

Оригинальная статья

УДК 636.018

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-4-425-436>

СУТОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА СОБОЛЯ (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758) (MUSTELIDAE, MAMMALIA) В УСЛОВИЯХ КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ В ЯКУТИИ

Е. С. Захаров ^{1✉}, М. А. Семёнова ¹, Н. Н. Захарова ¹, А. И. Ануфриев ²

¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова
Россия, 677000, г. Якутск, ул. Белинского, д. 58

² Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
Россия, 677007, г. Якутск, просп. Ленина, д. 41

Поступила в редакцию 21.01.2025 г., после доработки 01.09.2025 г., принята 02.09.2025 г., опубликована 17.12.2025 г.

Аннотация. Изложены результаты наблюдений за поведением фермерских соболей на зверо-ферме, расположенной в 100 км южнее г. Якутска. Поведение анализировалось на видеозаписях, полученных при помощи уличных видеокамер, круглосуточно в течение года. Наблюдения показали существенную корреляционную связь времени использования утепленного убежища с максимальной ($r = 0.68$, $\alpha \leq 0.01$) и минимальной ($r = 0.66$, $\alpha \leq 0.01$) температурами воздуха. Наиболее длительное пребывание вне домика наблюдалось в весенне-летний период. С переходом дневных температур выше нулевой отметки в апреле соболи практически переставали пользоваться утепленными домиками. В наиболее жаркие дни летнего периода использование домиков вновь возрастало. В дневное время активность практически отсутствовала. Наиболее длительное пребывание соболей в утепленных убежищах было в декабре (в среднем 16 – 17 ч) и январе – феврале (в среднем около 18 ч). В январе – феврале активность преобладала в вечернее время (19.9 и 27.9% соответственно). С марта по август наибольшая активность была приурочена к ночному периоду (29.8 – 44.9% от общего времени периода). В сентябре – декабре активизация соболей отмечалась в утренний период с 6 до 12 ч (43.3 – 58.4%). Ночью соболя были активны в среднем 27.6±4.0% от общего времени периода. В утреннее время этот показатель составлял 28.3±5.4%. Днем отмечена наименьшая активность – 19.4±4.8%. В вечернее время активность зверьков возрастала до 24.6±2.8%. Годовая динамика температуры тела исследованного фермерского соболя коррелирует с температурой среды ($r = 0.41$, $\alpha \leq 0.050$). Наиболее низкие среднесуточные температуры тела отмечены в январе (+36.8±0.03°C; $n = 744$; limit от +33.9°C до +38.53°C) наиболее высокие в июле (+37.2±0.02°C; $n = 744$; limit от +34.9°C до +38.8°C). Сравнение показателей, обеспечивающих холодоустойчивость у клеточных зверьков и соболей из природных популяций, показало практически идентичные результаты.

Ключевые слова: соболь, соболеводство, Якутия, суточная активность, поведение, температура тела

✉ Для корреспонденции. Эколого-географическое отделение Института естественных наук Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова.

ORCID и e-mail адреса: Захаров Евгений Сергеевич: <https://orcid.org/0000-0003-4982-0301>, zevsable@gmail.com; Семёнова Марианна Андреевна: <https://orcid.org/0009-0005-4104-6974>, smarianna1627@gmail.com; Захарова Надежда Николаевна: <https://orcid.org/0000-0001-8814-9624>, zikbrazz92@mail.ru; Ануфриев Андрей Иванович: <https://orcid.org/0000-0003-1246-3275>, anufry@ibpc.ysn.ru.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (№ 23-26-00072, <https://rscf.ru/project/23-26-00072/>).

Соблюдение этических норм. Протоколы с использованием животных были одобрены локальным комитетом по биомедицинской этике ФГАОУ ВО Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова (протокол № 37 от 07.12.2022 г.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Захаров Е. С., Семёнова М. А., Захарова Н. Н., Ануфриев А. И. Суточная активность и температура тела соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) (Mustelidae, Mammalia) в условиях клеточного содержания в Якутии // Поволжский экологический журнал. 2025. № 4. С. 425 – 436. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-4-425-436>

ВВЕДЕНИЕ

В Якутии распространены две формы соболя (*M. zibellina*) – дикая, обитающая в природе, и domesticiрованная, содержащаяся на зверофермах. Природные популяции вида имеют сложную историю, связанную с периодами истребительной охоты, естественного и искусственного восстановления. Сохранившиеся нативные популяции населяют северо-запад Якутии, на остальной части региона популяции вида сформированы при активной реинтродукции. Всего в республике было искусственно расселено около 5 тыс. соболей (1948 – 1961 гг.) (Tavrovskiy et al., 1971). В современный период соболь населяет всю таёжную зону Якутии, встречается в тундре (Kashtanov et al., 2022).

Доместичированная форма появилась в Якутии в 2000-х гг. Завоз фермерских соболей из европейской части России и юга Сибири в значительно более суровые климатические условия, после длительной направленной селекции на затемнение окраса мехового покрова, можно рассматривать как процесс интродукции.

Соболеводство является одной из передовых отраслей пушного звероводства в стране. В настоящее время основное внимание уделяется генетическим основам воспроизводственных показателей и окраски мехового покрова (Svisheva, Kashtanov, 2010; Andrianov et al., 2012; Beketov et al., 2012; Nyuhhalov et al., 2012; Kashtanov et al., 2014; Manakhov et al., 2021; Balakirev et al., 2023). Этолого-экологические особенности соболей при искусственном разведении освещены в научной литературе значительно меньше, и это обуславливает дефицит научных данных, необходимых для успешного развития отрасли. В статье приведены результаты наблюдений за поведением соболей в условиях неволи, рассмотрена суточная активность зверьков в зависимости от окружающих температур среды. Проведено изучение температуры тела соболя, в течение годового жизненного цикла, в диапазоне естественного температурного фона Центральной Якутии.

Цель работы: выявить сходство и различия теплообмена у соболей коренных местообитаний и зверьков, находящихся на начальной стадии привыкания к условиям холодного климата Центральной Якутии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данные получены в 2023 – 2024 гг. на ООО «Покровская звероферма», в 100 км южнее г. Якутска. Наблюдения велись одновременно за 4 соболями, круглогодично находившихся в условиях клеточного содержания. Для наблюдений за поведением животных использовали IP видеокамер HI-IP400F20 (HIVIDEO, Китай) 5 мрх 2.8 мм. Видео сохранялось на жестких дисках ёмкостью 2 – 4 ТБ и в дальнейшем анализировалось. Для анализа видеозаписей использовалось оборудование, аналогичное установленному на звероферме. Всего просмотрено около 8.8 тыс. ч видеоматериалов по каждому из наблюдаемых соболей. При анализе видеозаписи выделялись следующие виды поведения, время которых фиксировалось в специально составленной таблице: нахождение в утеплённом домике (более 1 мин); нахождение в вольере в активном состоянии (движение, питание); нахождение в вольере в пассивном состоянии (сон, отдых).

Отрезки времени с выделенными видами поведения за каждые исследованные сутки суммировались и рассчитывалась продолжительность активного состояния и отдыха.

Суточная активность определялась в ночное (00:00 – 06:00 ч), утреннее (06:00 – 12:00 ч), дневное (12:00 – 18:00 ч) и вечернее время (18:00 – 24:00 ч). Для каждого периода времени суток рассчитывалось суммарное время в активном состоянии за месяц в процентах. Для наблюдения за температурой тела одного из экспериментальных животных выполнено хирургическое вживление прибора длительной регистрации температуры тела (терморегистратор TRKO-5L TR-5L); подробное описание приборов на сайте компании «Гигрометр» (<https://gigrotermom.ru>). Вживление проводили по методике, описанной ранее (Ануфриев, 2013). Регистрация температуры тела проводилась с частотой 1 раз в 9 мин. Через год прибор был извлечен, проанализировано около 63.2 тыс. измерений температуры тела.

Статистическая обработка первичных данных включала расчет средних (M), стандартного отклонения (SD) и размаха варьирования ($min - max$); нормальность распределения определяли по критерию Колмогорова – Смирнова, а равенство дисперсий – по F -критерию Фишера. Зависимость активности зверьков от температуры окружающей среды анализировали с помощью аппроксимации нелинейной степенной функцией, качество которой оценивали с помощью коэффициента корреляции (r). Корреляция считалась достоверной при $p \leq 0.05$.

Статистическую обработку выборочных параметров проводили с использованием пакета программ MS Excel (Microsoft Corp., USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Якутии соболеводство начало развиваться в 2000-х гг., когда спрос на мех длинноволосяных лисицы и песца начал падать. Маточное поголовье соболей было завезено в 2004 – 2020 гг. из ОАО «Пушкинский зверосовхоз» (Московская область), зверохозяйства ЗАО «Большереченское» (Иркутская область), звероплемзавода ООО «ЗПЗ Савватьево» (Тверская область), зверосовхозов ЗАО «Бирюли» и ЗАО «Матюшино» (Республика Татарстан), где климат значительно мягче (Zakharov et al., 2024). Якутия характеризуется крайне сложными для жизни живот-

ных климатическими условиями – продолжительный морозный период, с температурами среды, опускающимися ниже -60°C , коротким, жарким и засушливым безморозным периодом (Gavrilova, 1973). В природных популяциях Якутии соболи зимой регулярно используют утеплённые убежища, так как общий уровень развития физической и химической терморегуляции не позволяет зверькам длительное время находиться без энергичных передвижений (Revin et al., 1988). Поэтому важную роль в выживании зверьков играет их поведение, обустройство и использование естественных убежищ, снижающих их общие теплопотери.

Наблюдения за поведением соболей в ООО «Покровская звероферма» показали существенную корреляционную связь между использованием соболями домика и изменениями суточной температуры воздуха (максимальной $r = 0.68$, $\alpha \leq 0.01$ и минимальной $r = 0.66$; $\alpha \leq 0.01$ соответственно). Наиболее длительное пребывание вне домика наблюдалось в апреле – августе, когда средняя минимальная температура среды составляла около $+5.4 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ (lim: от -11°C до $+17^{\circ}\text{C}$), максимальная температура $+20.3 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ (lim: от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+34^{\circ}\text{C}$) (рис. 1, 2).

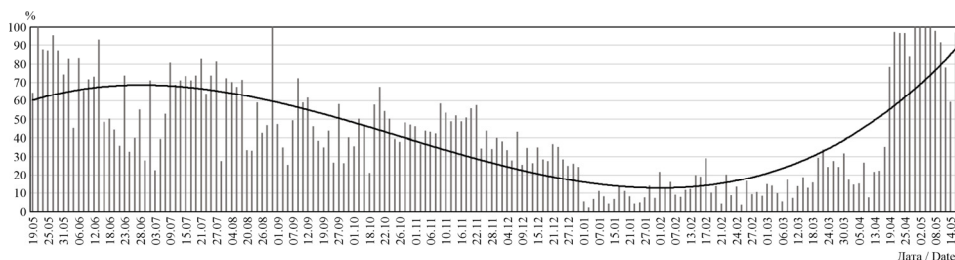


Рис. 1. Время нахождения соболей в выгуле (вне утеплённого домика) в 2023 – 2024 гг. в ООО «Покровская звероферма» (г. Покровск)

Fig. 1. Time spent by sables in the range (outside the insulated house) at Pokrovskaya Animal Farm LLC (Pokrovsk) in 2023–2024

С переходом дневных температур выше нулевой отметки в апреле, зверьки практически переставали пользоваться утеплёнными домиками. Вместе с тем, в наиболее жаркие дни летнего периода (конец июня – начало июля), когда температура достигала $+34^{\circ}\text{C}$, вновь возрастала доля времени использования домиков.



Рис. 2. Минимальная (1) и максимальная (2) суточная температура в 2023 – 2024 гг. в г. Покровск (<https://pokrovsk.nuipogoda.ru/>)

Fig. 2. Minimum (1) and maximum (2) daily temperature in Pokrovsk town in 2023–2024 (<https://pokrovsk.nuipogoda.ru/>)

СУТОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА СОБОЛЯ

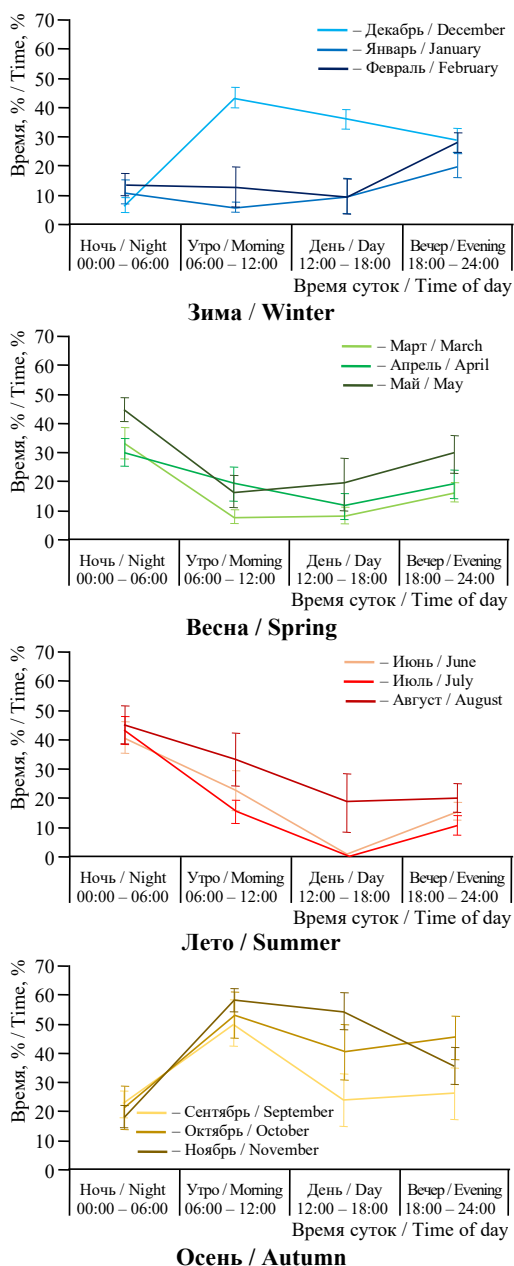


Рис. 3. Активность фермерских соболей по сезонам года

Fig. 3. Activity of farm sables by seasons

Наиболее продолжительное время пребывания соболя в утеплённом убежище отмечено в наиболее холодные месяцы года – в декабре (в среднем 16 – 17 ч) и в январе – марте (в среднем 18 ч).

Наблюдения показали некоторые различия ритма активности в зависимости от времени года (рис. 3). В январе – феврале активность преобладала в вечернее время (19.9 и 27.9% соответственно). С марта по август наибольшая активность была приурочена к ночному периоду (29.8 – 44.9% от общего времени периода). В сентябре – декабре картина активности несколько менялась, смещалась на утренний период с 6 до 12 ч (43.3 – 58.4%). В целом, за год наблюдений ритм активности был сравнительно выравненным. Ночью соболи были активны в среднем $27.6 \pm 4.0\%$ от времени периода, утром этот показатель составлял $28.3 \pm 5.4\%$, днем – $19.4 \pm 4.8\%$, в вечернее время – $24.6 \pm 2.8\%$.

Динамика температуры «оболочки» тела у соболя в течение года имела характерные особенности. В первой половине года происходил постепенный рост среднесуточной температуры тела, с июля началось её постепенное снижение (рис. 4). Годовая динамика температуры тела исследованного фермерского соболя коррелировала с температурой среды ($r = 0.42$; $\alpha \leq 0.050$). Наиболее низкие среднесуточные температуры тела отмечены в январе ($+36.8 \pm 0.03^\circ\text{C}$; $n = 744$; limit от $+33.9^\circ\text{C}$ до $+38.5^\circ\text{C}$), наиболее высокие – в июле ($+37.2 \pm 0.02^\circ\text{C}$; $n = 744$; limit от $+34.9^\circ\text{C}$ до $+38.8^\circ\text{C}$).

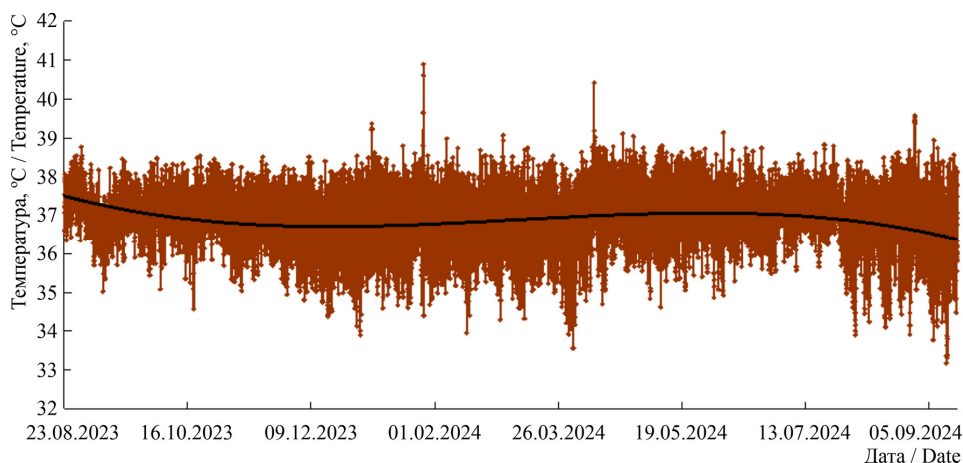


Рис. 4. Динамика температуры тела соболя в течение года
Fig. 4. Dynamics of sable body temperature throughout the year

Самые низкие и самые высокие температуры тела у соболя отмечены в зимний период. Наиболее низкая температура тела у соболя по абсолютному значению отмечена в марте 33.6°C , в декабре и январе наиболее низкая температура тела была $+33.9^{\circ}\text{C}$. Самая высокая температура тела отмечена также зимой: в январе $+40.9^{\circ}\text{C}$; в марте $+40.4^{\circ}\text{C}$.

В зимнее время суточные колебания температуры тела у соболя значительно выше, чем в безморозный период. Большую часть суток в июле среднесуточная температура тела у соболя изменяется незначительно, в пределах 1.5°C , в январе более 3°C (рис. 5). Но в целом усредненная температура у соболя в январе на 0.4°C ниже, чем в июле, а по абсолютной величине суточный диапазон изменений температуры тела в период холодов может составлять более 8°C , в безморозный период значительно меньше (см. рис. 4, 5).

В природных популяциях соболя в Якутии, по данным Ю. В. Ревина с соавторами (Revin et al., 1988), ритм активности зверьков в зимний период круглосуточный – часть активна в свет-

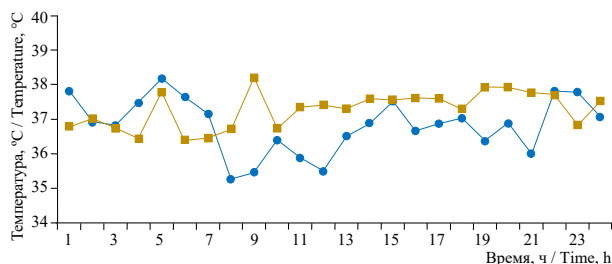


Рис. 5. Динамика температуры тела соболя в течение суток: ● – 1 января; ■ – 1 июля

Fig. 5. Dynamics of sable body temperature during the day: ● – January 1; ■ – July 1

лое время суток, часть в темное. По данным О. К. Гусева (Gusev, 1966), наибольшая активность зверьков природных популяций приходится на вечерние и утренние сумерки. По наблюдениям С. В. Зимина (Zimin, 2020), на Урале соболик активен в основном с 22:00 до 02:00 (50%). По данным Н. А. Лукашева

(Lukashev, 1976), активен соболь в дневное время – с 10 до 18 ч, с пиком активности в 14 – 18 ч. При хорошей обеспеченности пищей соболи могут подолгу не выходить из убежища. В Якутии известны случаи, когда соболь не выходил из убежища 8 дней (Revin et al., 1988).

Наблюдения за фермерскими соболями выявило тесную связь между поведением зверьков и температурой окружающей среды. Понижение температуры воздуха приводило к увеличению периодов пребывания в утеплённом домике, особенно во второй половине зимы. В наиболее холодные месяцы активность соболей снижалась в два – четыре раза по сравнению с летне-осенним периодом. В сентябре – декабре основная активность приходилась на утренний и дневной периоды. В январе – феврале активность повышалась в вечерний период. В весенне-летний период наибольшая активность приходилась на ночь. Летом, по мере увеличения дневного зноя, активность зверьков снижалась.

В условиях Якутии для нормальной жизнедеятельности зверьков огромное значение имеет утеплённое убежище. Особенно важна его роль для благополучного преодоления животными экстремально низких зимних и высоких летних температур. В природных популяциях вида утеплённые убежища позволяют в полной мере использовать скудные кормовые ресурсы территории, минимизируя энергозатраты в зимний период. В естественной среде зимние убежища соболей хорошо утеплены. Подстилка обычно состоит из сухой травы, сухих листьев, мха, хвои лиственницы, иногда перьев птиц, пуха и останков шкурок других зверьков, масса её достигает в отдельных случаях 2.6 кг (Revin et al., 1988). Убежища, как правило, устраиваются в земле под снегом, что обеспечивает относительно меньшее выходаживание по сравнению с дуплами деревьев, а также домиками, подвешенными на выгулах в зверофермах.

Большое значение для благополучного переживания соболями зимнего периода имеет их чистоплотность и умение обустроить гнездовую камеру из имеющегося сена и ветоши внутри домика. По нашим наблюдениям, большая часть взрослых соболей (60 – 70%) тщательно обустроивали и утепляли гнездо и содержали его в чистоте. Среди молодых особей этот показатель был значительно ниже (20 – 30%). Поэтому у части зверьков, в частности у молодых особей, замену подстилки производили значительно чаще, чем у взрослых зверьков.

Среднемесячная температура тела соболя начинает рост в период с самыми низкими температурами среды, в январе, а снижение температуры тела начинается в июле, в самый жаркий месяц года. Анализ годовой динамики температуры тела соболя показал, что сходным образом температура тела меняется у целого ряда аборигенных видов млекопитающих и птиц северо-востока Сибири. У четырех видов семейства псовых, у крупных копытных (северный олень, овцебык), у крупных зимующих птиц (тетерев, глухарь, ворон). Сходная динамика температуры тела также отмечена и у аборигенного соболя и светлого хоря, а также у одного из крупных представителей семейства кунцеобразных – у россомахи (Anufriev, 2013, 2023). Вместе с тем температура тела у фермерского соболя по сравнению со зверьком, отловленным в естественной среде, имела ряд отличий. Прежде всего, у фермерского соболя годовой диапазон среднесуточной температуры составлял

0.4°C, у зверька из естественной среды 3.14°C (Anufriev, 2013). У фермерского соболя коэффициент корреляции среднемесячной температуры тела и температуры среды был равен – 0.42, а у соболя из естественной популяции 0.97. В целом годовой диапазон изменения температуры тела у фермерского зверька оказался меньше, чем у его «дикого» собрата.

Параллельно с представленными исследованиями нами проводилось изучение уровня метаболизма и температурной зависимости уровня метаболизма (по потреблению кислорода) (Zakharova et al., 2024). Потребление кислорода (ПК) в зоне оптимальных температур составляло в среднем 1.07 ± 0.11 мл/г/ч ($n = 6$), минимальное было равным 0.67 мл/г/ч, максимальное – 1.53 мл/г/ч. Максимальный уровень ПК при температурах среды -15 – -20°C составлял 1.34 ± 0.13 мл/г/ч ($n = 6$) (limit 0.99 – 1.78 мл/г/ч). Скорость роста потребления кислорода составляла в среднем 0.21 ± 0.05 мл/г/ч ($n = 6$) на 1°C и была близка с полученными ранее данными по терморегуляции соболя из природной популяции Якутии (Anufriev, Sedalischchev, 2017).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соболь в природных популяциях Якутии характеризуется широким набором этолого-экологических адаптаций, направленных на смягчение негативного влияния суровых климатических условий региона. Полученные материалы по ряду показателей, обеспечивающих поддержание теплового баланса организма (поведение, температура тела, потребление кислорода) у фермерских соболей, выведенных в процессе длительной селекции на затемнение окраски, показывают высокое сходство с аналогичными показателями зверьков из природных популяций соболя Якутии. Вероятно, естественная холодоустойчивость и способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды, способствовавшая успешной адаптации вида к условиям северной Азии, не утрачена у domesticированной формы. Результаты исследований показывают перспективность фермерского соболеводства в условиях Якутии и в других северных регионах страны.

Авторы признательны за помощь в сборе материала сотрудникам зверофермы ООО «Покровская звероферма» Максиму Эдуардовичу Васильеву, Марии Степановне Саввиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Andrianov B. V., Sorokina S. Yu., Lazebny O. E., Goryacheva I. I., Gorelova T. V., Kashtanov S. N. Mitochondrial genome variation in domesticated sable (*Martes zibellina*). *Russian Journal of Genetics*, 2012, vol. 48, iss. 4, pp. 442–454. <https://doi.org/10.1134/S1022795412020032>

Anufriev A. I. *Ekologicheskie mekhanizmy temperaturnykh adaptatsii mlekopitayushchikh i zimuyushchikh ptits Yakutii* [Ecological Mechanisms of Temperature Adaptation of Mammals and Wintering Birds of Yakutia]. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2013. 220 p. (in Russian).

Anufriev A. I. *Ocherki ekologii i zimnei spyachki mlekopitayushchikh v usloviyakh kholoda* [Essays on the Ecology and Hibernation of Mammals in Cold Conditions]. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2023. 152 p. (in Russian).

Anufriev A. I., Sedalischev V. T. Sable ecology in the winter season. *Uspekhi sovremennoy nauki*, 2017, no. 11, pp.186–189 (in Russian).

Balakirev N. A., Orlova E. A., Shumilina N. N., Fedorova O. I., Larina E. E., Novikov M. V. On the mating of domesticated and wild sables (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) to generate genotypes with various fur coloring. *Agricultural Biology*, 2023, vol. 58, no. 4, pp. 726–744 (in Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.726rus>

Beketov S. V., Kazakova T. I., Chernova I. E. Environmental conditions as a provocative background for reproduction indices in sables (*Martes zibellina*) differing in coat pigmentation heaviness. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2012, vol. 16, no. 4/2, pp. 1013–1024 (in Russian).

Gavrilova M. K. *Klimat Tsentral'noi Yakutii* [The Climate of Central Yakutia]. Yakutsk, Yakutskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1973. 118 p. (in Russian).

Gusev O. K. *Ekologiya i uchet sobolya* [Ecology and Accounting for Sable]. Moscow, Lennaya promyshlennost', 1966. 124 p. (in Russian).

Kashtanov S. N., Lazebny O. E., Njukhalov A. P., Chernova I. E., Svisheva G. P., Trape-zov O. V. Heaviness of hair pigmentation and reproductivity in sables (*Martes zibellina* L.). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 245–257 (in Russian).

Kashtanov S. N., Zakharov E. S., Begletsov O. A., Svisheva G. R., Rychkov S. Yu., Filimonov P. A., Onokhov A. A., Levenkova E. S., Meschersky I. G., Rozhnov V. V. Expansion of the sable (*Martes zibellina* L.) from the north of the Central Siberian plateau into tundra ecosystems. *Russian Journal of Genetics*, 2022, vol. 58, iss. 8, pp. 955–966. <https://doi.org/10.1134/s1022795422080038>

Lukashev N. A. Materials on the daily activity of sable in northeastern Altai and Western Sayan. In: *Sbornik nauchno-tehnicheskoi informatsii Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta okhotnich'ego khozyaistva i zverovodstva* [Collection of Scientific and Technical Information from the All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Husbandry]. Kirov, All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Husbandry named after Professor B. M. Zhitkov Publ., 1976, iss. 53–55, pp. 18–23 (in Russian).

Manakhov A. D., Mintseva M. Yu., 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 lightened pigmentation phenotype to a frameshift variant in the tyrosinase-related protein 1 gene. *Genes*, 2021, vol. 12, iss. 2, article no. 157. <https://doi.org/10.3390/genes12020157>

Nyuhlov A. P., Svisheva G. R., Chernova I. E., Lazebny O. E., Kashtanov S. N. Selection on darker fur color in sable and its effect on reproduction. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo*, 2012, no. 6, pp. 8–13 (in Russian).

Revin Yu. V., Safronov V. M., Volpert Ya. L., Popov A. L. *Ekologiya i dinamika chislennosti mlekopitayushchikh Predverkhoyan'ya* [Ecology and Dynamics of Mammal Populations in the Predverkhoyan Region]. Novosibirsk, Nauka, 1988. 200 p. (in Russian).

Svisheva G. R., Kashtanov S. N. Reproductive strategy of the sable (*Martes zibellina* Linnaeus 1758): Analysis of litter size inheritance in farm-bred populations. *The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeding Scientists*, 2010, vol. 14, no. 3, pp. 444–450 (in Russian).

Tavrovskiy V. A., Egorov O. V., Krivosheev V. G., Popov M. V., Labutin Yu. V. *Mlekopitayushchie Yakutii* [Mammals of Yakutia]. Moscow, Nauka, 1971. 660 p. (in Russian).

Zakharov E. S., Savvina M. S., Vasiliev M. E., Koryakina L. P., Zakharova N. N. Sable breeding in Yakutia. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo*, 2024, no. 6, pp. 4–10 (in Russian). https://doi.org/10.52178/00234885_2024_6_4

Zakharova N. N., Semenova M. A., Zakharov E. S., Anufriev A. I. Some ecological and physiological features of sable (*Martes zibellina*) in Yakutia. In: *Modern Achievements and Prob-*

Е. С. Захаров, М. А. Семёнова, Н. Н. Захарова, А. И. Ануфриев

lems of Animal Physiology and Feeding. Collection of Abstracts from the International Scientific Forum dedicated to the 120th anniversary of Academician A. D. Sineshchikov and the 100th anniversary of Professor V. A. Krokhina. Podolsk, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst Publ., 2024, pp. 49–50 (in Russian).

Zimin S. V. Primary daily activity data brown bear, elk, wild reindeer, squirrels, sable and white hare obtained using photo traps in “Vishersky” Reserve for the period from 2016 to May 2020. *Bulletin of Perm State Humanitarian and Pedagogical University. Series 2. Physics, Mathematics, and Natural Sciences*, 2020, iss. 1, pp. 9 – 17 (in Russian).

**Daily activity and body temperature of the sable
(*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) (Mustelidae, Mammalia)
in cage conditions in Yakutia**

E. S. Zakharov ^{1✉}, M. A. Semyonova ¹, N. N. Zakharova ¹, A. I. Anufriev ²

¹ *M. K. Ammosov North-Eastern Federal University
58 Belinsky St., Yakutsk 677000, Russia*

² *Institute of Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch of RAS
47 Lenin Ave., Yakutsk 677007, Russia*

Received: January 21, 2025 / revised: September 1, 2025 / accepted: September 2, 2025 / published: December 17, 2025

Abstract: The article presents the results of our observations of the behavior of farm sables on a fur farm located 100 km south of Yakutsk city. The behavior was analyzed on video recordings obtained with the help of outdoor video cameras, around the clock throughout the year. The observations showed a significant correlation between the time of use of the insulated shelter and the maximum ($r = 0.68$; $\alpha \leq 0.01$) and minimum ($r = 0.66$; $\alpha \leq 0.01$) air temperatures. The longest stay outside the house was observed in the spring and summer periods. With the transition of daytime temperatures above the zero mark in April, the sables practically ceased to be used by insulated houses. During the hottest days of the summer period, the use of cabins increased again. There was almost no activity during the whole day. The longest stay of sables in insulated shelters was in December (on average 16–17 hours) and January–February (on average about 18 hours). In January–February, their activity prevailed in the evening (19.9 and 27.9%, respectively). From March to August, the greatest activity was confined to the night period (29.8–44.9% of the total time of the period). In September–December, the sables' activation was observed in the morning period, from 6 to 12 AM (43.3–58.4%). At night, the sables were active on average $27.6 \pm 4.0\%$ of the total time of the period. In the morning, this indicator was $28.3 \pm 5.4\%$. The lowest activity was recorded in the afternoon – $19.4 \pm 4.8\%$. In the evening, the activity of the animals increased up to $24.6 \pm 2.8\%$. The annual dynamics of the body temperature of the studied farm sable correlates with the ambient temperature ($r = 0.41$; $\alpha \leq 0.050$). The lowest average daily body temperatures were recorded in January ($+36.8 \pm 0.03^\circ\text{C}$; $n = 744$; limit from $+33.9^\circ\text{C}$ to $+38.53^\circ\text{C}$), the highest – in July ($+37.2 \pm 0.02^\circ\text{C}$; $n = 744$; limit from $+34.9^\circ\text{C}$ to $+38.8^\circ\text{C}$). A comparison of the indicators providing cold tolerance in caged animals and sables from natural populations showed almost identical results.

Keywords: sable, sable breeding, Yakutia, daily activity, behavior, body temperature

Funding: This work was financially supported by the Russian Science Foundation (project No. 23-26-00072, <https://rscf.ru/project/23-26-00072/>).

Ethics approval and consent to participate: Animal protocols were approved by the Local Committee on Bio-medical Ethics of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University (protocol No. 37 dated December 7, 2022).

✉ *Corresponding author:* Ecological and Geographical Department of the Institute of Natural Sciences of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Evgeny S. Zakharov: <https://orcid.org/0000-0003-4982-0301>, zevsable@gmail.com; Marianna A. Semenova: <https://orcid.org/0009-0005-4104-6974>, smarianna1627@gmail.com; Nadezhda N. Zakharova: <https://orcid.org/0000-0001-8814-9624>, zikbrazz92@mail.ru; Andrey I. Anufriev: <https://orcid.org/0000-0003-1246-3275>, anufry@ibpc.ysn.ru.

Е. С. Захаров, М. А. Семёнова, Н. Н. Захарова, А. И. Ануфриев

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

For citation: Zakharov E. S., Semyonova M. A., Zakharova N. N., Anufriev A. I. Daily activity and body temperature of the sable (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) (Mustelidae, Mammalia) in cage conditions in Yakutia. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2025, no. 4, pp. 425–436 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-4-425-436>