

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО  
И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

НАУЧНЫЕ  
ДОКЛАДЫ  
ВЫСШЕЙ  
ШКОЛЫ

# Биологические науки

9 (261)

1985

ЖУРНАЛ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ,  
ИЗДАЕТСЯ  
с 1958 г.



МОСКВА  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД МАССОВОГО МЕЧЕНИЯ ПЛОТОЯДНЫХ ЖИВОТНЫХ И ОПЫТ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*А. В. Баженов, В. Н. Большаков, О. Ф. Садыков*

Описан усовершенствованный метод мечения плотоядных животных на примере насекомыхядных. С целью повышения эффективности мечения метку соединяют с низко- и высокомолекулярными биохимическими соединениями, что обеспечивает практически полное всасывание метки в пищеварительном тракте плотоядных животных.

An improved method for marking of carnivorous animals using insectivorous ones as an example has been described. To increase the marking efficiency the mark combines with low- and high-molecular biochemical compounds that ensures the complete absorption of the mark in the intestine of carnivorous animals.

В популяционной экологии животных широко применяют методы радионуклидного мечения, которые дают объективную и достаточно полную информацию о подвижности и активности животных, имеющих скрытый образ жизни [5, 8—10, 22, 23, 27]. Методы массового мечения основаны, как правило, на поступлении метки алиментарным путем. А. И. Ильенко [5] подразделяет их на две группы: скармливание приманки с радионуклидами; радиоактивное загрязнение биоценоза, в котором функционирует исследуемая популяция.

Впервые в СССР методы мечения  $^{45}\text{Ca}$  и  $^{32}\text{P}$  были разработаны для мечения рыб [2—4, 6, 7]. В дальнейшем были разработаны методы скармливания приманки с радионуклидами для мечения зеленоядных животных; при этом в полевых условиях использовали в основном  $^{32}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Ca}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$  [11, 12, 16—18, 20, 21, 24—26]. Радионуклиды перемешивали с субстратом приманки: кашей, зерновой смесью, семенами сосны, яблоками, что обеспечивало лишь равномерное объемное распределение метки в субстрате приманки при неизменном физико-химическом состоянии метки в виде минеральных солей.

Аналогичны и трофические методы приготовления приманки для мечения плотоядных животных. Так, путем перемешивания мясного фарша с радиоактивным фосфором в дозе  $(2,6—3,0) \cdot 10^6$  Бк на 25 г массы приманки или  $3,7 \cdot 10^6$  Бк на 1 кг массы грызуна [21] получали дозировку, которая обеспечивала обнаружение метки в костях животных в течение месяца. Более длительное сохранение метки в костях (до 57 дней) и безусловное обнаружение изотопа в контрольном органе достигалось в опыте с дозой фосфора  $1,3 \cdot 10^7$  Бк на 1 кг массы грызуна [20].

Г. И. Моханов и В. В. Тимофеев [14] в первых опытах по мечению соболей в качестве приманки использовали тушки белок, зайцев, соболей, мышевидных грызунов, активированных двумя способами: выдерживанием их в растворе изотопа и введением раствора шприцем в заранее умерщвленный объект приманки. Первый способ позволяет активировать крупные, массой до нескольких килограммов куски мяса. Однако, как отмечают сами авторы, в этом случае приманка приобретает ненатуральный вид и запах, чтостораживает, а зачастую и отпугивает животных. При втором способе — введении  $^{90}\text{Sr}$  в дозе  $(1,8—3,7) \times 10^5$  Бк или  $^{35}\text{S}$  в дозе  $(3,7—5,6) \cdot 10^5$  Бк — сохраняется первоначальный внешний вид приманки, но раствор изотопа не всегда равномерно распределяется внутри тушки или крупного куска мяса. Это затрудняет нормирование дозровок в отдельных кусочках, и животные могут изби-

рательно использовать приманку, не поедая кислую метку; кроме того, в нейтральной и щелочной среде большинство радиоизотопов находится в виде гидроокисей, слабо всасывающихся в кишечнике.

Мы попытались усовершенствовать метод приготовления приманки для более эффективного мечения плотоядных животных. Основанием для этого послужили результаты экспериментов по мечению лесных полевых на Северном Урале. При их мечении приманкой из мучных шариков с  $^{22}\text{Na}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на двух участках было попутно отловлено 60 бурозубок, из них 24 меченые, в том числе более 10 экз. на удалении 1000—1500 м от зоны мечения.

Основное отличие предлагаемого нами способа состоит в том, что радионуклиды предварительно вводят в хвостовую или абдоминальную вену животного-жертвы в течение 15—20 с, затем через 2—3 мин животное забивают и из него готовят приманку. В качестве меток можно применять практически любой радионуклид, удовлетворяющий требованиям метки; мы использовали кислые хлористые соединения  $^{45}\text{Ca}$  активностью  $1,85 \cdot 10^7$  Бк и  $^{90}\text{Sr}$  в дозе  $(5,6—7,4) \cdot 10^5$  Бк. При введении изотопов в этих дозах в белую лабораторную крысу массой 200—250 г создается активность  $(1,1—1,9) \cdot 10^5$  Бк по  $^{45}\text{Ca}$  и  $(3,7—5,6) \cdot 10^3$  Бк по  $^{90}\text{Sr}$  в пересчете на 2-граммовую навеску мясной приманки. Кислый раствор обеспечивает поддержание метки в ионном состоянии, и при поступлении ее в кровь она связывается с низко- и высокомолекулярными соединениями крови, тканей и органов животного [1, 13, 15, 19]. Внутривенный способ введения обеспечивает быстрое перемешивание метки во всем организме. 2—3-минутное нахождение метки в циркулирующей крови достаточно для полного связывания метки с биосубстратами организма и равномерного распределения связанной метки во всех мягких тканях и органах. Более длительное циркулирование метки приводит к ее накоплению в скелете животного-жертвы, что особенно характерно для остеотропных радионуклидов кальция и стронция; в этом случае метка будет недоступна для животных, не использующих скелет в качестве пищи. Приманку в виде фарша готовят из всех внутренних органов и тканей, слегка просушивают или добавляют муку. Для землероек берут навеску в 2 г как норму, съедаемую за один прием. При затравке грызунов, зайцев, голубей их можно использовать в качестве приманки целиком или по частям для мечения более крупных плотоядных животных.

Описанную методику мечения испытывали в 1981—1982 гг. в условиях вивария на 15 экз. обыкновенных и 11 экз. равнозубых бурозубок. Животных содержали по отдельности в клетках. Мясные шарики по одному предлагали животным. Обычно они их сразу съедали. Через 2 суток исследовали экскременты на количество радиоактивности. Через 0,5, 1, 4, 6, 8 и 12 месяцев по 1—2 зверька забивали под эфирным наркозом для определения остатка метки во всем организме. При оценке активности в выделениях, а также в тушках забитых зверьков в качестве эталона (100 %) принимали количество радиоактивности, содержащейся в таком же количестве приманки. Радиометрическую обработку проводили после озоления образцов по общепринятой методике на стационарных установках типа «Тесла», VAV-100, УМФ-1500. При лабораторных и полевых экспериментах разделение меченых и немеченых животных проводили относительно натурального фона ( $P < 0,05$ ). Проба 40—50 мг озоленных тушек через 6—12 месяцев после поступления метки имела на 2—3 порядка большую радиоактивность (в импульсах в минуту), чем натуральный фон.

Кумулятивное выведение обеих меток за первые 2 суток с мочой и калом составило 8—10 % (рис. 1), что говорит о высокой эффективности всасывания меток в желудочно-кишечном тракте. Конечно, как и в первые сутки, так и в дальнейшем метки выводятся из организма

уже после фиксации их в первичном депо, но и более чем через год меченые животные могут быть надежно детектированы по остатку метки с помощью озоления.

Полевые эксперименты проводили на Ирмель (1586 м над уровнем моря, Белорецкий район Башкирской АССР) в 1982 г. Схема опыта представлена на рисунке 2. Первая зона мечения с меткой по  $^{45}\text{Ca}$  располагалась в пихтово-еловой тайге на расстоянии 100 м от первой линии конусов без канав (№ 1—50), вторая — со  $^{90}\text{Sr}$  — находилась на вырубке 6-летней давности и была удалена на равные расстояния от третьей (№ 111—170) и четвертой (№ 171—220) линий конусов. Расстояние между первой и второй (№ 51—110) линиями в тайге 250 м, между второй и третьей — 150 м, третьей и четвертой, расположенных на вырубке, — 500 м. Длина каждой линии конусов без канав составляет 500 м, кроме того, ко второй и третьей линиям примыкали 100-метровые линии конусов с канавками (№ 101—120). За 7 суток до начала отловов была разложена мясная приманка в лесу и за 2 суток — на вырубке. Время экспозиции приманки 24 ч; по мере поедания приманки ее обновляли. Приманку с нуклидами по одному шарiku раскладывали в металлические коробки через 5 м на 2 параллельных трансектах длиной 550 м. Отловы проводили 37 суток с 26 августа до выпадения снега 1 октября. Отработано 8140 конусо-суток, отловлено 593 бурозубки четырех видов: обыкновенная (*Sorex araneus*), 354 экз., равнозубая (*Sorex isodon*), 85 экз., средняя (*Sorex saecutiens*), 114 экз., малая (*Sorex minutus*), 21 экз. Из них отловлены 34 меченые обыкновенные бурозубки, 9 равнозубых, 5 средних бурозубок. Две самки и один самец, получившие метку в лесной зоне, на шестые сутки после мечения были пойманы на удалении 1000 м; на таком же удалении пойман еще один самец через 29 суток, а на девятые сутки на расстоянии 500 м был пойман еще один самец. Все остальные меченные кальцием животные (16 экз.) перемещались в лесной зоне не более 250 м. Рассмотрим схему выноса метки бурозубками из зоны мечения, расположенной на вырубке. Из 27 меченых животных в этой зоне на вырубке остались 7 экз. (26 %); основная масса животных переместилась в лесную зону на расстояние 400 м (10 экз.) и на 650 м (также 10 экз.). По-видимому, зверьки покинули вырубку и на зиму переместились в лесную зону. Это предположение подтверждает тот факт, что только 3 зверька были отловлены в первые 5—9 суток после мечения; один зверек отловлен через 14 суток, остальные — более чем через 21 сутки. Кроме того, за первую половину срока отлова (19 суток) было поймано 15 меченых зверьков, тогда как за вторую половину (18 суток) отловлено 33 экз. Эти данные показывают, что за 5—9 суток в лесу и на вырубке и за 1—5 суток в пойме (данные по Северному Уралу) бурозубки способны перемещаться на расстояние 1000—1500 м.

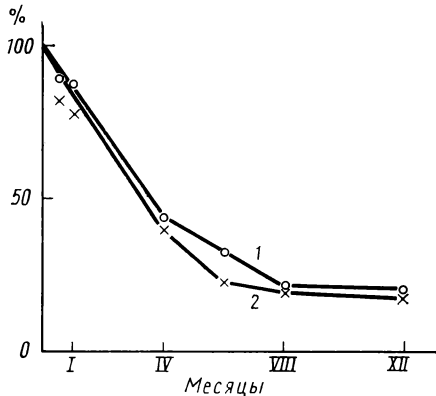


Рис. 1. Изменение во времени содержания  $^{45}\text{Ca}$  (1) и  $^{90}\text{Sr}$  (2) в организме бурозубок, % от поступившего с мясными шариками количества радионуклидов

Таким образом, использование радиоактивной метки в виде соединений с низко- и высокомолекулярными компонентами крови, тканей и органов животного обеспечивает более эффективное ее поступление в организм землероек. Предложенный метод позволяет уменьшать дозы нуклидов на животное, а следовательно, уменьшать радиационную на-

грузки на организм животного, а следовательно, уменьшать радиационную на-

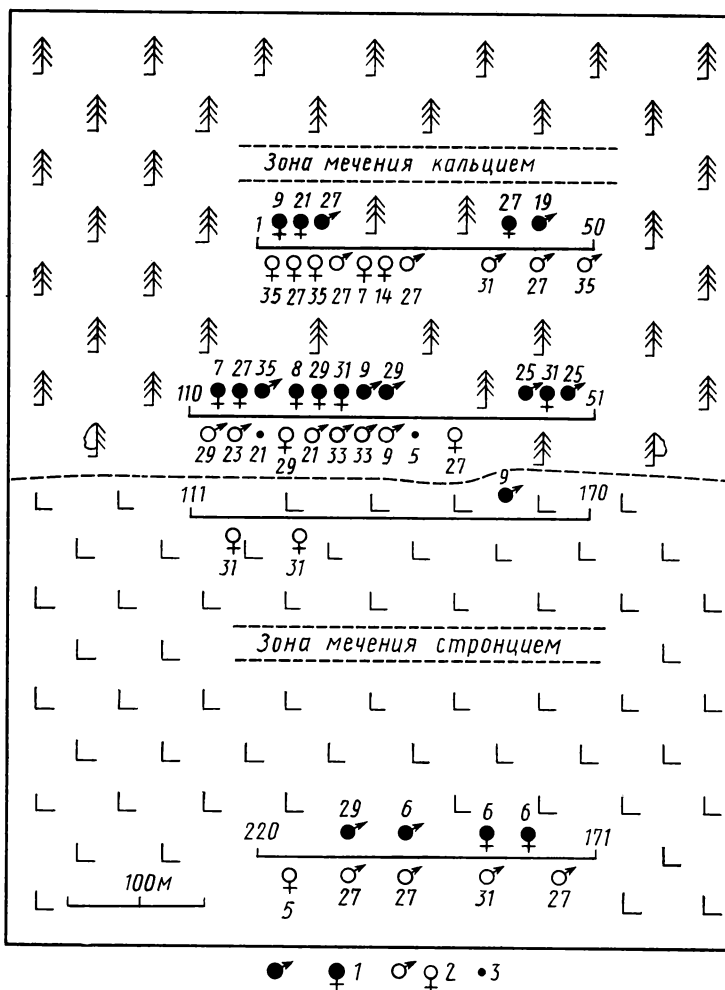


Рис. 2. Схема выноса метки бурозубками из зон мечения, расположенных в пихтОВО-елОВОЙ тайге и на вырубке:

1 — животные, получившие метку по кальцию, 2 — по стронцию, 3 — животные, пол которых не был определен; цифрами обозначен день после мечения, когда был отловлен зверек

грузку на биоценоз при увеличении продолжительности слежения за мечеными зверьками (для бурозубок — на срок их жизни).

#### Литература

1. Биохимическая фармакология. М.: Высшая школа, 1982.
2. Богоявленская М. П. Возможность использования  $^{45}\text{Ca}$  в качестве метки рыб. — Рыбн. коз-во, 1955, № 11, с. 50.
3. Богоявленская М. П. Вопросы техники безопасности при массовом мечении молоди осетра радиоактивным кальцием. — Тр. ВНИРО, 1970, т. 69, с. 70.
4. Богоявленская М. П., Карзинкин Г. С. Рекомендации по технике безопасности при массовом мечении молоди рыб радиоактивным кальцием через воду. — Тр. ВНИРО, 1970, т. 69, с. 76.
5. Ильенко А. И. Результаты применения радионуклидов для мечения позвоночных животных в СССР. — В кн.: Проблемы и задачи радиоэкологии животных. М.: Наука, 1980, с. 212.
6. Карзинкин Г. С., Солдатова Е. В., Шеханова И. А. Некоторые результаты массового мечения радиоактивным фосфором «нестандартной» молоди осетра. — В кн.: Миграции животных. М.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 1, с. 27.
7. Карзинкин Г. С., Солдатова Е. В., Шеханова И. А. Некоторые итоги массового мечения радиоактивным фосфором молоди осетровых рыб на Куринском производственно-экспериментальном заводе. — Тр. ВНИРО, 1961, т. 44, с. 85.

8. Карулин Б. Е., Никитина Н. А. и др. Некоторые итоги и дальнейшие перспективы применения радиоактивных изотопов для изучения мелких млекопитающих — носителей инфекций. — В кн.: Териология. Новосибирск, 1974, т. 2, с. 218.
9. Кулик И. Л. Применение радиоактивных изотопов в экологических и биоценологических исследованиях наземных позвоночных. — Зоол. журн., 1967, т. 46, вып. 8, с. 1234.
10. Литвин В. Ю., Карулин Б. Е. и др. О пригодности некоторых радиоактивных изотопов для мечения мелких млекопитающих. — Биол. науки, 1975, № 9, с. 52.
11. Лобачев В. С. О дальних миграциях большой песчанки и особенности их изучения. — Вестн. Моск. ун-та. Сер. Биология и почвоведение, 1973, т. 5, с. 29.
12. Лобачев В. С., Лапин И. С. Опыт применения радиоактивных изотопов для выяснения поедания грызунами отравленной приманки. — В кн.: Проблемы особо опасных инфекций. Саратов, 1972, вып. 4, с. 151.
13. Любашевский Н. М. Метаболизм радионуклидов в скелете позвоночных. М.: Наука, 1980.
14. Монахов Г. И., Тимофеев В. В. Итоги первых опытов по мечению соболей радиоактивными изотопами. — Сб. науч.-техн. информации ВНИИ животной пушнины, 1965, т. 13, с. 15.
15. Пучкова С. М. Физико-химическое состояние натрия, цезия, кальция, стронция и иттрия в сыворотке крови. — В кн.: Радиоактивные изотопы и организм. М.: Медицина, 1969, с. 220.
16. Судейкин В. А. Миграция серых крыс в условиях большого города. — В кн.: Фауна и экология грызунов. М.: Изд-во МГУ, 1977, вып. 13, с. 41.
17. Судейкин В. А., Харламов В. И., Судейкина М. В. Опыт изучения миграции серых крыс в условиях большого города методом радиоактивной маркировки. — Зоол. журн., 1962, т. 41, вып. 9, с. 1409.
18. Терновская Ю. Г., Ворсин А. Н. Опыт использования радиоактивных индикаторов для мечения водяной крысы. — В кн.: Водяная крыса и борьба с ней в Западной Сибири. Новосибирск, 1959, с. 210.
19. Швыдко Н. С., Попов Д. Н., Ильин И. А. Роль крови в транспорте некоторых осколочных радионуклидов. — Мед. радиология, 1973, № 3, с. 65.
20. Шура-Бура Б. А., Тарарин Р. А., Ключник Н. С. Опыт изучения миграции серых крыс методом мечения атомов. — Журн. мед. эпидемиологии и иммунологии, 1962, № 12, с. 76.
21. Шура-Бура Б. А., Тарарин Р. А., Мельников Б. К. К методике радиоактивной маркировки серых крыс с целью изучения вопросов миграции. — Зоол. журн., 1960, т. 39, вып. 11, с. 1700.
22. Bailey G. N. A., Linn J. G., Walker P. C. Radioactive marking of small mammals. — Mammal Rev., 1973, v. 3, № 1, p. 11.
23. Godfrey G. K. Use of radioactive isotopes in small — mammal ecology. — Nature, 1954, v. 174, p. 951.
24. Hamaar M., Suteu G., Sutova M. «Homo range» studies in rodents by marking with  $^{32}\text{P}$ . — Rev. Biol., 1963, v. 8, № 4, p. 431.
25. Jenkins D. W. Advances in medical entomology using radioisotopes. — Exptl. Parasitol., 1954, v. 3, p. 474.
26. Myllymaki A. Trapping experiments on the water vole, *Arvicola terrestris* (L.), with the aid of the isotope technique. — In: Energy Flow Through Small Mammal Populations. Warsaw, 1969/1970, p. 39.
27. Pendelton R. S. Uses of marking animals in ecological studies labeling animals with radioisotopes. — Ecology, 1956, v. 37, p. 686.

*Рекомендована Институтом экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР. Поступила 30 августа 1984 г.*