц в большинстве случаев связано с нарушением технологии проведения гона – несвоевременностью спаривания. Аутолиз же происходит только у четверти пропустовавших самок. Но и для них характерна большая смертность до имплантации. Аборты в отличие от аутолиза происходят у потенциально полноценных и с нормально протекающей беременностью самок под воздействием каких-то значительных, вероятно, паратипических факторов.

Словарь терминов

Гон – определенный производственно-биологический период, приходящийся на сезон спаривания пушных зверей.

Деловой выход молодняка – количество молодняка, выращенное в среднем на основную самку к началу забоя на мех (1 ноября).

Основная самка – самка промышленной популяции пушных зверей, имевшаяся на начало производственного года и принимающая участие в воспроизводстве.

Прохолостевшая самка – самка, не покрытая самцом во время гона.

Пропустовавшая самка – самка, покрытая самцом, но не принесшая приплода.
Ремонтный молодняк – молодняк пушных зверей текущего года рождения, предназначенный для замены выбракованных животных из основного стада (Балакирев, Кузнецов, 2006, С. 329–332).
Стадо – совокупность животных одного вида и одной породы, обитающих на определенной территории (в одном хозяйстве). Стадо в наших исследованиях выступает как промышленная популяция пушных зверей клеточного разведения (лисиц или песцов), управляемая по воле человека (Красота и др., 1990).

Литература

Бабак Б.Д. Пути экономного расходования кормов // Кролиководство и звероводство. 1981. № 3. С. 11–13.

Балакирев Н.А., Кузнецов Г.А. Звероводство. М.: Колос, 2006. 343 с.

Бондаревская Л.Ф. Действие возраста яиц на оплодотворяемость и выживаемость зигот, бластоцист и эмбрионов // Кролиководство и звероводство. 1966. № 1. С. 5.

Квасницкий А.Б., Конюхов В.А., Конюхова А.А. Искусственное осеменение свиней. Киев, 1961. 136 с.

Клер Р.В. Гистология размножения лисы // Сб. работ лаборатории по размножению лисы. М., 1937. С. 27–32.

Клер Р.В. Методы изучения внутриутробной гибели плодов лисы // Кролиководство и звероводство. 1963. № 6. С. 25–27.

Клер Р.В. Эмбриональная смертность у песцов // Тр. Всесоюз. сельскохозяйственного ин-та заочного образования. 1964. Вып. 44. Ч. 2. С. 98–101.

Колдаева Е.М. Научные аспекты совершенствования хозяйственно-полезных признаков пушных зверей: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. п. Родники Московской обл., 2005. 48 с.

Красота В.Ф., Лобанов В.Г., Джапаридзе Т.Г. Разведение сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1990. 462 с.

Милованов Л.В. История звероводства: «Салтыковский». М.: Колоспресс, 2001. 167 с.

Мороз И.Г. Бесплодие свиней и его профилактика: Атореф. дис. …канд. биол. наук. Львов, 1970. 22 с.

Нюхалов А.П. 25 лет работы с лисицами // Кролиководство и звероводство. 2001. № 1. С. 14–15.

Павлов Е.Ф. Беременность у кролика с экспериментальным многоплодием // Общ. биология. 1949. Вып. 6. С. 49–53.

Снытко Э.Г. Селекция соболей по плодовитости и скороспелости // Науч. тр. НИИПЗК. 1977. Т. 15. С. 29–31.

Чекалова Т.М. Определение оптимального срока спаривания песцов // Кролиководство и звероводство. 1972. № 2. С. 25–26.

Чекалова Т.М., Матвеева С.В. Анализ воспроизводительной способности стада Вятских красных лисиц «огневок» // Сб. науч. тр. МГАВМиБ им. К.И. Скрябина. М., 2001. С. 266–267.

Шипилов В.С. Профилактика некоторых форм бесплодия коров: Автореф. дис. …д-ра биол. наук. Львов, 1968. 24 с.

Greenwald G. Analysis of superovulation on the Afbult Hamster // Endocrinology. 1962. V. 71. P. 3.

Englund J. Population dynamics of the red fox (*Vulpes vulpes* L.), 1961–1963 and 1966–1969 // Biogeographica. 1980. V. 18. P. 107–121.

Frafjord K. Reproductive effort in the arctic fox *Alopex lagopus*: a review // Norwegian J. Agric. Sci. 1993. V. 7. P. 301–309.

Harris S. Distribution, habitat utilization and age structure of a suburban fox (*Vulpes vulpes*) population // Mammal Rev. 1977. V. 7. P. 25–39.

Lipchutz A. Dynamics of ovarian hypertrophy under experimental condition // Brit. J. Exptl. Biol. 1925. V. 2. P. 267.

Lodge G.A., Hardy B. The influence of metrition during estrus on ovulation rate in the sow // J. Reprod. Fert. 1968. V. 16. P. 2.

THE EFFECT OF SELECTION FOR REPRODUCTIVITY OF FARM BRED POLAR FOXES (*ALOPEX LAGOPUS*) AND SILVER FOXES (*VULPES VULPES*)

T.M. Chekalova

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin,
e-mail: kaf_zverovod@mgavm.ru

Summary

Potential fertility and prenatal death rate were studied in puerperal females and females that did not produce any offspring. The trials were made in the packs of polar foxes and foxes reared in captivity. The peculiarities and results of selection for reproduction ability in polar foxes and foxes are described. The problem of the effect of timely mating on female reproduction is discussed.

ОТБОР ПЛЕМЕННЫХ САМЦОВ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) НА ОСНОВЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Т.М. Демина

ГНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А. Афанасьева РАСХН, Москва, Россия, e-mail:NIIPZK@orc.ru

Исследования направлены на изучение особенностей индивидуального развития в раннем постнатальном онтогенезе самцов норок и выявление признаков, сопряженных с их будущей продуктивностью. Установлено, что в качестве сигнальных признаков для племенного отбора могут быть использованы показатель массы тела самцов норок на второй день после рождения и показатель развития гонад в 6-месячном возрасте.

Введение

За последние десятилетия накоплен большой объем информации в области разведения и селекции зверей при их клеточном содержании. Основная цель звероводства заключается в повышении продуктивных свойств животных путем реализации полученных знаний о цельном гармоническом взаимодействии их органов и систем как друг с другом, так и с окружающей средой. Успешное достижение поставленной цели возможно при тесном взаимодействии теории индивидуального развития животных с практикой их разведения и селекцией, позволяющем создать надежные методы управления воспроизводством.

Пристальное внимание к изучению индивидуальных особенностей развития и становлению половой функции самцов норок связано, главным образом, со стабильно высокой (40–60 %) их выбраковкой по результатам воспроизводства. Наличие в стадах норок производителей-первогодок с высокой фертильностью дает основание полагать, что путем направленного отбора будущих производителей можно значительно увеличить долю высокопродуктивных животных в популяциях.

Формирование организма в эмбриональный период зависит от совокупного влияния целого ряда факторов, среди которых биологическая полноценность гамет, зародышей, влияние материнского организма и др. Именно они приводят к появлению у многоплодных животных разновеликих и в разной мере морфологически и физиологически зрелых плодов. В исследованиях, проведенных на диких и одомашненных животных, установлены взаимосвязи между массой тела при рождении, численностью помета и интенсивностью постэмбрионального развития (Мартыненко, 1971; Терновский, Терновская, 1994).

Связи между массой тела при рождении, численностью помета и постэмбриональным развитием у норок (в отличие от других, исторически уже одомашненных животных) изучены недостаточно. А поскольку эти показатели отличаются значительной изменчивостью, оценка их взаимосвязи с показателями продуктивности является актуальной.

Изучение становления половой функции у сельскохозяйственных животных выявило значительную индивидуальную изменчивость в сроках наступления и продолжительности данного процесса. При описании морфологической и функциональной изменчивости семенников норок (Клочков, Ким, 1967; Onstad, 1967) недостаточно освещен вопрос взаимосвязи между гамето- и гормоногенезом. Эта работа актуальна, поскольку определяется необходимостью выяснения взаимосвязи между этими

процессами и продуктивными показателями и имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение.

При разведении сельскохозяйственных животных особое внимание уделяется половой активности производителей, возможности расширения полигамного соотношения, поскольку снижение числа производителей в стаде требует повышения качества отбора самцов на племя, и в конечном итоге обеспечивает улучшение продуктивных показателей (Дмитриев, 1987; Müller, 1990; Миролюбов, 1994). Следует отметить, что исследований по этому направлению в звероводстве проводится недостаточно, а по сложившейся технологии проведения гона полигамия составляет соотношение 1 : 5 с нагрузкой на одного самца – не более двух коитусов в день.

Была поставлена цель – установить особенности раннего постнатального развития самцов норок и выявить признаки, сопряженные с их будущей репродуктивной способностью.

Исследования выполнены в ГНУ НИИПЗК им. В.А. Афанасьева на базе норковой фермы ОАО Племзавод «Родники» Московской области. Производственная проверка выполнена в четырех зверохозяйствах: ОАО Племзавод «Родники» Московской области, СПК «Ширшинский» Архангельской области, агрофирма «Прозоровская» Калининградской области, ЛТД «Тимоховское» Московской области.

Материалы и методы

Изучение роста, развития и репродуктивной способности самцов норок с разной массой тела при рождении проводили на молодняке из пометов в 5–8 щенков. На второй день после рождения их подразделяли по массе тела на крупных (12 г и более), мелких (менее 10 г). К средним по весу относили щенков, занимающих промежуточное положение. В опытах было использовано 11522 зверя. Рост самцов изучали путем ежемесячного взвешивания и измерения. Окончившими рост считали животных, имеющих относительный прирост длины тела за 15 дней не более 1 %.

Развитие зубов у 18-дневных щенков определяли по шкале: 1 – нет зубов; 2 – есть только клыки; 3 – есть клыки, наметились резцы; 4 – есть клыки и резцы.

В возрасте 4–7 месяцев состояние семенников оценивали в баллах: 1 – семенники не прощупываются; 2 – прощупываются с трудом (высоко расположены); 3 – легко прощупываются.

Становление гаметогенеза у самцов ($n = 254$) изучали на основе гистологических исследований и определения уровня половых стероидных гормонов в периферической крови. Исследовали семенники путем кастрации 2–6-месячных норок и при забое на шкурку в возрасте 7–10 месяцев. Гистологическое исследование семенников проведено по общепринятым методикам. Уровень гормонов определяли радиоиммунологическим методом с использованием наборов реактивов фирмы «CIS – Sorin» (Франция).

Подбор пар для размножения проведен по принципу: «лучшее с лучшим». При этом формировали подопытные группы методом аналогов по происхождению, возрасту и массе тела.

Результаты опытов обработаны методами математической статистики.

Результаты исследований

Рост и развитие самцов норок в раннем постнатальном онтогенезе в связи с их репродуктивной способностью

Поиск признаков для раннего отбора племенных животных был начат с первых дней постнатального онтогенеза.

Наблюдения за ростом самцов норок из пометов наиболее распространенной численности: 5–8 щенков – позволили установить, что даже при оптимальных условиях для реализации потенциальной возможности роста (правильные условия содержания, кормления, разведения) поддерживается высокий уровень изменчивости, что дает материал для отбора.

Установлено, что живая масса крупных при рождении щенков (12 г и более) во все периоды раннего постнатального онтогенеза (до 6-месячного возраста) превышала массу средних (10–11,9 г) и мелких (менее 10 г) при рождении. Различия между крайними группами по живой массе при рождении в 30–50 % существенно сглаживаются уже к 2-месячному возрасту и составляют в среднем 11 %; к 6-месячному возрасту – 7 %; различия по длине тела соответственно 4 и 2 %.

При изучении темпов роста выяснено, что самцы, крупные при рождении, обладают большей в сравнении с мелкими самцами интенсивностью роста до двухмесячного возраста. У них меньше выражена отрицательная реакция на отсадку от матерей: относительный прирост живой массы к двум месяцам жизни снижается на 14 % против 17 %. С возраста от 2 до 3 месяцев интенсивней, чем крупные и средние, растут норчата, мелкие при рождении, относительный прирост у них соответственно был: 24, 27 и 30 %, что в значительной мере сглаживает различия между группами животных. В 6 месяцев у норчат, мелких при рождении, отмечена более высокая (в сравнении с альтернативными животными) интенсивность роста (относительный прирост 1,6 % против 0,9 % у средних, и 0,7 % у крупных при рождении). Полученные данные свидетельствуют также о склонности мелких при рождении животных к позднеспелости.

К забою на шкурку (ноябрь) разница по изучаемым признакам между группами крупных и мелких при рождении самцов остается значительной и составляет: по массе тела 0,13 кг (2,04 ± 0,02 кг против 1,91 ± 0,02 кг, $P < 0{,}001$), по длине тела – 1,7 см (48,0 ± 0,1 см против 46,3 ± 0,2 см, $P < 0{,}001$).

Данные согласуются с результатами исследований Ю.К. Свечина (1971) о том, что более интенсивный спад напряженности роста характерен для раннеспелых животных и наоборот, долгорастущие характеризуются более поздним созреванием.

Из приведенного материала следует, что отставание в росте у мелких при рождении самцов норок, наметившееся в эмбриональный период, в процессе онтогенеза компенсируется, но не полностью.

В качестве критериев оценки степени развития щенков использовали показатели развития зубов в 18-дневном возрасте и длину локтевой кости в 30-дневном возрасте, сроки окончания линейного роста, развитие гонад – в 6-месячном возрасте.

Установлено, что зубная система в возрасте 18 дней лучше развита у крупных (по живой массе) при рождении щенков: среди них наивысшую оценку за развитие имели 59 %, тогда как среди мелких при рождении такую оценку имели только 17 % животных. Эти данные в определенной степени характеризуют степень физической зрелости щенков.

К 5-месячному возрасту линейный рост заканчивают 80 % крупных и 68 % мелких (по живой массе) при рождении самцов, т. е. мелкие щенки в среднем растут дольше, что можно рассматривать как склонность к позднеспелости.

У самцов с различной физиологической зрелостью при рождении достоверно различается длина локтевой кости в возрасте 30 дней: у крупных 26,5 ± 0,2 мм против 25,0 ± 0,2 мм ($P < 0{,}001$) у мелких. Длина локтевой кости в определенной мере характеризует развитие скелета.

В 6 месяцев среди крупных (по живой массе) при рождении щенков значительно реже встречаются животные, у которых совсем не прощупываются семенники: 39 % против 56 % у мелких.

Анализ репродуктивной способности самцов с разной массой тела при рождении, имевших одинаковые размер и упитанность при отборе на племя, показал, что крупные при рождении самцы реже, чем мелкие, поздно вступали в гон (на 5-й день от его начала) – 7 % против 15 %. Среди них значительно больше высокоактивных самцов – 38 % против 10 %. Во время проведения гона на одного самца (из группы крупных при рождении) в среднем приходилось 13,0 коитусов, покрыто 5,2 самки и родилось 27,0 щенков. В группе средних было соответственно 12,0; 4,7; 22,0, в группе мелких при рождении соответственно 10,0, 4,1 и 21,0.

Вышеизложенное дает основание считать, что крупные (по живой массе) при рождении самцы сохраняют физиологическое преимущество в постнатальный период, что определяет их лучшую половую активность. Поэтому для племенного использования следует оставлять хорошо развитых при рождении самцов норок, у которых в 6-месячном возрасте легко прощупываются семенники.

Производственная апробация метода раннего отбора, проведенная в двух зверохозяйствах (табл. 1), подтвердила правильность направления отбора.

При расширении полигамии до соотношения 1 : 6 сокращается поголовье производителей на 17 %. Производственные затраты на одну голову выращиваемого к забою на шкурку молодняка

Таблица 1

Показатели репродуктивной способности самцов норок при разных методах отбора

Показатели	Методы отбора		
	Традиционный	Новый	
Полигамия	1 : 5	1 : 5	1 : 6
Количество самцов, гол.	119	83	80
Количество самок, гол.	595	415	480
Активных самцов*, %	16	35	51
Неактивных самцов**, %	7	2	2
На 1 самца коитусов	9,8 ± 0,4****	12,3 ± 0,5	13,0 ± 0,5
Покрыто самок, гол.	3,8 ± 0,2****	4,8 ± 0,2	5,2 ± 0,2
Родилось щенков, гол.	21,1 ± 1,2****	27,9 ± 1,5	30,6 ± 1,6
Благополучно щенилось самок, %	83	88	89
Плодовитость на 1 самку (гол.)	6,7 ± 0,1	6,4 ± 0,1***	6,7 ± 0,1
Зарегистрировано щенков (гол.)	4,4 ± 0,2****	5,2 ± 0,2	5,3 ± 0,1

* Имели по 15 и более коитусов; *** $P < 0,05$; ** не принимали участие в гоне; **** $P < 0,001$.

норок при этом сокращаются в сравнении с базовым вариантом (полигамия 1 : 5) на 1,4 %.

Широкая производственная проверка метода отбора самцов норок на племенные цели по сигнальным признакам уровня развития (масса тела в 2-дневном возрасте и состояние семенников при бонитировке в 6 месяцев) была проведена на 1293 самцах и 6733 самках норок.

Анализ показателей размножения норок при традиционном и новом методах отбора показал, что самцы, отобранные новым методом, активнее во время гона, и от них получено больше потомков, чем при традиционном методе отбора самцов на племя (базовый вариант). Для сравнения: число коитусов – 13,2 против 12,2; покрыто самок – 5,2 против 4,9; в среднем на 1 самца зарегистрировано 27,7 щенка против 26,1.

Следовательно, изменчивость в развитии щенков норок в ранний постнатальный период может быть положена в основу раннего племенного отбора. Критериями для отбора могут служить масса тела при рождении и развитие семенников в 6-месячном возрасте.

Морфологическая изменчивость семенников норок в постнатальный период

Результаты наблюдений за пубертатными изменениями семенников норок не только важны для изучения процесса доместикации на объектах клеточного пушного звероводства, но обладают также определенной практической значимостью.

Изучение возрастной и индивидуальной изменчивости массы семенников самцов норок выявило значительное разнообразие этого показателя. С возрастом животных масса семенников последовательно увеличивалась к 10-месячному возрасту в 18 раз (в сравнении с массой семенников 2-месячных животных) и составила в среднем 3,3 г (*lim* 2,9–3,5 г). Наибольшее разнообразие этого признака зафиксировано в возрасте 7 месяцев (*lim* 0,4–1,5 г). Выявленное разнообразие вполне совпадало с данными по степени развития семенников у норок указанного возраста и выражалось в том, что у половины обследованных самцов семенники находились в мошонке и легко прощупывались, а у 26 % не прощупывались вовсе, так как находились в брюшной полости.

Увеличение массы семенников у 4-месячных самцов в сравнении с массой семенников у 3- и 5-месячных самцов до 0,30 ± 0,02 г против 0,22 ± 0,01 г и 0,21 ± 0,04 соответственно, по-видимому, связано с их морфологическим и функциональным состоянием. Гистологические исследования показали, что в 4-месячном возрасте происходит последовательное увели-

чение диаметра семенных канальцев: (3 мес. – 61 ± 3 μм, с 4 мес. до 10 мес. – 75 ± 2 до 235 ± 9 μм). Увеличение массы семенников сопровождается повышением уровня тестостерона. У 4-месячных самцов происходит значительное повышение гормональной функции семенников (табл. 2). Концентрация тестостерона в периферической крови самцов этого возраста значительно превосходила таковую у 3-месячных животных ($P < 0{,}001$).

Установить дату начала активизации пубертатных изменений репродуктивной функции у молодых самцов норок весьма трудно, поскольку процесс полового созревания может сдерживаться влиянием внешней среды. Тем не менее, судя по результатам проведенных исследований, можно полагать, что значительная активизация пубертатных изменений семенников у молодых самцов норок начинается в возрасте 6 месяцев, поскольку до этого в семяпродуцирующих канальцах семенников различаются только 2 вида клеток: мелкие клетки, расположенные вдоль базальной мембраны, и более крупные, разбросанные по всей площади канальцев (гоноциты). Мелкие дают начало клеткам Сертоли, крупные – сперматогониям.

У самцов в 5-месячном возрасте сперматогонии встречаются только у части животных, а в

Таблица 2

Содержание гормонов в крови норок, пг/мл, M ± m (n)

Возраст (мес.)	Прогестерон	Тестостерон	Эстрадиол	Мес. года	Возраст (мес.)	Прогестерон	Тестостерон	Эстрадиол
2	1259 ± 37 (3)	347 ± 85 (10)	50 ± 10 (6)	VII	14	984 ± 197 (7)	576 ± 88 (10)	27 ± 3 (10)
3	531 ± 45 (57)	706 ± 71 (85)	19 ± 2 (58)	VIII	15	710 ± 130 (6)	1688 ± 332 (20)	23 ± 2 (19)
3,5	–	1782 ± 276 (40)	17 ± 1 (38)	VIII	–	–	–	–
4	651 ± 50 (77)	2584 ± 19 (84)	56 ± 11 (83)	IX	16	1265 ± 654 (3)	977 ± 203 (20)	19 ± 3 (20)
5	318 ± 64 (7)	529 ± 96 (10)	60 ± 14 (10)	X	17	425 ± 80 (8)	842 ± 121 (17)	49 ± 9 (18)
6	298 ± 44 (5)	808 ± 241 (9)	11 ± 2 (9)	XI	18	560 ± 135 (7)	1120 ± 177 (18)	13 ± 2 (18)
7	491 ± 91 (9)	749 ± 111 (910)	27 ± 6 (10)	XII	19	502 ± 152 (7)	973 ± 143 (19)	17 ± 3 (18)
8	100 ± 19 (6)	2416 ± 388 (6)	34 ± 6 (6)	I	20	188 ± 74 (4)	2193 ± 192 (12)	77 ± 20 (5)
9	1152 (1)	2007 ± 157 (43)	79 ± 11 (32)	II	21	563 (1)	2990 ± 251 (16)	40 ± 9 (15)
10	227 ± 52 (8)	2047 ± 166 (25)	68 ± 18 (10)	III	22	244 ± 36 (6)	2017 ± 191 (6)	179 ± 35 (6)
11	199 ± 42 (12)	1196 ± 120 (34)	124 ± 12 (13)	IV	23	224 ± 52 (5)	559 ± 282 (6)	142 ± 29 (6)
12	543 ± 276 (9)	1444 ± 113 (20)	30 ± 5 (10)	V	24	232 ± 26 (5)	1428 ± 273 (5)	58 ± 10 (5)
13	461 ± 118 (8)	1512 ± 261 (18)	32 ± 5 (17)	VI	25	592 ± 85 (4)	1205 ± 230 (6)	59 ± 8 (5)
14	1050 ± 375 (10)	1888 ± 228 (20)	33 ± 5 (19)	VII	26	696 ± 92 (4)	2708 ± 905 (3)	27 ± 7 (4)

6-месячном – у всех. Активизация гаметогенной функции сопровождается повышением концентрации тестостерона в периферической крови животных: 529 ± 96 пг/мл – в 5 месяцев против 808 ± 241 пг/мл – в 6 месяцев жизни.

В непрерывном от рождения до наступления половой зрелости процессе полового развития обращает на себя внимание морфологическое состояние семенников 7-месячных животных (конец ноября–начало декабря). В этом возрасте масса семенников составляет около 20 % от массы семенников половозрелых животных (0,7 против 3,3). В этом возрасте у большинства самцов в семенных канальцах обнаружены только сперматоциты первого порядка, в то время как у некоторых имеются сперматиды и даже единичные сформировавшиеся спермии. В 7-месячном возрасте начинается повышение концентрации всех половых гормонов в крови (табл. 2). Судя по морфо-функциональным изменениям, семенники норок достигают максимального развития к 9-месячному возрасту.

Изучение сезонной динамики половых гормонов у самцов норок позволило установить существенное повышение их концентрации в периферической крови два раза в год (табл. 2). Повышение концентрации прогестерона отмечено в июле–сентябре и в феврале, тестостерона – в июле–сентябре и январе–марте, эстрадиола – в сентябре–октябре и январе–апреле.

Сезонная динамика половых гормонов сочетается с морфологической перестройкой, происходящей в половых железах.

Полученные сведения о функциональных изменениях в семенниках норок подтверждаются данными исследований на других видах животных, указывающими на яркое проявление сезонности размножения у зверей (Осадчук, 2001; Тютюнник, 2002; Шульгина, 2005). Существенного различия в динамике прогестерона у молодых и взрослых самцов не выявлено (табл. 2).

Уровень эстрадиола у молодых самцов до наступления половой зрелости превышает таковой у взрослых самцов в июле (50 ± 10 пг/мл против 27 ± 3 пг/мл, $P < 0,05$); сентябре (56 ± 11 пг/мл против 19 ± 3 пг/мл, $P < 0,001$).

Изучение возрастной динамики половых гормонов у самцов норок позволило установить, что по содержанию тестостерона достоверные различия между разновозрастными группами животных отмечены в сентябре. У молодых самцов концентрация этого гормона соответствовала 2584 ± 19 пг/мл против 977 пг/мл ($P < 0,001$) – у взрослых, а также в октябре, феврале и апреле соответственно 529 ± 96 пг/мл против 842 ± 121 пг/мл ($P < 0,05$); 2007 ± 157 пг/мл против 2990 ± 251 пг/мл ($P < 0,01$) и 1196 ± 120 пг/мл против 559 ± 282 пг/мл ($P < 0,05$).

Интересен факт, что при однонаправленной динамике изменения концентрации тестостерона в крови у взрослых самцов норок наступают на 1 месяц раньше, чем у молодых. Можно предположить, что одной из причин этого является недостаточно четкое функционирование у молодых животных механизмов связи в системе гипоталамус–гипофиз–эпифиз (Розен, Смирнов, 1981; Legan, Winaus, 1981).

Обращают на себя внимание высокие уровни исследуемых гормонов, отмеченные у 2-месячных самцов (табл. 2). Эксперимент на кастрированных животных свидетельствует о том, что высокие уровни тестостерона и эстрадиола в перферической крови самцов этого возраста создаются преимущественно тестикулами. Физиологическая роль высокой активности гонад у неполовозрелых животных, возможно, состоит в обеспечении интенсивно протекающих процессов соматического и полового развития.

В результате наших исследований на самцах с разной половой активностью установлено, что в феврале (перед гоном) концентрация тестостерона в крови у активных самцов (покрывали по 6 и более самок) достоверно ($P < 0,05$) выше, чем у малоактивных (покрыли 3 и менее самки). У половозрелых самцов-первогодок с высокой фертильностью концентрация тестостерона перед гоном (февраль) составила 2700 пг/мл против 2500 пг/мл – у малоактивных.

Таким образом, пубертатные морфологические изменения гонад самцов норок связаны с их гормонопродуцирующей функцией. А содержание тестостерона в крови половозрелых самцов в феврале (перед гоном) может рассматриваться как возможный сигнальный признак, характеризующий будущую продуктивность.

Литература

Дмитриев Н.Г. Достижения и перспективы селекции в молочном скотоводстве // С.-х. биология. 1987. № 11. С. 59–65.

Клочков Д.В., Ким А.А. Влияние дополнительного освещения норок на эмбриональный и постэмбриональный рост щенков // Кролиководство и звероводство. 1967. № 5. С. 20.

Мартыненко Н.А. Эмбриональная смертность сельскохозяйственных животных и ее предупреждение. Киев: Урожай, 1971. 298 с.

Миролюбов М.Г. Импотенция самцов. Методические указания. Казань, 1994. 11 с.

Осадчук Л.В. Репродуктивная эндокринология пушных зверей семейства Canidae: эффекты краткосрочных и длительных антропогенных воздействий: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Новосибирск, 2001. 46 с.

Розен В.Б., Смирнов А.Н. Рецепторы и стероидные гормоны. М.: МГУ, 1981. 310 с.

Свечин Ю.К. К методике ранней оценки скороспелости свиней по некоторым морфологическим показателям // Сб. науч. тр. Ивановского СХИ. 1971. Вып. 34. С. 78–86.

Терновский Д.В., Терновская Ю.Г. Экология куницеобразных. Новосибирск: Наука, 1994. С. 65–66.

Тютюнник Н.Н. Физиолого-биохимический статус организма норок (*Mustela vison* Schr.) и песцов (*Alopex lagopus* L.) и пути его оптимизации: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Родники, Московская обл., 2002. С. 19–29.

Шульгина Н.К. Структура яичников и уровень гормонов у лисиц и песцов различного возраста // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 11.

Legan S., Winaus S. The photoneuroendocrine control of seasonal breeding in the ewe // Endocr. 1981. V. 45. № 3. P. 317–328.

Müller S. Der einflub unterschiedlicher ranzmethoden auf das reproduktionsergebnis von nezzfahen // 3 Internationales Peltztiersymposium. Leipzig, 1990. P. 75–84.

Onstad O. Studies on postnatal testicular changes, semen guality and anomalies of reproduction organs in the mink. Oslo: Universitets for laget, 1967. P. 1170.

THE SELECTION OF MINK MALES (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777) FOR BREEDING GOAL ON THE BASE OF INDIVIDUAL DEVELOPMENT

T.M. Demina

Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Summary

The goal of this investigation is related with the role of individual development in postnatal ontogenesis and revealing of features that are connected with future reproductivity. The role of body mass on the second day after birth and testicular development at 6-month age can be used for selection for breeding practicing.

ОТБОР ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПО ЭВОЛЮЦИОННО НЕСВОЙСТВЕННЫМ ВИДАМ КОРМОВ И НИЗКОПРОТЕИНОВОМУ КОРМЛЕНИЮ

Н.А. Балакирев

ГНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А.Афанасьева РАСХН, Москва, Россия, e-mail: NIIPZK@orc.ru

В результате селекции на новые условия содержания и кормления у пушных зверей клеточного разведения идет движущий отбор на генетическую адаптацию к перевариванию и усвоению сухих нетрадиционных кормов, эволюционно им несвойственных. Второе направление отбора – на возможность сохранения продуктивных качеств животных в условиях движущего отбора на низкопротеиновое кормление.

Учитывая, что доместикация диких животных продолжается более 10 тыс. лет, а доместикация диких пушных зверей – около 100 лет, говорить о серьезных эволюционных изменениях, произошедших за столь короткий исторический период, пока еще рано. Тем не менее есть разительные перемены как в поведении пушных зверей, так и их продуктивности.

Исследования Д.К. Беляева и его учеников показали, что ключевым механизмом всех многообразных доместикационных изменений служит отбор на способность животных находиться в новых условиях, в том числе рядом с человеком (Беляев, Ратнер, 1961; Беляев, Трут, 1964а, б, 1982, 1983; Беляев, 1968 (цит. по Беляев, 1970), 1972, 1974, 1979, 1981, 1983; Трапезов, Беляев, 1986).

В популяциях пушных зверей, разводимых в клеточных условиях, в ходе движущего отбора постоянно происходят генетические и, как следствие этого, фенотипические изменения, позволяющие животным жить и размножаться в условиях неволи. При отборе на племенные цели предпочтение отдается зверям, которые в условиях данного зверохозяйства проявили себя как наиболее отвечающие селекционируемому в данном хозяйстве типу. С этой целью чаще других приемов используют отбор на племя однопометников, лучших зверей отсаживают отдельно в шеде и обеспечивают их кормом соответствующего состава и качества (Кузнецов, 2004).

Поскольку затраты на кормление определяются количеством корма, израсходованного на производство единицы продукции, и его стоимостью, снижения себестоимости продуктов животноводства можно добиться путем уменьшения затрат кормов на производство единицы продукции, т. е. оплаты корма.

В звероводстве была установлена возможность ведения селекции с учетом оплаты корма для получения более крупных шкурок хорошего качества при пониженных кормовых затратах (Маштак и др., 1985; Сергеев, 1990; Растимешина, Мухина, 1990). Отбор ремонтного молодняка норок по эффективности использования корма улучшает показатели продуктивности животных: выход на самку основного стада на 0,87 щенка; оплату корма приростом живой массы на 4,4 %; площадь шкурок на 0,56 дм^2; количество шкурок особо крупного размера на 4,3 %; зачет по качеству шкурок на 2,5 % (Растимешина, Демина, 2006).

Питание является очень важным фактором, без которого жизнь зверей невозможна. В естественной среде обитания в их рацион входят различные корма: земноводные, рыбы, птицы, насекомые, растения, моллюски и различные мелкие млекопитающие.

В начале развития клеточного звероводства

для пушных зверей пытались составлять рационы с преобладанием традиционного набора кормов, однако по мере накопления научных данных их рацион стал меняться и этот процесс продолжается до сих пор. В первые десятилетия животных кормили высококачественными и дорогими пищевыми продуктами, считая, что если корм дорогой и изначально предназначен для питания человека, то он наверняка будет полезен и зверям. К примеру, на 1-й Московской звероферме (ныне ОАО «Племзавод Пушкинский») лисиц кормили только отборной говядиной, бараниной, апельсинами, изюмом, курагой. В Соловецком зверопитомнике щенкам лисиц в 6–8-недельном возрасте давали следующие «блюда»: хорошо проваренный картофель разминали, смешивали с бобовой мукой в количестве 20–25 % и запекали его с яйцом, скармливали также мясные и рыбные котлеты, жарили свежую рыбу.

Соболям в первые годы их разведения (1930–1950 гг.) составляли рацион в основном из дорогостоящих ингредиентов: говядины, мозгов, яиц, кедровых орехов, меда, белых сухарей, ягод и фруктов.

После войны звероводство превратилось в современную отрасль животноводства, а кормление пушных зверей – в отдельное направление науки о питании животных, в развитие которого огромный вклад внесли отечественные ученые.

Наиболее значительные исследования в области кормления пушных зверей внес Н.Ш. Перельдик со своими учениками. Написанная им монография «Кормление пушных зверей» выдержала только в нашей стране три издания (1972, 1981, 1987 гг.). Она до сих пор является настольной книгой специалистов-звероводов (Передельник и др., 1987).

Современные рационы для пушных зверей составляют с учетом их биологических особенностей, видовой принадлежности и физиологического периода. К основным биологическим особенностям пушных зверей относится сезонность жизненных функций (размножение, линька), определяющая изменения обмена веществ, питательности и энергии в разные периоды года (снижение осенью и повышение весной). Пушным зверям свойственна многоплодность, высокая интенсивность роста, скороспелость. Всесторонне сбалансированное кормление в период выращивания оказывает большое влияние на развитие организма и формирование будущих продуктивных качеств. Едва ли не самой главной биологической особенностью пушных зверей является анатомическое строение желудочно-кишечного тракта, приспособленного для переваривания кормов животного происхождения. Правильная организация кормления с учетом перечисленных выше биологических особенностей способна обеспечить наиболее полное проявление продуктивных качеств пушных зверей и развитие их в желательном направлении.

Среди питательных веществ корма, оказывающих влияние на организм животных, ведущая роль принадлежит белку. Ранее считалось, что белок в своей специфической пластической функции не может быть заменен ни жирами, ни углеводами; безбелковое питание приводит организм к гибели. А.Я. Данилевский (1879) писал: «Современная биохимическая наука твердо установила факт, что в жизнедеятельности клеточных элементов главную активную роль играют белковые вещества».

В настоящее время нет сомнения в том, что определяющими факторами интенсивности жизненных процессов являются протеиновое питание и уровень белкового метаболизма. Главным источником белка для сельскохозяйственных животных являются растительные корма. Доля растительного белка в их рационах составляет 90–95 %.

Что же касается звероводства, то необходимо отметить тот факт, что звери подразделяются на плотоядных и грызунов, первые нуждаются больше в белках животного происхождения. Протеины растительных и животных кормов состоят из одних и тех же аминокислот, но в разных количестве и соотношении.

Известно, что биологическая ценность белка определяется главным образом содержанием в нем незаменимых аминокислот, т. е. не синтезируемых в организме, а получаемых исключительно с пищей. Эта зависимость впервые была установлена в экспериментах на молодых крысах, для которых незаменимыми являются десять аминокислот: аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин (Rose, 1938).

В звероводстве работами Н.Ш. Перельдика с сотрудниками в 1960–1970-е гг. были обосно-

ваны нормы аминокислотного питания норок, лисиц и песцов; было показано, что наиболее важными аминокислотами в питании этих зверей являются метионин в сочетании с цистеином и триптофаном (Антипов, 1967; Перельдик и др., 1968; Маркова, 1971).

К концу XX столетия на основании исследований отечественных ученых и ученых из научного центра Ассоциации звероводов Дании было сформировано идеальное для норок соотношение незаменимых аминокислот, что позволило в практических условиях определять полноценность кормов по протеину. В связи с этим появляются работы по снижению уровня протеина в рационах пушных зверей с дополнительным введением в кормосмесь синтетических аминокислот.

Исследователи Скандинавских стран, изучая эффективность добавления DL-метионина к низкопротеиновым смесям для молодняка голубых песцов, отметили положительное влияние добавок метионина на качество ости и густоту опушения при уменьшении свалянности волосяного покрова и снижении затрат на корма. Исследовали 2 группы песцов: контрольные животные получали в сентябре–ноябре 7,3 г белка на 100 ккал обменной энергии (ОЭ), а во второй подопытной группе – 4,3 г с добавлением метионина (из расчета 1 г/кг корма). В результате к забою живая масса животных в контроле была 13,1 кг, подопытной – 13,3 кг, размер и качество шкурок были одинаковыми. В другом опыте снижение содержания протеина проводили ступенчато. Подопытная группа получала 5,5 г протеина на 100 ккал с 25 августа по 22 сентября и 4,4 г с добавкой метионина с 23 сентября до забоя. Контрольные животные получали с кормосмесью 6,2 г на 100 ккал ОЭ. Живая масса при забое в подопытной группе была 16,7 кг, контроле – 16,9 кг. Шкурки по размеру и качеству не имели различий (цит. по: Милованов, 2004).

И.В. Паркалов (2006) приводит результаты датских исследователей, которые проводили работу на норке с разным уровнем содержания протеина: 32 : 28 : 24 % (7,1 : 6,2 : 5,3 г на 100 ккал ОЭ), при этом содержание жира оставалось на одном уровне (5,7 г на 100 ккал ОЭ), а снижение общей ОЭ производили за счет сокращения перевариваемого протеина и увеличения доли углеводов с 14 до 22 % (с 3,2 до 5,12 г на 100 ккал ОЭ). Для обеспеченности полноценности белка в кормосмесь добавляют синтетические аминокислоты: метионин, триптофан, лизин и треонин. В результате такого кормления более высокое качество шкурок было получено на рационах с 28 и 32 % перевариваемого протеина (7,1 и 6,2 г на 100 ккал ОЭ) при одинаковом крупном размере.

В подобных опытах на пониженном уровне перевариваемого протеина (7,1 г на 100 ккал ОЭ) установлена целесообразность применения кормового концентрата лизина (ККЛ), в составе которого присутствуют синтетические аминокислоты (метионин и цистеин). Кормление норок рационами с применением ККЛ обеспечивает высокую продуктивность животных при снижении расхода кормов животного происхождения на 15 % (Растимешина, 1997). Приведенные результаты позволяют сделать заключение о возможности получения хороших результатов на низкопротеиновых рационах, но только при дополнительном введении в кормосмесь синтетических аминокислот.

Белковое обеспечение организма неразрывно связано с уровнем энергетического питания. До 1960-х гг. в большинстве работ потребность зверей в протеине изучали на фоне низкого уровня жира, и, как следствие, большую часть содержащегося в испытуемом корме протеина звери вынуждены были расходовать на покрытие энергозатрат организма. Из-за недостатка энергии самцы норки тех лет к забою достигали 1250–1300 г, т. е. на 1000 г меньше выращиваемых на современных рационах с повышенным содержанием жира и углеводов. Увеличение концентрации энергии в рационах обеспечивает более полное проявление потенциальных возможностей зверей к увеличению тела, возросших в результате селекции на укрупнение. Так, рацион для молодняка норок, обогащенный свободным жиром (до 5 г перевариваемого жира на 100 ккал ОЭ) и с увеличенной долей зерновых (до 8–12 г на 100 ккал ОЭ), позволяет получить 39 % особо крупных норок и бездефектных шкурок – 67–70 % (Зафрен-Хариф, 1978). Содержание перевариваемого протеина в июне–сентябре при этом должно быть около 8,5 г на 100 ккал ОЭ.

Норвежские исследователи рекомендуют с июня–августа использование кормосмесей с содержанием 6,7 г протеина на 100 ккал ОЭ,

при этом соотношение жира и углеводов может изменяться с 40–30 % до 50–20 %, при пересчете на 100 ккал ОЭ – от 4,3 г до 5,4 г жира и от 7,3 г до 4,9 г углеводов. В состав рационов включают отходы тресковых рыб, рыбную муку, боенские отходы, термически обработанную зерновую смесь, жир животный, соевое масло, витамины, препараты железа.

По нормам В.А. Афанасьева и Н.Ш. Перельдика (1966) было предусмотрено выращивание молодняка норок, предназначенного на забой, при 8,0–9,0 г перевариваемого протеина на 100 ккал ОЭ. Исследования Я.З. Лебенгарца (1968) показали, что высокое содержание жира в рационе – до 5,3 г на 100 ккал ОЭ – оказывает белоксберегающее действие. Многочисленные научно-исследовательские опыты подтвердили возможность снижения уровня перевариваемого протеина до 6,9 г на порцию при обеспечении рациона натуральным жиром свиных субпродуктов (Растимешина, 1999).

Параллельно с этим ведется отбор зверей, способных давать продукцию на низкопротеиновом кормлении при увеличении доли зерна 8–9 г на 100 ккал ОЭ в период размножения; 12 г для племенных и 14 г для забойных зверей в период выращивания. В отдельные годы уровень зерновой группы кормов доводили до 17 г на 100 ккал, но это уже сильно сказывалось на качестве пушно-меховой продукции. При полноценной же протеиновой части рационов такой уровень углеводов вполне возможен.

По данным Б.А. Исупова (1988), увеличение зерновых в рационах растущего молодняка норок до 11–18 г на 100 ккал ОЭ не снижает размера и качества шкурок. Применение кормосмеси с повышенным уровнем углеводов не только экономит животный протеин и жир, но и обеспечивает более полную утилизацию продуктов распада жира и белка, препятствуя тем самым нарушению обмена веществ в организме.

По мнению Л.В. Милованова и Д.Н. Перельдика (1998), при современных рыночных отношениях экономически выгодно применять рационы для молодняка норок с содержанием переваримых питательных веществ (г): протеина 7,5–8,0; жира – 4,0–5,0 и углеводов от 4,0 до 6,2 на 100 ккал ОЭ. Для использования генетической возможности линейного роста тела молодняка в августе–сентябре содержание переваримой энергии доводят до 140 ккал ОЭ в 100 г готовой кормосмеси. Такие уровни питательных веществ и энергии способны обеспечить высокий процент шкурок особо крупного размера – 40–70 %.

Применяемые нормы потребления ОЭ не могут носить характер обязательных к применению, они должны служить только ориентиром при определении уровня кормления. На основании опыта звероводческих хозяйств ООО «Северная пушнина» И.В. Паркалов (2006) рекомендует применять в июле–августе 7,0–7,8 г переваримого протеина (33,3 % ОЭ), переваримого жира 5,1–5,5 (49,3 % ОЭ) и 4,0–4,4 г переваримых углеводов (17,4 % ОЭ), в сентябре–ноябре – 6,5–6,9 г (30,1 % ОЭ), 5,1–5,6 г (49,8 % ОЭ) и 4,8–5,0 г (20,1 % ОЭ) соответственно. В период интенсивного роста, по данным этого автора, рекомендуется применять высококалорийные корма.

Звероводы Дании с 27 мая по 14 июля увеличивают калорийность порции с 132 ккал ОЭ до 192 ккал ОЭ в 100 г кормосмеси при одновременном снижении уровня переваримого протеина с 11 г до 7,1 г на 100 ккал ОЭ и увеличении содержания переваримого жира с 40 % от калорийности 4,37 г на 100 ккал до 49 % (5,23 г на 100 ккал ОЭ). Такой высокий уровень энергии поддерживается до декабря, количество ОЭ в августе–ноябре от переваримого жира находится на уровне 51 %. Повышение энергетической питательности кормосмеси до уровня 192 ккал ОЭ в 100 г достигается путем введения в рацион свободного свиного жира 0,7–0,9 г и соевого масла 1,4–1,5 г на 100 ккал ОЭ.

Высокого уровня содержания переваримого жира в рационах норок придерживаются звероводы Польши, Финляндии и США в осенний период. При этом достигается экономия в животных кормах в среднем на 20 %.

Несмотря на значительное сокращение переваримого протеина в рационах пушных зверей, в процессе доместикации удалось существенно увеличить живую массу. К примеру, в племенных зверохозяйствах «Гагаринский», «Судиславль», «Салтыковский» масса самцов норки в среднем составляет 2,8–3,2 кг, самцы вуалевого песца весят 11–12 кг, а отдельные экземпляры 15–20 кг, самцы песца серебристого – более 9 кг, самки – более 8 кг.

Справедливости ради нужно признать, что эти результаты в сравнении с таковыми у финских звероводов скромны. Так, доля в мировом производстве шкурок песца у них составляет более 30 % или около 2,0 млн шкурок. Они также являются лидерами по показателям живой массы и размеру шкурок. Средняя живая масса вуалевых песцов в ноябре в период забоя составляет 17–20 кг, длина шкурок колеблется от 110 до 150 см и более.

Безусловно, и в первом и во втором случаях эффект селекции получен за счет целенаправленного отбора и системы кормления в период выращивания, а именно: в конце июля увеличивают содержание переваримого жира до 6,0 г, а уровень переваримого белка снижают до 6,1 г, а в октябре–ноябре до 6,0 и 5,5 г на 100 ккал ОЭ соответственно. Максимальный уровень кормления песцов и лисиц приходится на сентябрь–ноябрь, среднесуточное потребление ОЭ песцом составляет 1530 ккал, а лисицей – 810 ккал. При кормлении кормосмесью с содержанием: в 100 г корма 180 ккал ОЭ удельный вес шкурок песца размера «40» и выше (125–150 см) составляет более 90 %.

С учетом изменившейся кормовой базы звероводства и физиологической потребности пушных зверей в питательных веществах усовершенствованы нормы кормления и нормативы затрат для клеточных пушных зверей.

В новых нормах кормления взрослых племенных соболей рекомендуется научно обоснованный более низкий уровень переваримого протеина – 8,5–9,5 г на 100 ккал ОЭ в различные физиологические периоды, в старых нормах было 10–10,5 г протеина (выше на 10–15 %). Для молодняка соболей новый уровень переваримого протеина равен 8,0–8,5 г на 100 ккал ОЭ, что ниже норм 1981 г. на 15–20 %. Новые типовые рационы для соболей дешевле старых на 15–20 %. Только в рационах для соболей количество мясных кормов сократилось на 36 %, в том числе мяса – в 5 раз; количество молочных кормов уменьшилось на 30 % при одновременном увеличении расхода рыбных кормов на 23 %, зерновых 5–10 % и овощей на 25 %. Общий годовой расход кормов на 1 голову «делового молодняка» соболей снижен с 175 кг до 140 кг, т. е. на 20 %. При этом продуктивность остается стабильно высокой (Кладовщиков, 2005).

С изменением кормовой базы звероводства значительно изменился состав рационов пушных зверей. Уменьшилось содержание в рационах мясных и молочных кормов. Большую долю стали занимать непищевые субпродукты, в том числе и куриные, рыбные отходы, увеличилось количество зерновые кормов. В рационах пушных зверей появились новые виды нетрадиционных кормов – отходы производств микробиологической, фармацевтической, перерабатывающей отраслей промышленности.

Идея замены в рационах пушных зверей мясорыбных кормов сухими возникла уже давно. В 1933 г. П.Т. Клецкиным были выполнены первые опыты по замене мяса говядины и конины в рационах лисиц рыбной, мясо-костной, граксовой мукой, дробленой костью, куколкой шелкопряда. Значительно позднее детальные опыты были проведены на всех видах животных. Так, замена мясо-костной мукой 50 % мясо-рыбных кормов по протеину не снижает результатов воспроизводства молодых самок песцов.

Во все биологические периоды в рационы пушных зверей можно включать приготовленную из тушек забитых зверей мясо-костную муку до 25 % от переваримого протеина животного происхождения (Клецкин, Снытко, 1977, 1982).

По экономическим соображениям в рационах клеточных зверей в последние годы не только в Скандинавских странах, но и в России сокращается использование цельной океанической рыбы, в то же время рационы с высоким содержанием рыбных и других отходов корректируются по незаменимым аминокислотам введением в кормосмеси рыбной муки, что дает возможность ограничить уровень переваримого протеина в рационах молодняка до 7,5–6,5 г на 100 ккал ОЭ. По данным Г.С. Таранова (1985), в рационы молодняка норок можно включать высококачественную рыбную муку с содержанием ААА до 200 мг % в июле–августе в количестве 50–60 % от протеина мясо-рыбных кормов, а в осенний (сентябрь–ноябрь) – до 70 %. Остальная часть рациона должна быть представлена сырой рыбой и мясными субпродуктами.

Пушных зверей, пищеварительный тракт которых эволюционно приспособлен к перевариванию натуральных мясо-рыбных кормов, приучать к сухим кормам следует постепенно,

начиная с небольшого количества, чтобы не снизить поедаемость кормосмеси и, вследствие этого, продуктивных показателей.

К сухим кормам растительного происхождения можно отнести побочные продукты масложировой промышленности: жмыхи и шроты, которые отличаются довольно высоким содержанием протеина и могут быть использованы в качестве источника растительного белка для пушных зверей. Включение в рационы молодняка норок в период выращивания и самкам основного стада в период воспроизводства до 20 % тостированного шрота от животного протеина не снижает их продуктивности (Исаева, 1980). Положительные результаты были получены от использования подсолнечного шрота в рационах норок до 25 % в разные биологические периоды (Губский, 1987).

Важнейшим источником растительного белка является соя (Помытко, Журавлев, 2004). Соевый белок содержит весь набор незаменимых аминокислот и практически аналогичен белку животного происхождения, но значительно дешевле. На рынке появился концентрат соевого белка, приготовленный из семян генетически немодифицированной сои («Сойкомил»). Он содержит следующее количество сырых питательных веществ, %: протеин – 65, жир – 1, углеводы – 18, золы – 7. Он может быть использован в звероводстве как белковый компонент. Включение в рацион молодняка норок 10 % «Сойкомила» по сухому веществу не отразилось отрицательно на потреблении корма и скорости роста.

Успешно используются в кормлении пушных зверей такие отходы фармацевтической промышленности, как сухая мицелиальная масса пенициллина, тетрациклина, сухая мицелиальная масса гриба *Aspergilus niger*, отход производства лимонной кислоты.

Большую группу нетрадиционных кормов составляют дрожжи кормовые – продукт микробиологического синтеза, – представляющие собой белок одноклеточных организмов, культивируемых на различных субстратах: мелассе, отходах крахмального производства, гидролизате древесины, барде, этаноле, парафинах нефти, а также бактериальных биомасс. По питательной ценности белок дрожжей занимает промежуточное положение между растительными и высококачественными белками животного происхождения. Кормовые гидролизные дрожжи, полученные методом биохимической переработки древесного сырья, содержат белка 45–48 %, углеводных компонентов до 30 % и липидов до 5 % (Волкова, 1999). С кормовыми гидролизными дрожжами сходны по питательности другие кормовые дрожжи, известные как белково-витаминный концентрат (БВК). По уровню незаменимых аминокислот белок БВК имеет большое сходство с белком мускульного мяса. При одинаковом в этих продуктах уровне лизина БВК превосходит конину по содержанию триптофана и цистеина (Ионкина, 1968). Установлена возможность скармливания дрожжей БВК до 20–25 % молодняку норок и песцов в период выращивания и до 25 % от переваримого протеина рациона самкам песцов в период воспроизводства (Перельдик и др., 1970).

Приняв во внимание, что кормовые дрожжи потребляет главным образом молодняк, можно отметить, что за 6 мес. выращивания одна норка съедает количество дрожжей, почти равное собственной массе. В середине 1980-х гг. отечественное пушное звероводство потребляло в среднем за год около 20 тыс. тонн кормовых дрожжей, что составляло около 2 % всего его производства.

Надо сказать, что килограмм дрожжей заменяет в рационах пушных зверей в расчете по протеину примерно 3–4 кг сырых мясо-рыбных продуктов.

Перспективой развития крупных зверохозяйств является переход на кормление зверей смешанными (полусухими) рационами, при которых не менее 50 % рациона будет представлено комбикормом, дополнительными отходами мясо-рыбо-жироперерабатывающей промышленности. При новом полусухом типе кормления упрощается технология кормоприготовления: исключаются трудоемкие и энергоемкие процессы сортировки, варки условногодных мясо-рыбных кормов и зерновой каши; исключаются из рациона костные субпродукты, так как они плохо используются пушными зверями даже при сравнительно мелком их измельчении.

В качестве основных компонентов современных комбикормов используются отходы микробиологической промышленности, кормовые дрожжи, жмыхи, шроты, мука зерновых

и другие кормовые средства, а также дешевые овощи. Разработанный сотрудниками ГНУ НИИПЗК рецепт сухого комбикорма-концентрата (СКК) представляет собой композицию из питательных веществ (протеина, жира, углеводов) с добавками лимонной кислоты, антиоксиданта для стабилизации жировой фракции и витаминов. При разработке рецепта комбикорма определяющим фактором была стоимость его производства. Низкая себестоимость обусловлена включением в его состав сравнительно недорогих заменителей животного белка – гидролизных дрожжей, шрота (жмыха) подсолнечного, зерновых, мясокостной муки и только 8 % рыбной и 2 % мясной муки как наиболее дорогих компонентов – источников незаменимых аминокислот. До 65 % (от массы) комбикорма составляют растительные корма.

В результате опытов по изучению способов введения в типовые рационы молодняка норок и песцов установлено, что оптимальным для молодняка норок является включение в рацион 30 % комбикорма (по переваримому протеину), для молодняка песцов – 35 %. С целью повышения питательности СКК в его состав был введен мультиэнзимный препарат, способствующий лучшему перевариванию углеводов рациона (Балакирев и др., 2001).

Комбинированный способ кормления пушных зверей с использованием комбикормов все шире применяется в практике звероводства. Преимущество данного способа заключается не только в снижении затрат и упрощении технологии кормоприготовления, но и в улучшении консистенции и санитарных качеств кормосмеси.

Отрабатывается возможность использования в кормлении молодняка норок сухих полнорационных гранулированных комбикормов, использование которых вызывает изменение в пищеварительной системе животных. Эти изменения направлены на то, чтобы позволить организму усваивать из непривычного для него корма по возможности максимальное количество питательных веществ. Увеличивается длина кишечника, печени в связи с гиперфункцией производства желчи. Ферментный спектр желудочно-кишечного тракта адаптируется к перевариванию сухих кормов (Куликов, 1987, 2001).

Заключение

За сравнительно короткий период доместикации пушные звери существенно изменились в сравнении со своими дикими предками. Под влиянием селекции, содержания и кормления у зверей клеточного разведения изменился не только тип поведения, но и продуктивность: особенность к воспроизведению, размер тела и качество опушения, т. е. те количественные и качественные признаки, по которым ведется направленная селекция.

Вынужденная необходимость использования для пушных зверей несвойственных им видов кормов, дефицитных по содержанию незаменимых аминокислот, особенно метионина, на низкопротеиновом уровне выявило животных, неспособных к формированию желательного опушения. Эти звери выбраковываются из стада при осенней бонитировке животных.

С целью устранения дефектов мехообразования разрабатываются рационы, содержащие оптимальное количество незаменимых аминокислот, с включением при необходимости их синтетических заменителей.

Под влиянием скармливания сухих кормов желудочно-кишечный тракт пушных зверей также претерпел функциональные и морфологические изменения.

Задача селекционеров состоит в том, чтобы отбирать для племенных целей зверей, способных переваривать и усваивать такой корм, поскольку эта их способность прямо коррелирует с показателями продуктивности.

Литература

Антипов Ю.В. Эффективность разных норм протеина в рационах голубых песцов // Кролиководство и звероводство. 1967. № 4. С. 9–11.

Афанасьев В.А., Перельдик Н.Ш. Клеточное пушное звероводство. М.: Колос, 1966. 399 с.

Балакирев Н.А., Куликов Н.Е., Демина Т.М., Растимешина О.В. Мультиэнзимный комплекс в кормлении норок и песцов // Комбикорма. 2001. № 8. С. 58–59.

Беляев Д.К. Биологические аспекты доместикации животных // Генетика и селекция новых пород сельскохозяйственных животных: Матер. Всесоюз. совещания 24–26 окт. 1968 г., Алма-Ата. Алма-Ата: Наука, 1970. С. 30–44.

Беляев Д.К. Генетические аспекты доместикации животных. Проблемы доместикации животных и растений. М.: Наука, 1972. С. 39–45.

Беляев Д.К. О некоторых вопросах стабилизирующего отбора и дестабилизирующего отбора // История и теория эволюционного учения. Л.: Наука, 1974. С. 76.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор изменчивости при доместикации // Природа. 1979. № 2. С. 36–45.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор доместикации // Генетика и благосостояние человечества: Матер. XIV Междунар. генет. конгр. М.: Наука, 1981. С. 53–66.

Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор // Развитие эволюционной теории в СССР (1917–1970 годы) / Ред. С.Р. Микулинский, Ю.И. Полянский. Л.: Наука, 1983. С. 266–277.

Беляев Д.К., Ратнер В.И. Анализ генетических и феногенетических корреляций в связи с некоторыми проблемами селекции и эволюции // Докл. АН СССР. 1961. Т. 140. № 3. С. 699–702.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Поведение и воспроизводительная функция животных. Сообщение I. Корреляция свойств поведения со временем размножения и плодовитостью // Бюл. МОИП. Отд. биол. 69. № 3/5. 1964а.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Поведение и воспроизводительная функция животных. Сообщение II. Коррелятивные изменения при селекции на приручаемость // Бюл. МОИП. Отд. биол. 69. № 4/5. 1964б.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. От естественного отбора к искусственному: чудеса селекции // Наука в СССР. 1982. № 5. С. 24–29, 60–64.

Беляев Д.К., Трут Л.Н. Реорганизация сезонного ритма размножения у серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes* Desm.) в процессе отбора на способность к доместикации // Журн. общ. биологии. 1983. Т. 42. № 6. С. 739–752.

Волкова М.В. Кормовые дрожжи по малоотходной технологии // Кролиководство и звероводство. 1999. № 3. С. 9.

Губский В.В. Использование подсолнечного шрота в качестве источника протеина для норок: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. М., 1987. 20 с.

Данилевский А.Я. О белковых веществах. С.-Петербург, 1879. 350 с.

Зафрен-Хариф Г.М. Рациональная структура типовых рационов для норок: Дис. … канд. с.-х. наук. М., 1978. 108 с.

Ионкина А.А. Аминокислотный состав кормов, применяемых в пушном звероводстве // Тр. НИИПЗК. 1968. Т. VII. С. 269–275.

Исаева Т.И. Соевый шрот для норок // Кролиководство и звероводство. 1980. № 4. С. 14–15.

Исупов Б.А. Зерновые корма при выращивании норок // Кролиководство и звероводство. 1988. № 2. С. 10–11.

Кладовщиков В.Ф. Нормы кормления, типовые рационы и нормативы затрат кормов для клеточных соболей при современной кормовой базе на период 2006–2010 гг. Родники, 2005. 38 с.

Клёцкин П.Т., Снытко В.С. Об использовании сухих животных кормов // Кролиководство и звероводство. 1977. № 6. С. 9.

Клёцкин П.Т., Снытко В.С. Использование тушек пушных зверей // Кролиководство и звероводство. 1982. № 2. С. 12–13.

Кузнецов Г.А. Концепция рекомендаций по племенной работе с пушными зверями // Кролиководство и звероводство. 2004. № 2.С. 10–15.

Куликов Н.Е. Морфологические и биохимические показатели желудочно-кишечного тракта норок при кормлении гранулами и влажными смесями // Тр. НИИПЗК. 1987. Т. 35. С. 33–38.

Куликов Н.Е. Адаптация пищеварительной системы норок к сухим кормам // Кролиководство и звероводство. 2001. № 2. С. 7–8.

Куликов Н.Е. Обработка зерна и биологическая ценность протеина // Кролиководство и звероводство. 2001. № 6. С. 6–7.

Лебенгарц Я.З. Использование корма молодняком норок в зависимости от соотношения в нем жира и углеводов // Тр. НИИПЗК. 1968. Т. VII. С. 292–310.

Маркова Р.И. Уровень незаменимых аминокислот и протеина в рационах лисиц // Кролиководство и звероводство. 1971. № 1. С. 5–7.

Маштак С.А., Маштак З.А., Копылов В.А. и др. Эффективность использования корма норками // Кролиководство и звероводство. 1985. № 4. С. 9.

Милованов Л.В. Эффект добавления метионина в рационы с низким уровнем белка // Кролиководство и звероводство. 2004. № 1. С. 10–11.

Милованов Л.В., Перельдик Д.Н. Рациональное кормление зверей в летне-осенний период // Кролиководство и звероводство. 1998. № 2. С. 4–6.

Паркалов И.В. Пушные звери в среде естественного обитания и перспектива клеточного звероводства в современных условиях. С.-Петербург, 2006. 238 с.

Перельдик Д.Н. Использование эприна в кормлении норок // Тр. ВНИИ «Синтезбелок». М., 1987. С. 124–130.

Перельдик Н.Ш., Титова М.И., Кузнецова Ю.Д. Потребность растущего молодняка норок в лимитирующих аминокислотах // Тр. НИИПЗК. 1968. Т. VII. С. 227–246.

Перельдик Н.Ш., Титова М.И., Кузнецова Ю.Д.

Влияние кормления по рационам с кормовыми дрожжами из углеводородов нефти (БВК) на воспроизводительность самок первогодок норок и песцов // Тр. НИИПЗК. 1970. Т. IX. С. 193–204.

Перельдик Н.Ш., Милованов Л.В., Ерин А.Т. Кормление пушных зверей. М.: Агропромиздат, 1987, 334 с.

Помытко А.В., Журавлев Е.Ю. Применение соевого белка в пушном звероводстве // Кролиководство и звероводство. 2004. № 1. С. 11.

Растимешина О.В. Использование кормового лизина в кормлении норок для повышения их продуктивности // Всерос. науч.-практич. конф., посвященная 65-летию НИИПЗК. Родники. Московская обл., 1997. С. 63–64.

Растимешина О.В. Свиные субпродукты в рационе норок // Кролиководство и звероводство. 1999. № 1. С. 11.

Растимешина О.В., Мухина И.Г. Метод оценки оплаты корма шкурковой продукцией у норок // Тр. НИИПЗК. 1990. Т. 37. С. 23–28.

Растимешина О.В., Демина Т.М. Метод отбора ремонтного молодняка норок по эффективности использования корма // Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Боровск, 2006. С. 81–82.

Сергеев Е.Г. Использование и оплата корма соболями разного размера // Тр. НИИПЗК. 1990. Т. 37. С. 29–39.

Таранов Г.С. Комбикорма для норок // Кролиководство и звероводство. 1985. № 2. С. 12.

Трапезов О.В., Беляев Д.К. Связь селекционного изменения поведения с репродуктивной функцией американской норки // Журн. общ. биологии. 1986. № 4. С. 445–450.

Rose W.C. The nutritive interference of the amino acids // Physiol. Rev. 1938. № 8. P. 109–115.

THE SELECTION OF FUR ANIMALS FOR EVOLUTIONARY WRONG FOOD AND FOR LOW PROTEIN FEEDING

N.A. Balakirev

Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Summary

As a results of selection for new conditions and feeding the genetical adaptation of fur animals for evolutionary unknown food has been studied. The next important way of selection is to elevate productivity at low protein feeding.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОД КРОЛИКОВ

Р.М. Нигматуллин

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, Казань, Россия

Обобщено происхождение пород кроликов, основанное на их генотипе. Предложена генетическая классификация пород кроликов, учитывающая их происхождение и генотип.

На первых этапах одомашнивания человек отлавливал, содержал и разводил диких кроликов для произвдства мясной и шкурковой продукции. На улучшение качества продукции в этот период какого-либо воздействия не оказывалось. Основным фактором изменения кроликов был естественный отбор. Значительно увеличилась возможность использования диких кроликов при разведении их в домашних условиях. Было установлено, что животные определенных групп отличаются по живой массе, окраске волосяного покрова, мясной и шкурковой продукции. С повышением культуры и накоплением опыта, применяя искусственный отбор, человек оставлял для воспроизводства только лучших животных. Опыт разведения кроликов, накопленный многовековой практикой, позволял совершенствовать имеющееся поголовье. То есть элементы породообразования применялись задолго до введения понятия породы, когда задача создания пород не ставилась.

Известно, что общий характер мутаций и модификаций у диких и домашних кроликов в основном одинаков. Однако в связи с различием в продуктивности и интенсивности отбора концентрация новообразований у них различна. В условиях жизни диких кроликов отбор новообразований ограничен требованиями экологической адаптации, естественным отбором устраняются все особи со случайными отклонениями от сложившейся нормы. Многие из таких случайных новообразований (мутации) у домашних кроликов сохраняются искусственным отбором и используются при выведении новых пород. У домашних кроликов новые мутации появляются значительно чаще, чем у диких предков, что является результатом действия мутагенных факторов, связанных с интенсивным разведением. Изменчивость почти всех признаков у домашних кроликов во много раз больше, чем у диких.

В течение многих столетий новые породы кроликов не выводились, однако элементы породообразования одомашненных животных уже существовали. Применялся преимущественно бессистемный и бессознательный отбор. Особи со слабо развитыми хозяйственно полезными признаками, пороками и дефектами экстерьера подвергались выбраковке. Проводившийся на протяжении многих веков бессистемный отбор оказал положительное влияние на улучшение популяции кроликов, но в породообразовательном процессе особой роли не сыграл. В дальнейшем стали применять направленный методический отбор, в результате которого внутри вида появились массивы кроликов, различающихся по живой массе, окраске, длине волосяного покрова, экстерьеру и хозяйственному направлению. Однако использование отбора в качестве единственного метода не обеспечивало создание новых пород. Как правило, породы создаются путем целенаправленного отбора, подбора, скрещивания с другими породами в определенных условиях окружающей среды.

Установлено, что все существующие породы домашнего кролика произошли от одного общего дикого европейского кролика, который в настоящее время широко распространен по

странам, окружающим Средиземноморье, и в Западной Европе (Богданов, 1914; Филипченко, 1916; Боголюбский, 1940; Завадовский, 1945).

В процессе одомашнивания дикого кролика и последующего разведения его в различных условиях содержания, кормления и отбора человек создал большое количество культурных пород кроликов. Уже в VIII–X вв. наряду с домашними, имевшими такую же окраску, как дикие, встречались буроватые, голубые, желтые, белые и черные кролики, появившиеся в результате мутации. В последующем развились различия в живой массе, длине ушей, типе волос (коротковолосые и длинноволосые). Мясное направление кролиководства в средние века заставляло селекционеров обращать основное внимание на величину животного и его мясные качества, а не на окраску.

В XVII в. наряду с мясом стали использовать и ценить шкурку, кролик приобрел значение пушного зверя. Породообразование пошло в направлении не только различных окрасок, но и различных типов волосяного покрова. Самой первой породой, созданной трудом человека в XV столетии от местных улучшенных кроликов, была патагонская, ныне исчезнувшая. В Бельгии в XVI в. от патагонских была выведена порода фландр. Начиная с 1510 г. из Индии, Сиама и Бирмы завозились в Португалию и Испанию серебристые кролики, которые в дальнейшем широко распространились по всей Европе. Известная с XVI–XVII вв. и возникшая в результате мутации порода ангорская сформирована в качестве породы только в XVIII в. (1770 г.). В XVIII в. были получены породы: в Англии – серебристо-бурые, серебристо-голубые, серебристо-коричневые, серебристо-серые, серебристо-желтые; в Бельгии – бельгийский крестьянский (пятнистый) кролик (1792 г); во Франции – шампань. С XI в. в России известны песцовые пуховые (трусы).

Длительное воздействие доместикационных факторов, особенно интенсификация кормления и улучшение содержания, применение целенаправленного отбора и подбора, совершенствование методов выращивания ремонтного молодняка наряду с использованием межпородного скрещивания оказали большое влияние на создание качеств и признаков, характерных для современных пород, уже в конце средних веков.

Эволюция домашнего кролика шла в направлении его приспособленности к производству высококачественного мяса, шкурки и пуха, что сопровождалось соответствующим изменением экстерьерных форм животных и выраженности основных хозяйственно полезных признаков. На путь создания новых заводских пород кроликов первыми встали Англия, Франция, Германия, Австрия, Бельгия, Голландия, Дания и США – передовые страны того времени. В этот период в Англии были выведены породы английский серебристый, английский баран, русский горностаевый (1850 г.), аляска (1870 г.), черно-огненный (1883 г.), английская бабочка (1887 г.), голубо-огненные (1895 г.), польский белый карликовый, баран голубо-огненный, баран черно-огненный, лисьи (фокс), сатиновые разных окрасок, белка типа марбургской, крупная шиншилла (1920 г.), серебристая куница, черно-серебристые, серебристо-соболиный кролик, серебристый бобер (1924 г.).

Во Франции наблюдался более интенсивный процесс породообразования. Здесь в этот период выведены: лотарингский великан, нормандские кролики, пиккардийские, нормандский великан, французский серебристый, серебристо-кремовые, французская бабочка, французский папильон (XIX в.), белый и серый французский баран (1853), гигантский пиккардийский кролик (1895 г.), куньи, сатиновые (начало XX в.), белый бускат (1910 г.), белый вандейский (1911 г.), белый кролик «гигант хото» (1912 г.), шиншилла (1913 г.), красный бургундский, черный кролик «гигант хото» (1914 г.), алмазно-серый кролик, хото карликовый (1920 г.), рекс (1924 г.).

Успешно шло выведение пород кроликов и в Германии. Здесь были созданы: немецкий пятнистый великан (1825 г.), гигантский лоренский кролик (XIX в.), немецкий (мейссенский) баран (1868 г.), японский кролик (1889 г.), тюренгенский кролик (1890 г.), большой баран, люкс, белый великан, рейнская бабочка (1900 г.), немецкий крупный серебристый (1910 г.), венские серые, немецкий горностаевый альбинос, марбургская белка (1916 г.), дюссельдорфская белка, аугсбургская белка, большая белка, крупная шиншилла (1918 г.), рысий кролик, опоссум (железно-серый, 1920 г.), мардер (1925 г.), немецкие коротковолосые (1929 г.), рейнский (рейландер).

За этот же период в Австрии были выведены: венский голубой (1895 г.), венский белый (1907 г.); в Бельгии – брабантские, бельгийский заяц (1800 г.), бельгийская порода, бевернский голубой (1890 г.), бевернский белый, голубой бельгийский кролик (голубой Св. Николая), белый великан (конец XIX – начало XX вв.), гавана (1898 г.), крупная гавана, венские черные, бевернские черные, отосские черные, гавано-огненные (1920 г.); в Дании – белый ланд (датские белые), бабочка-великан, крупная белка, жемчужная белка, крупная серебристая, мелкая белка (начало XX в.); в Испании – испанские великаны; в Италии – соболиный кролик (1914 г.), белый лисий, серый жемчужный; в Нидерландах – нидерландский кролик; в Польше – белый средний польский, черный с подпалинами (1880 г.); в Чехословакии – моравские великаны (середина XIX в.), пльзенские пестрые, серебристые мелкие, золотисто-огненные и серебристо-огненные (1921 г.); в США – новозеландская красная (1900 г.), новозеландская черная, новозеландская белая (1910 г.), крупная шиншилла (1920 г.), белка типа марбургской, шампань серебристая, белка голубая (1924 г.), сатиновые окраски шиншиллы и белой, бабочка-великан, серебристая лисица, американский соболь (начало XX в.), калифорнийская, американское паломино, «кроличий беби-биф» (середина XX в.); в Китае – маньчжурская черная от сиамского серебристого (начало XX в.).

В ряде стран Западной Европы одновременно выведены: сибирские золотистые, лисьи (лисички), ангорские голубо-огненные, ангорские черно-огненные, кролик черно-белой окраски (начало XX в.). В последующем в Чехословакии были созданы чехословацкая пестрая – пестряк (1957 г.), в Болгарии – породная группа виенчин.

В России были выведены: советский мардер (1940 г.), вуалевая серебристая (1950 г.), чернобурая (1950 г.), серый великан (1952 г.), серебристая (1952 г.), белая пуховая (1957 г.), советская шиншилла (1963 г.) и породные группы: белка российская (1944 г.), татарские серебристые (1949 г.), пермские голубые (1954 г.) пермские мраморные (1954 г.), казанские голубые (1957 г.), советские коротковолосые, котиковые (1957 г.), шиншилловые великаны (1957 г.), баран, бабочка (1961 г.), золотистые (1972 г.), кролики черно-белой окраски. Эти выведенные породы и породные группы ведут свое происхождение преимущественно от пород фландр, белый великан, венский голубой, шиншилла, шампань, русский горностаевый, рекс, ангорская.

Однако кажущееся многообразие пород и породных групп, полученных в России, не должно мешать правильному пониманию сущности породообразовательного процесса, так как все эти дополнительные породы представляют собой производные основных вышеперечисленных пород.

Таким образом, под увеличивающимся творческим влиянием человека в результате мутаций и комбинаций различных мутационных типов продолжался процесс породообразования в кролиководстве. Выведение большого количества заводских пород кроликов во многих странах мира необходимо рассматривать как новый этап породообразования. Для закрепления в созданных породах приспособительных качеств и крепкой конституции при скрещивании, как правило, использовались местные кролики или популяции, веками обитавшие в данной экологической зоне. Одновременно под влиянием условий кормления и содержания шло преобразование местных кроликов в направлении улучшения скороспелости, окраски и густоты волосяного покрова.

Таковы основные этапы исторического развития и совершенствования домашних кроликов. Однако известны не все детали породообразовательного процесса в кролиководстве и в настоящее время этот вопрос требует всестороннего и глубокого изучения.

Проблема происхождения пород кроликов является весьма сложной и сохраняющей свою актуальность, так как чем больший промежуток времени отделяет нас от первоначальных условий, места и времени создания пород, тем труднее становится ее изучение. Зная происхождение пород и особенности их формирования, сравнительно легче проводить совершенствование существующих и создавать новые высокопродуктивные породы кроликов.

Для изучения происхождения пород используется как исторический, так и экспериментальный методы, дополняющие друг друга. Значение исторического метода точно определил

К.А. Тимирязев в своем высказывании: «…ни морфология со своим блестящим и плодотворным методом, ни физиология со своим еще более могущественным экспериментальным методом не покрывают всей области биологии, не исчерпывают своих задач; и та и другая ищет дополнение в методе историческом» (Тимирязев, 1957).

Значение исторического метода в племенном деле, включающем происхождение домашних кроликов и отдельных пород, очень велико. Каждый из методов (археологический, краниологический, сравнительно-анатомический, физиологический, гибридологический, лингвистический, культурно-исторический и другие), взятый в отдельности, не позволяет наиболее полно выявить происхождение домашних животных. Только используя все доступные методы, можно сделать определенные выводы.

Ч. Дарвин (1951) считал, что всякая истинная классификация должна быть генетической. Генетическое родство между породами имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Если породы близки по происхождению, их можно использовать для спаривания без нарушения чистопородности потомков.

Хотя по внешним морфологическим признакам нельзя с необходимой точностью судить о генотипе животных и их племенной ценности, эти признаки имели большое значение в историческом развитии пород, а сейчас многие из них служат для отличия одной породы от другой. На принципе родства пород животных строится краниологическая классификация. Так, например, породы белый великан, серый великан и венский голубой по подавляющему большинству краниологических признаков трансгрессируют, что объясняется сходным происхождением от породы фландр (Нигматуллин, 1968). Чаще всего классификация пород кроликов по происхождению основывается на изучении их истории, а генетическая классификация отсутствует. Общепринята лишь классификация пород по продуктивности (мясной, шкурковой, пуховой).

А.Н. Макаревский (1929) делит породы кроликов на четыре группы: мясо-шкурковые, включающие мясные и шкурковые, пуховые, декоративные и беспородные. А.И. Осипов (1932) все породы кроликов дифференцирует по окраске волосяного покрова на семь групп: белых, черных, серых, коричневых, желтых, голубых и разноцветных. Вопросом происхождения пород, имеющих различную окраску волосяного покрова, занимался Г. Нахтсгейм (1933). При этом он делил породы на полученные путем мутации и путем комбинации. Для ряда пород он дает место и время их возникновения.

На земном шаре насчитывается свыше 100 пород и более 100 цветных вариаций кроликов. Из всех пород, разводимых в мире, можно выделить следующие генетические группы, родственные по происхождению и получившие широкое распространение.

Первая генетическая группа – породы кроликов, происходящие от фландра. Эта порода – космополит, многозональная, очень пластичная, гибка по своей генетической структуре, обладает прекрасно выраженной способностью к акклиматизации в различных экологических зонах, известна во всем мире и получила широкое распространение во многих странах. Кролики породы фландр выведены в XVI в. в Бельгии от патагонских и некоторых других, в частности, от серебристо-серых (Лисовский, 1930; Меньшов, 1934).

Методом простого воспроизводительного скрещивания с участием фландра выведены породы: белая пуховая (бирюлинское отродье, 1957 г.), большая белка (1918 г.), белка российская – породная группа (1944 г.), венский голубой (1895 г.), гигантский лоренский кролик (XIX в.), гигантский пиккардийский кролик (1895 г.), нормандские кролики (XIX в.), нормандский и испанский великан (XIX в.), новозеландская красная (1900 г.), серый великан (1952 г.), тюренгенская (1890 г.), серебристо-коричневые (XVIII в.), породная группа котиковые (1957 г.).

Этим же методом в начале XX в. с участием пород, имеющих кровь фландра, выведены ангорские (голубо-огненные, черно-огненные); бараны (голубо-огненный, черно-огненный, российский, большой); белки (аугсбургская, дюссельдорфская, марбургская (1916 г.), российская (1944 г.), гавано-огненные (1920 г.), голубо-огненные (1895 г.), лотарингский великан (XX в.), немецкий мейссенский баран (1868 г.), советская шиншилла (1963 г.).

Методом сложного воспроизводительного скрещивания с участием фландра выведены: бельгийский заяц (1800 г.), белый бускат (1910 г.), брабантские (XVIII–XIX вв.), вуалевая серебристая (1950 г.), французский баран (1853 г.), черно-бурая (1950 г.), черно-огненная (1883 г.), японский кролик (1954 г.), пермский мраморный (1954 г.), татарские серебристые (1957 г.).

Этим же методом с участием пород, в создании которых участвовал фландр, выведены: гавана (1898 г.), калифорнийская (середина XX в.) и кролики черно-белой окраски.

От пород, в образовании которых приняла участие порода фландр, выведены: алмазно-серый кролик (1920 г.), белка голубая, белка жемчужная, белка мелкая, белка крупная (начало XX в.), голландская (XIX в.), крупная гавана (начало XX в.), новозеландская белая (1910 г.), пиккардийские (XIX в.), французский папилон (XIX в.), чешский пестрый (1957 г.), породные группы виенчин (середина XX в.), казанские голубые (1957 г.), шиншилловые великаны (1957 г.), кощаковское отродье породы советская шиншилла (1965 г.).

От кроликов породы фландр в результате мутации, отбора и разведения «в себе» выведены породы: английский баран (начало XIX в.), белый великан (конец XIX – начало XX вв.), белый кролик «гигант хото» (1912 г.), белый ланд, бельгийская порода, золотистые, золотисто-огненные (1921 г.), коротковолосые (рексы, 1924 г.), немецкий пятнистый великан (1825 г.), нидерландский карлик, огненно-серебристая (1921 г.), американское паломино (середина XX в.), сатиновые белые, серебристый бобер, серебристая куница, серебристо-соболиный кролик, черно-серебристая (1924 г.), черный с подпалинами (1880 г.), чешский альбинос (начало XX в.), черный кролик «гигант хото» (1914 г.), «хото карликовый».

Для вводного скрещивания породу фландр использовали при улучшении лотарингского великана (XIX в.), новозеландской белой, бельгийской породы, шиншиллы – в СССР (до 1942 г.). Для улучшения бабочки, рексов, русских горностаевых, кроме фландра, использовали в СССР белых великанов и венских голубых.

Изучение породного состава кроликов в различных странах, несомненно, указывает на связь с такой породой, как фландр, оказавшей огромное влияние на улучшение местных кроликов. С участием фландра выведено 20 пород и 5 породных групп, через другие породы, в образовании которых участвовал фландр, выведены 29 пород и 6 породных групп; в результате мутации, отбора и разведения «в себе» от фландра выведена 21 порода, вводным скрещиванием улучшено 7 пород. Таким образом, животные породы фландр сыграли значительную роль в породообразовательном процессе: в той или иной степени они участвовали в создании 71 породы и 8 породных групп.

Вторая генетическая группа – породы кроликов, происходящие от серебристых. В XVI–XVII вв., начиная с 1510 г., серебристые кролики из Индии, Сиама и Бирмы были завезены в Португалию и Испанию. В дальнейшем они распространились по Западной Европе (Гадзяцкий, 1930; Меньшов, 1934). Методом простого воспроизводительного скрещивания с участием серебристых выведены породы: фландр (XVI в.), немецкий (мейсенский) баран (1868), аляска (1870), серебристо-коричневые (XVIII в.), манчжурские черные, тюренгенские (1890 г.), породная группа котиковые. Этим же методом с участием пород, имеющих кровь серебристых, выведены: ангорские голубо-огненные, ангорские черно-огненные, баран голубо-огненный и баран черно-огненный (1895 г.), гавано-огненная, крупная гавана (начало XX в.), новозеландская красная (1900 г.), новозеландская белая (1910 г.), сибирский кролик (XIX в.).

Методом сложного воспроизводительного скрещивания с участием серебристых кроликов выведены: бельгийский заяц (1800 г.), черно-огненный (1887 г.), кролики черно-белой окраски, белый бускат (1910 г.), породная группа татарские серебристые (1957 г.). Этим же методом с участием пород, имеющих кровь серебристых, выведены: гавана (1898 г.), шиншилла (1913 г.), калифорнийская (середина XX в.), советский мардер (1940 г.).

Путем отбора и разведения желательного типа «в себе» от серебристых выведены: английский серебристый, французский серебристый (XVII в.), шампань, немецкие крупные серебристые (1730 г.), мелкая серебристая, крупная серебристая (1825 г.), датская крупная серебристая, шампань серебристая (в США), серебристая (СССР).

От английских серебристых кроликов в результате мутации, отбора и разведения «в себе» выведены породы: серебристо-бурые, серебристо-голубые, серебристо-серые, черно-серебристые (XVIII в.), серебристый бобер, серебристая куница, серебристо-соболиный кролик (1924 г.).

На улучшение местных кроликов значительное влияние оказали серебристые кролики. В целом с участием серебристых выведено 9 пород и 2 породные группы; через другие породы, в породообразовании которых участвовали серебристые, выведены 14 пород и породных групп. Путем отбора и разведения кроликов желательного типа «в себе» от серебристых было выведено 9 пород. В результате мутации и последующего разведения «в себе» выведено 7 пород. Серебристые кролики сыграли важную роль в породообразовательном процессе, они участвовали в создании более 40 пород и породных групп.

Что касается породы русский горностаевый, которую считают произошедшей от серебристых, то автор разделяет мнения Г. Нахтсгейма (1933), Н. Лисовского (1930) и В.Г. Бойченко (1932), что она произошла ранее 1850 г. от простых серых кроликов, благодаря мутации, где наравне с геном серой окраски появился ген горностаевой окраски (Нигматуллин, 2006).

От русских горностаевых методом простого воспроизводительного скрещивания получены сибирские кролики; методом сложного воспроизводительного скрещивания – гавана, калифорнийская, советский мардер; путем мутации произошли белый польский кролик, немецкий горностаевый, польский карликовый (гермелин), американский соболь.

Третья генетическая группа – породы, происходящие от голубых кроликов. Кролики с голубой окраской появились благодаря мутациям (известны с VII–X вв.). Методом простого воспроизводительного скрещивания с участием животных голубой окраски были выведены породы венский голубой (1895 г.), венский белый (1907 г.), белка большая (1915 г.), аугсбургская, дюссельдорфская, марбургская (начало XX в.), российская (1944 г.) белки. Этим же методом с участием пород, имеющих кровь голубых, выведены: гавано-огненные (1920 г.), советская шиншилла (1963 г.).

Методом сложного воспроизводительного скрещивания с участием голубых выведены: гавана (1898 г.), шиншилла (1913 г.), советский мардер (1940 г.), вуалевая серебристая и черно-бурая (1950 г.), породная группа пермский голубой (1954 г.).

Путем отбора и подбора, разведения желательных типов «в себе» выведены венские черные, венские серые, голландские светло-голубые, бевернский голубой (1890 г.), моравские великаны с темно-голубым окрасом, рекс голубой (1924 г.), казанские голубые (1957 г.).

В результате мутации от бевернских голубых выведены породы белый вандейский, белый бевернский и мардер (1925 г.).

От пород, выведенных с участием голубых, получены: голубая, жемчужная, крупная и мелкая белки, крупная гавана, крупная шиншилла, рысий кролик, породные группы: казанские голубые (1950 г.), шиншилловые великаны (1950 г.), татарские серебристые (1950 г.).

При использовании венских голубых, методом вводного скрещивания были улучшены бабочка российская, русские горностаевые, рексы и котиковые.

С участием кроликов голубой окраски выведены 10 пород и 1 породная группа через другие породы, в породообразовании которых приняли участие животные голубой окраски, получены 9 пород и 3 породные группы; в результате мутации, отбора и разведения «в себе» выведены 8 пород; вводным скрещиванием улучшены 3 породы и 1 породная группа. Кролики голубой окраски сыграли значительную роль в породообразовании. Они участвовали в создании 30 пород и 5 породных групп.

Четвертая генетическая группа – породы кроликов, происходящие от ангорских. Как порода ангорская сформирована в XVII в. (1770 г.), хотя известна она задолго до этого времени – с XVI столетия. В настоящее время она является многозональной, рассматривается как единое целое, но с выделением французской, английской, немецкой и других популяций, имеющих свои особенности. С участием ангорской выведены: ангорские голубо-огненные и ангорские черно-огненные (начало XX в.), лисички (лисьи), сибирские кролики (XIX в.), соболиные (1914 г.), бирюлинский тип белой пуховой породы (1957 г.), цветные пуховые (более

20 вариаций в начале XX в.) – все эти породы получены методом простого воспроизводительного скрещивания. Порода белый бускат (1910 г.) выведена методом сложного воспроизводительного скрещивания. Кировский тип белых пуховых (1957 г.) – методом чистопородного разведения ангорских.

Что касается песцовых пуховых (трусов, XI в.) – и породы опоссум (длинноволосых, 1920 г.), то происхождение их неизвестно.

С участием ангорских выведено 9 пород и более 20 породных групп (вариации цветных пуховых).

Краткий обзор в исторической последовательности развития с достаточной убедительностью показывает, что в образовании современных высокопродуктивных пород кроликов ключевое значение имели отдельные породы, созданные в XV–XVIII столетиях. В основном это высокопродуктивные породы ангорская, серебристая, фландр, а в дальнейшем – венский голубой, шиншилла, голландская, белый великан, бевернские голубые, черно-огненные, послужившие основанием для качественного улучшения кроликов многих стран мира. Эти породы оказали огромное влияние на европейское и мировое кролиководство и являются родоначальниками четырех генетических групп.

Литература

Богданов Е.А. Происхождение домашних животных. М.: Книгоиздательство МСХИ, 1914. С. 368–370.

Боголюбский С.Н. О путях овладения эволюцией домашних животных // Проблемы происхождения, эволюции и породообразования домашних животных. М.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 25–27.

Бойченко В.Г. Основы кролиководства. Л.; М.: Госсельхозлит-ра, 1932. С. 38–39.

Гадзяцкий К. Сельскохозяйственное меховое и пуховое кролиководство и кооперативный сбыт его продукции. М.: Книгосоюз, 1930. С. 85–90, 94–99.

Дарвин Ч. Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания. М.: Сельхозгиз, 1951.

Завадовский Б.М. Происхождение домашних животных. М., 1945. 48 с.

Лисовский Н. Кролиководство. М.: Книгосоюз, 1930. С. 28–31.

Макаревский А.Н. Кролиководство в сельском и городском хозяйстве. М.; Л.: Госсельхозиздат «Новая деревня», 1929. С. 14–17.

Меньшов В.Г. и др. Кролиководство. М.; Л.: Госиздат, 1934. С. 19–21, 30–34.

Нахтсгейм Г. Генетика и происхождение пород кроликов. М.: Сельхозгиз, 1933. С. 23–25.

Нигматуллин Р.М. О краниологических особенностях некоторых пород кроликов // Матер. докл. науч. конф., посвященной 95-летию Казанского ветеринарного ин-та им. Н.Э. Баумана. Казань, 1968. С. 245–246.

Нигматуллин Р.М. О происхождении кроликов породы русский горностаевый // Кролиководство и звероводство. 2006. № 3. С. 20–21.

Осипов А.И. Кролики на мясо, шкурку и шерсть. ОГИЗ, Ленинабадтехиздат, 1932. С. 21–25.

Тимирязев К.А. Исторический метод в биологии. М., 1957. С. 320.

Филипченко Ю.А. Происхождение домашних животных. Петроград: Изд-во Э.И. Блэкъ, 1916. С. 41–42.

THE ORIGIN AND GENETIC CLASSIFICATION OF RABBIT BREEDS

R.M. Nigmatullin

Kazan' State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia

Summary

The origin of breeds of the rabbits based on their genotype is generalized. The genetic classification of breeds of the rabbits taking into account their origin and genotype is offered.

ИЗМЕНЕНИЕ СТАТУСА СОХРАННОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОРОД В ГЕНОФОНДЕ НОРОК (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)

Е.Г. Сергеев

ГНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А. Афанасьева РАСХН, Москва, Россия, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Работа посвящена сопоставительному анализу состояния генофонда пород и типов американской норки клеточного разведения в зверохозяйствах Российской Федерации в 2002 и 2005 гг. По этим годам дана классификация пород и типов норки по степени риска их вымирания. Критерием является численность зверей конкретной породы. Определены прошедшие за 3 года изменения статуса отдельных пород и типов норок. Из 26 пород и типов зафиксировано улучшение статуса пяти пород, ухудшение – двух. На грани исчезновения находятся 12 типов (46 % от всех пород и типов), имеющих критический статус, и требуется принятие экстренных мер по сохранению и увеличению их численности.

Эффективность работы по созданию селекционных достижений в клеточном пушном звероводстве во многом связана с наличием необходимого для этого породного разнообразия – его генофондом.

При сохранении породы в качестве потенциального материала для последующего использования в селекции необходимо сберечь весь ее генофонд, поскольку практически всегда неизвестно, какими именно генами или их сочетаниями определяются хозяйственно важные свойства породы и что окажется полезным при решении новых селекционных задач (Захаров, 1992; Паронян и др., 1998).

В норководстве существует несколько десятков пород и типов, в том числе и малочисленных, однако проблема влияния численности отдельной породы на ее сохранность в звероводстве практически не рассматривается.

В то же время вопросам сохранения генетического разнообразия сельскохозяйственных животных уделяется большое внимание на международном уровне. В 1992 г. Международной продовольственной и сельскохозяйственной организацией (FAO) при ООН принята глобальная программа по управлению генетическими ресурсами животных (GAGRMP). В нее, в частности, входят такие проекты, как «Исследование генетических ресурсов животных» (RARE) и «Поддержка генетического разнообразия домашних животных» (MoDAD).

Проект RARE направлен на изучение уровня генетического многообразия среди пород домашних животных. В нем впервые глобально используется исследование собственно ДНК или изменчивости генетических маркеров, называемых микросателлитами. Основной целью проекта MoDAD является обеспечение базы данных для усовершенствования управления биоразнообразием животных как внутри отдельной страны, так и в мире в целом.

Россия не является пока членом FAO, однако и у нас существуют государственные научно-технические программы «Приоритетные направления генетики» и «Биоразнообразие», работу по которым координирует Российская академия наук.

Министерством сельского хозяйства РФ и РАСХН в 1995 г. был подготовлен проект федеральной «Программы по сохранению генофонда малочисленных пород сельскохозяйственных животных на 1996–2005 гг.». В проекте предусмотрено сохранение пород 22 видов. В их число попали и объекты клеточного пушного звероводства, такие, как: норка, лисица, песец, соболь, нутрия и кролик.

Исследования многообразия домашних животных показали, что примерно половина генети-

ческих различий внутри каждого из основных видов обусловлены на уровне породы. Следовательно, потеря каждой породы уменьшает число возможных генетических комбинаций по хозяйственно полезным признакам внутри вида, что, в свою очередь, ограничивает рамки породообразовательных процессов (Столповский, 1997).

В сохраняемых популяциях важным условием является численность особей. Статус пород, находящихся под угрозой исчезновения, определяется по размеру стада, который можно выразить количеством племенных самок и соотношением полов. При классификации пород по степени риска их вымирания главными критериями считаются: численность популяции, тенденция ее изменения в последние годы, количество стад, степень чистоты породы. При этом выделено 4 статуса:

1. *Нормальный статус* (количество племенных самок более 10 тыс.). Популяция не находится под угрозой вымирания, может быть восстановлена без потерь генотипа и отсутствуют заметные изменения ее численности.

2. *Уязвимый статус* (количество самок 5–10 тыс.). Численность племенных животных в популяции уменьшается и в будущем эта тенденция возрастает.

3. *Ненадежный статус* (количество самок 1–5 тыс.). Популяция подвергается некоторым отрицательным воздействиям. Необходимо принять меры предосторожности во избежание дальнейшего сокращения ее численности.

4. *Угрожающий статус* (количество самок 100–1000). Популяция находится под угрозой вымирания, так как эффективный размер недостаточен для предотвращения генетических потерь в будущих поколениях. Увеличение степени инбридинга является неизбежным и угрожает жизнеспособности животных. Существует реальная опасность исчезновения популяции и необходимо принять меры для ее спасения.

5. *Критический статус* (количество самок менее 100). Популяция находится на грани вымирания, генетическое разнообразие уже снижено, и ее нельзя считать такой же, как исходная порода. Необходимо экстренно увеличить численность популяции (Паронян и др., 1998).

В зависимости от статуса конкретной породы следует выбирать наиболее эффективный метод ее сохранения.

Для пород, имеющих угрожающий статус (от 100 до 1000 особей), возникает необходимость разведения зверей одной породы в нескольких хозяйствах. Это обусловлено тем, что разделение сохраняемой породы на несколько популяций (отдельных стад) и использование единого для породы селекционного направления (согласно плану племенной работы) существенно повышает устойчивость породы в целом, увеличивает вероятность сохранения генетического разнообразия больше, чем существование одной крупной популяции (Алтухов, 1989).

Другими словами, для сохранения породы необходимо иметь несколько стад в хозяйствах, расположенных в отдаленных друг от друга регионах страны.

Для современного звероводства весьма актуален вопрос о численности отдельных пород и типов клеточных пушных зверей, особенно норок. Чтобы получить достоверную оценку состояния той или иной породы, важно определить ее статус в принятой международной классификации.

На основе вышеизложенных положений был определен статус отдельных пород и типов норок в зверохозяйствах Российской Федерации по степени риска их потери. Материалом для анализа послужили данные, полученные Центральным информационным отделом пушного звероводства и кролиководства по результатам мониторинга генофонда клеточных пушных зверей за 2002 и 2005 гг.

Данные по породному составу стад зверей в 2002 г. охватили 57 зверохозяйств, расположенных в 34 регионах России. Были получены сведения о наличии 545,2 тыс. самок основного стада американской норки, т. е. практически обо всем имеющемся в стране поголовье этого вида, по 24 породам и типам.

В 2005 г. информацию получили лишь из 47 зверохозяйств, находящихся в 20 регионах. На норковых фермах содержалось уже 476,5 тысяч самок основного стада 26 пород и типов.

На основе полученных данных и существующей классификации сделано заключение об изменении статуса отдельных пород норок за 3 года (табл. 1).

К первой группе пород, имеющих *нормальный статус* (порода не находится под угрозой вымирания), как в 2002 г., так и в 2005 г. отно-

Таблица 1

Классификация пород норок клеточного содержания в хозяйствах РФ

Порода, тип	2002 год		2005 год	
	Маточное поголовье	Статус	Маточное поголовье	Статус
Темно-коричневая	370913	Нормальный	279929	Нормальный
Сапфир	68364	Нормальный	68241	Нормальный
Пастель	31543	Нормальный	41851	Нормальный
Серебристо-голубая	38306	Нормальный	40609	Нормальный
Коричневая дикая	23455	Нормальный	10836	Нормальный
Паломино американское	4789	Ненадежный	6452	Уязвимый
Мойлалеутская	2030	Ненадежный	1600	Ненадежный
Ампалосеребристая	1430	Ненадежный	8713	Уязвимый
Соклотпастель серебристая	1430	Ненадежный	1500	Ненадежный
Белая-хедлюнд	960	Ненадежный	4441	Ненадежный
Черный хрусталь	700	Угрожающий	2200	Ненадежный
Соклотпастель	627	Угрожающий	9230	Уязвимый
Крестовка черная	290	Угрожающий	1257	Ненадежный
Белая розовоглазая	–	–	460	Угрожающий
Карельская пестрая	100	Угрожающий	50	Критический
Глетчер	100	Угрожающий	30	Критический
Паломино шведское	–	–	30	Критический
Королевская соболиная	60	Критический	40	Критический
Тень	60	Критический	20	Критический
Финсоклотпастель	60	Критический	50	Критический
Королевская серебристая	20	Критический	20	Критический
Аметист	15	Критический	10	Критический
Халцедон	15	Критический	10	Критический
Валькирия	15	Критический	10	Критический
Снежно-сиреневая	15	Критический	50	Критический
Горностаевая	15	Критический	10	Критический
Всего	545192	X	477649	X

сились 4 породы и 1 тип: темно-коричневая, сапфир, пастель, серебристо-голубая и коричневая дикая.

Общая доля этих самых многочисленных пород в генофонде страны в 2002 г. составляла 97,6 % (их разводили в 58 зверохозяйствах), а к 2005 г. снизилась до 91,5 % (в 41 зверохозяйстве). Причем поголовье темно-коричневой и коричневой дикой норок сократилось на 25 % и 54 % соответственно.

Ко второй группе с *уязвимым статусом* в 2002 г. не подходила ни одна порода. В 2005 г. таких пород стало три: американское паломино (численность зверей возросла на 34,7 %), ампалосеребристая (поголовье увеличилось в 6 раз) и соклотпастель (поголовье возросло в 15 раз). Эти породы изменили свой статус на более высокий, причем соклотпастель минула категорию «ненадежный». Их доля в генофонде составила 1,6 %.

К третьей группе зверей, имеющих *ненадежный статус* (порода подвергается

некоторым отрицательным воздействиям), в 2002 г. относились 5 генотипов: американское паломино, мойлалеутская, ампалосеребристая, соклотпастель серебристая и белая-хедлюнд. Их доля в общем генофонде норок составляла 2 %. Каждый из этих генотипов разводили в 1–3 зверохозяйствах.

В 2005 г. из этой группы в более высокую категорию перешли породы норок американское паломино и ампалосеребристая, а из более низкой категории в группу перешли: порода крестовка черная и новый окрасочный тип – черный хрусталь, созданный в Институте цитологии и генетики СО РАН – поголовье этих пород возросло соответственно в 4 и в 3 раза. Статус «ненадежный» остался у пород мойлалеутская (численность снизилась на 21,2 %), соклотпастель серебристая (численность увеличилась на 14,5 %) и белая-хедлюнд (численность увеличилась в 4,6 раза, но не превысила 5-тысячную отметку, необходимую для перехода в более высокую категорию).

Доля всех пород данной категории составила 1,7 % от общего генофонда норок.

В четвертую группу пород, имеющих *угрожающий статус* (популяция находится под угрозой вымирания), в 2002 г. входили 1 порода и 4 типа: соклотпастель и крестовка (разводили лишь в двух зверохозяйствах), черный хрусталь, карельская пестрая и глетчер (разводили в единственном на всю Россию коллекционарии мутаций норок и их комбинативных форм, созданном в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук). Их доля в генофонде норок составляла 0,2 %.

В 2005 г. норки: соклотпастель, черный хрусталь и крестовки черные в связи с их возросшей численностью перешли в более высокую категорию. Поголовье норок карельская пестрая и глетчер сократилось соответственно на 50 % и 70 %, поэтому они получили более низкий статус.

К 2005 г. в данной группе с угрожающим статусом имелся только 1 тип – белая розовоглазая, появившаяся в одном зверохозяйстве. Доля этого типа составляет 0,1 % от всех анализируемых пород.

К пятой группе, имеющей *критический статус* (популяция находится на грани вымирания), в 2002 г. относились 9 из имевшихся типов норок. На их долю приходилось 0,1 % от всего поголовья норок в стране. В количестве 15–60 самок они разводились в вышеупомянутом коллекционарии Института цитологии и генетики СО РАН.

В 2005 г. в эту группу входили уже 12 типов норок, находящихся в коллекционарии ИЦиГ СО РАН. Увеличение в группе произошло за счет норок: паломино шведское, карельских пестрых и глетчер. Численность каждого типа составляет всего 10–50 голов.

Проведенный анализ показал, что из 26 пород и типов норок клеточного содержания в 2005 г. только пять (темно-коричневая, коричневая дикая, пастель, серебристо-голубая и сапфир) могут не вызывать опасения за свое существование и три (паломино американское, ампалосеребристые и соклотпастелевые) находятся в достаточно стабильном состоянии.

На грани исчезновения находятся 12 пород (46 % от всех пород), имеющих критический статус, и требуется принятие экстренных мер по сохранению и увеличению их численности.

Поддержание многообразия пород норок возможно при успешном решении следующих задач: разработка и реализация мониторинга за состоянием генофонда как внутрипородных, так и внутривидовых популяций, регулярная оценка классификационного статуса пород, прогнозирование количественных и качественных изменений в популяциях разных пород и определение допустимых пределов уменьшения численности зверей в популяциях и породах.

Только в этом случае может быть ликвидирована угроза потери отдельных уникальных пород норок.

Литература

Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 1989. 328 с.

Захаров И.А. Генетические аспекты проблемы сохранения биологического разнообразия домашних животных // Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных: редкие и исчезающие породы. М.: Наука, 1992. С. 5–10.

Паронян И.А., Прохоренко П.Н. Методические рекомендации по сохранению генофонда малочисленных пород сельскохозяйственных животных. М.: РАСХН, 1998. 31 с.

Столповский Ю.А. Консервация генетических ресурсов сельскохозяйственных животных: проблемы и принципы их решения. М.: ИОГен РАН, 1997. 109 с.

THE CHANGING OF SOME STOCKS IN GENE POOL OF AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREIBER, 1777)

E.G. Sergeev

Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Summary

This work is devoted to the comparative analysis of gene pool of farm-bred American mink performed during 2002–2005 in special mink farms in Russia. For these years the classification of stocks and color type of minks with respect to their extinction is presented. The criterion of this classification is based on the number of animals in a stock. The changing in gene pool of separate stocks and color types within 3 years are presented. The improvement of 5 stocks position and reduction of population of 2 types in 26 stocks are fixed. 12 types of mink stocks (46 % from all stocks and types) are on the verge of extinction and measures should be taken for their conservation.

ВОЗМОЖНОСТЬ УСКОРЕНИЯ СОЗДАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В ЗВЕРОВОДСТВЕ

Г.А. Кузнецов

ГНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В.А. Афанасьева РАСХН, Москва, Россия, e-mail:NIIPZK@orc.ru

Обзор содержит краткую информацию о селекционных достижениях в звероводстве с 1969 по 2005 гг. и роли науки в их создании. Вскрываются причины низких темпов создания новых пород и типов пушных зверей и кроликов и высказываются предложения по их ускорению путем повышения материальной заинтересованности авторов патентов.

После окончания Великой Отечественной войны в 1950–1960-е гг. не только шло восстановление ликвидированных из-за войны звероводческих хозяйств, но и создавались новые хозяйства. Были выделены племенные совхозы и фермы. Поднялся уровень племенной работы с пушными зверями. Целый ряд хозяйств, совершенствуя стада пушных зверей, создали свои типы животных, отличавшиеся от зверей других хозяйств продуктивными качествами: окраской волосяного покрова, структурой опушения, размерами тела. Эти стада могли удовлетворять требованиям, предъявляемым к породам и типам. Однако до 1969 г. ни одной породы или типа пушных зверей не было признано, так как по существующей в то время инструкции селекционные достижения оформлялись только среди домашних животных, а к пушным зверям клеточного разведения их не относили. И только после изменения требований инструкции начали оформлять сложившиеся стада в качестве селекционных достижений.

Первыми в 1969 г. были утверждены порода черный соболь (авторы: А.Т. Портнова, Б.А. Куличков, В.А. Мизгирева, Ю.М. Докукин), внутрипородный тип темно-коричневых норок (авторы: Б.А. Куличков, М.М. Полунина, А.Т. Портнова) и породная группа белых азербайджанских нутрий (авторы: М.Н. Мусаев, Г.А. Кузнецов).

Подготовка материалов к апробации этих пород и типов осуществлялась научными сотрудниками НИИПЗК.

В 1976 г. были утверждены два заводских типа: серебристо-черных лисиц «Пушкинский»и серебристых песцов «Кольский». Но наибольшее количество селекционных достижений в звероводстве приходится на 1980-е гг. С 1981 по 1989 гг. было утверждено 12 типов (табл. 1).

Общеизвестно, что большинство пород и типов пушных зверей в мире созданы на базе мутантных генов окраски и их комбинаций (Балакирев, Кузнецов, 2006). Из 21 селекционного достижения, оформленного с 1969 по 2006 гг., только 5 созданы на базе мутаций, а остальные 7 выведены путем селекции признаков, обусловленных полигенами, т. е. более трудоемким путем.

Наибольшее количество селекционных достижений в эти годы обусловлено ускоренным развитием в стране звероводства и науки, обслуживающей отрасль. Был укрупнен НИИПЗК путем включения в него лаборатории звероводства и оленеводства (ВНИЛЗО), при институте был создан селекционный центр по пушным зверям и кроликам (1978 г.). Научные сотрудники селекционного центра и других институтов принимали участие в селекционных работах в специализированных хозяйствах. Так, сотрудники НИИПЗК из 21 селекционного достижения принимали участие в оформлении 20, а в 11 были соавторами. С распадом СССР и ликвидацией селекционного центра резко

Таблица 1

Распределение селекционных достижений по видам зверей и по годам

Годы	Лисица	Песец	Норка	Соболь	Хорек	Нутрия	Итого
1969			1	1		1	3
1976	1	1					2
1981	1						1
1984	1		2				3
1985		1					1
1987		1	1				2
1988			2			1	3
1989	2						2
1998		1		1			2
2000						1	1
2004					1		1
Всего	5	4	6	2	1	3	21

снизились работы по созданию селекционных достижений. С 1991 по 2006 гг. утверждены всего лишь 1 порода – хорек золотистый (2004 г.), и 3 типа: раисинский серебристый песец (1998 г.), соболь салтыковский (1998 г.) и нутрия крестовская (2000 г.).

В отличие от других отраслей животноводства спрос на продукцию звероводства, т. е. на шкурки зверей, в большой степени зависит от варьирующей мировой моды на меховые изделия. Для удовлетворения меняющегося спроса пушно-мехового рынка хозяйства перестраивают структуру стад, сокращая или ликвидируя поголовье зверей, шкурки от которых не находят сбыта, и расширяя производство шкурок тех видов, типов и пород, которые хорошо продаются на аукционах и в меховых магазинах.

Что в этой ситуации делать селекционеру? За 1–2 года изменяя подбор пар, идя на скрещивания, иногда даже на гибридизацию (пример с песцово-лисьими гибридами), можно увеличить долю продукции, пользующейся спросом. Но в такой короткий срок нельзя методами отбора и подбора коренным образом перестроить стадо, перейти от одного желательного типа к другому.

При изменении моды специалисты хозяйств, как правило, продолжают совершенствовать ту породу, тип зверей, которых разводили до этого. Так было с серебристо-черной лисицей, когда потребовались шкурки со 100 %-й серебристостью, с голубыми песцами при переходе от разведения серебристых к вуалевым, так и сейчас (практически второй раз) идет замена стандартных норок темно-коричневого типа, относительно длинноволосых, на норок черного типа с низким волосяным покровом и уравненной по длине остью.

Владельцы зверохозяйств с достаточным капиталом идут по наиболее простому для них пути. Например, норок темно-коричневого типа забивают на шкурку, а закупают норок черного типа на других племенных фермах или за рубежом.

Так, например, селекционируемые ранее средневолосые норки пушкинского типа заменяются норками коротковолосыми черного типа скандинавской селекции (сканблек, финблек).

Этот прием используют товарные фермы, частные собственники, коммерсанты.

Племенные фермы по своему статусу обязаны производить племенной материал селекционируемого типа, зафиксированного в лицензии. В лицензии же фактически фиксируется тот тип, который уже селекционировал владелец. Получается замкнутый круг.

Для создания нового типа, породы при интенсивной работе по селекции требуется несколько лет, иногда даже десятки лет.

Последние селекционные достижения

Для выведения, оформления и апробации крестовского типа пастелевых нутрий потребовалось 5 лет интенсивной селекции. Руководство Крестовского пушно-мехового комплекса для выполнения этой работы пригласило в 1995 г. научного сотрудника, заключив договор с НИИПЗК, приняло на работу зоотехника-селекционера, который ежедневно вел необходимый учет в соответствии с принятой методикой, следил за правильным формированием косяков для спаривания, проводил оценку цветового типа новорожденных щенков, фиксировал отсадку и перемещение по территории зверофермы зверей рабочими и контролировал при этом записи в первичной зоотехнической документации (на трафаретках и в журналах).

Руководство хозяйства повседневно контролировало ход работы и оказывало необходимую помощь.

В итоге по представленным на апробацию материалам Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений решением от 18.07.2000 выдала авторское свидетельство № 34037 «Нутрия Крестовская» и зарегистрировала его в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию (А.с. 34037), а в 2002 г. – патент на селекционное достижение № 1332 «Нутрия Крестовская», зарегистрировав его в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений от 12.04.2002 г. (Патент № 1332).

Короткий срок создания типа обусловлен еще и тем, что в хозяйстве было в наличии необходимое поголовье, а животные создаваемого типа отличались от других более темной пастелевой окраской, которая обусловлена гомозиготностью по генам бежевой $t^s t^s$ и черной *ZZ* окрасок (Шевырков и др., 2000).

На создание породы «Золотистый хорек» потребовалось фактически около 20 лет. Для изучения биологических особенностей и разработки технологии промышленного разведения хорьков лаборатория соболеводства НИИПЗК, размещенная в племзверозаводе «Пушкинский», была реорганизована в лабораторию соболеводства и хорьководства. Был расширен штат лаборатории, в хозяйство было завезено необходимое поголовье хорьков. Лабораторию возглавила опытный специалист Г.П. Казакова.

В работе по улучшению стада хорьков и созданию селекционного достижения участвовали (авторы породы) от НИИПЗК Г.П. Казакова, Т.И. Казакова, Г.А. Кузнецов, Г.А. Федосеева, от племзверозавода «Пушкинский» – Н.В. Артемова, З.В. Градова, Н.И. Кудина, А.П. Нюхалов.

С 1983 г. по 2004 гг. удалось создать первую породу – «Золотистый хорек» (А.с. № 31862).

Как при создании нутрий крестовского типа, так и при создании породы золотистых хорьков, руководство хозяйства шло на дополнительные затраты, которые в определенной мере перекрывались более высокой реализационной ценой шкурок, полученных от отселекционированных животных, а авторство созданных селекционных достижений повышало престиж предприятия. Никаких других дивидендов ни хозяйство, ни авторы от селекционного достижения не имели (Кузнецов, 2006).

Закон «О селекционных достижениях» (1993 г.) на охраняемые селекционные достижения, защищенные патентом, удостоверяет исключительное право патентообладателя на его использование, а на использование его другим лицом необходимо получить от патентообладателя лицензию за плату (или безвозмездно), однако в клеточном пушном звероводстве это положение пока эффекта не дает.

Так, шкурки, сходные по фенотипу с нутрией крестовской, на которую получен патент, на меховом рынке встречались в небольшом количестве и до получения на нее патента. Раскрытие генотипа нутрий позволяет нутриеводу самому воспроизвести этот тип нутрий, а не покупать племенное поголовье по высокой цене. Не говоря уже о том, что хозяйство–патентообладатель Крестовский пушно-меховой комплекс ликвидировано. На хорька золотистого патент не оформлен. Но и в случае его получения практически невозможно заключить договор на якобы выданную лицензию, так как часть сходных по фенотипу шкурок хорька золотистого уже поступала на рынок до оформления породы.

В качестве выхода из такого положения целесообразно в патенте на селекционное достижение точно определить особенности шкурок,

полученных от этих животных, и от реализационной цены шкурок, удовлетворяющих этим требованиям, отчислять определенный процент патентообладателю независимо от наличия или отсутствия лицензии.

Значительно сложнее решить вопрос о материальном обеспечении создания селекционного достижения, не имеющего аналогов, а только предположительного, гипотетичного. Можно предположить, что на рынке будут иметь успех шкурки соболя не только черного цвета (порода черный соболь) и темно-коричневого «Салтыковский тип», но и других цветов и оттенков.

Разнообразие по цветам и оттенкам окраски волосяного покрова соболей в природных условиях описано в ряде работ. А.Л. Пономарев (1938) на основе анализа шкурок, поступающих на заготовительные базы, подразделяет их на альбиносов, хромистов, акромеланистов, пегих и соболей с подпалом. Были попытки отловить в дикой природе соболей необычной (аберрантной) окраски, которые, как правило, оказывались безрезультатными. Лишь в 1974 г. в Хабаровском крае был пойман самец пепельно-серой окраски с ярко-оранжевыми вершинами пуха и передан в зверохозяйство «Вятка» (Чеглаков, 1977). От этого самца, названного золотистым, и совхозных самок в 1975–1986 гг. было получено 17 гибридных потомков, имевших промежуточную окраску. При возвратном скрещивании с золотистым самцом было получено 8 цветных (не указана окраска) и 5 гибридных потомков (Чеглаков, 1986). В последней публикации сообщено, что на ферме зверохозяйства «Вятка», кроме золотистого, имеются дымчато-белые и пастелевые соболя, отловленные на воле.

Однако в настоящее время разведением цветных соболей в «Вятке» не занимаются.

Соболей цветовой категории *меховые* и *воротовые*, отловленных на Камчатке, завозили в зверохозяйство «Пушкинский». Используя их в спариваниях с черными соболями, преследовали цель повышения воспроизводительной способности. Наследование общей окраски, а также ее составляющих не изучалось. Временами в стаде рождались нежизнеспособные щенки светлой окраски (в первичной зоотехнической документации они назывались белыми), а в 1989 г. был получен самец паломиновой окраски. За 16 лет от него было получено 66 потомков. Но ни в одном случае среди потомков так и не было зафиксировано особей, похожих на родоначальника.

С целью упорядочения работ с необычными по окраске соболями и ускорения создания новых (цветных) типов соболей руководство ООО «Племзавод “Пушкинский”» привлекло к работе сотрудников НИИПЗК, заключив на 2006 г. договор с целью изучения генетики нестандартной окраски соболей.

И все же существующее финансирование не может обеспечить широкое исследование по проблеме цветового соболеводства: соболя начинают размножаться с 2-летнего возраста, при сроке беременности в 9 месяцев потомство можно получить уже почти в 3-летнем возрасте, а оценить их окраску лишь в 3,5 года. Для создания соболя нового цветового типа потребуется 10–15 лет. В связи с этим целесообразно на такие работы помимо средств хозяйства выделять научным учреждениям из бюджета МСХ специальные гранты, позволяющие достойно оплатить такие исследования.

Предложения

1. Узаконить порядок, при котором патентообладатель получает определенный процент от реализации шкурок созданного им селекционного достижения независимо от наличия лицензии.

2. Рекомендовать МСХ РФ ввести финансирование научных учреждений, ведущих исследования по созданию новых пород и типов, по специальным грантам, обеспечивающим ускорение создания новых селекционных достижений.

Литература

А.с. 34037. РФ. 1 с. Нутрии. Крестовская / А.В. Исаев, Г.А. Кузнецов, Н.А. Цепкова, В.Л. Шевырков.

А.с. 31862 РФ. 1 с. Хорьки. Золотистый / Г.А. Кузнецов, Н.В. Артемова, З.В. Графова.

Балакирев Н.А., Кузнецов Г.А. Звероводство. М.: Колос, 2006. 343 с.

Кузнецов Г.А. Селекция – основа создания новых пород и совершенствование существующих // Кролиководство и звероводство. 2006. № 1. С. 10–13.

Патент на селекционное достижение № 1332. РФ. 1 с. Нутрии (*Miocastor coypus* Molina) / А.В. Исаев, Г.А. Кузнецов, Н.А. Цепкова, В.Л. Шевырков.

Пономарев А.Л. Об изменчивости и наследовании окраски и расцветки у соболей (*Martes zibillina*) // Зоол. журнал. 1938. Т. 17. Вып. 3. С. 482–503.

Чеглаков В.Н. Соболь аберрантной окраски // Биология и патология клеточных пушных зверей. Киров, 1977. С. 115.

Чеглаков В.Н. Доместикация цветных соболей // Первое Всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры: Тез. докл. М., 1986. Ч. 1. С. 248–250.

Шевырков В.Л., Цепкова Н.А., Кузнецов Г.А. Крестовская нутрия – новое селекционное достижение // Вестн. Россельхозакадемии. 2000. № 6. С. 52–54.

ABOUT ACCELERATION OF STOCKS CREATING IN FUR ANIMALS BREEDING

G.A. Kuznetsov

Institute of Fur-bearing Animals and Rabbits named after V.A. Afanasyev, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia, e-mail: NIIPZK@orc.ru

Summary

The review has an information about stocks creating in fur animals breeding since 1969 till 2005 and the role of science in this process. The reasons of low level of new forms of fur animals creating are revealed. The methods how to accelerate this process are displayed.

Первое информационное письмо

Санкт-Петербургский научный центр РАН
Санкт-Петербургский филиал Института общей генетики РАН
Вавиловское общество генетиков и селекционеров
Кафедра генетики и селекции Санкт-Петербургского государственного университета
Российский фонд фундаментальных исследований
Российская академия сельскохозяйственных наук
Российская академия медицинских наук

Проводят 4-ю научную школу молодых ученых по экологической генетике
«Экологическая генетика и теория эволюции»

Место проведения: Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербургский государственный университет
Время проведения: 28–31 мая 2007 г.
Проживание: гостиница студенческого городка СПбГУ
Состав оргкомитета:
Председатель: академик РАН С.Г. Инге-Вечтомов
Директор школы: к.б.н. Л.В. Барабанова
Ученый секретарь: к.б.н. Л.А. Джапаридзе
Программа школы посвящается 125-летию со дня рождения Ю.А. Филипченко, выдающегося отечественного генетика.
В качестве лекторов выступят ведущие российские ученые: академики РАН С.В. Шестаков, С.Г. Инге-Вечтомов, член-корреспондент РАН И.А. Захаров, проф., д.б.н. Н.К. Янковский, академик РАСХН И.А. Тихонович, член-корреспондент РАМН. В.С. Баранов и многие другие.
Школа завершится вручением сертификата участника 4-й школы по экологической генетике.
Приглашаем молодых ученых принять участие в работе школы.
Заявки на участие просим направлять до 1 марта 2007 г. письмом по адресу: 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербургский государственный университет, биолого-почвенный факультет, кафедра генетики и селекции; факсом: (812) 328-15-90 или по e-mail: lbarabanova@mail.ru директору школы по экологической генетике Барабановой Ларисе Владимировне или ljap@spbrc.nw.ru ученому секретарю школы Джапаридзе Людмиле Александровне.

В заявке необходимо указать:
Ф.И.О., год рождения, пол, учреждение, должность, адрес, область научных интересов, необходимость места в гостинице.

Председатель оргкомитета академик РАН С.Г. Инге-Вечтомов

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЕСТНИК ВОГиС»

Общие положения

Журнал «Информационный вестник ВОГиС» публикует на русском (или английском) языке работы по всем разделам генетики, селекции, а также смежных наук. К публикации принимаются результаты оригинальных экспериментальных исследований; теоретические и обзорные статьи, представляющие интерес для научного сообщества; краткие сообщения, рецензии, письма редактору, персоналии, хроника, информация, сообщения из отделений ВОГиС, материалы и документы по истории генетики и селекции. Печатаются также материалы, касающиеся образовательных программ и методики преподавания генетики и селекции в средней и высшей школах. Журнал печатает заказанные редколлегией обзоры и проблемные статьи. Они могут быть предложены также авторами после предварительной заявки, которую рассматривает редколлегия. Заявка должна содержать резюме предлагаемого обзора или проблемной статьи. Отдельные тематические выпуски посвящаются наиболее актуальным проблемам генетики и селекции.

Хотя журнал и является официальным изданием Вавиловского общества генетиков и селекционеров, членство авторов в обществе необязательно – журнал одинаково открыт для всех.

Сайт журнала в Интернете:

http://www.bionet.nsc.ru/vogis/

В редакцию статьи представляются в электронном виде в формате MS WinWord 6.0 (и выше) на дискетах размером 3,5”, на CD, через FTP или по электронной почте в форме присоединенных файлов. Текст статьи, включая аннотацию на русском и английском языках, таблицы, иллюстрации и подписи к ним, а также список литературы оформляются одним файлом. Иллюстрации дополнительно присылаются отдельными файлами. Если пересылаемый материал велик по объему, следует архивировать файлы в формат *.zip или *.rar.

Текст статьи на бумаге обязателен.

Наш адрес:

630090 Новосибирск, пр. академика Лаврентьева 10, Институт цитологии и генетики СО РАН. Редакция журнала «Информацион-ный вестник ВОГиС».

Электронный адрес: vestnik@bionet.nsc.ru

К публикации в журнале «Информационный вестник ВОГиС» принимаются статьи, прошедшие рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала на основании экспертных оценок рецензентов с учетом соответствия представленных материалов тематической направленности журнала, их научной значимости и актуальности.

Поступившая в редакцию рукопись направляется на отзыв специалистам в данной области исследований. Авторы статьи могут назвать двух-трех потенциальных рецензентов. Наряду с фамилией каждого рецензента обязательно указание его полного имени и отчества, места работы, телефона, адреса электронной почты. Выбор рецензентов остается за редколлегией журнала. Рукопись, получившая отрицательные отзывы двух независимых рецензентов, решением редколлегии отклоняется.

Статья, нуждающаяся в доработке, направляется авторам с замечаниями рецензента и научного редактора. Авторы должны учесть все замечания, сделанные в процессе рецензирования и редактирования статьи, ответить на каждое из замечаний и указать место в рукописи, где сделаны изменения. В случае несогласия с рецензентом или редактором автор должен кратко и четко обосновать свою позицию. Сделанные автором изменения в рукописи необходимо внести в электронный вариант текста и возвратить в редакцию. После доработки статья повторно рецензируется и редколлегия принимает решение о возможности публикации.

Статья, отправленная редакцией на доработку после рецензии и исправленная в соответствии с замечаниями рецензента, должна быть возвращена в редакцию в течение 15 дней с момента ее получения авторами, в этом случае сохраняется первая дата поступления. Статья, возвращенная в редакцию по прошествии месяца, будет иметь новую дату поступления.

Редакция не предоставляет авторам копии корректуры статьи на бумаге. Статья высылается автору в виде pdf-файла. На стадии корректуры не допускаются замены текста, рисунков или таблиц. Если в корректуру вносятся исправления, при возвращении ее в редакцию подробный список сделанных исправлений необходимо приложить в виде отдельного файла.

Редакция оставляет за собой право отклонять без рецензии статьи, не соответствующие профилю журнала или оформленные с нарушением правил.

На всех стадиях работы с рукописями и для общения с авторами, редакторами и рецензентами используется электронная почта, поэтому авторы должны быть внимательны при указании своего электронного адреса и своевременно извещать редакцию о его изменении.

Требования к оформлению рукописей

Статьи должны быть написаны на русском (или английском) языке, отредактированы и оформлены в соответствии с нижеследующими требованиями.

Объем статьи – до 15 страниц формата А4, нумерация страниц сквозная. В этот объем входят текст, аннотация, список литературы, таблицы, иллюстрации и подписи к ним. Основной текст набирается шрифтом Times New Roman через 1,5 интервала с выравниванием по ширине и без переносов, размер шрифта 12 pt. Поля – 3 см со всех сторон страницы.

Статьи большего объема принимаются только после предварительного согласования с редакцией.

Латинские названия объектов исследований в названии статьи и в тексте пишутся с соблюдением общепринятых правил таксономической номенклатуры: бинарные видовые – курсивом (*Drosophila melanogaster*), таксонов более высокого ранга – прямым шрифтом (Drosophila или Drosophilidae). При первом упоминании в тексте родовые и видовые названия приводятся без сокращений, далее по тексту родовое название обозначается одной прописной (первой) буквой, а видовое указывается полностью (*D. melanogaster*).

Названия и символы генов набираются курсивом, а названия их продуктов – с прописной буквы прямым шрифтом. Например: гены *fos*, *c-myc*, *ATM*; белки Fos, c-Myc, ATM. Курсивом выделяются обозначения мобильных элементов, например, hobo-элемент, а также три первых буквы названий сайтов рестрикции, например, *Hind*III. Названия фагов и вирусов пишутся в латинской транскрипции прямым шрифтом.

Следует использовать общепринятые сокращения и аббревиатуры или приводить их дополнительно в тексте. Все физические размерности рекомендуется приводить в международной системе СИ.

Математические формулы и уравнения набираются в редакторах MS WinWord (версия 6.0 и выше) или MathType. Уравнения располагаются по центру строки и нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках в порядке их упоминания в тексте. Номера уравнений выравниваются по правому краю строки. Уравнения отделяются от текста сверху и снизу одной пустой строкой. При написании нескольких уравнений они также разделяются пустой строкой.

Таблицы и иллюстрации (графики, схемы, фотографии, штриховые рисунки) представляются в черно-белом варианте.

Таблицы, иллюстрации и подписи к ним размещаются в тексте статьи при первом их упоминании. При этом не следует использовать опцию «обтекание текста».

Таблицы снабжаются тематическими заголовками и нумеруются арабскими цифрами в порядке их упоминания в тексте. Все графы в таблицах должны иметь заголовки. Сокращение слов в таблицах не допускается. Все аббревиатуры должны быть расшифрованы в сносках к таблице.

Число иллюстраций в статье не должно быть больше 6 (исключения согласовываются с редакцией). Максимальный размер иллюстраций или таблиц не должен превышать размера рабочего поля 15,7 × 23 см. Весь иллюстра-

тивный материал должен иметь минимум надписей.

На графиках необходимо указывать величины, значения которых даются на осях, и обозначение их размерностей.

Имеющиеся в схемах детали обозначаются арабскими цифрами или буквами русского алфавита и расшифровываются в подписях.

Иллюстрации нумеруются в порядке их упоминания в тексте. При ссылке в тексте на иллюстрацию указывается ее номер и буквенные и цифровые обозначения ее деталей, например: рис. 1а, кривая 2.

Графики и схемы должны выполняться с помощью векторных программ (MicrosoftExcel, CorelDraw 9, Microsoft PowerPoint), их следует присылать в виде отдельных файлов с сохранением форматов, использованных для их создания. Если они выполнялись в других векторных программах, то необходимо использовать формат EPS.

Фотографии представляются в виде отдельных файлов в форматах JPEG, TIFF, BMP, PNG с разрешением 300–600 dpi.

Штриховые рисунки, выполненные от руки, должны быть отсканированы в режиме bitmap с разрешением 800 dpi и сохранены в формате TIFF.

Структура рукописи

Материалы должны быть размещены следующим образом:

1. Название статьи. Должно быть кратким и отражать содержание работы. Печатается прописными буквами прямым полужирным шрифтом без подчеркивания и разрядки. Латинские названия объектов исследований в названии статьи пишутся без сокращений, с соблюдением общепринятых правил таксономической номенклатуры.

2. Инициалы и фамилия (фамилии) автора(ов) (А.А. Иванов, Б.В. Петров...). Печатаются прямым строчным шрифтом и отделяются от названия статьи пустой строкой.

3. Полное название и адрес учреждения, где работает автор(ы) – шрифт прямой строчной; адрес(а) электронной почты автора(ов) – шрифт прямой строчной.

Отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; звездочкой пометить фамилию автора, с которым будет вестись переписка.

4. Аннотация (резюме) статьи с кратким изложением основной цели работы и ее результатов (не более 20 строк). Шрифт – прямой строчной.

5. Ключевые слова (не более 10). Шрифт – прямой строчной. В ключевых словах должны быть отражены: (1) объект; (2) метод; (3) область исследования; (4) специфика данной работы.

6. Текст статьи, оформленный в соответствии с правилами.

7. Благодарности и ссылки на источники финансирования работы.

8. Литература.

9. Аннотация (резюме) статьи на английском языке с кратким изложением основной цели работы и ее результатов (не более 20 строк).

Для экспериментальных статей рекомендуются следующие разделы: **Введение, Материалы и Методы; Результаты; Обсуждение; Литература.**

Теоретические, обзорные и проблемные статьи могут иметь произвольную структуру, но обязательно должны содержать резюме. Названия разделов в таких статьях определяются автором.

Названия разделов печатаются строчными буквами на отдельной строке без подчеркивания и отделяются от текста одной пустой строкой. Шрифт – прямой полужирный. Подзаголовки внутри разделов печатаются на отдельной строке строчными буквами. Шрифт – прямой полужирный. Заголовки и подзаголовки выравниваются по центру.

Раздел «Литература» отделяется от текста статьи пустой строкой и содержит перечень цитированных источников с обязательным указанием заглавия (см. ниже образец). Библиографические ссылки внутри текста приводятся в круглых скобках. При этом указывается фамилия автора публикации без инициалов и год публикации, например: (Иванов, 1999). Если у публикации два автора, то указываются обе фамилии и год издания, например: (Gihr, Smith, 2001). Работы трех и более авторов цитируются следующим образом: (Gatsby et al., 1998; Добров и др., 2000).

При ссылках на несколько публикаций ссылки в скобках располагаются в хронологическом порядке, например: «В ряде работ (Смирнов, 1978; Smith, Gatsby, 1998; Павлова и др., 2001)...». При этом если цитируются работы одного и того же года, ссылки располагаются в алфавитном порядке (сначала русские, потом иностранные фамилии). Если цитируются несколько работ одного и того же автора (или одной и той же группы авторов), опубликованных в одном и том же году, то к году добавляются русские или латинские строчные буквы в алфавитном порядке.

Например: Смирнов и др., 1995а, б; Smith 1997a, d; Ulrich *et al*., 1998b. Порядок расстановки букв определяется положением статьи в разделе «Литература».

Список литературы должен содержать библиографическое описание всех литературных источников, ссылки на которые фигурируют в тексте статьи. Цитированная литература сводится в алфавитные списки сначала на русском языке, потом на иностранных языках с указанием фамилий и инициалов всех авторов каждой публикации. Работы одного и того же автора располагаются в хронологической последовательности. В случае если в списке приводятся несколько работ одного автора, опубликованных в одном и том же году, им дают буквенные обозначения: 1999а, б, в и т. д.; для иностранных авторов – 1999a, b, c и т. д.

Оформляйте список по следующему образцу, обращая внимание на знаки препинания и пробелы.

Литература

ДЛЯ ЖУРНАЛОВ:

Кольцов Н.К. Проблема прогрессивной эволюции // Биол. журнал. 1933. Т. 2. Вып. 4/5. С. 475–500.

Hanahan D., Weinberg R.A. The hallmarks of cancer // Cell. 2000. V. 100, N 2. P. 57–70.

ДЛЯ КНИГ:

Завадский К.М. Развитие эволюционной теории после Дарвина (1859–1920-е годы). Л.: Наука, 1973. 423 с. (или конкретные страницы, например, С. 22–32).

То же для иностранных изданий.

ДЛЯ СБОРНИКОВ:

Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы от метеорологических факторов в Приобской лесостепи Алтайского края // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: Сб. статей Междунар. науч.-практ. конференции. Барнаул, 2003. Ч. 1. С. 71–74.

Golygina V.V., Istomina A.G., Kiknadze I.I. Chromosomal polymorphism in natural populations of Chironomus balatonicus Dévai, Wülker et Scholl // Late 20th century research on Chironomidae / Ed. O. Hof-frichter. Aachen: Shaker-Verlag, 2000. P. 89–92.

ДЛЯ ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ:

Peshkov I.M., Likhoshvai V.A., Matushkin Yu.G., Fadeev S.I. On research into hypothetical networks on ecological nature // Proc. of the 4th Intern. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure (BGRS'2004). Novosibirsk, 25–30 July 2004. Novosibirsk: Inst. Cytol. Genet., 2004. V. 2. P. 128–130.

ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-ПУБЛИКАЦИЙ:

Smith A., Green P. RepeatMasker. 1999. available at http://ftp.genome.washington.edu/RM/RepeatMasker.html.

Schwenger G.T.F., Mordvinov V.A., Fournier R., Czabotar P., Peroni S., Sanderson C.J. (2000). Interleikin-5. In: Academic Press Cytokine Reference Database. DOI:10.1006/rwcy.2000.0902.

На отдельной странице следует привести оригинальное написание иностранных фамилий, встречающихся в тексте статьи, подписях к иллюстрациям и таблицам.

На отдельной странице следует указать:

– на русском языке – сведения об авторах (фамилии, имена, отчества полностью, ученые степени, звания, должности, место работы, полные почтовые адреса с индексами, домашние и служебные телефоны, факсы, адреса электронной почты и адреса личных страниц в Интернете);

– на английском языке – общепринятую версию названия учреждения, где выполнена работа, и транслитерацию фамилий авторов.