

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ЕВРОПЕЙСКОГО КРОТА (*TALPA EUROPAEA* L.) В РАЙОНАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВУХ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ЗАВОДОВ НА УРАЛЕ

© 2014 г. Д. В. Нестеркова

Институт экологии растений и животных УрО РАН

620144 Екатеринбург, 8 Марта, 202

e-mail: ndv@ipae.uran.ru

Поступила в редакцию 13.09.2013 г.

Численность крота исследована в 2007–2011 гг. в градиенте загрязнения выбросами Среднеуральского (Средний Урал) и Карабашского (Южный Урал) медеплавильных заводов. Обилие крота оценивали маршрутным методом по числу жилых ходов на 1 км. В окрестностях обоих заводов крот полностью исчезает на сильнозагрязненной территории. На территории с умеренным загрязнением численность снижена в 1.5–1.8 раза. Минимальная площадь “кротовой пустыни” возле источника выбросов – 90–100 км². В качестве причины описанных изменений рассматривается резкое сокращение численности дождевых червей – основного объекта питания крота.

Ключевые слова: европейский крот, *Talpa europaea*, относительное обилие, маршрутный учет, промышленное загрязнение, медеплавильный завод, Урал.

DOI: 10.7868/S0367059714050126

Промышленное загрязнение окружающей среды, часто достигающее катастрофических масштабов в окрестностях металлургических предприятий, делает актуальным анализ устойчивости природных популяций. Большинство работ по изучению популяций в условиях различных антропогенных воздействий выполнено на широко распространенных группах видов мелких млекопитающих – мышевидных грызунах и землеройках (Лукьянова и др., 1994; Мухачева и др., 2012; Kataev et al., 1994). Реакции других видов млекопитающих, требующие специфических методов учета численности и отлова, исследованы недостаточно.

Европейский крот – узкоспециализированный вид, приспособленный к обитанию в сравнительно постоянных микроклиматических условиях почвы. В прошлом крот был промысловым видом, привлекал внимание многих исследователей, подробно изучивших особенности его размножения, питания, линьки, суточной активности, распределения по биотопам. Кроты успешно использовались в качестве вида-индикатора содержания в среде тяжелых металлов (Komarnicki, 2000; Ma, 1987; Pankakoski et al., 1993) и считаются удобным объектом для исследования аккумуляции тяжелых металлов в условиях умеренного загрязнения. Кроме того, исследовано содержание фторидов в скелете крота около алюминиевого завода (Wal-

ton, 1986), а также показано, что в зоне влияния автодорог почва под норной сетью крота способна аккумулировать тяжелые металлы и другие загрязнители (Быков, Лысиков, 1991). Сведения об обитании крота в районах воздействия металлургических предприятий отрывочны (Воробейчик, 2003), а целенаправленные исследования популяционной структуры, распространения и численности кротов в этих условиях, насколько нам известно, не проводились. Целью настоящей работы было исследование пространственно-временной динамики обилия крота в условиях атмосферного загрязнения выбросами крупных точечных источников эмиссии поллютантов.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в районах действия двух медеплавильных заводов, характеризующихся однотипным спектром загрязнения: SO₂ и полиметаллическая пыль, в которой преобладают Cu, Pb, Zn, Cd, As и др. Заводы сопоставимы по мощности выбросов, характеру загрязнения и содержанию тяжелых металлов в депонирующих средах вблизи предприятий. В конце 1980-х годов каждый из них ежегодно выбрасывал около 160 тыс. т поллютантов, в середине 2000-х годов – около 30–40 тыс. т (Сморкалов, Воробейчик, 2011). Вокруг заводов выделены импактная (0–5 км), бу-

ферная (6–18 км) и фоновая (далее 20 км) зоны (Воробейчик и др., 1994; Kozlov et al., 2009).

Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ) основан в 1940 г. и расположен вблизи г. Ревды Свердловской обл. Согласно физико-географическому районированию, территория относится к подзоне южной тайги, к провинции низкогорной полосы Среднего Урала. Исследованные нами участки расположены на расстоянии 4, 7, 10, 20 и 30 км к западу и 9, 13, 26 и 34 км к югу от завода. Дополнительные контрольные участки находились вблизи д. Меркитасиха Первоуральского района (40 км на северо-запад от СУМЗа) и д. Шигаево Шалинского района (89 км на северо-запад). В западном и северо-западном направлениях преобладают пихто-еловые леса с примесью березы, осины и сосны. В южном направлении к заводу примыкает г. Ревда с небольшими островками леса внутри города, поэтому ближайший к заводу участок находился на удалении 9 км. В этом направлении преобладают сосново-еловые леса.

Карабашский медеплавильный завод, или ЗАО “Карабашмедь” (КМЗ), основанный в 1910 г., расположен на Южном Урале в Челябинской обл. Территория относится к подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов лесной зоны. Исследованные участки расположены в северном (11, 18 и 32 км от источника выбросов) и южном (9, 12, 26 и 27 км) направлениях от завода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Учеты численности кротов проводили в мае и октябре: около СУМЗа – в 2007–2011 гг. (для ряда участков количество наблюдений меньше), около КМЗ – в 2009–2010 гг. Проведение учета весной необходимо для характеристики численности кротов, принимающих участие в размножении, осенью – для оценки численности в конце сезона размножения. Летом учеты не проводили, так как в июле и августе количество жилых ходов зависит не столько от численности кротов, сколько от высокой активности сеголеток, у которых в это время происходит расселение.

Для определения численности кротов применяли маршрутный метод (Башкиров, Жарков, 1934). Маршруты прокладывали по пешим тропам и малоиспользуемым дорогам с умеренно плотной почвой в лесных биотопах. Поляны, переувлажненные участки, давно не посещаемые просеки с рыхлой подстилкой, каменистые, крупные и разбитые машинами дороги исключали при подсчете общей численности. Учет проводили в два приема: в первый день на маршруте записывали пройденное расстояние и GPS-координаты всех пересекающих тропу кротовых ходов, небольшой участок каждого хода разрушали путем притаптывания; на следующий день подчи-

тывали ходы, восстановленные кротом (т.е. жилые), обитаемыми также считали вновь вырытые ходы.

Маршрутный метод учета был разработан для подсчета промысловых запасов кротов на больших территориях, поэтому в каждом биотопе рекомендовалось закладывать не менее 10 км маршрута (Методические указания..., 1988). Применение этого метода в районах промышленных предприятий сопряжено с некоторыми трудностями. Во-первых, необходимо провести оценку численности крота на ограниченной площади на определенном расстоянии от источника выбросов в заданном направлении. Поэтому длина маршрута нами была уменьшена, а расстояние до источника выбросов указано приблизительно (± 1 км). Во-вторых, охвату учетом многих вариантов биотопов на каждом участке препятствует небольшая длина маршрута. Использование других методов учета, например мечение и повторный отлов либо нахождение площади индивидуальных участков, для наших целей малоприменимо из-за чрезвычайной трудоемкости.

Для определения необходимой длины маршрута была исследована зависимость количества ходов (в пересчете на 1 км) от длины маршрута по данным длинных маршрутов на трех участках осенью 2008 и 2009 гг. (рис. 1). Результаты маршрутного учета становятся относительно стабильными при длине маршрута более 1.5 км, окончательно стабилизируются при длине более 3 км. Из 18 заложенных маршрутов большинство удовлетворяли этому условию (средняя длина маршрута на одном участке составила 2.8 ± 0.1 км); только 5 из них (в 4, 30, 89 км около СУМЗа и 9, 12 км около КМЗ) имели протяженность от 0.7 до 1.5 км из-за отсутствия троп.

Определение границ обитания крота возле СУМЗа проводили свободным поиском любых следов роющей деятельности этого вида (ходы, кротовины), не принимая во внимание их давность и обитаемость.

Количество кротов, использующих один и тот же магистральный ход, определяли в 2007 и 2009 гг. на основании отловов в мае, июле и октябре. Капканы-кротовки и живоловки конструкции Фалькенштейна-Попова устанавливали на каждом участке в 1–6 ходов на 2–3 дня, в общей сложности в 106 ходах; за указанный период отловлено 243 крота.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общим для обоих регионов было отсутствие кротов на сильнозагрязненной (импактной и ближней буферной) территории. В окрестностях СУМЗа ближайшие кротовины и ходы обнаружены в западном направлении на расстоянии 4.5 км, в южном – 7 км; в окрестностях КМЗ в северном

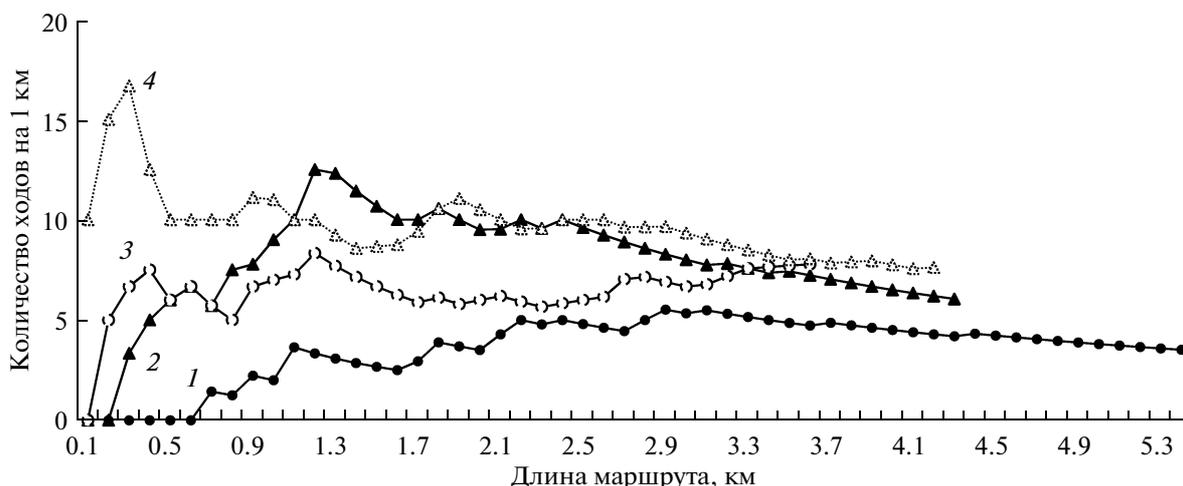


Рис. 1. Зависимость количества ходов на 1 км от протяженности маршрута в районе СУМЗа (1 – 7 км от завода, 2 – 13 км, 3 и 4 – 20 км в разные годы).



Рис. 2. Расположение участков исследования и ближайших к СУМЗу ходов и кротовин крота.

направлении – 9 км, в южном – 11 км. Площадь “кротовой пустыни” в районе СУМЗа составляет не менее 90–100 км² (рис. 2). Ближайшие к СУМЗу кротовины были отмечены в пойме небольшой реки и около огородов населенных пунктов. Весной граница между заселенной кротами и необитаемой территориями часто отодвигается еще дальше от завода, так как в зимние месяцы в неблагоприятных биотопах крот погибает или мигрирует.

Относительная численность кротов на исследованных участках представлена на рис. 3 и 4. В районе СУМЗа количество ходов в осенний период на фоновых территориях варьировало от 1 до 12.6 на 1 км (в среднем 6.9 ± 1.9 , $n = 20$), на буферных – от 0 до 8.1 (3.8 ± 1.3 , $n = 18$). За 5-летний период максимальные флуктуации этого показателя на одном участке достигали 1.2–7.6-кратной величины (в среднем 3.4). В районе КМЗ количество ходов в осенний период на фоновых терри-

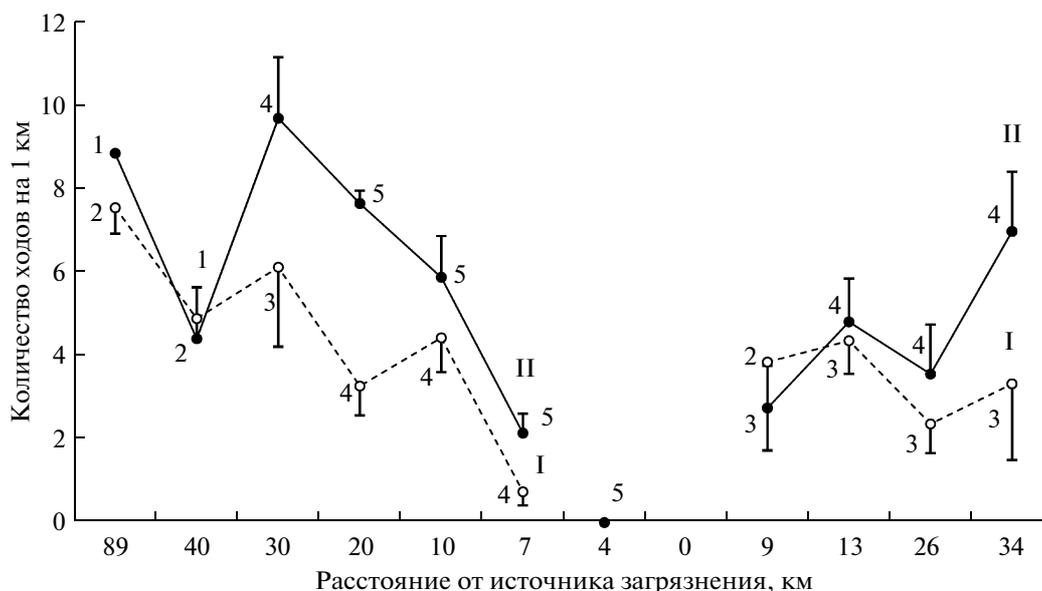


Рис. 3. Количество жилых ходов крота в западном (слева) и южном (справа) направлении от СУМЗа в весенний (I) и осенний (II) периоды.

Приведены средние значения, планки погрешностей – ошибка среднего, цифры рядом с точками – число лет наблюдений.

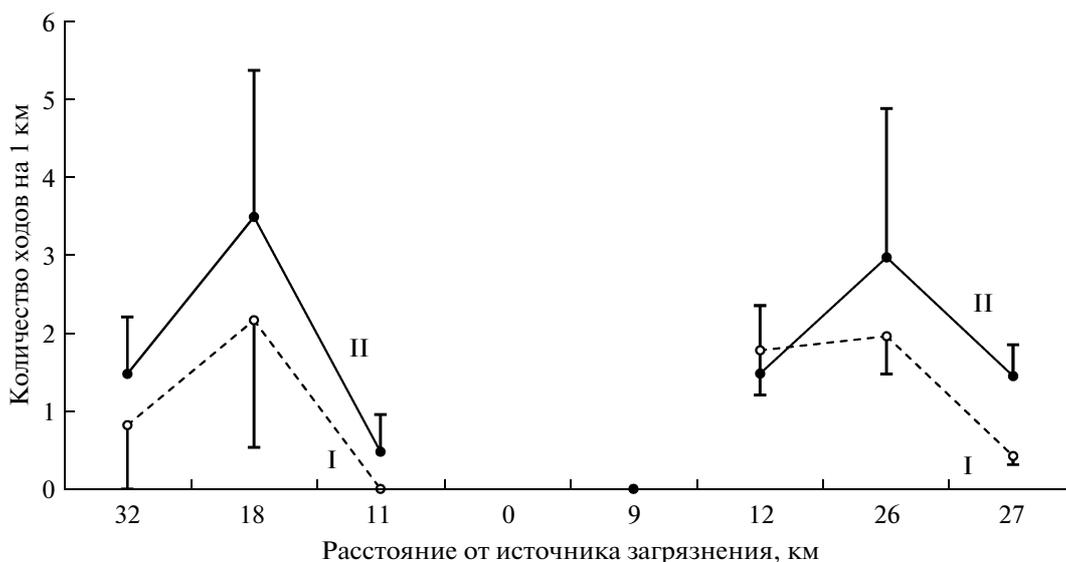


Рис. 4. Количество жилых ходов крота в северном (слева) и южном (справа) направлении от КМЗ в весенний (I) и осенний (II) периоды.

Приведены средние значения, планки погрешностей – ошибка среднего, для всех точек – усреднение по двум годам наблюдений.

ториях варьировало от 0.7 до 4.9 (2.0 ± 0.8 , $n = 6$), на буферных – от 0 до 5.3 (1.3 ± 1.0 , $n = 10$). В 2010 г. по сравнению с 2009 г. количество ходов было меньше из-за жаркого и засушливого лета: отклонения температуры воздуха от среднегоголетней достигали $2.5-3.5^\circ\text{C}$, количество осадков составило 60% от нормы (данные Института глобального климата и экологии: <http://climatechange.igce.ru>),

или 78% от количества осадков в 2009 г. (данные метеостанции г. Миасса: <http://gp5.ru/>).

Влияние уровня загрязнения, района исследований, годовой и сезонной динамики на количество ходов крота оценивали с помощью 4-факторного дисперсионного анализа. Основное влияние оказали зона токсической нагрузки (20%

Таблица 1. Зависимость количества ходов крота (y) от расстояния до источника загрязнения (x)

Год	Месяц	СУМЗ				КМЗ			
		модель	w	w_i/w_0	R^2	модель	w	w_i/w_0	R^2
2007	Май	$y = \text{const}$	0.667	1	0	—	—	—	—
	Октябрь	$y = a + b \lg(x)$	0.666	44	0.85***	—	—	—	—
2008	Май	$y = \text{const}$	0.536	1	0	—	—	—	—
	Октябрь	$y = a + b \lg(x)$	0.677	7	0.62***	—	—	—	—
2009	Май	$y = \text{const}$	0.762	1	0	$y = \text{const}$	0.896	1	0
	Октябрь	$y = \text{const}$	0.885	1	0	$y = \text{const}$	0.863	1	0
2010	Май	$y = \text{const}$	0.442	1	0	$y = \text{const}$	0.538	1	0
	Октябрь	$y = a + b \lg(x)$	0.431	1.3	0.54**	$y = a + b \lg(x)$	0.501	4	0.70**
2011	Октябрь	$y = a + b \lg(x)$	0.711	15	0.88**	—	—	—	—
Все учеты		$y = a + b \lg(x)$	0.956	6.4×10^5	0.37***	$y = \text{const}$	0.896	1	0

Примечание. w – вес модели по состоятельному критерию Акаике (CAIC); w_i/w_0 – отношение весов наилучшей модели и модели $y = \text{const}$; R^2 – коэффициент детерминации, ** – уровень значимости уравнения регрессии $p < 0.01$, *** – $p < 0.001$, прочерк означает отсутствие данных.

дисперсии, $F_{1;95} = 20.6, p < 0.0001$) и район (17.7%, $F_{1;95} = 11.4, p < 0.01$). Вклад сезонной (5.3%, $F_{1;95} = 5.9, p < 0.05$) и годовой (5.2%, $F_{4;95} = 2.8, p < 0.05$) изменчивости существенно ниже. На долю рассмотренных факторов суммарно приходится до 48.2% дисперсии.

Для каждого района, месяца и года исследования были оценены четыре регрессионные зависимости количества ходов от расстояния до источника загрязнения ($y = \text{const}$, линейная, логарифмическая и логистическая) с помощью состоятельного критерия Акаике (табл. 1). Четко выраженная логарифмическая зависимость отмечена только около СУМЗа в осенний период; весной количество ходов невелико на всех участках вне зависимости от уровня загрязнения. Около КМЗ связь количества ходов с расстоянием до завода отсутствовала или была слабой из-за небольшого числа ходов на некоторых фоновых участках.

Существуют модификации маршрутного метода, основанные на применении пересчетных коэффициентов для расчета численности. Для перехода от количества ходов к численности кротов результаты маршрутного учета умножают на коэффициенты – фиксированные (Жарков, 1952) или в каждом случае вновь вычисляемые по среднему числу отловленных в одном ходе зверьков (Депарма, 1951; Методические указания, 1988). Так, И.В. Жарков (1952) предполагал, что в одном ходе в среднем отлавливается 4 крота. Однако, как видно из табл. 2, количество кротов, использующих один магистральный ход, может варьировать в зависимости от месяца ($F_{2;94} = 18.98, p < 0.001$) и года ($F_{1;94} = 19.89, p < 0.001$). В то же время этот по-

казатель не различался в разных зонах нагрузки ($F_{1;94} = 1.73, p = 0.19$) и изменялся синхронно в исследованные промежутки времени. Различия между годами были значимы только для количества кротов в июле. В это время идет расселение сеголеток из родительского гнезда, и количество встречающихся кротов зависит не только от их численности, но и от активности и фазы миграции. Если исключить июль из анализа, то влияние года становится незначимым ($F_{1;52} = 0.91, p = 0.35$).

Следовательно, количество кротов, использующих совместно один ход, главным образом зависит от месяца проведения учета. После пересчета на численность и повторного анализа увеличивается вклад сезонной составляющей (22.2% дисперсии, $F_{1;95} = 24.9, p < 0.0001$) в изменение численности кротов, незначительно уменьшается влияние зоны (16.9%, $F_{1;95} = 20.1, p < 0.0001$) и местоположения завода (12.6%, $F_{1;95} = 9.5, p < 0.01$), исчезает влияние года.

ОБСУЖДЕНИЕ

На фоновых территориях Среднего и Южного Урала выявлена невысокая численность крота – среднее количество ходов составляет 7 и 2 на 1 км соответственно. Согласно бонитировкам кротовых местообитаний Северо-Запада России (Русakov, 1965), к хорошим угольям относятся территории с числом ходов на 1 км больше 15, 5–10 ходов соответствуют удовлетворительным, а менее 5 ходов – посредственным угольям. К удовлетворительным угольям отнесены высокополотные лиственные и хвойно-лиственные леса, к посредственным – хвойные (еловые и сосновые) леса

Таблица 2. Количество кротов, совместно использующих один и тот же ход, в зависимости от года, месяца и зоны токсической нагрузки (объединенные данные по обоим заводам)

Год	Месяц	<i>n</i>	Количество кротов в одном ходе		
			фоновая	буферная	среднее
2007	Май	7	1.0 ± 0 (1–1)	1.5 ± 0.3 (1–2)	1.3 ± 0.2
	Июль	16	4.1 ± 0.8 (2–9)	5.7 ± 0.7 (3–8)	4.8 ± 0.6
	Октябрь	29	2.6 ± 0.4 (1–6)	2.1 ± 0.3 (1–5)	2.3 ± 0.3
2009	Май	10	1.0 ± 0 (1–1)	1.5 ± 0.2 (1–2)	1.3 ± 0.2
	Июль	30	1.8 ± 0.2 (1–4)	1.7 ± 0.2 (1–3)	1.7 ± 0.2
	Октябрь	14	1.6 ± 0.3 (1–3)	1.8 ± 0.2 (1–2)	1.7 ± 0.2
2007 + 2009	Май	17	1.0 ± 0	1.5 ± 0.2	1.3 ± 0.1
	Июль	46	2.7 ± 0.4	3.0 ± 0.5	2.8 ± 0.3
	Октябрь	43	2.2 ± 0.3	2.1 ± 0.2	2.1 ± 0.2

Примечание. Среднее ± ошибка, в скобках – минимальное и максимальное значение, *n* – количество ходов, в которых отлавливали животных.

различной полноты. Именно эти леса (березовые, еловые и сосновые) преобладают в районе исследования, и это определяет невысокое обилие крота по сравнению с европейской частью России. Тем не менее по данным заготовок Челябинская область ранее занимала лидирующие позиции в стране: в период с 1935 г. по 1990 г. заготавливалось от 100 до 2350 тыс. шкурок крота в год (Латюшин, Шапкин, 1992). Несоответствие между выявленной нами низкой численностью крота в 2009–2010 гг. и масштабной добычей крота в прошлом может быть обусловлено периодическими суровыми зимами и летними засухами. Известно, что обилие крота на Южном Урале широко варьирует из-за сильного промерзания почвы в некоторые зимы (Кириков, 1946). Летняя засуха может изменять кормовую базу крота: в их рационе снижается доля червей и возрастает доля личинок насекомых, что увеличивает зараженность кротов паразитами (Шапошников, 1946).

Количество ходов крота зависело от зоны токсической нагрузки, района исследований, сезона и года проведения учета. Большое влияние района исследований обусловлено различиями в климатических и биотопических характеристиках местности. Помимо рассмотренных факторов, существует и другие, которые не были учтены в этой работе. Так, на некоторых фоновых территориях обнаружено низкое обилие ходов крота. Причиной этого могут быть локальные свойства почвы (плотность, каменистость), затрудняющие прокладывание ходов, или низкая численность кротов из-за небольшого обилия червей, не связанного с загрязнением почвы. Относительно перехода от количества ходов к обилию кротов заметим, что использование фиксированных коэффициентов нежелательно из-за сезонно-годовой изменчивости. При исследовании влияния загрязнения на численность крота для снижения

трудоемкости работы можно отказаться от этого показателя, поскольку число отловленных в одном ходе животных не зависит от уровня загрязнения.

Загрязнение среды тяжелыми металлами оказывает более сильное влияние на численность крота по сравнению с другими мелкими млекопитающими. Так, в импактных зонах каждого из исследованных заводов обитает по 8 видов мелких млекопитающих (Мухачева, Давыдова, 2012; Мухачева и др., 2012). Крот же образует устойчивое поселение только на территории, которая для других видов может считаться буферной. Если фоновые участки благоприятны для обитания крота, то изменение численности описывается логарифмической кривой. В целом в районе обоих медеплавильных заводов численность крота изменяется скачкообразно: на фоновых и слабозагрязненных участках она может варьировать относительно широко, однако при достижении критического уровня загрязнения крот сразу исчезает.

Одной из возможных причин отсутствия крота на столь обширной территории около медеплавильных заводов может быть прямое токсическое действие выбросов. В этом случае в организме животных, отловленных на наиболее приближенных к заводу территориях, должны были бы наблюдаться серьезные нарушения. Однако ранее нами (Нуртдинова, 2010; Нестеркова и др., 2012) было показано, что кроты из фоновой и буферной зон не различаются по комплексу морфофизиологических и гематологических показателей.

Другая возможная причина – косвенное воздействие через изменения условий обитания, главным образом кормовой базы. Основной компонент пищи крота – дождевые черви; личинки жуков и двукрылых значительно уступают им и по встречаемости, и по массе (Gogfrey, Crowcroft,

1960; Ивантер, 1968). Обладая высоким уровнем метаболизма, крот за день съедает около 50 г пищи (Павлинин, 1959), а годовые потребности одного животного составляют 18 кг сырой массы дождевых червей. Таким образом, присутствие крота в конкретном биотопе в первую очередь должно определяться наличием достаточного для его длительного существования количества дождевых червей. Действительно, исследователи, изучавшие биотопическое распределение кротов (Ивантер, 1968; Русаков, 1965), всегда обнаруживали сильную корреляцию между численностью кротов и обилием почвенной мезофауны.

Исследование дождевых червей в районе СУМЗа (Воробейчик, 1998) показало, что по мере увеличения токсической нагрузки численность дождевых червей резко сокращается, а после определенного уровня они полностью исчезают. В импактной зоне СУМЗа общая плотность почвенной мезофауны снижена в 8–60 раз, а дождевые черви ближе 3.8 км от завода вообще не встречаются, и эта территория может считаться “люмбрицидной пустыней”. На удалении 4–6 км от завода в ельниках-пихтарниках плотность люмбрицид составляет 39.5 экз./м² (Воробейчик и др., 2012). Находящиеся на этом расстоянии кротовины приурочены только к поймам рек и огородам населенных пунктов. Можно предположить, что в этих биотопах дождевые черви более обильны, поскольку на почвах, богатых органикой, их устойчивость к тяжелым металлам существенно выше (Streit, Jaggy, 1983). В лесных биотопах крот начинает встречаться на расстоянии не ближе 6–7 км от СУМЗа, где численность червей близка к фоновым значениям (212.5 и 261.5 экз./м² соответственно) (Воробейчик и др., 2012), хотя регистрируются еще достаточно высокие концентрации металлов. В отличие от грызунов, которые в импактной зоне занимают микроучастки, сохраняющие относительно благоприятные условия для их существования (Мухачева и др., 2012), крот полностью исчезает в зоне сильного загрязнения, даже если на ее периферии и остаются небольшие участки, заселенные дождевыми червями.

Сопряженное пространственное распределение дождевых червей и кротов в районе действия СУМЗа в середине 1990-х годов (рис. 5) было показано Е.Л. Воробейчиком (2003). При сравнении зоны “кротовой пустыни” с нашими данными можно отметить существенное ее сокращение (с 650 до 90–100 км²). Возможно, это произошло вследствие снижения объема выбросов СУМЗа в последнее десятилетие. Однако необходимо иметь в виду, что в работе Е.Л. Воробейчика был применен точечный метод оценки по обилию кротовин и только в лесных биотопах, удовлетворяющих определенным критериям (возраст доминирующей древесной породы — не менее 60 лет, участие березы в древостое — не менее 20% и т.д.).

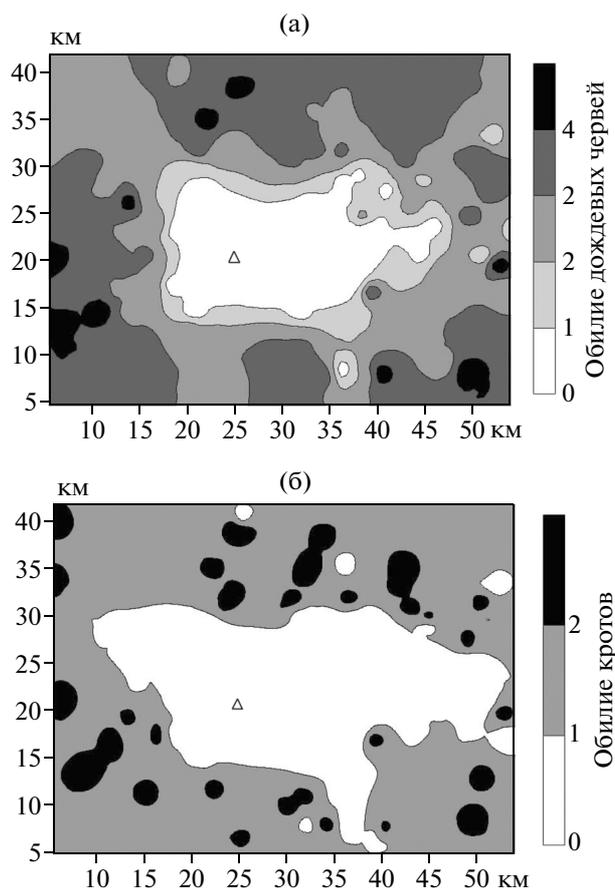


Рис. 5. Пространственное распределение обилия дождевых червей (а) и кротов (б) в районе действия СУМЗа в 1995–1999 гг. по данным Е.Л. Воробейчика (2003).

Градация обилия дождевых червей: 0 — отсутствуют, 1 — единично, 2 — средне, 3 — обильно, 4 — очень обильно; кротов: 0 — отсутствуют, 1 — средне, 2 — обильно; Δ — СУМЗ.

Таким образом, промышленное загрязнение среды тяжелыми металлами и сернистым ангидридом крайне отрицательно сказывается на обилии европейского крота, который полностью исчезает с сильно загрязненной территории и в 1.5–1.8 раза снижается численность на территории с умеренным загрязнением. Основной причиной исчезновения мы считаем резкое сокращение его кормовой базы. По чувствительности к загрязнению среды тяжелыми металлами крот не уступает лишайникам, превосходит дождевых червей и тем более других мелких млекопитающих, и его отсутствие может рассматриваться как индикатор сильного промышленного загрязнения.

Выражаю благодарность Е.А. Бельскому, Е.Л. Воробейчику, Ю.А. Давыдовой, В.Г. Монахову и С.В. Мухачевой за обсуждение и ценные замечания по тексту рукописи.

Работа завершена при поддержке Программы развития ведущих научных школ (НШ-

5325.2012.4), Президиума УрО РАН (12-М-23457-2041) и гранта РФФИ (14-05-00686).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Башкиров И.С., Жарков И.В.* Биология и промысел крота в Татарии // Работы Волжско-Камской зональной охотничье-промысловой биостанции. Казань, 1934. Вып. 3. С. 3–66.
- Быков А.В., Лысков А.Б.* Влияние деятельности крота на характер загрязнения почв лесных придорожных полос // Почвоведение. 1991. № 8. С. 31–39.
- Воробейчик Е.Л.* Население дождевых червей (Lumbricidae) лесов Среднего Урала в условиях загрязнения выбросами медеплавильных комбинатов // Экология. 1998. № 2. С. 102–108. [*Vorobeichik E.L.* Populations of Earthworms (Lumbricidae) in Forests of the Middle Urals in Conditions of Pollution by Discharge from Copper Works // *Rus. J. Ecol.* 1998. V. 29. № 2. P. 85–91].
- Воробейчик Е.Л.* Экологическое нормирование токсических нагрузок на наземные экосистемы: Дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 2003. 362 с.
- Воробейчик Е.Л., Ермаков А.И., Золотарев М.П., Тунева Т.К.* Изменение разнообразия почвенной мезофауны в градиенте промышленного загрязнения // *Rus. Entomol. J.* 2012. V. 21. № 2. С. 203–218.
- Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г.* Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с.
- Депарма Н.К.* Крот. М.: Гос. изд-во техн. и экон. лит., 1951. 48 с.
- Жарков И.В.* Количественный учет крота // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 128–134.
- Ивантер Э.В.* Материалы к изучению крота (*Talpa europaea* L.) в Карелии // Уч. зап. Петрозаводского ун-та. Биол. и сельскохоз. науки. 1968. Т. 16. Вып. 3. С. 186–202.
- Кириков С.В.* О периодической гибели животных на южной оконечности Урала во время малоснежных суровых зим // Зоол. журн. 1946. Т. 25. Вып. 6. С. 565–570.
- Латюшин В.В., Шапкин В.А.* Позвоночные животные Челябинской области: (методические рекомендации). Челябинск: ИУУ, 1992. 105 с.
- Лукьянова Л.Е., Лукьянов О.А., Пястолова О.А.* Трансформация сообществ мелких млекопитающих под воздействием техногенных факторов (на примере таежной зоны Среднего Урала) // Экология. 1994. № 3. С. 69–76. [*Luk'yanova L.E., Luk'yanov O.A., Pyastolova O.A.* Transformation of communities of small mammals under the action of technogenic factors (on the example of the taiga zone of the Central Urals // *Rus. J. Ecol.* 1994. V. 25. № 3. P. 203–208].
- Методические указания по проведению учета численности европейского, алтайского и уссурийского (могеры) кротов. М.: Упрполиграфиздат Мособлсполкома, 1988. 18 с.
- Мухачева С.В., Давыдова Ю.А.* Как изменяется разнообразие сообществ мелких млекопитающих в зоне действия предприятий медеплавильного производства // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: Мат-лы IV Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Нижний Тагил, 2012. Ч. 2. С. 80–84.
- Мухачева С.В., Давыдова Ю.А., Воробейчик Е.Л.* Роль гетерогенности среды в сохранении разнообразия мелких млекопитающих в условиях сильного промышленного загрязнения // Докл. РАН. 2012. Т. 447. № 1. С. 106–109.
- Нестеркова Д.В., Давыдова Ю.А., Мухачева С.В.* Морфофизиологические показатели трех видов мелких млекопитающих в окрестностях медеплавильного комбината // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: Мат-лы IV Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Нижний Тагил, 2012. Ч. 2. С. 90–92.
- Нуртдинова Д.В.* Аккумуляция кадмия и его влияние на гематологические показатели европейского крота (*Talpa europaea* L.) // Естественные науки. 2010. № 3. С. 114–122.
- Павлинин В.Н.* Заметки по питанию уральского крота // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1959. Т. 64. Вып. 2. С. 11–17.
- Русаков О.С.* Материалы к бонитировке кротовых углей Северо-Запада СССР // Сборник научно-технической информации (охота, пушнина и дичь). Киров, 1965. Вып. 13. С. 27–35.
- Сморкалов И.А., Воробейчик Е.Л.* Почвенное дыхание лесных экосистем в градиентах загрязнения среды выбросами медеплавильных заводов // Экология. 2011. № 6. С. 429–435. [*Smorkalov I.A., Vorobeichik E.L.* Soil respiration of forest ecosystems in gradients of environmental pollution by emissions from copper smelters // *Rus. J. Ecol.* 2011. V. 42. № 6. P. 464–470].
- Шапошников Л.В.* О динамике численности кротов (*Talpa europaea* L.) // Зоол. журн. 1946. Т. 25. Вып. 4. С. 367–371.
- Godfrey G., Crowcroft P.* The life of the mole. London: Museum Press, 1960. 143 p.
- Kataev G.D., Suornela J., Palokangas P.* Densities of micro-timel rodents along a pollution gradient from a copper-nickel smelter // *Oecologia.* 1994. V. 97. № 4. P. 491–498.
- Komarnicki G.J.K.* Tissue, sex and age specific accumulation of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd) by populations of the mole (*Talpa europaea* L.) in a central urban area // *Chemosphere.* 2000. V. 41. № 10. P. 1593–1602.
- Kozlov M.V., Zvereva E.L., Zverev V.E.* Impact of point pollutants on terrestrial biota. Comparative analysis of 18 contaminated areas. Dordrecht et al.: Springer, 2009. 500 p.
- Ma W.C.* Heavy metal accumulation in the mole, *Talpa europaea*, and earthworms as an indicator of metal bioavailability in terrestrial environments // *Bull. of Environmental Contamination and Toxicology.* 1987. V. 39. № 6. P. 933–938.
- Pankakoski E., Hyvärinen H., Jalkanen M., Koivisto I.* Accumulation of heavy metals in the mole in Finland // *Environmental Pollution.* 1993. V. 80. № 1. P. 9–16.
- Streit B., Jaggy A.* Effect of soil type on copper toxicity and copper uptake in *Octolasion cyaneum* (Lumbricidae). *New Trends Soil Biol.: Proc. 8 Int. Colloq. Soil. Zool. Louvain-la-Neuve*, 1983. P. 569–575.
- Walton K.C.* Fluoride in moles, shrews and earthworms near an aluminium reduction plant // *Environmental Pollution (Ser. A).* 1986. V. 42. № 4. P. 361–371.