

УДК 574.91:574.34:599.323:504.5

НЕРЕЗИДЕНТНАЯ АКТИВНОСТЬ БУРОЗУБОК (*SOREX ARANEUS*, *EULIROTYRNLA*): МАССОВОЕ МЕЧЕНИЕ

© 2021 г. Е. Б. Григоркина^а, *, Г. В. Оленев^а

^аИнститут экологии растений и животных УрО РАН, Россия 620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

*e-mail: grigorkina@ipae.uran.ru

Поступила в редакцию 20.05.2020 г.

После доработки 05.02.2021 г.

Принята к публикации 05.02.2021 г.

Ключевые слова: обыкновенная бурозубка, мечение родамином, нерезидентная активность, передача с молоком

DOI: 10.31857/S0367059721040065

Миграции – один из основных факторов устойчивости и жизнеспособности популяций в неблагоприятных условиях [1]. Для населения позвоночных животных в зонах локального техногенного загрязнения учет миграций имеет принципиальное значение. Это напрямую касается изучения биологических эффектов радиационного воздействия. К таким территориям относится зона Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) – район проведения длительного непрерывного мониторинга.

Данное исследование является логическим продолжением впервые начатого (с 2002 г.) изучения миграций мелких млекопитающих в техногенной среде. Массовое мечение тетрациклином выявило широкий спектр активности грызунов как в радиационном заповеднике, так и в его окрестностях [2, 3]. Однако данный метод не позволил оценить характеристики нерезидентности бурозубок-землероек, которые являются важным компонентом биотического сообщества и заселяют все типы местообитаний. С этой проблемой успешно справился другой биомаркер – краситель родамин В (RB), выгодными преимуществами которого является большая длительность сохранения и высокая вероятность выявления метки, а также возможность ее передачи детенышам с молоком матери [4]. Данная методика позволяет изучать расселение видов, у которых это крайне сложно оценить другими способами. Подобно приманке с тетрациклином, однократное поедание приманки с RB обеспечивает четкую системную (фиксированную в ткани) метку, поскольку в организме животного RB связывается со структурами, содержащими кератин (шерсть, когти, вибриссы и др.) [5]. Помеченный зверек идентифицируется по желтому свечению, что позволяет до-

статочно быстро обследовать массовый материал, в том числе в полевых условиях [6].

Интерес к изучению подвижности бурозубок достаточно высок [7–10]. Однако определить дистанции передвижений этих зверьков с помощью мечения очень сложно. Известные данные по расселению бурозубок-землероек не полны [9]. Нерезидентная активность этой интересной в миграционном отношении группы животных в зонах техногенного загрязнения мало изучена, что и определяет актуальность и новизну настоящей работы.

Мы используем термин “нерезидентность”, подразумевая особей, отловленных за пределами участка мечения [7–10]. Общим для нерезидентной активности (пребывание на неосвоенном пространстве) является непредсказуемость места последующей поимки меченой особи. У бурозубок выделяют расселение молодежи, экскурсии, переселение [8–10]. Животных, сохранивших связь с территорией и попавших на площадке мечения спустя месяц и больше после раскладывания приманки, можно расценивать как оседлых, т.е. придерживающихся определенного ограниченного пространства [11].

Цель нашей работы заключалась в изучении нерезидентной активности обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus* L., 1758) – широко распространенного вида насекомоядных.

Работа выполнена в районе ВУРСа (Челябинская обл., Южный Урал) на территории радиационного заповедника. Использованы материалы, полученные в ходе полевых исследований 2019 г., когда в сообществе мелких млекопитающих стали регистрировать *S. araneus*. Причиной их длительного отсутствия, как и исчезновения из уловов некоторых других видов, была “Великая Восточно-Европейская засуха 2010 г.” [12]. В последую-

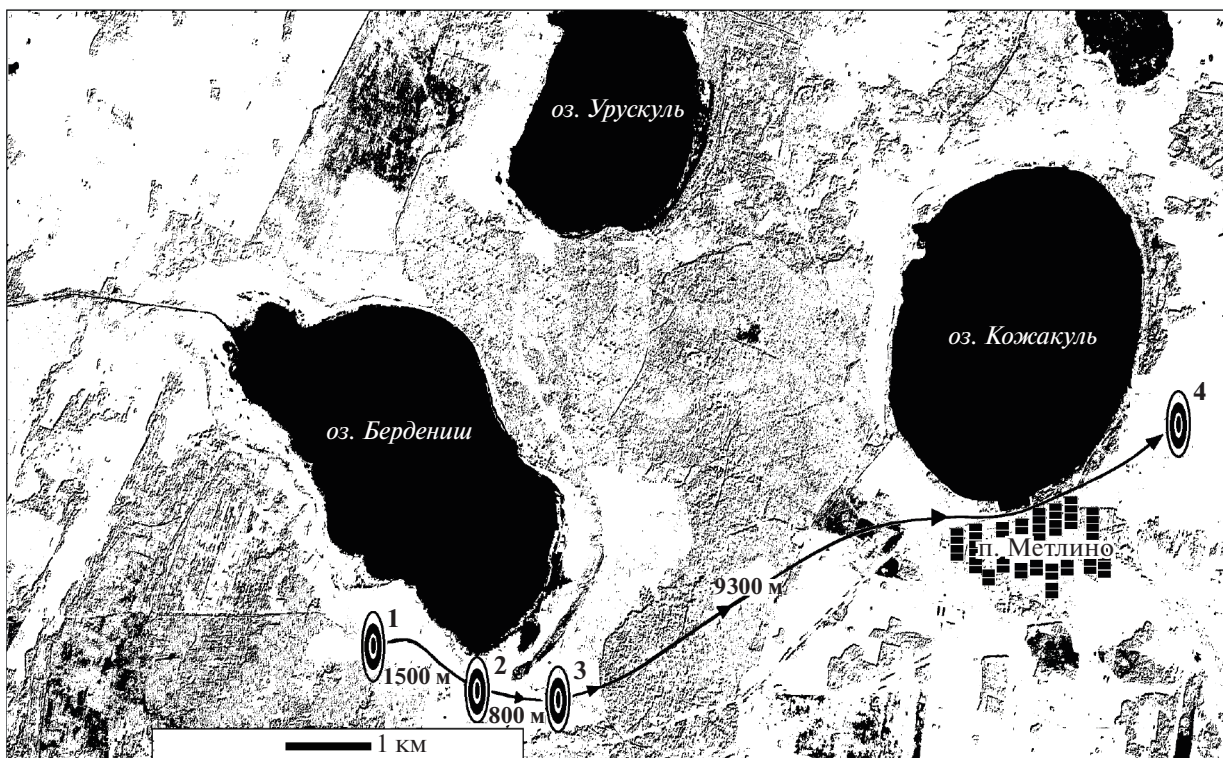


Рис. 1. Схема расположения площадок мечения (№ 2, 4) и отловов (№ 1–4) мелких млекопитающих в зоне ВУРСа и на сопредельной территории. Цифрами обозначены дистанции от площадки мечения (№ 2).

ший период (9 лет) отмечалось упрощение биотического сообщества, которое стало моновидовым и состояло из малых лесных мышей (*Sylvaeus uralensis* Pallas, 1811) [13]. В 2019 г. были отловлены 22 бурозубки.

Мечение животных RB выполнено дважды: первое (майское) – 22.05.2019 г. на площадке № 2, расположенной на периферии импактной территории (рис. 1); второе (августовское) – 6.08.2019 г. на площадке № 4 (контроль). Для проведения контрольных отловов учетные линии располагали на разноудаленных участках: № 1 – расстояние 1500 м (эпицентр ВУРСа); № 3 – расстояние 800 м (через автомагистраль, за пределами радиационного заповедника); № 4 – расстояние 9300 м (контроль). Была задействована и сама площадка мечения (№ 2). Заметим, что при выборе мест отловов мы учитывали наличие ландшафтных препятствий – озер (см. рис. 1), локально увеличивающих плотность животных и соответственно шансы поимки меченых зверьков. На каждой площадке за одну отловочную сессию устанавливали по 40–60 ловушек на дистанции 10 м на одни сутки. Отловы проводили с апреля по октябрь (5 раз за сезон) давилками крючковыми методом безвозвратного изъятия. Продолжительность отлова 1 сут обусловлена конфигурацией полигона

исследований, а также унифицированной в наших работах многолетней схемой отлова [2, 3].

Приманку RB готовили согласно [4]. В качестве кормовой основы приманки использовали овсяные хлопья. Необходимое количество порошка RB (800 мг/кг хлопьев) насыпали в сухие хлопья и тщательно перемешивали после заливки кипятком. Полученную массу распределяли ровным слоем по металлическому поддону, нарезали шпателем на куски размером ~2 × 2 см, сушили при 80°C в течение 8 ч. Сухие кусочки опрыскивали нерафинированным подсолнечным маслом с помощью бытового пульверизатора. Во время мечения приманку с красителем помещали в естественные укрытия для более длительного ее сохранения и доступности животным. На одно мечение использовано 5 кг приманки на площади 1 га и 800 мг/кг RB. Контрольные отловы после майского мечения проведены в июле (43 дня), августе (78 дней), сентябре (129 дней), а также через 53 дня после мечения в августе.

У добытых животных определяли вид, пол, вес, принадлежность к функциональной группировке (перезимовавшие, сеголетки). Генеративное состояние у самок оценивали по наличию подсосных пятен, беременности и состоянию матки, у самцов – по весу семенника. RB-метку детектировали в биологических образцах. Со-

гласно протоколу [4, 6], системная (фиксированная в ткани) метка, иллюстрирующая факт самостоятельного поедания животным приманки с маркером, хорошо видна в вибриссах, когтях, шерсти вентральной поверхности тела, в области уретры. При этом площадь светящихся участков шерсти не превышает половины поверхности тела. У детенышей, помеченных опосредованно, через молоко их матерей, слабая системная метка проявляется по всей вентральной поверхности шкурки.

Бурозубки, как правило, появляются в биотическом сообществе в середине лета. Такую динамическую картину наблюдали и в 2019 г., когда в полевых сборах с июля по сентябрь в уловах регистрировали землероек. Из 22 особей две, отловленные в июле, были перезимовавшими и 20 — сеголетками, которые в основном были пойманы в августе и сентябре. Половина зверьков (11 особей) имели метку. В табл. 1 приведены характеристики меченых бурозубок, дистанции их перемещений, сроки сохранения метки и ее локализация, а также способ получения маркера.

Нерезидентами оказались 3 особи: 2 перезимовавшие беременные самки, имеющие по 9 зародышей (см. табл. 1, ос. 1, 3), и самец-сеголеток (ос. 7). О повторной беременности свидетельствовали отсосанные соски с участками голой кожи. Подчеркнем, что перезимовавшие землеройки были добыты на участке № 4 на расстоянии 9300 м от места раскладки приманки (см. рис. 1) через 1.5 мес. после мечения — это максимальная дистанция индивидуального перемещения для *S. araneus*, известная в настоящее время. У них флуоресцировали когти, вибриссы, участки шкурки. Одна самка имела двойную метку в вибриссах — свидетельство двукратного поедания приманки. По данным [4, 14], продолжительность сохранения маркера в вибриссах ограничена 2 мес. Беременные самки, отнесенные нами к эмигрантам, при перемещении на новый участок успешно преодолели автостраду с интенсивным движением и окраину населенного пункта.

В ряде работ отмечена высокая подвижность землероек [7–10]. По данным [15], длина суточного пробега *S. araneus* составляла 1.1 – 2.5 км. Описаны зимние перемещения зверьков этого вида по покрытому снегом льду оз. Ekoln (Швеция) на дистанциях 3–5 км [16], что на порядок больше, чем размеры их индивидуальных участков. О перемещениях беременных самок сообщалось лишь в работе [8], в которой показана существенная доля перезимовавших особей в нерезидентном населении бурозубок и расстоянии (1500 м) при переселении перезимовавших самок со своих натальных участков. Авторы отмечают, что реальные дистанции, по-видимому, значительно больше.

Третий нерезидент — самец-сеголеток — отловлен в сентябре на расстоянии 800 м (см. рис. 1, № 3) от площадки майского мечения. Системная метка в вибриссах, шерсти, когтях свидетельствует о попадании красителя с кормом. Этот зверек мог покинуть прежний участок либо совершить экскурсию, во время которой успешно пересек автомагистраль. Предположение об экскурсии (временном нахождении за пределами своего участка) подкрепляется материалами, полученными при изучении хоминга сеголеток *S. araneus* [17]. Показана высокая привязанность землероек-сеголеток к индивидуальным участкам, которая сохраняется даже после продолжительного содержания в неволе. С дистанции 1 км зверьки возвращались за сутки, с 1600 м отмечен возврат 19% особей через 2.8 ± 1.31 дня. При этом скорость возвращения с 400 м составляла 1.5 ч, с 1200 м — 23 ч. Правда, некоторые особи задерживались в пути домой до двух–трех недель. Замечено, что расстояния 1200 и 1600 м в 30–40 раз превышают средний диаметр регулярно используемого пространства.

Оседлыми оказались пять сеголеток (см. табл. 1, ос. 6, 8–11) с системной меткой, пойманные на обеих площадках мечения. Разница в выраженности метки состояла лишь в наличии свечения на шерсти в области уретры у бурозубок, доставленных с участка № 4 через 53 дня. На наш взгляд, это связано с длительной сохранностью приманки и возможностью ее поедания даже спустя почти 2 мес. экспонирования.

Второй наиболее интересный результат мечения касается отлова 3 из 11 помеченных животных, получивших **RB с материнским молоком** (см. табл. 1, ос. 2, 4, 5). Об этом свидетельствует слабая системная метка на большей части вентральной поверхности шкурки. Важно, что эти зверьки пойманы на дальней дистанции (см. рис. 1, № 4) в разные сроки. Однократного поедания приманки самкой оказалось достаточно для формирования и сохранения системной метки у потомков. Предположение о передаче RB с молоком имеется в работе [18], впоследствии этот факт верифицирован в экспериментах на лабораторных мышках [4]. Мы дополнили это наблюдение данными, полученными на бурозубках. Согласно работе [4], системная метка, переданная опосредованно (через молоко), сохраняется в шкурке до 4 мес. Учитывая, что первое мечение проведено в мае, можно заключить, что эти сеголетки являются потомками самок-эмигрантов, переселившихся далеко (9300 м) за пределы заповедника. Мы полагаем, что наличие нерезидентов, перемещающихся на столь значительные дистанции, указывает на возможность обмена генетической информацией между популяционными группировками. Ранее, в ходе мечения животного населения тетрациклином, нами [2, 3] были выявлены нерезиденты малой лесной мыши, полевой мыши, красной полев-

Таблица 1. Характеристики бурозубок-землероек, помеченных родамином В

№ особи	Дата мечения, отлова, срок регистрации метки	Участок отлова, дистанция (м), статус особи	Локализация метки	Способ получения метки	Пол	Вес тела, г	Состояние генеративной системы (описание матки и вес семенника у самцов), г	Функциональная группировка
1	22.05.19, 03.07.19, 43 дня	№ 4, 9300, нерезидент-эмигрант	Вибриссы, когти задних лап, шерсть	Per os	Самка	21.0	Подсосные пятна, беременная	Перезимовавшая
2	То же	№ 4, 9300	Слабая системная на большей части вентральной поверхности шкурки	Через молоко	Самец	7.0	2.0	Сеголеток
3	»	№ 4, 9300, нерезидент-эмигрант	Вибриссы (двойная метка), когти, шерсть	Per os	Самка	21.0	Подсосные пятна, беременная	Перезимовавшая
4	22.05.19, 07.08.19, 78 дней	№ 4, 9300	Слабая системная на большей части вентральной поверхности шкурки	Через молоко	Самец	8.0	2.0	Сеголеток
5	То же	№ 4, 9300	То же	То же	Самка	7.0	Матка нитевидная	То же
6	22.05.19, 27.09.19, 129 дней	№ 2, оседлый	Когти задних лап, вибриссы, шерсть	Per os	Самец	10.0	2.0	»
7	То же	№ 3, 800 м, нерезидент-экскурсант	Когти задних лап, вибриссы, шерсть	То же	Самец	10.0	То же	»
8	06.08.19, 27.09.19, 53 дня	№ 4, оседлый	Когти задних лап, вибриссы, шерсть на животе, в области уретры	»	Самка	9.0	Матка нитевидная	»
9	То же	То же	То же	»	Самец	10.0	2.0	»
10	»	»	»	»	Самка	10.0	Матка нитевидная	»
11	»	»	»	»	Самец	10.0	2.0	»

ки разных возрастных групп на дальней дистанции. Важность дисперсий в формировании показателей генетического разнообразия у мелких млекопитающих показана в работах [9, 16, 19, 20].

Таким образом, методом массового неинвазивного мечения населения родамином В на экспериментальных площадках получены уникальные данные по нерезидентной активности *S. araneus*, которые в ряде случаев не могут быть получены другими существующими методами. Зарегистрированная нами дистанция 9300 м индивидуального перемещения беременных перезимовавших

бурозубок оказалась больше, чем было описано в литературе. Причем при смене участка обитания зверьки преодолели дорогу с интенсивным движением и окраину населенного пункта, которые не оказались существенным препятствием на пути их передвижения. Один нерезидент-сеголеток либо покинул натальный участок, либо совершил экскурсию на расстояние 800 м, во время которой также успешно пересек оживленную автомагистраль. На бурозубках протестирована возможность RB-мечения потомков опосредованно (через материнское молоко). Отметим, что недостаточно изучена и недооценена роль каналов для

миграционных перемещений мелких млекопитающих, к которым относятся не только озера, но и другие непреодолимые ландшафтные препятствия. Несомненно, что данных, полученных на небольшой выборке животных за один год мечения, недостаточно для широких обобщений, однако они определяют необходимость продолжения исследований в этом направлении.

Авторы благодарят к.б.н. О.В. Толкачева за детекцию метки и глубоководяемого рецензента д.б.н. Н.А. Щипанова за ценные замечания при рецензировании рукописи статьи.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН, а также частично поддержана РФФИ (проект № 20-04-00164). Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и подтверждают, что в работе с животными соблюдались применяемые этические нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щипанов Н.А. Функциональная организация популяций: возможный подход к изучению популяционной устойчивости. Прикладные аспекты (на примере мелких млекопитающих) // Зоол. журн. 2002. Т. 81. № 9. С. 1048–1077.
2. Григоркина Е.Б., Оленев Г.В. Миграции грызунов в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа (радиобиологический аспект) // Радиационная биология. Радиозоология. 2013. Т. 53. № 1. С. 76–83.
3. Grigorkina E.B., Olenev G.V. Migrations of rodents in the zone of local radioactive contamination at different phases of population dynamics and their consequences // Biol. Bull. 2018. V. 45. № 1. P. 110–118.
4. Толкачев О.В., Беспямятных Е.Н. Новый метод детекции родаминовой метки и возможности его применения в зоологических исследованиях // Журнал СВУ. Биология. 2019. Т. 12. № 4. С. 352–365.
5. Fisher P. Review of using Rhodamine B as a marker for wildlife studies // Wildl. Soc. Bull. 1999. V. 27. P. 318–329.
6. Tolkachev O. A new baiting scheme and simple method of rhodamine B detection could improve biomarking of small mammals // European J. of Wildlife Research. 2019. V. 65. № 10. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1243-5>
7. Щипанов Н.А., Куцов А.В. Нерезидентность у мелких млекопитающих и ее роль в функционировании популяции // Успехи соврем. биол. 2004. Вып. 124. № 1. С. 28–43.
8. Щипанов Н.А., Куцов А.В., Демидова Т.Б. и др. Нерезидентность и расселение у обыкновенных бурозубок (*Sorex araneus*, Insectivora) // Зоол. журн. 2008. Т. 87. Вып. 3. С. 331–343.
9. Shchipanov N.A., Zima J., Churchfield S. Introducing the Common Shrew // Shrews, chromosomes and speciation (Cambridge Studies in Morphology and Molecules: New Paradigms in Evolutionary Bio). Eds. Searle J., Polly P., Zima J. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. P. 19–67. <https://doi.org/10.1017/9780511895531>
10. Калинин А.А. Последствия учетов мелких млекопитающих методом безвозвратного изъятия // Экология. 2019. № 3. С. 211–216.
11. Burt W.H. Territoriality and home range concepts as applied to mammals // J. Mammal. 1943. V. 24. P. 346–352.
12. Barriopedro D., Fischer E.M., Luterbacher J. et al. The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe // Science. 2011. № 332. P. 220–224.
13. Оленев Г.В., Григоркина Е.Б. Эволюционно-экологический анализ стратегий адаптации популяций грызунов в экстремальных условиях // Экология. 2016. № 5. С. 375–381. [Olenev G.V., Grigorkina E.B. Evolutionary ecological analysis of adaptation strategies of rodent populations under extreme conditions // Russ. J. of Ecology. 2016. V. 47. № 5. P. 486–492.]
14. Jacob J., Jones D.A., Singleton G.R. Retention of the bait marker Rhodamine B in wild house mice // Wildl. Res. 2002. V. 29. P. 159–164.
15. Хлян Л.А. Землеройки // Итоги мечения млекопитающих. М.: Наука, 1980. С. 66–76.
16. Tegelström H., Hansson L. Evidence of long-distant dispersal in the common shrew (*Sorex araneus*) // Z. Säugetierkunde. 1987. V. 52. P. 52–54.
17. Куцов А.В. Хоминг сеголеток обыкновенной (*Sorex araneus*) и средней (*Sorex caecutiens*) землероек-бурозубок (Insectivora, Soricidae) // Зоол. журн. 2013. Т. 92. Вып. 8. С. 941–954.
18. Fichet-Calvet E. Persistence of a systemic labelling in fur and guard hairs by ingestion of rhodamine B in *Myocastor coypus* (Rodentia) // Mammalia. 1999. V. 63. № 2. P. 241–244.
19. Rakitin S.B., Grigorkina E.B., Olenev G.V. Analysis of microsatellite DNA in rodents from Eastern Urals radioactive trace zone and contiguous territories // Russ. J. Genet. 2016. V. 52. № 4. P. 398–404.
20. Lugon-Moulin N., Balloux F., Hausser J. Genetic differentiation of common shrew *Sorex araneus* populations among different alpine valleys revealed by microsatellites // Acta Theriol. 2000. V. 45. № 1. P. 103–117.