

В. А. МЕЖЖЕРИН и Г. Л. МЕЛЬНИКОВА

(V. A. MEZHHERIN & G. L. MELNIKOVA)

**Адаптивное значение сезонных изменений
некоторых морфо-физиологических показателей
землероек-бурозубок**

**Adaptive Importance of Seasonal Changes in Some Morphophysiological
Indices in Shrews**

[С 8 табл. и 7 рис.]

The present communication is an attempt to evaluate the changes in the physiological state of shrews in their natural environment. The weight of the body and internal organs, and their changes by the course of all seasons of the year have been used in the work. Materials on the daily food consumption in common and water shrews are here with given; seasonal and age changes in the lipids and water content in the brain of the common shrew are also under consideration. Changes in the body weight in the autumn-winter period occur in two stages, that leads to the suggestion that first weight depression is a result of preparation of animals for the overwintering, second one is connected with decrease of fatness. One of these stages — second — is much variable in the weight lose and depends on the actual environmental peculiarities of a given population. On the ground of mentioned seasonal changes of the kidneys and liver weight, and on the materials on the daily consumption one can conclude that shrews are characterized by the high stability of metabolic processes in the winter-period. Mechanisms existing in these forms prohibit the increase of the daily food consumption and provoke in the known conditions its high decrease. Seasonal changes in the weight and volume of the brain are conditioned by the lipids and water content in it.

I. ВВЕДЕНИЕ

В 1962 г. одним из авторов данной статьи (Межжерин, 1962) было высказано предположение, согласно которому резкое сокращение веса тела землероек в предзимний и зимний периоды, следует рассматривать как реакцию организма, направленную на сокращение потребления пищи в абсолютных показателях. Естественно, данная реакция рассматривалась, как наследственно закрепленная.

Более широкое знакомство с географической изменчивостью мелких млекопитающих показало, что уменьшение размеров тела по мере продвижения на

север характерно не только землеройкам, но и другим формам, в частности, лесной мышью (Ларина, 1964) и мышью-малютке (Аргиропуло, 1940), серой полевке (Башенина, 1963, 1964), ласке (Шварц, 1959). На этом основании стало возможным высказать предположение, согласно которому млекопитающие, находящиеся на нижней размерной границе своей группы (отряда или семейства) образуют связи с окружающей их средой, обратные тем, которые свойственны средним по размерам формам. Эти связи очень хорошо обнаруживаются в том направлении, что, если для средних форм в процессе эволюции основное лимитирующее значение имеет расход, потеря энергии, то для мелких — ее пополнение (Межжерин, в печати).

Настоящие исследования и были предприняты авторами данного сообщения, для получения новых доказательств в пользу высказанных ранее предположений.

II. МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛ

Основой для настоящего сообщения послужили материалы, собранные авторами, с декабря 1963 г. по март 1965 г. включительно в одной популяции (окрестности г. Киева, урочище «Оболонь»). Сбор материала осуществлялся при помощи давилок. За этот период было отловлено 391 обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758) и 80 малых бурозубок (*Sorex minutus* Linnaeus, 1766). Все отловленные зверьки взвешивались, измерялась длина тела, опреде-

Таблица 1.

Исследованный материал по месяцам.

Месяцы г	<i>S. araneus</i>			<i>S. minutus</i>		
	Вес печени	Вес сердца	Вес почек	Вес печени	Вес сердца	Вес почек
I	20	18	20	6	4	6
III	19	18	20	1	1	1
IV	23	23	23	7	7	7
V	37	37	37	7	6	7
VI	46	44	42	5	5	6
VII	18	17	18	1	1	2
IX	46	41	48	3	3	4
X	41	46	47	8	9	9
XI	53	50	65	12	13	14
XII	23	27	29	18	19	19
Итого	326	321	349	68	68	75

лялся их возраст и пол, после чего извлекались и взвешивались внутренние органы: печень, сердце и почки (таблица 1). Кроме того, для характеристики сезонных изменений упитанности производились взвешивания центрального внутривисцерального жирового включения у обыкновенной бурозубки.

С целью изучения причин сезонных изменений веса и объема головного мозга производилось определение содержания липидов экстрагированием в аппарате

Сокслета и содержания воды (по разнице весов до и после высушивания навески).

Для характеристики сроков наступления половой зрелости у самцов производилось взвешивание семенников.

Изучение сезонных изменений интерьерных признаков производилось методами, рекомендованными С. С. Шварцем (1956, 1958, 1960).

В настоящей статье также приводятся данные 117 опытов, в которых были использованы 3 обыкновенных бурозубки и 1 водяная кутора, *Necomys fodiens* (Pennant, 1771). Все зверьки, которые использовались в эксперименте, были в зимнем меху, или же у них завершался процесс линьки. Зверьки содержались в деревянных клетках. В зависимости от поставленной цели они содержались без укрытий, с укрытиями (ставился деревянный домик с гнездом) или же насыпался рыхлый грунт толщиной в 5 см. В последнем случае живой корм равномерно распределялся по всей площади клетки, личинки зарывались в грунт, и зверьки вынуждены были прodelывать определенную работу, связанную с отысканием и извлечением пищи.

В основной массе опытов в качестве корма давались личинки *Tenebrio molitor* («мучные черви»). Во всех случаях зверькам давалась пища один раз в сутки в количестве большем, чем они могли ее съесть. Продолжительность каждого опыта равнялась одним суткам.

В работе также приводятся материалы по суточной активности двух видов землероек, полученные в летний и зимний периоды.

Рисунки и таблицы, характеризующие сезонные и возрастные изменения веса тела двух видов землероек-бурозубок, включают в себя результаты 930 взвешиваний зверьков из окрестностей г. Киева.

Весь материал подвергнут биометрической обработке. Статистическая достоверность различий определялась по *t*-распределению Стьюдента. Цифровой материал в таблицах в ряде случаев имеет следующее выражение: $\frac{M \pm m}{n}$.

III. СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕМЛЕРОЕК-БУРОЗУБОК

Вес тела. Рассматривая кривую изменения веса тела землероек-бурозубок (рис. 1) в течение их жизни, мы невольно можем прийти к выводу, что изменения, которые отмечаются в предзимний и зимний периоды, связаны с падением упитанности зверьков. Однако перед таким объяснением возникают некоторые трудности. Если рассмотреть изменения веса тела в период с октября по март, т. е. за пять месяцев, то мы увидим, что с октября по март животные теряют 23% своего веса. В то же время лишь в период с октября по ноябрь вес тела снижается на 13,4%, а за остальные четыре месяца всего на 9,6%. Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что резкое снижение веса тела животных к ноябрю связано скорее всего с какой-то перестойкой зверьков в этот период. Остальные же потери, которые отмечаются в весе тела животных в процессе зимовки, очевидно, связаны с падением упитанности.

Представляющими интерес являются материалы, свидетельствующие о том, что в различные годы зимняя депрессия веса тела земле-

роек характеризуется несколько иными показателями (таблица 2). Так, в декабре 1961 г. и январе 1962 г. вес тела обыкновенной бурозубки был выше, чем в эти же месяцы 1963, 1964 и 1965 гг. Следует учитывать, что сбор материала в разные годы производился в одни и те же числа каждого месяца (в декабре во всех случаях в первой декаде).

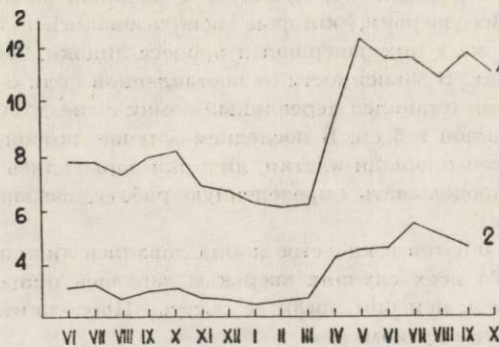


Рис. 1. Изменение веса тела в течение жизни: 1. обыкновенная бурозубка, 2. малая бурозубка.

Таблица 2.

Годичные отклонения в сезонных изменениях веса тела обыкновенной бурозубки в окрестностях г. Киева.

Годы	Месяцы				
	IX	X	XI	XII	I
1959	$8,1 \pm 0,3$	$7,5 \pm 0,137$	—	—	—
	15	27	—	—	—
1960	—	$8,4 \pm 0,13$	—	—	—
	—	47	—	—	—
1961—1962	$8,1 \pm 0,219$	—	$7,3 \pm 0,099$	$7,2 \pm 0,097$	$6,4 \pm 0,063$
	26	—	10	19	36
1963	$7,9 \pm 0,304$	$8,1 \pm 0,217$	$7,0 \pm 0,17$	$6,5 \pm 0,096$	—
	19	19	15	27	—
1964—1965	$8,0 \pm 0,092$	$8,1 \pm 0,115$	$7,1 \pm 0,071$	$6,4 \pm 0,087$	$6,2 \pm 0,078$
	48	51	65	18	21

Необходимо также подчеркнуть, что вес тела зверьков в сентябре, за эти же годы, не дал каких-либо заметных отличий. Это свидетельствует о том, что отличия, которые отмечаются в декабре и январе за разные годы были обусловлены не структурными особенностями

популяции. Вообще, как видно из приведенных материалов, вес тела зверьков в осенние месяцы (особенно в сентябре) мало подвержен годичным изменениям. Значительные отличия в весе тела зверьков, которые отмечаются в октябре 1959 г., связаны с резким сокращением численности зверьков в этом году, обусловленные засухой (М е ж ж е р и н, 1960).

Существование годичной динамики веса тела зверьков в зимний период дает все основания искать причины в условиях зимы этих лет. В качестве возможных причин, обуславливающих данное явление, можно считать состояние кормовой базы или температурные условия осенне-зимнего периода. К сожалению, мы не имели в своем распоряжении материалов, характеризующих кормовую базу этих лет, однако на помощь нам могут придти данные по численности зверьков

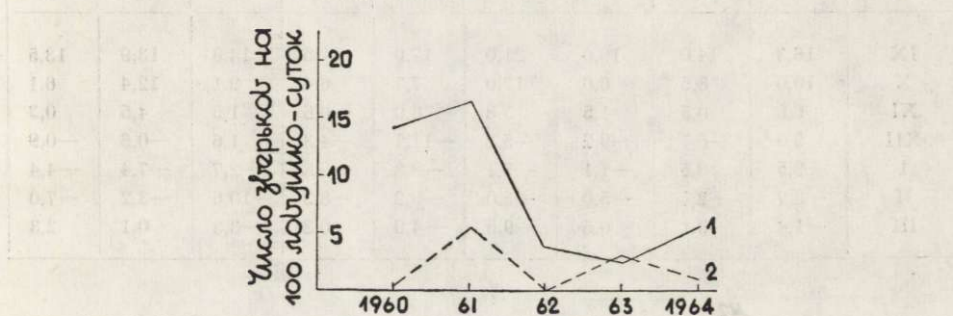


Рис. 2. Изменение численности землероек-бурозубок в окрестностях г. Киева: 1. обыкновенная бурозубка, 2. малая бурозубка.

в рассматриваемый нами отрезок времени. Поскольку высокий уровень численности позволяет предполагать, что именно в этих условиях, очевидно, скорее должна проявиться нехватка кормов. Однако подобное сопоставление (таблица 2 и рис. 2) не дало обнадеживающих результатов.

Трудно говорить о какой-либо связи между температурами в осенний период (таблица 3) и весом тела зверьков в декабре и январе. Четкая зависимость просматривается лишь между температурами всей зимы и весом тела зверьков в декабре и январе, т. е. суровой зиме предшествует более значительное снижение веса тела зверьков. Однако незначительный материал не дает достаточных оснований для окончательных суждений.

Вес внутренних органов. Рассматривая сезонные изменения абсолютных показателей веса внутренних органов (рис. 3 и 4), можно отметить, что они почти полностью совпадают с картиной сезонных изменений веса тела животных. Отмечается медленное на-

растание всех показателей к сентябрю, а затем в предзимний и зимний периоды — резкое их уменьшение. После перезимовки начинается бурное увеличение веса внутренних органов, и к моменту деторождения эти показатели становятся наибольшими. Очевидно, после первого деторождения их вес заметно сокращается, а к началу второй волны деторождения опять заметно увеличивается.

Таблица 3.

Температура воздуха в осенне-зимний период по данным станции Киев - город.

Месяцы	1961—1962			1963—1964			1964—1965		
	Декады			Декады			Декады		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
IX	16,3	14,0	10,0	21,0	17,0	11,5	14,8	13,9	13,5
X	10,0	8,5	6,0	12,0	7,7	6,4	9,1	12,4	6,1
XI	6,5	0,5	1,5	5,8	8,0	-0,6	1,5	4,5	0,3
XII	5,0	-6,7	-9,2	-5,2	-11,7	-4,3	1,6	-0,6	-0,9
I	-2,5	0,5	-1,1	-5,1	-8,8	-5,8	-2,7	-7,4	-4,4
II	-3,7	-2,1	-5,0	-5,0	-9,2	-8,3	-10,6	-3,2	-7,0
III	-1,4	-3,1	-0,5	-9,5	-4,9	0,2	-3,3	0,1	2,3

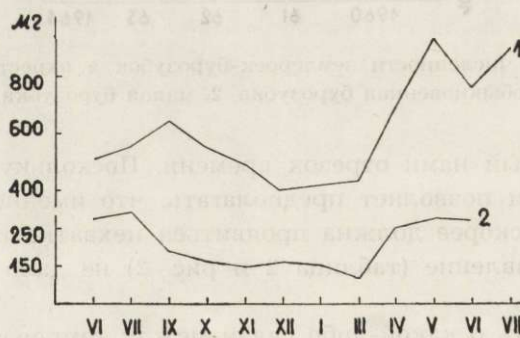


Рис. 3. Изменение абсолютного веса печени в течение жизни: 1. обыкновенная бурозубка, 2. малая бурозубка.

Говоря о совпадении изменений веса тела животных и веса внутренних органов, следует отметить, что они все же далеко не идентичны. Особенно бросается в глаза та особенность этих кривых, что если вес тела животного максимальных показателей в осенний период достигает в октябре, то вес внутренних органов — месяцем раньше. Падение веса внутренних органов также опережает на месяц снижение веса тела животных. Иная картина отмечается в весенний период,

когда наблюдается нарастание веса тела животных. Здесь увеличение веса внутренних органов происходит без опережения и запаздывания в сравнении с весом тела зверьков. Эти два обстоятельства, нам кажется, свидетельствуют о том, что в первом случае мы имеем дело, несомненно, с четко выраженной перестройкой всего организма. Особенно важно, что изменение веса внутренних органов происходит задолго до того периода, пока для популяции сложатся неблагоприят-

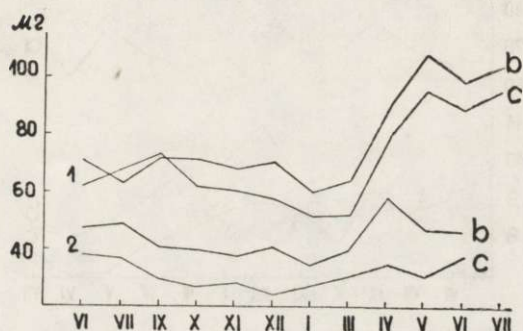


Рис. 4. Изменение абсолютного веса сердца (b) и почек (c) в течение жизни: 1. обыкновенная бурозубка, 2. малая бурозубка.

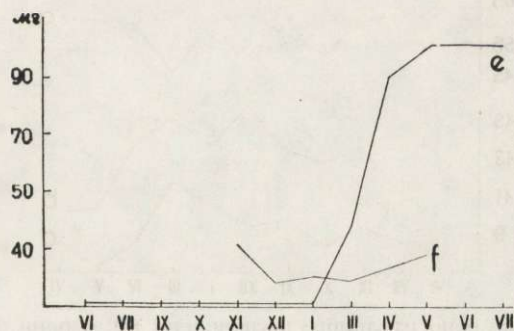


Рис. 5. Изменение абсолютного веса семенников (e) и центрального внутриполостного жирового включения (f) у обыкновенной бурозубки.

ные температурные или кормовые условия. В то же самое время в весенний период увеличение веса тела животных и веса внутренних органов происходит в прямой зависимости от этих факторов.

Несколько отличную картину дают изменения веса семенников в течение жизни обыкновенной бурозубки (рис. 5). До перезимовки вес семенников остается почти неизменным и весьма незначительным, в среднем около 1 мг. Сразу же после окончания зимы, в марте, отмечается бурное увеличение веса этого органа. Чрезвычайно инте-

ресным является тот факт, что увеличение веса семенников несколько опережает нарастание веса тела зверьков.

Несомненный интерес представляют сезонные изменения относительного веса внутренних органов (рис. 6 и 7) для детальной характеристики физиологического состояния зверьков в рассматриваемый нами отрезок времени.

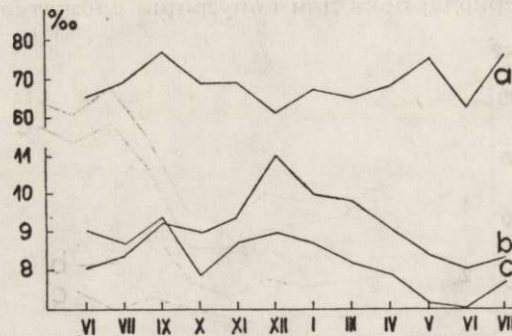


Рис. 6. Изменение относительного веса печени (а), сердца (b) и почек (с) в течение жизни обыкновенной бурозубки.

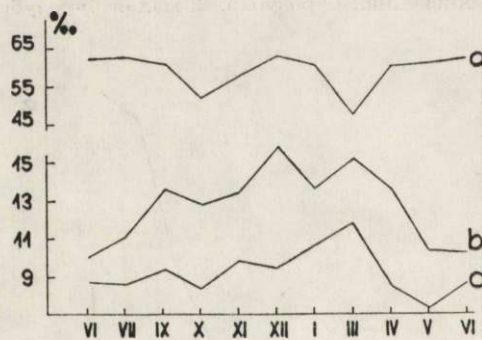


Рис. 7. Изменение относительного веса печени (а), сердца (b) и почек (с) в течение жизни малой бурозубки.

Прежде, чем перейти к детальному рассмотрению интересующих нас кривых, необходимо отметить одно обстоятельство. Поскольку работа была начата нами в декабре 1963 г., а закончена лишь весной 1965 г., вполне естественно, что в наших выборках оказались животные, которые обитали не совсем в одинаковых условиях. Так, данные, приведенные нами для декабря, целиком относятся к 1963 г. В то же самое время выборка, характеризующая январь, была получена нами в 1965 году. В связи с этим значительные отличия, которые имеются между двумя этими месяцами, могут объясняться особенностями этих лет. Не исключена возможность, что такие резкие из-

менения, отмечаемые в декабре, есть результат первого столкновения популяции с наиболее неблагоприятными условиями, которые возникают в период ее перезимовки. В дальнейшем происходит приспособление животных к этим условиям, и кривая несколько выравнивается. В связи с тем, что в настоящее время мы не можем дать объяснение отмеченному нами факту, данные за декабрь при рассмотрении нашего материала мы опускаем, и все дальнейшие сравнения проводим с январем.

Рассматривая сезонные изменения относительного веса печени, нам хочется отметить следующий момент, что начиная с октября и по январь включительно, он практически остается неизменным. Учитывая эту особенность, мы вполне можем допустить, что за этот отрезок времени почти не происходит снижения упитанности животных. Относительный вес печени обычно рассматривают как показатель упитанности животных. Однако изменения абсолютного веса центрального внутриполостного жирового включения показывают, что с ноября по январь оно теряет около 33% своего веса (рис. 5). Однако для нас первоочередной интерес представляет тот факт, что после перестройки печеночный индекс практически остается неизменным.

Анализируя сезонные изменения относительного веса сердца, нам приходится отмечать следующие особенности. Начиная с ноября, происходит заметное увеличение сердечного индекса, становясь наибольшим в зимние месяцы. Это обстоятельство, как считает С. С. Шарц (1962), свидетельствует о том, что у зверьков отмечается повышение двигательной активности, которое сопряжено с обеднением кормовой базы. После перезимовки относительный вес сердца заметно снижается, становясь наименьшим в летние месяцы.

Используя относительный вес почек в качестве показателя уровня обменных процессов в организме (Шарц, 1953, 1960, 1962), мы можем отметить ряд чрезвычайно интересных особенностей. В октябре отмечается заметное снижение относительного веса почек, что, очевидно, происходит в связи с окончанием в этом месяце линьки. Наличие зимнего меха при еще относительно высоких температурах воздуха, возможно, сокращает потерю тепла, а следовательно, приводит к снижению и общего обмена. В дальнейшем относительный вес почек несколько увеличивается и достигает тех же показателей, что и в сентябре. Снижение веса тела, которое происходит в ноябре, очевидно приводит к повышению общего обмена, несмотря на наличие зимнего меха. Таким образом, своеобразные изменения, относительного веса почек, которые отмечаются в этот период, свидетельствуют о том, что у землероек в зимний период не происходит существенных сдвигов в интенсивности обменных процессов по сравнению с сентябрем.

IV. СЕЗОННЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛИПИДОВ И ВОДЫ В ГОЛОВНОМ МОЗГУ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКЕ

Исследованиями Saboń (1956), Bielak & Pusek (1960) было показано, что в осенне-зимний период, когда отмечается депрессия веса тела, высоты и ширины черепа у малой и обыкновенной бурозубок, параллельно наблюдается и уменьшение веса и объема головного мозга. Естественно, что такие изменения представляют чрезвычайный интерес, поскольку они охватывают такую структуру, как головной мозг. Для выяснения причин, которые обуславливают зимнюю депрессию головного мозга, нами было предпринято изучение сезонных и возрастных изменений содержания липидов и воды в головном мозгу обыкновенной бурозубки. Как видно из наших материалов (таблица 4), процент содержания липидов в головном мозгу от сентября к январю постепенно падает. Отличия между сентябрем

Таблица 4.

Сезонные и возрастные изменения содержания липидов и воды в головном мозгу у обыкновенной бурозубки.

Месяцы	% липидов к сухому весу мозга	n	% воды	n
IX	31,8 ± 0,332	10	77,3 ± 0,081	15
XI	30,3 ± 0,728	7	77,2 ± 0,104	15
XII	29,2 ± 0,548	9	76,7 ± 0,104	18
I	30,3 ± 0,346	7	76,2 ± 0,186	18
IV	32,9 ± 0,633	9	75,7 ± 0,229	10

с одной стороны, и декабрем и январем — с другой, статистически достоверны. В то же самое время между сентябрем и ноябрем; ноябрем, декабрем и январем реальных отличий не обнаружено. Таким образом, можно предполагать, что таких резких сдвигов, какие отмечаются в весе тела в этот период, в содержании липидов в головном мозгу не происходит. Изменение содержания липидов в этот период, очевидно, также свидетельствует о том, что у землероек происходит падение упитанности.

После перезимовки содержание липидов в головном мозгу значительно возрастает, что, очевидно, и приводит к некоторому увеличению веса и объема головного мозга в этот период.

Картина изменения содержания воды в головном мозгу представляется в несколько ином виде. Основное отличие заключается в том, что падение содержания воды носит необратимый характер. Очевидно это связано с развитием старческих явлений. Такой характер из-

менений этого показателя, по всей вероятности, и обуславливает тот факт, что после перезимовки вес и объем головного мозга не достигает тех же показателей, которые характерны для сентября.

V. СУТОЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В ПИЩЕ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ И ВОДЯНОЙ КУТОРЫ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Изучение суточной потребности в пище у землероек в летний период показало, что она существенно зависит от температуры воздуха (Межжерин, 1962, 1964), при которой содержались зверьки. Однако влияние температуры воздуха в основном в диапазоне -2° — $+23^{\circ}$ на суточную потребность в пище в зимний период не оказалось сколько нибудь заметным (таблица 5). Правда здесь следует огово-

Таблица 5.

Суточная потребность в пище (в % к весу тела) обыкновенной бурозубки и водяной куторы при разной температуре воздуха (зверьки содержались без укрытий).

Температура воздуха	<i>S. araneus</i>		<i>N. fodiens</i>	
	%	n	%	n
-2° — -1°	$70 \pm 1,0$	2	57	1
3° — 6°	$83 \pm 2,126$	8	$51 \pm 3,135$	4
10° — 11°	$71 \pm 4,899$	4	—	—
16° — 17°	$80 \pm 3,521$	6	—	—
20° — 23°	$74 \pm 3,873$	5	$45 \pm 2,659$	7

Таблица 6.

Суточная потребность в пище (в % к весу тела) обыкновенной бурозубки и водяной куторы при наличии гнезда и домика.

Температура воздуха	<i>S. araneus</i>		<i>N. fodiens</i>	
	%	n	%	n
-3° — $+1^{\circ}$	$54 \pm 0,957$	25	$43 \pm 0,821$	24
20° — 23°	$77 \pm 2,179$	5	$39 \pm 2,536$	7

рить, что в зимний период исследования проводились с использованием других кормов, чем летом, что, возможно, могло сказаться на характере потребления пищи.

Представляющими интерес являются данные, показывающие, как влияет на суточное потребление пищи наличие гнезда и домика (таблица 6). Проведенные исследования показали, что на обыкновенную

Бурозубку и водяную кутору наличие гнезда влияет не совсем одинаково. Суточная потребность в пище у обыкновенной бурозубки при температуре воздуха 20—23° без гнезда и с гнездом существенно не меняется, в то же время у водяной куторы различия хорошо заметны. Однако картина резко изменилась, когда были изменены температурные условия. У обыкновенной бурозубки отмечается резкое сокращение потребления пищи, в то время, как у водяной куторы оно практически остается неизменным. Представляющим интерес является то обстоятельство, что суточная потребность в пище у обыкновенной бурозубки в этих условиях оказывается несколько не больше,

Таблица 7.

Частота выходов из гнезда обыкновенной бурозубки и водяной куторы при различной температуре воздуха.

Температура воздуха	<i>S. araneus</i>		<i>N. fodiens</i>	
	Число выходов	n	Число выходов	n
-5° — -1°	41 ± 1,957	11	44 ± 2,373	10
20° — 23°	68 ± 1,559*)	7	40 ± 1,106	6

*) Материалы получены в летний период

Таблица 8.

Изменение суточной потребности в пище у обыкновенной бурозубки в зависимости от веса тела животного.

Вес тела в г	Вес съеденной пищи в г	Вес пищи в % к весу тела	n
7,6	5,8 ± 0,436	77 ± 2,739	4
8,4	6,5 ± 0,927	77 ± 3,082	11
9,4	8,3 ± 4,0	87 ± 1,0	2
10,3	7,9 ± 2,0	76 ± 3,0	2
11,4	8,9 ± 0,144	78 ± 3,421	5
12,5	9,4 ± 0,352	76 ± 2,665	5
13,3	9,5 ± 0,348	72 ± 2,967	4

чем у водяной куторы, несмотря на меньшие размеры первой. Такое заметное сокращение потребления пищи по отношению к весу тела у обыкновенной бурозубки связано с изменением ее поведения. Как видно из наших материалов, (таблица 7), обыкновенная бурозубка при температуре 20—23° (материалы получены в летний период) значительно чаще покидает гнездо, чем зимой при отрицательных температурах. У водяной куторы заметных отличий обнаружить не удалось (все материалы получены зимой).

Изучение влияния роющей деятельности и поиска пищи на ее суточную потребность при температуре воздуха 20—23° не дало каких-либо заметных отклонений от обычных условий содержания зверьков ($75 \pm 1,658$): 5.

Как и следовало ожидать, у обыкновенной бурозубки отмечается прямая зависимость между весом тела и весом съеденной пищи ($r=0,88$), в то же самое время относительная потребность в пище в зимний период, по всей вероятности, не зависит от веса тела зверьков (таблица 8).

VI. ДИСКУССИЯ

Общая картина изменений веса тела землероек не является в настоящее время чем-то неожиданным, а представляет собой хорошо известный факт, подтвержденный после Августа Денеля (Dehnel, 1949, 1950) различными исследователями (Kubik, 1951; Serafiński, 1955; Pucek, 1955, 1956, 1957, 1963; Schubarth, 1958; Crowcroft & Ingles, 1959; Shillito, 1963; Межжерин, 1964) на различном по объему материале и для различных популяций. Причем, необходимо отметить, что такие изменения веса тела свойственны не только для популяции в целом, но и для всех индивидуумов ее составляющих (Shillito 1963). Поэтому в настоящее время дискуссия сосредоточилась на объяснении этого интересного явления.

Сейчас существует две точки зрения по этому вопросу. Первая из них была высказана одним из авторов данной статьи (Межжерин, 1962, 1963, 1964), согласно которой резкое сокращение веса тела землероек в предзимний и зимний периоды, а также по мере продвижения этих форм в районы с более низкими зимними температурами, следует рассматривать, как реакцию организма, направленную на сокращение потребления пищи в абсолютных показателях. Причем, можно с уверенностью считать, что это изменчивость легла в основу эволюционных преобразований данной группы в позднплейстоценовое время (Межжерин, 1962, 1964, 1964а, 1965). Близкое к этому предположение высказывает и В. А. Долгов (1964). Интересную мысль высказал В. Н. Некипелов (1962), который считает, что малая доступность насекомых в зимнее время обуславливает мелкие размеры палеарктических насекомоядных. Он также считает, что происходящее иногда в процессе эволюции уменьшение размеров животных, связано, очевидно, с периодами ухудшения условий жизни, неблагоприятными изменениями климата или появлением мощных конкурентов.

Не меньший интерес представляет объяснение, которое дано этому

явлению З. Пуцеком (Pucek, 1964). Основываясь на наблюдениях в лабораторных условиях, этот автор считает, что депрессия веса тела землероек представляет собой не наследственно закрепленную реакцию организма, а связана с неблагоприятными условиями существования, которое возникает для популяции в период ее зимовки. В случае, если популяции предоставить хорошие условия, каковыми оказываются условия в лаборатории, то тогда данная реакция не найдет себе места.

Приведенный нами выше материал в какой-то степени дает возможность обсудить этот интересный вопрос и сделать еще один шаг к более полному пониманию интересующего нас явления.

Существование географической изменчивости веса тела зверьков, а также годовая динамика этого показателя, дают достаточно веские доказательства в пользу той точки зрения, которая объясняет зимнюю депрессию веса тела землероек-бурозубок неблагоприятными условиями, складывающимися в этот период. Об этом же свидетельствуют и материалы, показывающие, что у зверьков в зимний период происходит снижение их упитанности. Однако наряду с этими фактами существуют и другие, которые не укладываются в это объяснение. К их числу следует отнести, во-первых, тот факт, что подобные изменения веса тела зверьков в предзимний и зимний периоды происходят практически по всему ареалу, интересующих нас видов. Во-вторых, данная реакция проявляется ежегодно, независимо от конкретных условий существования. Данное обстоятельство оказывается чрезвычайно важным показателем, по той простой причине, что регулярность происходящих явлений может свидетельствовать об их закрепленности.

Весьма важным обстоятельством является и то, что наиболее резкое сокращение веса тела происходит задолго до наступления критического периода в жизни популяции, т. е. задолго до того момента, когда температуры оказываются наиболее низкими, а кормовая база наиболее обедненной.

Трудно не поражаться чрезвычайной синхронности в изменениях веса тела и веса внутренних органов. Именно этот факт свидетельствует о том, что мы имеем дело с чрезвычайно четко отрегулированным «механизмом».

Несомненно очень важным показателем устойчивости обменных процессов у землероек в зимний период, является высокое постоянство почечного индекса. Причем, подобная картина отмечается не только в предзимний и зимний период, но и у географически отдаленных популяций, одна из которых обитает на крайнем северном пределе существования данного вида (Шварц, 1962). Об этом же

свидетельствуют и лабораторные эксперименты по изучению суточной потребности в пище обыкновенной бурозубки. «Механизмы», существующие у этой формы, сдерживают нарастание суточной потребности в пище и способствуют, при соответствующих условиях, заметному ее сокращению.

Отсутствие резкого сокращения веса тела в зимний период у зверьков, содержащихся в лабораторных условиях, не должно, очевидно, нас очень смущать. Как совершенно справедливо отмечает Ашофф (1964), рассматривая циркадную периодичность, само собой очевидно, что может наследоваться лишь потенциальная возможность проявления периодичности. Реализация такой возможности, как и реализация других функций организма, зависит от различных условий среды.

Поэтому, нам кажется, вполне допустимым считать, что отмеченная впервые Денел (1949) реакция землероек-бурозубок может быть наследственно закрепленной, в то же самое время сила данной реакции зависит от конкретных условий существования той или иной популяции.

Таким образом, приведенные выше высказывания различных исследователей (Межжерин, 1962, 1963, 1964, 1964а, 1965; Непелов, 1962; Русек, 1964) по поводу этого интересного явления нисколько не противоречат одно другому, а существенно дополняют друг друга.

Приведенный в настоящей статье материал, хотя и настраивает нас весьма оптимистически в пользу того объяснения, которое было предложено ранее (Межжерин, 1962, 1963, 1964), однако, естественно, не обеспечивает еще полную доказательность тех предположений, которые были выдвинуты. Поэтому перед нами стоит задача перейти к анализу интересующего нас явления на несколько ином уровне, в частности, с более широким применением биохимических методов исследования и с привлечением ископаемых материалов.

VII. ВЫВОДЫ

Рассмотренный выше материал позволяет сделать некоторые выводы:

1. Изменения веса тела зверьков, которые отмечаются в осенне-зимний период, происходят, в основном, в два этапа. На первом этапе с октября по ноябрь землеройки-бурозубки теряют около 13% веса своего тела, на втором этапе, в течение остальных четырех месяцев, еще около 10%. Такая картина изменения веса тела зверьков наталкивает на мысль, что первое уменьшение, происходящее чрезвычайно

быстро, связано с подготовкой животных к зимовке (происходит их перестройка) второе, — происходящее в процессе зимовки, — с падением упитанности.

2. Наличие годичных изменений, отмечаемых в зимней депрессии веса тела зверьков, свидетельствует о том, что сила реакции зависит от конкретных условий года, к сожалению, оставшимися еще неизвестными. Однако тот факт, что эти отличия просматриваются лишь на втором этапе изменения веса тела зверьков, может служить доказательством в пользу первого вывода.

3. Изменения абсолютных показателей веса внутренних органов, за исключением веса семенников, происходят в основном синхронно друг с другом и с весом тела, правда, падение веса внутренних органов начинается месяцем раньше, в сравнении с весом тела.

4. Изменения относительного веса внутренних органов характеризуются следующими особенностями: индекс почек и печени с ноября по январь практически остается неизменным, что свидетельствует о стабильности обменных процессов в этот период. Сердечный индекс в процессе зимовки несколько повышается, что говорит о большей двигательной активности землероек в этот период.

5. Изменение веса центрального внутривисцерального жирового включения с ноября по март свидетельствует о том, что в этот период происходит падение упитанности зверьков. На это также указывает и снижение содержания липидов в головном мозгу у землероек в этот период.

6. Отмеченные ранее сезонные изменения веса и объема головного мозга у землероек-бурозубок (Caboń, 1965; Bielał & Pusek, 1960), вызваны изменением содержания воды и липидов.

7. Суточная относительная потребность в пище у землероек в зимний период характеризуется высокой устойчивостью и на нашем материале не показала какой-либо зависимости от веса тела, роющей деятельности и температуры воздуха.

8. Суточная относительная потребность в пище у землероек существенно сокращается в тех случаях, когда зверьки обеспечиваются укрытиями. Для обыкновенной бурозубки это характерно лишь при отрицательных температурах.

9. У обыкновенной бурозубки отмечается прямая зависимость между весом тела и весом съеденной пищи ($r = 0,88$), что может служить подтверждением целесообразности малых размеров при худшей обеспеченности кормами.

10. Есть все основания думать, что отмеченные впервые изменения веса тела у землероек-бурозубок (Dehnel 1949, 1950) в предзимний период, представляют собой наследственно закрепленную реакцию.

Однако в то же самое время сила данной реакции зависит от конкретных условий существования той или иной популяции. Окончательный ответ на данный вопрос смогут дать лишь детальные палеозоологические и биохимические исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аргиропуло А. И., 1940: Мыши. Фауна СССР. Млекопитающие. 3, 5:
2. Ашофф Ю., 1964: Экзогенные и эндогенные компоненты циркадных ритмов. Сб. «Биологические часы»: 27—59. Москва.
3. Башенина Н. В., 1963: Экология обыкновенной полевки и некоторые черты ее географической изменчивости. Московский гос. ун-т. 1—308.
4. Башенина Н. В., 1964: О внутривидовой дифференциации *Microtus arvalis* (Pallas) (Mammalia, Rodentia). Вopr. внутривидовой изменчивости наземных позвоночных животных и микроэволюция: 10—11. Свердловск.
5. Долгов В. А., 1964: Некоторые общие черты структуры ареалов и развития видов землероек. Первая годовичная научная отчетная конференция 9—12 марта 1964 г. (Рефераты докладов): 130—132. Московский гос. ун-т.
6. Ларина Н. И., 1964: Географическая изменчивость некоторых эколого-физиологических признаков лесных и желтогорлых мышей. Вopr. внутривидовой изменчивости наземных позвоночных животных и микроэволюция: 67—68. Свердловск.
7. Межжерин В. А., 1960: Численность обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus* L.) и ее изменения за 17 лет. Зоол. журн., 39, 7; 1080—1087.
8. Межжерин В. А., 1962: Роль пищевого фактора в эволюции землероек-бурозубок (р. *Sorex*). Вопросы экологии, 6: 98—99. Москва.
9. Межжерин В. А., 1963: Животные и холод. «Природа», 1: 116.
10. Межжерин В. А., 1964: Явление Денеля и его возможное объяснение. Acta theriol., 8, 6: 96—113.
11. Межжерин В. А., 1964а: Особенности сезонной и географической изменчивости землероек-бурозубок и их значение в эволюции данной группы. Вopr. внутривидовой изменчивости наземных позвоночных животных и микроэволюция: 76—77. Свердловск.
12. Межжерин В. А., 1965: Очерк четвертичной истории и происхождения современной фауны землероек-бурозубок (род *Sorex*, *Insectivora*, *Mammalia*). Материал по изучению четвертичного периода Украины: 164—173. Киев.
13. Межжерин В. А.: Особенности сезонной и географической изменчивости землероек-бурозубок (р. *Sorex*) и их значение в эволюции данной группы. (В печати).
14. Некипелов Н. В., 1962: О различиях в размерах млекопитающих и птиц и значение этого явления в эпизоотологии. Докл. Иркутского противочумного ин-та, 4: 106—116.
15. Шварц С. С., 1956: К вопросу о развитии интерьерных признаков у позвоночных животных. Зоол. журн., 35, 6: 804—819.
16. Шварц С. С., 1958: Метод морфофизиологических индикаторов в экологии животных. Там же, 37, 2: 161—173.
17. Шварц С. С., 1959: Некоторые вопросы проблемы вида у наземных позвоночных животных. АН СССР. Ур. филиал, Тр. ин-та биол., 11, 1—132, Свердловск.

18. Шварц С.С., 1960: Некоторые закономерности экологической обусловленности интерьерных показателей позвоночных. Там же, 14: 113—178.
19. Шварц С. С., 1962: Морфологические и экологические особенности землероек на крайнем северном пределе их распространения. Там же, 29: 45—51.
20. Bielak T. & Pucek Z., 1960: Seasonal changes in the brain weight of the common shrew, *Sorex araneus araneus* Linnaeus, 1758. Acta theriol., 3, 13: 297—300.
21. Caboń K., 1956: Untersuchungen über die saisonale Veränderlichkeit des Gehirnes bei der kleinen Spitzmaus (*Sorex minutus minutus* L.). Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sect. C 10, 5: 93—115. Lublin.
22. Crowcroft P. & Ingles J. M., 1959: Seasonal changes in the braincase of the Common shrew (*Sorex araneus* L.). Nature, 183, 4665: 907—908.
23. Dehnel A., 1949: Studies on the genus *Sorex* L. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sect. C 4, 17—102. Lublin.
24. Dehnel A., 1950: Studies on the genus *Neomys* Kaup. Ib., C 5: 1—63.
25. Kubik J., 1951: Analiza puławskiej populacji *Sorex araneus araneus* L. i *Sorex minutus minutus* L. Ib. C 5, 2: 355—372. Lublin.
26. Pucek Z., 1955: Untersuchungen über die Veränderlichkeit des Schädels im Lebenszyklus von *Sorex araneus araneus* L. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sect. C 9, 4: 163—211. Lublin.
27. Pucek Z., 1957: Histomorphologische Untersuchungen über die Winterdepression des Schädels bei *Sorex* L. und *Neomys* Kaup. Ib., C 10, 15: 399—428.
28. Pucek Z., 1959: Zjawisko sezonowej zmienności czaszki u *Sorex araneus* L., Kosmos, A 8, 4(39): 307—310.
29. Pucek Z., 1963: Seasonal changes in the braincase of some representatives of the genus *Sorex* from the Palearctic. J. Mammal., 44, 4: 523—536.
30. Pucek Z., 1964: Morphological changes in Shrews kept in captivity. Acta theriol., 8, 9: 137—166.
31. Schubarth H., 1958: Zur Variabilität von *Sorex araneus araneus* L. Acta theriol., 2, 9: 175—202.
32. Serafiński W., 1955: Badania morfologiczne i ekologiczne nad polskimi gatunkami rodzaju *Sorex* L. (*Insectivora*, *Soricidae*). Ib., 1, 3: 27—86.
33. Shillito (Babington) J. F., 1963: Field observations on the growth, reproduction and activity of a woodland population of the common shrew *Sorex araneus* L. Proc. zool. Soc. London, 140, 1: 99—114.

Received, August 3, 1965.

Dept. of Vertebrate Zoology,
Kiev State University,
Kiev, Vladimirskaja 58, USSR.

V. A. MEZHZHERIN & G. L. MELNIKOVA

ADAPTACYJNE ZNACZENIE SEZONOWYCH ZMIAN NIEKTÓRYCH MORFO-
-FIZJOLOGICZNYCH WSKAŹNIKÓW RYJÓWEK (*SOREX LINNAEUS*, 1758)

Streszczenie

W okolicach Kijowa odłowiono w okresie od grudnia 1963 do marca 1965 r. 391 osobników *Sorex araneus* Linnaeus, 1758 i 80 osobników *Sorex minutus* Lin-

naeus, 1766. Zwierzęta ważono, mierzono ich długość ciała, określano wiek i płeć, a także ważono narządy wewnętrzne: wątrobę, serce, nerki i jądra. Ponadto, dla scharakteryzowania sezonowych zmian poziomu utuczenia ryjówek aksamitnej ważono główne złoża tłuszczu w jamie ciała. Określano też zawartość lipidów i wody w mózgu. Wykonano również badania nad zapotrzebowaniem pokarmowym ryjówek, w zależności od obecności domku z gniazdem w klatce i braku miejsc schronienia, oraz w zależności od wykonywanej pracy związanej z poszukiwaniem pokarmu. Przeanalizowany materiał pozwalał stwierdzić, że:

1. Zmiany ciężaru ciała zwierząt, obserwowane w sezonie jesienno-zimowym przebiegają w dwóch etapach. Podczas pierwszego etapu, od października do listopada, ryjówek tracą około 13%, a podczas drugiego etapu, w ciągu następnych czterech miesięcy, tracą jeszcze około 10% ciężaru ciała. Taki obraz zmian ciężaru ciała zwierząt nasuwa wniosek, że początkowe zmniejszenie, zachodzące niezmiernie szybko, związane jest z przygotowaniem zwierząt do zimowania, a późniejsze, zachodzące już w procesie zimowania, związane jest ze zmniejszeniem się kondycji (utuczenia).

2. Występowanie zmian w cyklu rocznym, wyrażające się w zimowej depresji ciała zwierząt, świadczy o tym, że siła reakcji zależy od konkretnych warunków w danym roku.

3. Zmiany absolutnych wartości ciężaru narządów wewnętrznych z wyjątkiem ciężaru jąder, zachodzą w zasadzie jednocześnie i synchronicznie ze zmianami ciężaru ciała, choć obniżenie ciężaru narządów zaczyna się miesiąc wcześniej w porównaniu z ciężarem ciała.

4. Zmiany względnego ciężaru narządów wewnętrznych charakteryzują się następującymi cechami: indeks nerek i wątroby od listopada do stycznia w zasadzie nie zmienia się, co świadczy o stabilności procesów przemiany w tym okresie. Indeks serca podczas zimowania nieco wzrasta, co mówi o większej ruchowej aktywności ryjówek w tym okresie.

5. Zmiana ciężaru złoża tłuszczu w okresie od listopada do marca, świadczy o obniżeniu poziomu utuczenia zwierząt. Wskazuje na to także zmniejszenie zawartości lipidów w mózgu.

6. Obserwowane wcześniej u ryjówek sezonowe zmiany ciężaru i objętości mózgu (Caboń, 1956; Bielak & Pucek, 1960) są rezultatem zmian zawartości wody i lipidów.

7. Dobowe względne zapotrzebowanie pokarmowe u ryjówek zimą charakteryzuje się dużą stałością i nie wykazuje żadnej zależności od ciężaru ciała, aktywności pokarmowej i temperatury środowiska.

8. Dobowe względne zapotrzebowanie pokarmowe u ryjówek istotnie zmniejsza się w tych przypadkach, kiedy zwierzęta mają gniazda w klatkach. Taka reakcja jest charakterystyczna dla ryjówek aksamitnej tylko przy ujemnych temperaturach.

9. U ryjówek aksamitnej obserwuje się prostą zależność między ciężarem ciała i ciężarem zjadanego pokarmu ($r = 0.88$), co może być potwierdzeniem celowości wykształcania małych rozmiarów ciała w gorszych warunkach pokarmowych.

10. Wydaje się, że obserwowane przez Dehnela (1949, 1950) zmiany ciężaru ciała u ryjówek w okresie jesieni, są reakcją utrwaloną dziedzicznie. Jednak siła danej reakcji zależy od konkretnych warunków bytowania populacji. Ostateczne rozwiązanie tego zagadnienia mogą dać tylko szczegółowe badania paleozoologiczne i biochemiczne.