

Соболь — природная популяция и разведение

УДК 636.934.55:636.01

doi: 10.15389/agrobiology.2023.4.726rus

О РЕЗУЛЬТАТАХ СПАРИВАНИЯ СОБОЛЯ (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) КЛЕТОЧНОГО РАЗВЕДЕНИЯ И ПРОМЫСЛОВОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕНОТИПОВ С РАЗНОЙ ОКРАСКОЙ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА***Н.А. БАЛАКИРЕВ, Е.А. ОРЛОВА[✉], Н.Н. ШУМИЛИНА, О.И. ФЕДОРОВА, Е.Е. ЛАРИНА, М.В. НОВИКОВ**

На меховом рынке шкурки соболя (*Martes zibellina* L.) всегда пользовались повышенным спросом. В настоящее время прослеживается тенденция к увеличению интереса к шкуркам промыслового соболя в сравнении со шкурками соболя клеточного разведения. По мнению специалистов звероводческих хозяйств и аукционных домов, причина этого в признаках качества опушения у соболя клеточного разведения, приобретенных в процессе доместикации: волосной покров стал толще и грубее, он менее шелковистый, с низкой вариабельностью окраски и тона. Согласно предпочтениям покупателей на международных пушных аукционах и рекомендациям экспертов аукционных домов, в настоящее время наиболее востребованы шкурки соболей с волосным покровом 5-7-го цветов (средняя интенсивность окраски кроющих и пуховых волос), среднего тона, каштанового оттенка. Ассортимент продукции соболеводства может быть расширен за счет вовлечения зверей диких популяций в селекцию соболей клеточного разведения. В настоящем сообщении приведены первые результаты по получению помесных зверей с 5-7-м цветом волосяного покрова от скрещивания чистопородных соболей с особями из дикой природы (самки и самцы якутского, иркутского и енисейского кражей). Работу проводили в ООО «Звероплемзавод «Савватьево». В хозяйство была завезена экспериментальная партия промысловых соболей, отловленных в Сибири, с целью спаривания в 2021 году с сободем породы Салтыковская 1. По результатам шенения в мае 2022 года были сформированы две группы соболей: контрольная (чистопородные шенки, полученные в результате спаривания самцов и самок соболей клеточного разведения, 35 самцов, 30 самок) и опытная (помесные шенки, полученные в результате спаривания чистопородных и промысловых соболей, 39 самцов, 30 самок). Результаты воспроизводства показали, что при спаривании промысловых самцов с чистопородными самками показатели размножения самок не уступают таковым при скрещивании с самцами клеточного разведения. В помесном и чистопородном потомстве средний выход щенков на благополучную самку составил 3,9 гол. Клеточные самцы уступают помесным по живой массе ($1279,6 \pm 17,8$ г, $1560,0 \pm 68,5$ г, $p \leq 0,001$) и длине тела ($45,6 \pm 0,5$ см, $47,8 \pm 0,6$ см, $p \leq 0,01$). Клеточные самки несколько превосходят помесных по живой массе ($1138,7 \pm 25,4$ г, $1111,3 \pm 18,7$ г, $p \geq 0,01$), но различий по длине тела и обхвату груди за лопатками между ними мы не выявили. Клеточные самцы и самки заканчивают свой рост раньше, чем помесные. Чистопородный молодняк имеет две вариации окраски кроющих волос — почти черную и темно-коричневую. У помесных самцов и самок цветные категории кроющие волосы — темно-коричневая, коричневая, светло-коричневая, почти черная. Значительных различий в окраске основания пуховых волос у контрольных и опытных соболей не установлено. Помесные самцы и самки имеют большую вариабельность по окраске вершин пуховых волос по сравнению с контрольными. Качество волосяного покрова у помесных самцов на 0,08 балла выше, чем у помесных самок. По цвету помесные самцы светлее самок на 0,34 балла, самцы по цвету ближе к желательной вариации. По тону полученный помесный молодняк приближается к желательному, а по оттенку ему соответствует (2,03 балла у самок и 2,07 балла у самцов). Среди полученных помесных самцов меньше особей с седной (10,5 %), чем среди помесных самок (13 %), горловое пятно присутствует (средний балл по самкам — 4,67, по самцам — 4,52). Анализ результатов подбора родительских пар по основным хозяйственно полезным признакам показал, что лучшие результаты по желательному типу окраски помесного молодняка дает гетерогенный подбор родителей при спариваниях светлых самцов с темными самками. Окраска матери не влияла на окраску дочерей и сыновей. Самцы лучше передают свои признаки по окраске потомству: по сыновьям $r = 0,61$ ($p \leq 0,001$); по дочерям $r = 0,72$ ($p \leq 0,001$).

Ключевые слова: соболь, шкурки, окраска, тон, оттенок, пушнина, соболеводство, разведение, селекция.

Соболь (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) — ценный пушной зверь (1, 2), который относится к отряду хищных (Carnivora), семейству куньих *Mustelidae*, роду куниц (*Martes*), подроду собственно куниц (*Martes*) (1, 3-5).

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-00213, <https://rscf.ru/project/22-26-00213/>.

К подроду *Martes* на территории Евразии относят также лесную (*M. martes* L., 1754), каменную (*M. foina foina* Erxleben, 1777) куниц и харзу (*M. flavigula* Biddaert, 1785) (1, 5, 6). За пределами Евразии обитают еще два представителя подрода *Martes* (7). При пересечении ареала соболя и куницы встречаются их гибриды — кидусы (1, 8, 9). Внешний вид соболя типичен для семейства *Mustelidae* — вытянутое тело, небольшая голова, короткие лапы. Длина тела у самцов варьируется в пределах 40-55 см, длина хвоста — 20 см, масса особи — в среднем до 1,5 кг. Самки несколько меньше самцов. Уши длиной до 5,5 см, притупленные. Конечности относительно короткие, широкие. Зимний волос достаточно густой, пышный, шелковистый, блестящий. Окраска в разных частях ареала варьирует от желтовато-бурой до темно-коричневой, почти черной. Голова, как правило, светлее спины. В области шеи может быть светлое пятно округлой формы, резко ограниченное или с расплывчатыми краями (1). В природных популяциях окраска волосяного покрова соболя чрезвычайно изменчива — от очень светлого до смоляно-черного с множеством переходных вариантов (10). Черный соболь (с окраской от темно-бурого до смолисто-черного) в природе встречается редко. Гораздо чаще попадаются светлые особи с окраской меха от песчано-желтых до темно-коричневых тонов. Доля особей со светлой окраской в некоторых природных популяциях достигает почти 100 % (11).

Значительная изменчивость окраски соболя связана с индивидуальными, возрастными, половыми особенностями зверьков, а также географическими районами обитания. Даже у одного и того же зверька окраска не остается постоянной в течение года. Летом она темнее, чем зимой, главным образом за счет уменьшения в волосяном покрове доли пуховых волос (10). При большой индивидуальной изменчивости окраски меха внутри одной популяции, в одних и тех же районах, иногда даже в одних и тех же выводках встречаются и очень темные, и очень светлые (близкие к соломенному цвету) и средние по окраске особи (1).

По цвету и оттенкам нижней части пуховых волос на шкурках соболей выделено 29 вариантов, которые по основному цвету можно объединить в 6 групп. В цвете и оттенках верхней части пуховых волос выявлено 38 вариантов, которые объединены в 11 групп. Кроме того, чем светлее верхняя часть пуховых волос, тем большую часть длины волоса она занимает (10). По характеру внутривидовой изменчивости окраски, шелковистости и степени мягкости волосяного покрова в российском ареале соболя выделяют географические расы (исторически их называют кряжами). В 1938 году было описано 8 кряжей: тобольский, алтайский, енисейский, минусинский, баргузинский, амурский, якутский, камчатский. Эта географическая изменчивость характеризуется постепенным потемнением окраски меха у соболей в направлении с запада на восток. На севере ареала, а также в высокогорьях с экстремальными зимними погодными условиями сформировались популяции с более светлым мехом (1). По данным Н.Н. Бакеева с соавт. (1), из 18 обозначенных ранее подвидов в настоящее время существуют четыре. Алтайский подвид (размеры крупные, окраска меха относительно темная, индекс окраски — 3,08 балла; темных — 26 %, средних — 66 %, светлых — 8 %) распространен по всему Алтаю и в северо-восточной части Тувы. Сахалинский подвид — очень мелкая и светлая форма, индекс окраски — 2,60 балла; темных — 16 %, средних — 78 %, светлых — 6 %; популяция отделена от материковых особей Татарским проливом. Камчатский подвид (особи особо крупных размеров, индекс окраски меха 3,2 балла, относится к числу темных подвидов); ареал подвида не ограничивается полуостровом Камчатка, он обитает на прилежащих континентальных территориях (бассейны рек

Апуки и Пенжины). Тобольский подвид представлен крупными особями, самый светлый по окраске (индекс окраски — 1,78 балла; темных — 26 %, средних — 66 %, светлых — 8 %); ареал охватывает все Предуралье — правобережье бассейна реки Печоры, верховий рек Колвы, Вишеры, а также Урал и Зауралье. В остальных популяциях, занимающих внутренние районы в ареале соболя, найти границы очень сложно. Хотя некоторые морфологические различия между ними часто выражены вполне достоверно. Следовательно, подтвердить реальность выделения в подвиды остальных группировок соболей (енисейскую, тунгусскую, ангарскую, кузнецкую, саянскую, чикойскую, баргузинскую, шантарскую и курильскую) затруднительно, их можно рассматривать как локальные морфы (1).

В прошлом соболь был широко распространен от лесной зоны Восточной Европы до северной части Азии. Этот вид встречался в белорусских, польских, литовских лесах. Однако в результате воздействия антропогенных факторов (освоение тайги, вырубка леса, пожары, распашка земель, выпас скота, промысловая деятельность) соболь исчез с территории Европы, а за уральским хребтом его когда-то сплошной ареал распался на ряд изолированных друг от друга участков (1, 12-14). К началу XX века соболь стал вымирающим видом. Пришлось принимать экстренные государственные меры по охране соболя, контролю и запрету промысла, созданию заповедников, заказников, искусственному расселению зверьков в пустующие угодья, развитию клеточного соболеводства (14-17). Принятые меры дали положительные результаты. В 1960 году численность популяции соболя составила 701 тыс. особей, в 1978 году — 723 тыс. особей, к 1988 году она увеличилась до 1180 тыс. особей. В 1980-х годах возобновилась активная добыча соболя. На протяжении последних лет численность соболя в Российской Федерации была стабильной и сохранялась на уровне 1400-1500 тыс. особей. По данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, в 2020 году насчитывалось 1546,0 тыс. особей. Основные промысловые запасы вида сконцентрированы в Дальневосточном (796,0 тыс. особей) и Сибирском (675,7 тыс. особей) федеральных округах, Красноярском крае (332,6 тыс. особей), Республике Саха (Якутия) (256,2 тыс. особей), Хабаровском крае (200,0 тыс. особей), Иркутской области (200,0 тыс. особей) (18). Площадь обитания соболя в России составляет около 7 млн км² (19). Современный ареал соболя, помимо Российской Федерации, затрагивает Китай (20-23), Северную Корею (24), Японию (25), Монголию (26, 27), Казахстан (28, 29).

Долгое время попытки разведения соболя в клеточных условиях оставались безуспешными из-за особенностей его репродуктивной стратегии, которая значительно отличается от таковой у большинства хищников (30-32). Гон обычно протекает с середины июня до начала августа. Во время течки, которая приходится на летнее время, бывает несколько периодов половой охоты с интервалом 8-10 сут, из которых только последний заканчивается провоцируемой овуляцией. Беременность продолжается 7,5-8 мес, и по прошествии латентного периода (в конце февраля—начале марта) происходит имплантация бластоцисты в стенку матки. Общая продолжительность периода развития и формирования зародыша после имплантации (истинная беременность) составляет всего 30-35 сут (1, 30, 31).

Россия стала первой и единственной страной, где была разработана промышленная технология производства шкурок соболей, и до настоящего времени первенство по объемам этого производства остается за Россией. Отечественное соболеводство имеет длительную историю. При этом для формирования клеточных популяций, как и для селекции, использовали

промысловых соболей (11, 32).

Регулярно разводить соболей в России начали с 1931 года (11, 30-32). Родоначалник клеточного соболеводства — Пушкинский зверосовхоз (в настоящее время «ФГУП «Русский соболь»), в котором позднее вывели черного соболя (звери отличались от диких более насыщенной черной окраской волосяного покрова) (31-33).

Впервые приплод от соболя в условиях клеточного содержания удалось получить П.А. Мантейфелю в 1929 года в Московском зоопарке (31). В том же году К.Г. Туомайнен в Соловецком Пушхозе получил щенков соболей (31, 32). Для создания клеточной популяции соболя использовался генофонд девяти природных популяций животных (они различались размером и окраске меха) из разных районов Сибири, Урала (в том числе относящихся к так называемым малоценным кряжам), из Тувы (34-36). Всего поступило около 100 особей в 1929 году и 129 особей в 1930 году. В 1931 году началась создание уникального стада, от которого происходит все поголовье соболей клеточного разведения в России (32, 34).

В СССР на первом этапе скрещивали особей разных кряжей, причем баргузинские темные самки первоначально оказались худшими по показателям воспроизводства. В 1935 году для улучшения стада в Пушкинский зверосовхоз завезли животных из Баргузинского заповедника (13 самок, 2 самца) и Повенецкого хозяйства (Карельская АССР) (25 самок и 20 самцов), в 1936 году — 280 соболей из реорганизованного Александровского зверосовхоза и отловленных в дикой природе 25 самок и 37 самцов баргузинского кряжа (32). В Пушкинском зверосовхозе в 1936 году темные самцы составляли менее 30 %, в 1940-1941 годах — уже 48 % поголовья (32). Выведение «идеального соболя» с крупным размером тела, темной окраской и шелковистым опушением осложнялось тем, что исходно поголовье состояло в основном из светлых зверей (коричневых и песчано-желтых с большим горловым пятном). Кроме того, по поведению звери оказались дикими, самки в основном вообще не размножались. Преобладали животные амурского кряжа; меньше было енисейских, уральских и алтайских зверей. Темную окраску стремились закрепить даже в ущерб плодовитости (33). Для ускорения селекции на затемнение меха скрещивали темных баргузинских самцов с самками енисейского кряжа, в потомстве отбирали наиболее темных самок, которых снова скрещивали с баргузинскими самцами. Хорошие результаты давало скрещивание баргузинских самцов с самками амурского кряжа. Помимо целенаправленных скрещиваний соболей из разных кряжей закладывали линии и семейства с темной окраской, хорошим опушением и наибольшей плодовитостью (32). В 1940 году партию выращенного молодняка (70 самок, 70 самцов) зверосовхоз «Пушкинский» передал зверосовхозу «Красноярский» (Красноярский край). В первые послевоенные годы молодняком зверосовхоза «Пушкинский» были укомплектованы соболеводческие фермы совхозов «Салтыковский» (Московская обл.), «Бирюлинский» (Татарская АССР) и «Белоярский» (Красноярский край) (32). В начале 1970-х годов в совхозе «Салтыковский» определился и в дальнейшем постоянно использовался подход, основанный на прилитии крови баргузинских соболей, отловленных на воле. В течение 30 лет на ферме отбирали соболей с окраской и структурой опушения, свойственными диким соболям баргузинского кряжа, с одновременной селекцией на улучшение размера зверей, качества их опушения и повышение воспроизводительной способности (31).

Окраска соболя определяется комплексом признаков: зонарной расцветкой подпуши, окраской остевых волос, размерами и окраской горлового пятна, наличием седины. Многие из этих признаков наследуются

независимо друг от друга. До 2015 года генетически подтвержденных мутаций окраски волосяного покрова у соболей зарегистрировано не было. Считалось, что общее разнообразие окраски в природе и при клеточном разведении соболей обусловлено наличием генов-модификаторов, в разной степени подавляющих в волосах пигментообразование (36).

Для соболей характерна более светлая окраска головы по сравнению с туловищем, что обусловлено действием природных генов-супрессоров, тормозящих развитие пигмента в волосе. Черноголовые особи, у которых окраска головы и туловища не различается, получены в результате многолетнего отбора на затемнение окраски меха в зверосовхозе «Пушкинский» (36, 37). Черноголовость определяется тем, что гены-модификаторы (полигены черноголовости) снимают подавление пигментообразования, осуществляемое природными генами-супрессорами. Черноголовость передается по наследству как количественный признак, положительно коррелирует с общей окраской волосяного покрова, затемнение которого ускоряется при скрещивании обычных соболей с черноголовыми (37, 38). Согласно требованиям ОСТ 1010-86, 5 баллов за окраску опушения получают наиболее темные особи черного или темно-коричневого типа. Зверей, не удовлетворяющих этим требованиям, при селекции выбраковывали. Поскольку почти у всех пород и типов пушных зверей гетерозиготные особи, как правило, имеют худшую оценку по окраске, чем гомозиготные, то из стада при этом удалялись возможные носители мутантных генов окраски. При завозе отловленных соболей стандартной окраски (всего шесть самцов, из них пять с Камчатки) в 1991 году стали появляться звери с некоторым осветлением окраски (с бежевым, пастелевым и серым оттенками) (39-41).

За 25 генераций промышленной domestikации 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 разной интенсивности. По характеру наследования этого фенотипа было высказано предположение о наличии у соболей двух мутаций, определяющих проявление белой пятнистости (30). Одна из них произошла в доминантном гене, эффект которой проявляется как в гетеро-, так и в гомозиготном состоянии. Другая мутация, по-видимому, затрагивает полудоминантный ген с рецессивным летальным эффектом. В гетерозиготном состоянии он обуславливает развитие белой пятнистости, 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-суточного возраста (30).

Первый щенок соболя пастелевой окраски был получен от пары черных соболей в 2005 году (зверохозяйство «Пушкинское»). Ранее у этих родителей было девять черных щенков в трех скрещиваниях. Генеалогический анализ родословной первых пастелевых родителей показал, что все их предки на протяжении трех поколений имели черную окраску меха. В исследовании (41) А.Д. Манакхов с соавторами не выявили ни гомозиготных, ни гетерозиготных по *TYRP1b* соболей в природных популяциях и предполагают, что пастелевый вариант соболя возник *de novo* в зверохозяйстве «Пушкинское». Родительские формы пастелевой окраски как при гомогенном подборе пар, так и при спаривании с черными соболями в большинстве случаев дают расщепление в потомстве по цвету волосяного

покрова. По данным Г.А. Кузнецова (39, 40), пастелевая окраска обусловлена доминантной мутацией. Гомозиготный генотип по пастелевой окраске *PP*, гетерозиготный *Pp*. Таким образом, пастелевая окраска волосяного покрова у клеточных соболей — первая доказанная мутация у этих животных. Присутствие в генотипе *Pp* доминантного мутантного гена может изменить тон окраски, при наличии двух мутантных генов *PP* их действие усилится. Кроме того, возможно влияние сопутствующих генов, в частности генов-модификаторов (41).

Соболей современной клеточной популяции в России можно разделить на следующие фенотипические группы в зависимости от степени осветления окраски за счет увеличения экспрессии генов-модификаторов: стандартные чистопородные, характерные для породы черный соболь, с отсутствием активности генов-модификаторов; стандартные помесные первого поколения, полученные от скрещивания чистопородных черных и пастелевых зверей (в том числе с осветленными ушами, мордочкой или головой); стандартные осветленные (наподобие лавандовых, дымчатых и других оттенков, осветляющих окраску); темные пастелевые; пастелевые среднего тона; светлые пастелевые; хорькового типа; паломиновые (при высокой экспрессии генов-модификаторов возможно рождение белых соболей) (40, 41).

В настоящее время в результате работы по отлову, разведению и селекции соболя в России созданы и утверждены породы Черный соболь (1969 год, патентообладатель ФГУП «Русский соболь»), Салтыковская 1 (2007 год, патентообладатель АО «Племенной зверосовхоз «Салтыковский»), Салтыковская серебристая (2020 год, патентообладатель АО «Племенной зверосовхоз «Салтыковский», ФГБУН Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова) и породный тип Пушкинский янтарный (2018 год, патентообладатель ФГУП «Русский соболь») (31, 42, 43). Однако международные торги последних лет показывают, что в настоящее время растет интерес к шкуркам промыслового соболя, их доля от выставленных на продажу составляет в среднем 86 %, в то время как шкурки клеточного соболя реализуются в среднем на 27 % (43, 44, 45). По мнению специалистов звероводческих хозяйств и аукционных домов, причина заключается в снижении качества опушения при domestikации соболя: волосяной покров стал более толстый и грубый, менее шелковистый, с низкой вариабельностью окраски и тона, следовательно, требуется расширение ассортимента продукции. Наиболее востребованы в настоящее время шкурки соболей с 5-7-м цветом, среднего тона, каштанового оттенка, с шелковистым мехом (43, 44). Расширение ассортимента продукции соболеводства возможно за счет спаривания соболей клеточного разведения с особями диких популяций.

В настоящей работе нами впервые в истории современной России проанализированы результаты спаривания соболя клеточного разведения и промыслового. Изучены показатели воспроизводительной способности промысловых самцов (якутского, иркутского и енисейского кряжей) и самок породы Салтыковская 1, разводимых в условиях ООО «Звероплемзавод «Савватьево» (Тверская обл.). Проведен сравнительный анализ динамики роста чистопородных и помесных щенков соболей. Разработаны новые требования к бонитировке (индивидуальной оценке) помесного молодняка. Проведена комплексная оценка размера тела, качества опушения и окраски волосяного покрова помесного молодняка. Проанализированы результаты подбора родительских пар с целью получения помесных соболей для производства конкурентоспособной шкурковой продукции, соответствующей современным требованиям рынка.

Цель исследования заключалась в сравнении особенностей гона и

шенения у использованных в эксперименте соболей клеточного разведения и промысловых, в оценке скорости роста чистопородного и помесного молодняка в период выращивания и эффективности подбора родителей при спаривании промыслового соболя с сободем клеточного разведения для обоснования технологии селекции соболя по окраске и показателям качества волосяного покрова.

Методика. Работу проводили в ООО «Звероплемзавод «Савватьево» (Тверская обл., 2021-2022 годы). В 2020-2021 годах в хозяйство была завезена экспериментальная партия промысловых соболей *Martes zibellina* L. (2 самки и 10 самцов), отловленных в Сибири (якутский, иркутский и енисейский края) для спаривания с сободем клеточного разведения, которое провели в июле 2021 года. Для спариваний с промысловыми самцами отобрали наиболее высокопродуктивных доместифицированных самок в возрасте от 2 до 9 лет со средней плодовитостью 3,5-5,5 гол. Самки №№ 5190002 и 5200004 были промысловыми (завезены соответственно из Кемеровской области и Республики Саха—Якутия). В дальнейшем из выборки исключили самца № 5180001 из природной популяции (не покрыл ни одной самки), промысловых самок №№ 5200004, 5190002 и чистопородных самок №№ 3150516, 2180360, 2150620, 3150026, 3150078, 1180150, 1190132, не давших приплода. В итоге выборка включила 9 промысловых самцов и 18 чистопородных самок.

В апреле 2022 года самки ошенились. По результатам щенения в мае 2022 года были сформированы две группы соболей: I группа — чистопородные щенки (35 самцов, 30 самок), полученные в результате спаривания чистопородных самцов и самок (контроль), II группа — помесные щенки (39 самцов, 30 самок) от спаривания чистопородных и промысловых соболей. Группы были сформированы с учетом даты рождения щенка, возраста матери, ее средней плодовитости за предыдущие годы.

С мая по октябрь 2022 года проводили сравнение показателей роста чистопородного и помесного молодняка. Щенков контрольной и опытной группы после отсадки от матерей (в 45-суточном возрасте) измеряли и взвешивали каждые 15 сут до 60-суточного возраста и далее каждые 30 сут до 150-суточного возраста. Промеры (длина тела, обхват груди за лопатками) проводили при помощи мерной ленты с точностью до 0,5 см. Молодняк взвешивали на электронных весах Vibra AJ-620 IE («SHINKO DENSHI Co., Ltd.», Япония), с точностью до 10 г. Ежемесячно рассчитывали абсолютный и относительный прирост живой массы и длины тела.

Индивидуальную бонитировку щенков в возрасте 6 мес и их родителей провели в октябре 2022 года. У щенков оценивали размеры тела, телосложение, качество опушения, окраску и дополнительные признаки (горловое пятно, седина), у родителей — окраску. Использовали ОСТ 1010-86 «Отраслевой стандарт. Сельскохозяйственные животные. Пушные звери клеточного разведения. Зоотехнические требования при бонитировке (оценке)» (М., 1986) с разработанными нами дополнениями. У чистопородного и помесного молодняка (с учетом требований по бонитировке помесного молодняка желательного типа) учитывали размер, качество опушения, качество окраски волосяного покрова. При бонитировке молодняка особое внимание уделяли наличию в экспериментальном поголовье соболей желательного типа окраски, свойственного дикому соболю (5-7-й цвет, средний тон, каштановый оттенок).

В ноябре 2022 года результаты спариваний и щенения оценили по следующим показателям: число самцов, покрывавших и не покрывавших самок, число покрытых самок, число пропустовавших самок, число благо-

получно оценившихся самок, плодовитость, число щенков, зарегистрированных к отсадке, выход молодняка.

В декабре 2022 года по материалам зоотехнической документации проанализировали результаты подбора родителей для спариваний промышленного соболя с соболем клеточного разведения и оценили корреляционную зависимость между окраской родителей и молодняка (коэффициент корреляции Пирсона).

Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом вариационной статистики с применением компьютерной программы Microsoft Excel и пакетов статистического анализа Statistica 6.0 («StatSoft, Inc.», США). Рассчитывали средние значения (M) и стандартные ошибки среднего ($\pm SEM$). Значимость различий оценивали по t -критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты. Известно, что частота мутаций возрастает при выходе организма за пределы оптимума обитания, при стрессовых условиях и физиологическом дискомфорте (46). Популяции, обитающие в условиях периферийного пессимума ареала, находятся на пределе адаптационных возможностей организма, что должно приводить к более быстрому накоплению мутаций. Якутия характеризуется наиболее суровыми условиями обитания в ареале соболя, где вероятность встречаемости особей с нестандартной окраской волосяного покрова может быть наиболее высока. В настоящее время среди шкур соболей из разных районов Якутии отмечается достаточно высокая доля светлоокрашенных (46). Особенно много особей со светлым мехом в выборках из северо-западной и западной популяций (46). Практически во всех эколого-географических зонах произошло смещение цветового соотношения в сторону осветления. По мнению Н.Н. Осиповой с соавт. (46) большие перспективы для зверохозяйств России могла бы иметь работа по вовлечению в селекцию соболей из северо-таежных районов Якутии, особенно из очагов с частотой встречаемостью нестандартной окраски (46). Мы использовали в скрещиваниях соболей якутского, иркутского и енисейского кражей. Схемы скрещиваний промысловых и domestцированных соболей представлены в таблице 1.

1. Схема спариваний промысловых самцов соболя *Martes zibellina* L. с самками разного происхождения (ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., 2021 год)

№ самца	№ самки	Возраст самки в 2021 году	Средняя плодовитость самки за предыдущие годы, гол.	Происхождение самок
5190011	3130566	8 лет	4,0	ООО «Восток», Краснодарский край
	3120714	9 лет	4,0	
	2180488	3 года	4,0	ФГУП «Русский соболь», Московская обл.
	2180360	3 года	4,5	ФГУП «Русский соболь», Московская обл.
	3150516	6 лет	4,0	ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл.
	2150820	6 лет	4,4	ФГУП «Русский соболь», Московская обл.
	1150338	6 лет	4,6	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край
	1150054	6 лет	4,6	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край
5190001	3170006	4 года	2,0	ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл.
	3160206	5 лет	4,5	ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл.
	1150142	6 лет	4,2	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край

5200011	4180174	3 года	4,0	ООО «Звероплемзавод «Савватьево» ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл. ФГУП «Русский соболь», Московская обл.
	3150034	6 лет	5,2	
	2150620	6 лет	3,8	
5190007	1150214	6 лет	4,0	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл. ФГУП «Русский соболь», Московская обл.
	3170380	4 года	3,3	
	2150608	6 лет	2,6	
	1190098	2 года	2,0	
5190003	5190002	2 года	4,0	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край Отловлены в Нюренгри, Республика Саха—Якутия
	3160032	5 лет	3,5	
	3150026	6 лет	2,2	
5200013	3170454	4 года	4,0	ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл. ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл.
	3150078	6 лет	4,4	
5200009	1180150	3 года	5,5	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край ООО «Зверохозяйство «Знаменское», Тверская обл.
	3150562	6 лет	4,0	
5190005	1190132	2 года	0,0	ООО «Племзверокомплекс «Магистральный», Алтайский край
5190009	5200004	Возраст неизвестен	Пустая	Отловлены Мариинске, Кемеровская обл.

5180001 Не покрывал самок

Примечание. Использованы самки породы Салтыковская 1.

В таблице 2 представлены результаты щенения в экспериментальной партии соболей в 2022 года. Из 9 самцов, участвовавших в гоне в 2021 году, только 8 покрыли самок (см. табл. 2). Лучшие результаты гона имел самец № 5190011, покрывший 8 самок, из которых 6 оценились. Самцы №№ 5190003, 5200013 и 5200009 покрыли по 2 самки, но из них оценилась только каждая вторая. Самец № 5180001 не покрыл ни одной самки. Всего из 25 покрытых самок 72 % дали приплод, остальные (28 %) пропустовали. В итоге от 18 самок получили 77 щенков, из которых 6 пали до регистрации выхода щенков.

2. Результаты щенения при спариваниях промысловых самцов соболей *Martes zibellina* L. с самками разного происхождения (ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., 2022 год)

№ самца	Покрыл/оценилось	№ самки	Дата щенения	Плодовитость, гол.	Пало до регистрации, гол.	Выход, гол.
5190011	8/6	2180488	14.04	5	0	5
		3120714	18.04	3	0	3
		3130566	05.04	4	1	3
		1150054	12.04	4	0	4
		1150338	02.04	6	0	6
		2150820	28.03	7	4	3
		3150516 2180360	Пустая Пустая			
5190001	3/3	1150142	09.04	4,8	0	3,0
		3160206	10.04	4	0	6
		3170006	14.04	4	0	4
				4	0	4
5200011	4/3	1150214	01.04	4,7	1	4,7
		2150620	Пустая	5	0	4
		3150034	15.04	4	0	4
		4180174	19.04	4	0	4
				4,3		3,0

5190007	4/4	2150608	11.04	M	4	0	4
		3170380	17.04		4	0	4
		1190098	14.04		2	0	2
		5190002	14.04		4	2	0
5190003	2/1	3150026	Пустая	M	3,3	0	3,3
		3160032	19.04				
5200013	2/1	3150078	Пустая	M	4,0	0	2,0
		3170454	11.04				
5200009	2/1	3150562	20.04	M	3	0	2,0
		1180150	Пустая				
5190005	1/0	1190132	Пустая	M	3,0		1,5
5180001	Не покрывал самок						

Примечание. Номера животных см. в таблице 1. Использованы самки породы Салтыковская 1 (самка № 5190002 отловлена в природе). M — в среднем потомство самца от всех покрытых самок и средний выход потомства. Плодовитость — число щенков (живых и мертвых), полученных от благополучно оцененной самки. Пало до регистрации — число щенков, не доживших до отсадки от матери (45-суточный возраст). Выход — число щенков, доживших до 1 ноября текущего года (дата учета).

Лучшие средние показатели по плодовитости мы отмечаем у самок, покрытых самцом № 5190011 (4,8 гол.) и № 519001 (4,7 гол.), хорошие результаты были у самок, покрытых самцом № 5200011 (4,3 гол.). По деловому выходу на основную самку лидирующее положение занимает самец № 519001 (4,7 гол.). У самца № 5190011 из-за двух пропустивших самок и отхода молодняка 17,2 % деловой выход снизился до 3 щенков, что может быть связано с большой нагрузкой (самец покрыл 8 самок при полигамии вида 1:4).

Полученные нами результаты спаривания промысловых самцов с чистопородными самками соответствуют показателям размножения соболей клеточного разведения (47, 48).

3. Воспроизводительная способность чистопородных матерей (*Martes zibellina* L.), от которых получили соболей контрольной и опытной групп при спариваниях с самцами разного происхождения (ООО «Зверопроект» «Савватеево», Тверская обл., 2022 год)

Показатель, гол.	I группа (контроль)	II группа (опыт)
Благополучно оцененных самок	18	18
Получено щенков	73	77
Средняя плодовитость	4,1	4,3
Пало до регистрации	2	6
Получено живых щенков	71	71
Выход на благополучно оцененную самку	3,9	3,9

Примечание. Использованы самки породы Салтыковская 1. В контрольной группе получено 35 самцов и 30 самок (чистопородные зверьки), в опытной — 39 самцов и 30 самок (помесные зверьки).

Оценка воспроизводительной способности чистопородных матерей, от которых получили соболей контрольной и опытной групп в 2022 году (табл. 3), показала, что при незначительных различиях в средней плодовитости и числе полученных щенков в пользу матерей помесных щенков от промысловых самцов число павших помесных щенков оказалось выше. В результате выход щенков к ноябрю и средний выход щенков на благополучную самку в обеих группах были одинаковыми (см. табл. 3).

4. Динамика живой массы и промеров у соболей *Martes zibellina* L. в потомстве от спаривания промысловых соболей с соболями породы Салтыковская 1 (M±SEM, ООО «Зверопроект» «Савватеево», Тверская обл., 2022 год)

Группа	Показатель	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
I группа (контроль):							
самки (n = 30)	масса, г	637,5±25,5	855,9±21,4	994,2±15,6	1145,8±100,9	1120,7±16,1*	1138,7±25,4
	длина, см	30,5±0,5	37,3±0,7	40,7±0,3	41,9±0,3	42,6±0,2	42,4±0,3
	обхват, см	18,4±0,4	20,2±0,2	20,4±0,2	20,7±0,2	20,8±0,2	—

Продолжение таблицы 4							
самцы	масса, г	679,8±34,8	967,6±34,5	1158,5±17,7	1221,4±14,0	1267,7±12,9	1279,6±17,8
(n = 35)	длина, см	30,9±0,6	37,7±0,8	43,2±0,37	44,7±0,3	45,7±0,3	45,6±0,5
	обхват, см	19,1±0,4	22,18±0,16	22,3±0,1	22,7±0,2	22,8±0,1	–
II группа (опыт):							
самки,	масса, г	614,4±29,3	820,1±28,1	956,7±18,5	1022,8±14,8	1065,3±15,8	1111,3±18,7
(n = 30)	длина, см	30,3±0,4	36,4±0,8	40,2±0,4	41,7±0,3	42,7±0,2	42,9±0,2
	обхват, см	18,6±0,4	19,8±0,3	20,1±0,2	20,5±0,2	21,0±0,2	–
самцы,	масса, г	746,3±26,8	1048,0±33,5	1246,0±17,2**	1309,5±12,8***	1480,5±28,0***	1560,0±68,5***
(n = 39)	длина, см	32,1±0,2	38,9±1,0	44,0±0,4	45,4±0,3	46,5±0,3	47,8±0,6**
	обхват, см	20,3±0,4*	21,9±0,2	22,2±0,1	22,1±5,4	22,8±0,2	–

Примечание. Прочерки в таблице означают, что измерения не проводили.

*, **, *** Различия между группами статистически значимы соответственно при $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$

5. Абсолютный и относительный прирост массы и размеров тела у соболей *Martes zibellina* L. в потомстве от спаривания промысловых соболей с соболями породы Салтыковская I ($M \pm SEM$, ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., июль-ноябрь 2022 год)

Группа	Прирост живой массы		Прирост длины тела	
	абсолютный, г	относительный, %	абсолютный, см	относительный, %
В возрасте 60 сут				
I группа (контроль):				
самки (n = 30)	4,6±0,1	16,2	0,11±0,03	9,12
самцы (n = 35)	6,4±0,2	19,7	0,18±0,03	14,59
II группа (опыт):				
самки (n = 30)	4,6±0,1	16,7	0,13±0,05	10,44
самцы (n = 39)	6,6±0,2	18,9	0,17±0,04	13,11
В возрасте 90 сут				
I группа (контроль):				
самки (n = 30)	5,1±0,2	15,2	0,04±0,02	2,95
самцы (n = 35)	2,1±0,1	5,4	0,05±0,01	3,47
II группа (опыт):				
самки (n = 30)	2,2±0,1	6,9	0,05±0,02	3,73
самцы (n = 39)	2,1±0,1	5,1	0,05±0,02	3,18
В возрасте 120 сут				
I группа (контроль):				
самки (n = 30)	-0,8±0,1	-2,2	0,02±0,01	1,67
самцы (n = 35)	1,5±0,1	3,8	0,03±0,01	2,24
II группа (опыт):				
самки (n = 30)	1,4±0,1	4,2	0,03±0,01	2,40
самцы (n = 39)	5,7±0,2	13,1	0,04±0,01	2,42
В возрасте 150 сут				
I группа (контроль):				
самки (n = 30)	0,6±0,1	1,6	-0,01±0,01	-0,47
самцы (n = 35)	0,4±0,1	0,9	0,00±0,00	-0,22
II группа (опыт):				
самки (n = 30)	1,5±0,1	4,3	0,01±0,01	0,47
самцы (n = 39)	2,7±0,1	5,4	0,04±0,01	2,80

Максимальная средняя живая масса на начало эксперимента (июнь) и до его окончания (ноябрь) была у помесных самцов. У чистопородных самцов в июне средняя живая масса была на 66,5 г меньше (различия недостоверны). В ноябре эта разница у самцов из опытной и контрольной групп составила 280,4 г ($p \leq 0,001$). Это подтверждается показателями абсолютного и относительного прироста массы тела, представленными в таблице 5.

Помесные самки из II группы в начале эксперимента по живой массе уступала контрольным на 23,1 г (различия недостоверны). У чистопородных самок наблюдался резкий прирост живой массы с августа по сентябрь, однако в октябре этот показатель снижался, а в ноябре он стабилизировался. Показатели абсолютного и относительного прироста массы тела у самок контрольной группы в сентябре составили соответственно -0,8 г и -2,2 % (см. табл. 5). У помесных самок живая масса изменялась более плавная, без резких скачков. В ноябре контрольные самки превосходили опытных по живой массе на 27,4 г (различия недостоверны).

В начале эксперимента самцы из II группы по длине тела превосходили самцов из контрольной группы на 1,2 см (см. табл. 4, различия недостоверны). Значительных колебаний показателей длины тела у самцов обеих групп с июня по октябрь не отмечали. Однако в октябре помесные самцы продолжали расти, а у контрольных длина тела стабилизировалась и к ноябрю практически не изменилась. Об этом свидетельствуют показатели абсолютного и относительного прироста длины тела (см. табл. 5). Абсолютный и относительный прост длины тела в начале опыта у самцов контрольной группы составил соответственно 0,18 г и 14,59 %, у самцов опытной группы — 0,17 г и 13,11 %. В конце опыта указанные приросты составили у контрольных самцов соответственно 0 г и -0,22 %, у самцов опытной группы — 0,04 г и 2,8 %. В конце эксперимента разница по длине тела между клеточными и помесными самцами составила 2,2 см в пользу последних ($p \leq 0,01$).

Значительной разницы по длине тела между контрольными и опытными самками на всем протяжении исследований не обнаружено.

Данные, представленные в таблицы 4, показывают, что в начале эксперимента помесные самцы по обхвату груди за лопатками превосходили самцов контрольной группы на 1,2 см ($p \leq 0,05$). Однако с июня по июль у чистопородных самцов происходило более ускоренное увеличение этого показателя. С июля у самцов контрольной группы обхват груди за лопатками стабилизировался, у помесных самцов — уменьшился в сентябре, что, по видимому, связано со снижением их живой массы в указанный период. У контрольных и помесных самок отмечали увеличение обхвата груди за лопатками до июля, затем его стабилизацию.

Известно, что окраска ости и подпуши обусловлена множественными генами. Таким образом, наследование окраски у соболя — весьма сложный, полигенный процесс и в достаточной мере еще не изученный (1, 37). В природе цвет меха варьирует от соломенно-желтого, песочного, оранжевого до смоляно-черного с множеством переходных вариантов (10). В настоящее время в соответствии с ОСТ 1010-86 желательным типом окраски темно-коричневых соболей является темно-коричневая до почти черной, однотонная по всему телу. Пух должен быть темно-серый с голубым оттенком, равномерно окрашенный по всей длине волоса. Оценка за окраску снижается, если вершины пуховых волос темно-каштановые, каштановые, кроющие волосы коричневые или светло-коричневые, окрас боков и черева более светлый, цвет пуха серый разной интенсивности со светло-каштановыми вершинами. При сортировке шкурок соболей на аукционе АК «Союзпушнина» окраску оценивают по цвету шкурки от 1 (самый темный) до 10 (самый светлый), по тону (1 — темный, 2 — средний, 3 — светлый) и оттенку (1 — голубой, 2 — каштановый, 3 — красный). Оценивают также седину, подразделяя шкурки на шесть категорий: глухой (без седины), 1 — легко седой, 2 — седой, 3, 4, 5 — ярко-седой (45).

Мы изменили требования к окраске помесных соболей с учетом желательного типа. Оценивали отдельно цвет ости, тон (окраска пуха), оттенок (окраска вершин пуховых волос), седину, горловое пятно. В процессе бонитировки молодняка I (контрольной) и II (опытной) групп мы изучили окраску элементов волосяного покрова (табл. 6).

Молодняк контрольной группы имел две вариации окраски кроющих волос — почти черная (47 % у самок, 81 % у самцов) и темно-коричневая (53 % у самок, 19 % у самцов). Во II группе у самцов и самок этот признак варьировал в пределах четырех цветовых категорий. У помесных опытных самок и самцов преобладала темно-коричневая окраска (соответ-

ственно 38 и 60 %). Осветленная окраска ости была сильнее выражена у помесных самок (31 % — коричневая, 23 % — светло-коричневая), чем у самцов (28 % — коричневая, 8 % — светло-коричневая). Наибольшее разнообразие по окраске основания пуховых волос наблюдается у самцов контрольной и опытной группы. У них выявлено 5 категорий окраски. У самок контрольной группы наблюдается 4 вариации окраски основания пуха. Наименьшее количество вариаций встречается у самок опытной группы. Чаще всего встречались серая (40-73 %) и темно-серая (13-31 %) вариации окраски. Серо-коричневую окраску основания пуха имели соответственно в 16 %, 8 % и 7 % случаев у контрольных самцов, помесных самцов и контрольных самок. Серая с голубым оттенком окраска основания пуха была редкой (4 % случаях у контрольных и помесных самцов). Таким образом, значительных различий в окраске основания пуховых волос у контрольных и помесных самок мы не выявили, но самцы оказались наиболее вариабельными по окраске основания пуха по сравнению с самками.

6. Распределение (%) вариантов окраски волосяного покрова в потомстве от спаривания промысловых соболей (*Martes zibellina* L.) с соболями породы Салтыковская 1 (ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., 2022 год)

Элемент волосяного покрова	Окраска	I группа (контроль)		II группа (опыт)	
		самки (n = 30)	самцы (n = 35)	самки (n = 30)	самцы (n = 39)
Кроющие волосы	Почти черная	47	81	8	4
	Темно-коричневая	53	19	38	60
	Коричневая	0	0	31	28
	Светло-коричневая	0	0	23	8
Основания пуха	Серое	73	45	69	40
	Темно-серое	13	27	31	28
	Светло-серое	7	8	0	20
	Серо-коричневое	7	16	0	8
	Серое с голубым оттенком	0	4	0	4
	Однотонные	40	42	8	8
Вершин пуха	Каштановые	53	31	53	32
	Коричневые	7	27	16	28
	Бежевые	0	0	15	4
	Оранжевый оттенок	0	0	8	0
	Белесые	0	0	0	12
	Светло-серые	0	0	0	16

Для помесных самцов было характерно наибольшее разнообразие в окраске вершин пуховых волос (см. табл. 6). У зверей II группы встречалось 6 вариаций этого признака. У помесных самок из II группы выявили 5 вариантов окраски. У контрольных самцов и самок признак варьировал в пределах трех цветовых категорий. Каштановая окраска вершин пуховых волос была наиболее распространенным вариантом у контрольных и помесных самок (53 % у особей обеих групп). Однотонные вершины чаще всего встречались у контрольных самцов и самок (соответственно 42 % и 40 % случаев). Полученные данные указывают на то, что помесный молодняк (как самцы, так и самки) более вариабелен по окраске вершин пуховых волос. Однообразие окраски вершин пуховых волос у контрольных самцов и самок свидетельствует о том, что однотонность окраски пуха — один из главных селекционных признаков при разведении темных соболей, и многие десятилетия во всех соболеводческих хозяйствах проводили отбор наиболее темных особей с подпушью без зонарной окраски (31, 33, 38, 44).

При оценке качества опушения, окраски волосяного покрова и дополнительных признаков (седина, горловое пятно) помесного молодняка (табл. 7) особое внимание уделяли наличию в экспериментальном поголовье соболей желательного типа окраски, свойственного дикому соболю (5-7-й цвет, тон 2 — средний, пух 2 — с каштановыми вершинами).

7. Результаты бонитировки помесных соболей *Martes zibellina* L. в потомстве от спаривания промысловых соболей с соболями клеточного разведения (ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., 2022 год)

Качество		Цвет		Тон		Оттенок		Седина		Горловое пятно	
балл	%	обозначение	%	балл	%	балл	%	балл	%	балл	%
Помесные самки (II группа, n = 30)											
5	30,0	1-й	23,4	1	43,3	1	6,7	0	86,7	5	80,0
4	66,7	2-й	20,0	2	46,7	2	83,3	1	6,7	4	13,3
3	3,3	3-й	30,0	3	10,0	2/3	6,7	2	3,3	2	6,7
		4-й	23,3			3	3,3	3	3,3		
		6-й	3,3								
M = 4,26	100	M = 2,66	100	M = 1,67	100	M = 2,03	100	M = 0,23	100	M = 4,67	100
Помесные самцы (II группа, n = 38)											
5	42,1	1-й	7,9	1	26,3	2	94,7	0	89,5	5	81,6
4	50,0	2-й	21,0	2	50,0	2/3	5,3	1	10,5	4	2,6
3	7,9	3-й	44,7	3	23,7					3	2,6
		4-й	18,4							2	13,2
		5-й	5,4								
		6-й	2,6								
M = 4,34	100	M = 3,00	100	M = 1,97	100	M = 2,05	100	M = 0,10	100	M = 4,52	100

Бонитировка полученного помесного молодняка (см. табл. 7) показала, что качество волосяного покрова у самцов на 0,08 балла выше, чем у самок. По цвету помесные самцы светлее самок на 0,34 балла и ближе к желательному цвету. По тону полученный молодняк приближался к желательному, по оттенку также соответствовал (2,03 балла у самок и 2,07 балла у самцов). Среди полученных помесных самцов меньше особей с сединой, чем среди самок (10,5 % против 13,0 %). У клеточных соболей, для которых горловое пятно нежелательно, оно практически отсутствует, но передалось полученному молодняку (средний балл по самкам 4,67, по самцам 4,52) (см. табл. 7).

Ранее было показано, что у пастелевых особей интенсивность и оттенки пигментации значительно варьируют. Окраска остевых волос от очень светло-коричневой до темно-коричневой, иногда сходная с обычным темным соболем, подпуши — от темно-серой до светло-серой, почти голубой, с вершинами волос от светло-коричневого до коричневого цвета. При этом тон окраски ости почти всегда коррелирует с цветом подпуши (39, 40). В нашем эксперименте установлена подобная корреляция.

8. Распределение (%) окраски среди молодняка помесных соболей *Martes zibellina* L. при разных типах спаривания промысловых соболей с соболями клеточного разведения (ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., 2022 год)

Тип спаривания в зависимости от цвета ости родителей (мать × отец)	n	Цвет ости молодняка					
		1	2	3	4	5	6
1 × 1	6	83,3	0	0	16,7	0	0
1 × 2	13	23,1	30,7	23,1	23,1	0	0
1 × 6	26	0	11,5	65,4	19,3	3,8	0
1 × 7	4	0	0	0	25,0	25,0	50,0
2 × 2	10	20,0	60,0	20,0	0	0	0
2 × 6	5	0	20,0	40,0	40,0	0	0
3 × 6	4	0	0	50,0	50,0	0	0

В вариантах с гетерогенным подбором родителей по цвету ости волосо (мать × отец: 1 × 6, 1 × 7, 2 × 6, 3 × 6; табл. 8), то есть при спариваниях светлых самцов с темными самками в потомстве преобладают особи, имеющие промежуточную или осветленную окраску остевых волос, характерную для самцов. При гомогенном подборе (1 × 1, 2 × 2, см. табл. 8) при спаривании темных самок с темными самцами полученный молодняк имеет более темный цвет волосяного покрова. Однако при таком типе подбора, кроме темных зверей, выщепляются особи с 4-м цветом, что соответствует

светло-коричневой окраске. Очевидно, что интенсивность цвета кроющих волос наследуется как количественный полигенный признак. То же отмечали Г.А. Кузнецов, К.В. Харламов (36) и Г.А. Кузнецов (37). Для соболей характерна более светлая окраска головы по сравнению с туловищем, что обусловлено действием природных генов-супрессоров, тормозящих развитие пигмента в волосе. Черноголовые особи, у которых окраска головы и туловища не различается, получены в результате многолетнего отбора на затемнение окраски меха в зверосовхозе «Пушкинский» (36, 37).

Результаты исследований по получению осветленных щенков соболей (2004–2010 годы) свидетельствуют о том, что паломининовая и пастелевые окраски обусловлены не олигогенными мутациями, а действием генов-модификаторов, вызывающих разную степень осветления стандартной окраски. Возможно, что по своей природе это рецессивные полигены с неполным проявлением. Гомозиготность по ним обеспечивает рождение белых щенков, которые погибают в первые дни жизни, а выжившие с меньшим набором (или сниженной экспрессией) генов имеют светло-пастелевую окраску (39, 40). По мнению А.П. Нюхалова с соавт. (38), степень затемнения волосяного покрова тоже контролируется полигенно и наследуется по типу рецессивного эпистаза (38). Поскольку соболей, гомозиготных по генам черной окраски, очевидно, не существует, то естественно, что даже самые черные особи являются носителями части генов в гетерозиготном состоянии и при спаривании между собой дают не только себе подобных, но и уклоняющихся в ту или иную сторону. Светлые оттенки бывают, как правило, у гетерозиготных по генам окраски зверей (38). Это означает, что ранее для сохранения существующей окраски из стада постоянно выбраковывали животных, гетерозиготных по рецессивным генам окраски, а иногда и по доминантным. Такая технология селекции исключает сохранение особей с иным цветом волосяного покрова. Поэтому закономерно, что в зверохозяйствах до недавнего времени отсутствовали соболя с официально зарегистрированными мутантными типами окраски (39). Цель проводимых нами исследований заключается в сохранении и улучшении существующих пород соболя и расширении ассортимента конкурентоспособной шкурковой продукции, соответствующей современным требованиям рынка.

9. Корреляционная зависимость между окраской у родителей и помесного молодняка при спаривании самок породы Салтыковская I и промысловых самцов соболей (*Martes zibellina* L.) (ООО «Звероплемзавод «Савватьево», Тверская обл., 2022 год)

Анализируемая связь	n		Коэффициент корреляции
	родители	потомки	
Матери—дочери	18	30	$r = 0,051$ ($p \geq 0,05$)
Матери—сыновья	18	35	$r = 0,098$ ($p \geq 0,05$)
Отцы—дочери	8	30	$r = 0,72$ ($p \leq 0,001$)
Отцы—сыновья	8	35	$r = 0,61$ ($p \leq 0,001$)

Полученные коэффициенты корреляции (табл. 9) показывают, что зависимости по окраске между матерями и дочерьми практически нет, то же по сыновьям (окраска матери не влияет на окраску сыновей). Иные результаты мы получили по влиянию самцов на окраску как сыновей ($r = 0,61$ при $p \leq 0,001$, зависимость прямая и высокая), так и дочерей ($r = 0,72$ при $p \leq 0,001$), причем в отношении дочерей даже выше. Следовательно, самцы лучше передали свои признаки по окраске волосяного покрова потомству.

В заключение отметим, что необходимо продолжить изучение особенностей наследования осветленной окраски при спариваниях промыслового соболя с чистопородным, чтобы выяснить, какие формы дикого соболя

могут обеспечить развитие желательной окраски волосяного покрова в популяции, существующей в ООО «Звероплемзавод Савватьево». Кроме того, следует подробно изучить, как наследуется мягкость и шелковистость волосяного покрова.

Итак, при спаривании с промышленными самцами соболя показатели размножения чистопородных самок не ниже таковых при спаривании с соболями клеточного разведения. В среднем выход на благополучно оцененную самку для обеих групп составил 3,9 щенка. В полученном потомстве помесные самцы превосходили чистопородных по показателям роста (живая масса и длина тела соответственно на 280,4 г при $p \leq 0,001$ и 2,2 см при $p \leq 0,01$). Клеточные самки несколько превосходили помесных по живой массе на 27,4 г ($p \geq 0,01$), но не отличались от них по длине тела и обхвату груди за лопатками. Чистопородное потомство (самцы и самки) соболей заканчивали рост на 2 мес раньше, чем помесные животные. Чистопородный молодняк имеет две вариации окраски кроющих волос — почти черную и темно-коричневую, у помесных самцов и самок признак варьирует в пределах четырех цветовых категорий (темно-коричневая, коричневая, светло-коричневая, почти черная). Значительных различий в окраске основания пуховых волос у чистопородных и помесных соболей мы не выявили, но при этом по окраске основания пуха все самцы оказались вариабельнее самок. Помесные самцы и самки более вариабельны по окраске вершин пуховых волос, тогда как у контрольных самцов и самок наблюдаемое единообразие окраски вершин пуховых волос свидетельствует о том, что однотонность окраски пуха — один из главных селекционных признаков при разведении темных соболей. У помесных самцов качество волосяного покрова выше, чем у самок, мех светлее и по цвету ближе к желательному. Аналогичная тенденция прослеживается по тону. По оттенку помесные самки больше соответствуют целевому показателю, чем самцы. Среди помесных самцов меньше особей с сединой, чем среди самок. Горловое пятно передалось как самкам, так и самцам. Вероятность получения ожидаемой окраски у помесного молодняка выше при спаривании светлых самцов с темными самками. При этом окраска матери не влияет на окраску дочерей и сыновей, тогда как отцы лучше передают признаки окраски потомству (по сыновьям $r = 0,61$, по дочерям $r = 0,72$; $p \leq 0,001$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакеев Н.Н., Монахов Г.И., Синецын А.А. *Соболь*. Вятка, 2003.
2. Li M., Xia W., Wang M., Yang M., Zhang L., Guo J. Application of molecular genetics method for differentiating *Martes zibellina* L. heart from its adulterants in traditional Chinese medicine based on mitochondrial cytochrome b gene. *Mitochondrial DNA*, 2014, 25(1): 78-82 (doi: 10.3109/19401736.2013.815167).
3. Hua Y., Xu Y., Zhang W., Li B. Complete mitochondrial genome reveals the phylogenetic relationship of sable *Martes zibellina* linkouensis. *Mitochondrial DNA Part A*, 2017, 28(2): 263-264 (doi: 10.3109/19401736.2015.1118070).
4. Li B., Wu D., Cai Y., Vladimir G.M., Zhang W., Xu Y. Genetic individualization of sable (*Martes zibellina* L. 1758) using microsatellites. *Anim. Cells Syst. (Seoul)*, 2018, 22(4): 253-258 (doi: 10.1080/19768354.2018.1494039).
5. Yan J., Wu X., Chen J., Chen Y., Zhang H. Harnessing the strategy of metagenomics for exploring the intestinal microecology of sable (*Martes zibellina*), the national first-level protected animal. *AMB Express*, 2020, 10(1): 169 (doi: 10.1186/s13568-020-01103-6).
6. Ma Y., Xu L. Distribution and conservation of sables in China. In: *Martens, sables, and fishers biology and conservation* /S.W. Buskirk, A.S. Harestad, M.G. Raphael, R.A. Powell (eds.). Ithaca, NY, Cornell University Press Cornell University Press, 1994: 255-261.
7. Li B., Malyarchuk B., He X.B., Derenko M. Molecular evolution and adaptation of the mitochondrial cytochrome b gene in the subgenus *Martes*. *Genet. Mol. Res.* 2013, 12(3): 3944-3054

- (doi: 10.4238/2013.September.23.13).
8. Рожнов В.В., Мещерский И.Г., Пишулина С.Л., Симакин Л.В. Генетический анализ симпатрических популяций соболя (*Martes zibellina*) и куницы (*M. martes*) на Северном Урале. *Генетика*, 2010, 46(4): 553-557.
 9. Каштанов С.Н., Свищева Г.Р., Лазебный О.Е., Колобков Д.С., Пишулина И.Г., Мещерский С.Л., Рожнов В.В. Влияние антропогенных факторов на генетическое разнообразие соболя (*Martes zibellina* L.). *Молекулярная биология*, 2015, 49(3): 449-445 (doi: 10.7868/S002689841503009X).
 10. Давлетов З.Х., Линейцева Э.Г. Изменчивость окраса и цветовой категории шкур соболя. *Сб. мат. V Всероссийской научно-практической Интернет-конференции по соболю (апрель-декабрь, 2005 год) «Проблемы соболиного хозяйства России»*. Киров, 2006: 29-39.
 11. Каштанов С.Н., Сулимова Г.Е., Шевырко В.Л., Свищёва Г.Р. Селекция соболя России: этапы промышленной domestikации и генетическая изменчивость. *Генетика*, 2016, 52(9): 1001-1011 (doi: 10.7868/S0016675816090071).
 12. Zhang R., Yang L., Ai L., Yang Q., Chen M., Li J., Yang L., Luan X. Geographic characteristics of sable (*Martes zibellina*) distribution over time in Northeast China. *Ecol. Evol.*, 2017, 7(11): 4016-4023 (doi: 10.1002/ece3.2983. eCollection 2017 Jun. PMID: 28616196)
 13. Su L., Liu X., Jin G., Ma Y., Tan H., Khalid M., Romantschuk M., Yin S., Hui N. Habitat elevation shapes microbial community composition and alter the metabolic functions in wild sable (*Martes zibellina*) guts. *Animals (Basel)*, 2021, 11(3): 865 (doi: 10.3390/ani11030865).
 14. Каштанов С.Н., Казакова Т.И. Генетическая изменчивость соболя (*Martes zibellina* L.) по генам белков крови. *Генетика*, 1995, 31(2): 234-238.
 15. Монахов В.Г. Генетический анализ аборигенных и интродуцированных популяций соболя (*Martes zibellina*) в России. *Генетика*, 2001, 37(9): 1281-1289.
 16. Каштанов С.Н., Свищева Г.Р., Пишулина С.Л., Лазебный О.Е., Мещеринский И.Г., Симакин Л.В., Рожнов В.В. Географическая структура генофонда соболя (*Martes zibellina* L.) на основе анализа микросателлитных локусов. *Генетика*, 2015, 51(1): 78-88 (doi: 10.7868/S001667581501004X).
 17. Монахов В.Г. Результаты реинтродукции соболя (*Martes zibellina*) соответствуют эффекту основателя. *Доклады академии наук*, 2018, 482(1): 194-197 (doi: 10.31857/S086956520003128-3).
 18. *Государственные доклады*. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/. Дата обращения: 06.04.2023.
 19. Bakeyev N.N., Sinitsyn A.A. Status and conservation of sables in the commonwealth of independent states. In: *Martens, sables, and fishers biology and conservation* /S.W. Buskirk, A.S. Harestad, M.G. Raphael, R.A. Powell (eds.). Ithaca, NY, Cornell University Press, 1994: 246-254.
 20. Buskirk S.W., Ma Y., Xu L. Sables (*Martes zibellina*) in managed forests of northern China. *Small Carnivore Conservation*, 1994, 10: 12-13.
 21. Hosoda T., Suzuki H., Tsuchiya K., Lan H., Shi L., Kryukov A.P. Phylogenetic relationships within *Martes* based on nuclear ribosomal DNA and mitochondrial DNA. In: *Martes: taxonomy, ecology, techniques, and management* /G. Proulx, H.N. Bryant, P.M. Woodard (eds.). Edmonton, Provincial Museum of Alberta, 1997: 3-14.
 22. Sheng H., Ohtaishi N., Lu H. *The mammals of China*. Beijing, China forestry Publishing House, 1999.
 23. Zhu Y., Li B., Zhang W., Monakhov V.G. Current status comparison of sable conservation and utilization in Russia and China. *Journal of Economic Animal*, 2011, 15(4): 198-202.
 24. Won C., Smith K.G. History and current status of mammals of the Korean Peninsula. *Mammal Review*, 1999, 29(1): 3-33 (doi: 10.1046/j.1365-2907.1999.00034.x).
 25. Murakami T., Asano M., Ohtaishi N. Mitochondrial DNA variation in the Japanese marten *Martes melampus* and Japanese sable, *Martes zibellina*. *Jpn. J. Vet. Res.*, 2004, 51(3-4): 135-142.
 26. Proulx G., Aubry K., Birks J., Buskirk S., Fortin C., Frost H., Krohn W., Mayo L., Monakhov V., Payer D., Saeki M., Santos-Reis M., Weir R., Zielinski W. World distribution and status of the genus *Martes* in 2000. In: *Martens and fishers (Martes) in Human-Altered Environments*. Boston, MA, Springer, 2005: 21-76 (doi: 10.1007/0-387-22691-5_2).
 27. Clark E.L., Munkhbat J., Dulamtsereen S., Baillie J.E.M., Batsaikhan N., Samya R., Stubbe M. *Summary conservation action plans for Mongolian mammals*. London, 2006, V. 1.
 28. Монахов В.Г. К сравнительной морфологии соболя (*Martes zibellina*, *Carnivora*, *Mustelidae*) Казахстана. *Зоологический журнал*, 2015, 94(4): 466-466 (doi: 10.7868/S0044513415040108).
 29. Liu G., Zhao C., Xu D., Zhang H., Monakhov V., Shang S., Gao X., Sha W., Ma J., Zhang W., Tang X., Li B., Hua Y., Cao X., Liu Z., Zhang H. First draft genome of the sable, *Martes zibellina*. *Genome Biol. Evol.*, 2020, 12(3): 59-65 (doi: 10.1093/gbe/evaa029).
 30. Колдаева Е.М. Салтыковский соболь. *Кролиководство и звероводство*, 1998, 5-6: 11.
 31. Балакирев Н.А., Трапезов О.В. Соболеводство — лидер клеточного пушного звероводства России. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*, 2018, 9: 66-71.
 32. Мишуков Л.К. С чего началось соболеводство? *Кролиководство и звероводство*, 1998, 5: 15.

33. Портнова Н.Т. Наш опыт разведения соболей. *Кролиководство и звероводство*, 1966, 4: 15-16.
34. Каштанов С.Н., Лазебный О.Е. Генофонд популяций соболя дикого и разводимого в условиях фермы. *Кролиководство и звероводство*, 2011, 5: 15-19.
35. Каштанов С.Н., Петришев В.Н., Казакова Т.И., Грачева С.А. Генетическая изменчивость соболя. *Кролиководство и звероводство*, 1996, 1: 6.
36. Кузнецов Г.А., Харламов К.В. Популяция клеточных соболей. *Кролиководство и звероводство*, 2014, 5: 12-14.
37. Кузнецов Г.А. Темная голова у соболей. *Кролиководство и звероводство*, 2012, 2: 14-16.
38. Нюхалов А.П., Свищева Г.Р., Чернова И.Е., Лазебный О.Е., Каштанов С.Н. Отбор на затемнение окраски волосяного покрова соболей и его связь с репродуктивностью. *Кролиководство и звероводство*, 2012, 6: 8-13.
39. Кузнецов Г.А. Клеточные соболи пастелевой окраски — первая олигоценная мутация. *Кролиководство и звероводство*, 2015, 3: 12-16.
40. Кузнецов Г.А., Харламов К.В., Федосеева Г.А., Максимова Л.В., Факторы, определяющие тон окраски волосяного покрова пастелевых соболей. *Кролиководство и звероводство*, 2015, 4: 20-22.
41. Manakhov A.D., Mintseva M.Y., Andreeva T.V., Filimonov P.A., Onokhov A.A., Chernova I.E., Kashtanov S.N., Rogaev E.I. Genome analysis of sable fur color links a lightened pigmentation phenotype to a frameshift variant in the tyrosinase-related protein 1 gene. *Genes (Basel)*, 2021, 12(2): 157 (doi: 10.3390/genes12020157).
42. Каштанов С.Н., Кириллушкин К.И., Федорова О.И. Новое селекционное достижение в звероводстве — порода соболя Салтыковская серебристая. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*, 2020, 9: 85-89 (doi: 10.26155/vet.zoo.bio.202009010).
43. Балакирев Н.А., Шумилина Н.Н., Федорова О.И., Орлова Е.А., Ларина Е.Е. Соболеводство России: история, состояние и перспективы его развития. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 2022, 251(3): 20-27 (doi: 10.31588/2413_4201_1883_3_251_20).
44. Балакирев Н.А., Новиков М.В., Реусова Т.В., Стрепетова О.А., Шумилина Н.Н., Орлова Е.А., Ларина Е.Е. Исследования некоторых товарных свойств, определяющих качество шкур соболя клеточного разведения и промышленного. *Кролиководство и звероводство*, 2022, 5: 19-20.
45. *Результаты торгов*. Режим доступа: <https://sojuzpushnina.ru/ru/aukciony/rezultaty-torgov>. Дата обращения: 06.04.2023.
46. Осипова Н.Н., Черкашина А.Г., Павлова А.И., Посельская С.Н., Захаров Е.С. Особенности окраски соболя в Якутии и перспективы его использования в клеточном звероводстве. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*, 2019, 4: 80-85 (doi: 10.26155/vet.zoo.bio.201904012).
47. Чекалова Т.М. Репродуктивный потенциал соболей и его рациональное использование в условиях клеточного разведения. *Кролиководство и звероводство*, 2015, 2: 16-20.
48. Чекалова Т.М., Орлова Е.А., Зотова А.А. Особенности механизма селекции на раннюю половую зрелость у самок соболей клеточного разведения. *Кролиководство и звероводство*, 2018, 3: 31-32 (doi: 10.24418/KIPZ.2018.3.0007).

ФГБОУ ВО Московская государственная академия
ветеринарной медицины и биотехнологии —
МВА им. К.И. Скрябина,

109472 Россия, г. Москва, ул. Академика Скрябина, 23,
e-mail: balakirev@mgavm.ru, kafedra.zverovodstva@yandex.ru ✉,
shumilina51@mail.ru, ox_fed@mail.ru, larina.85@list.ru, 6773285@gmail.com

Поступила в редакцию
10 января 2023 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2023, V. 58, № 4, pp. 726-744

ON THE MATING OF DOMESTICATED AND WILD SABLES (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) TO GENERATE GENOTYPES WITH VARIOUS FUR COLORING

N.A. Balakirev, E.A. Orlova ✉, *N.N. Shumilina, O.I. Fedorova, E.E. Larina, M.V. Novikov*

Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, 23, ul. Akademika Skryabina, Moscow, 109472 Russia, e-mail balakirev@mgavm.ru, kafedra.zverovodstva@yandex.ru ✉ (corresponding author), shumilina51@mail.ru, ox_fed@mail.ru, larina.85@list.ru, 6773285@gmail.com

ORCID:

Balakirev N.A. orcid.org/0000-0001-8980-263X

Orlova E.A. orcid.org/0000-0002-4368-4145

Shumilina N.N. orcid.org/0000-0002-1398-3291

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

Supported financially by the Russian Science Foundation, grant No. 22-26-00213, <https://rscf.ru/project/22-26-00213/>

Fedorova O.I. orcid.org/0000-0002-5779-0774

Larina E.E. orcid.org/0000-0002-4734-5773

Novikov M.V. orcid.org/0000-0002-2234-0239

Abstract

Sable (*Martes zibellina* L.) skins have always been in high demand on the fur market. At present, there is a trend towards an increase in interest in the skins of wild sables vs. cage-bred sables. According to experts from fur farms and auction houses, this is due to the inferior fur quality the cage-bred sables have during domestication, e.g., the hairline has become thicker and coarser, the fur is less silky, with a low variability in color and tone. According to the preferences of buyers at international fur auctions and the recommendations of auction house experts, sable skins with a fur color points 5 (brown with a golden tin), 6 (the color is somewhat lighter than for 5 points), and 7 (beige, sandy-golden with a dark brown ridge), of medium tone and chestnut shade are currently the most in demand. The assortment of sable breeding products can be expanded by matting with wild animals. This report presents the first results of obtaining hybrid animals with a fur color of 5-7 points from crossing purebred sables with individuals from the wild (females and males of the Yakut, Irkutsk and Yenisei ridges). The work was carried out at OOO Savvatyevo Animal Breeding Plant. The sables caught in Siberia was brought to the farm for mating with cage-breeding sable in 2021. According to the results of whelping in May 2022, two groups of sables were formed, the control (purebred puppies from mating caged-bred male and female sables, 35 males, 30 females) and experimental (crossbred puppies from mating purebred and wild sables, 39 males, 30 females). The resultant reproduction showed that when wild males mate with purebred females, the reproductive performance of females is not inferior to those in crossing with cage-bred males. In crossbred and purebred offspring, the average yield of puppies per successful female was 3.9 sables. Purebred male progeny is inferior to crossbreds in live weight (1279.6 ± 17.8 g, 1560.0 ± 68.5 g, $p \leq 0.001$) and body length (45.6 ± 0.5 cm, 47.8 ± 0.6 cm, $p \leq 0.01$). Purebred female progeny is somewhat superior to hybrid females in terms of live weight (1138.7 ± 25.4 g, 1111.3 ± 18.7 g, $p \geq 0.01$), but body length and chest girth behind the shoulder blades did not reveal differences. Purebred males and females complete their growth earlier than hybrids. Purebred young animals have two variations in the coloring covering hair, almost black and dark brown. In crossbred males and females, the covering hairs are dark brown, brown, light brown, almost black. Purebred and crossbred sables show no significant differences in the color of the base of downy hairs. Crossbred males and females have a greater variability in the color of the tops of downy hair compared to the purebred control. The quality of the hairline of crossbred males is 0.08 points higher than that of crossbred females. In color, crossbred males are lighter than females by 0.34 points, and the males are closer to the desired color variation. By tone, the resulting young sables approach the desired one, and by shade, they correspond (2.03 points for females and 2.07 points for males). Among the resulting males, there are fewer individuals with gray hair (10.5 %) vs. resulting females (13 %), a gray spot is present (average score for females 4.67, for males 4.52). Evaluation of parental pairs with regard to the main economically important traits shows that the best desired type of coloration of crossbred young animals results from mating light males with dark females of heterogeneous pairs. The mother sable coloration does not influence the coloration of daughters and sons while males better transmit their traits by color to offspring, for sons, $r = 0.61$ ($p \leq 0.001$), for daughters, $r = 0.72$ ($p \leq 0.001$).

Keywords: sable, skins, coloring, tone, shade, furs, sable farming, breeding, selection.