

АКАДЕМИЯ НАУК СССР ● ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЗООЛОГИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
СИБИРИ  
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

*Материалы V Всесоюзного симпозиума  
«Биологические проблемы Севера», 1972 г., Магадан*

Владивосток

1974

В. Н. Винокуров

## АДАПТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРНЫХ ФОРМ ДЛИННОХВОСТЫХ СУСЛИКОВ

*Якутский государственный университет*

В работе приводятся материалы по экологии и морфофизиологии двух видов длиннохвостых сусликов, обитающих в Якутии: якутского подвида азиатского длиннохвостого суслика (*Citellus undulatus jacutensis* Brandt) и янского подвида американского (*Citellus parryi janensis* Ognev). Исследования проводились в 1968—1970 гг. в окрестностях с. Булгунняхтах Орджоникидзенского района, с. Хомустах Намского района и окрестностях г. Якутска (Центральная Якутия). Кроме того, исследованиями в разное время охвачены Кобяйский и Горный районы. В Верхоянском районе полевые работы проводились в окрестностях г. Верхоянска и с. Борулах\*.

Нами было добыто и исследовано 1796 якутских сусликов и 943 янских. В том числе: по методу морфофизиологических индикаторов (только взрослые особи) — 527 якутских и 467 янских сусликов, на содержание витамина А в печени, соответственно 256 и 64, на гематологические показатели — 72 и 65, для изучения питания — 509 и 385, плодовитости 240 и 213, терморуляции — 70 (386 опытов) и 43 (301 опыт).

Районы распространения якутского и янского сусликов, благодаря значительной территориальной разобщенности, имеют ряд климатических отличий, из которых наиболее важным, на наш взгляд, является продолжительность холодного и теплого (безморозного) периодов. Теплый период наступает в Верхоянье в среднем на 10 дней позже, чем в Центральной Якутии, а холодный период — раньше на 10 дней. Это сокращает продолжительность вегетационного периода растений в Верхоянье в среднем на 17 дней по сравнению с Центральной Якутией (Витвицкий, 1965). Наши данные и материалы предыдущих исследователей (Ларионов, 1943, 1958; Лабутина, 1957; Володин, 1959; Чернявский, 1959; Лабутина, Соломонов, 1967; Тавровский, Попов, Кривошеев, Егоров, Лабутина, 1971) показали, что изучаемые формы длиннохвостых сусликов имеют ряд адаптивных особенностей, в значительной степени обусловленные территориальной изолированностью и удаленностью к северу их ареалов, а также экстремальными условиями обитания.

*Экологические особенности северных форм длиннохвостых сусликов.* В результате наших исследований, а также П. Д. Ларионова (1943) и Ю. В. Лабутина (1957), Тавровского и др. (1971) установлено, что

\* Для обсуждения, кроме собственных сборов, использованы материалы Н. Г. Соломонова, Р. К. Захаровой, И. И. Мордосова. Всем указанным товарищам автор приносит свою искреннюю благодарность.

длиннохвостый суслик в Центральной Якутии и в Верхоянье находит наиболее оптимальные условия в сухих степях и по склонам долин рек, а также по аласам. Интересное явление представляет собой постоянная встречаемость нор длиннохвостых сусликов в долинных сосновых лесах Центральной Якутии, а также в ерниках и сухих листвягах Верхоянья. По северу Якутии и Чукотке суслики обитают в тундровых и горных биотопах, где заселяют каменистые россыпи и сухие склоны (Володин, 1959; Тихомиров, 1960). Норы сусликов отмечались и в постройках человека: в складах, погребах, овощехранилищах, скотных помещениях и даже под жилыми домами (Чернявский, 1959; Лабутин, 1957). Таким образом, северные суслики способны занимать все пригодные для обитания участки, при наличии сухих возвышенных мест.

Для северных форм сусликов характерна высокая плодовитость, высокий процент участия самок в размножении. По данным Ю. В. Лабутина и Н. Г. Соломонова (1967), установлено, что плодовитость сусликов Якутии гораздо выше форм, обитающих южнее (табл. 1). К сход-

Таблица 1

Плодовитость длиннохвостого суслика в различных частях ареала

Районы	Число эмбрионов и плацентарных пятен на одну самку		% самок, участвующих в размножении	Приплод на 100 самок популяции	Источник сведений
	максимальное	среднее			
Верхоянье	15	9,6	98,9	949	Ю. В. Лабутин, Н. Г. Соломонов, 1967
Центральная Якутия	14	8,2	90,1	739	»
Прибайкалье	12	6,9	78,7	543	Устьянцев, 1937
Юго-Западное Забайкалье	13	6,4	95,6	612	Тарасов, 1959
Юго-Восточный Монгольский Алтай	10	5,9	79,6	470	»
Центральный Хангай	—	4,0	76,3	305	»

ным выводам пришли А. Бекенов (1962) и Н. В. Олькова (1962).

По направлению к северу ускоряются многие жизненные процессы: продолжительность пробуждения, гона и размножения. Так, в Верхоянье, по Ю. В. Лабутину (1957), общая растянутость пробуждения у сусликов составляет немногим более 15 дней, а в Центральной Якутии — около 25 дней (наши данные). Сокращение сроков пробуждения для северных популяций имеет большое адаптивное значение, обуславливая более сжатые сроки размножения, что, в свою очередь, дает значительные преимущества для роста и развития молодых особей в условиях короткого северного лета. По нашим данным, гон у якутских сусликов проходит в короткие сроки — в течение 10—15 дней. По материалам Ю. В. Лабутина (1957), продолжительность гона в Верхоянье составляет около 10 дней. Для янских сусликов характерны также очень сжатые сроки рождения молодых (7—10 дней).

Рост и развитие молодых сусликов в Якутии идет быстрыми темпами. Как видно из рисунка 1, сеголетки якутского и янского сусликов примерно за один месяц почти утраивают свой вес. Эта особенность сближает их с типичными субарктами, которым также характерны быстрые темпы роста и развития (Morrison, Ryser, Strecker, 1954; Дружи, 1955).

Сезонные изменения интерьерных показателей. Известно, что относительный вес важнейших внутренних органов может служить своеобразным индикатором физиологического состояния животных, степени реактивности организма по отношению к различным факторам среды

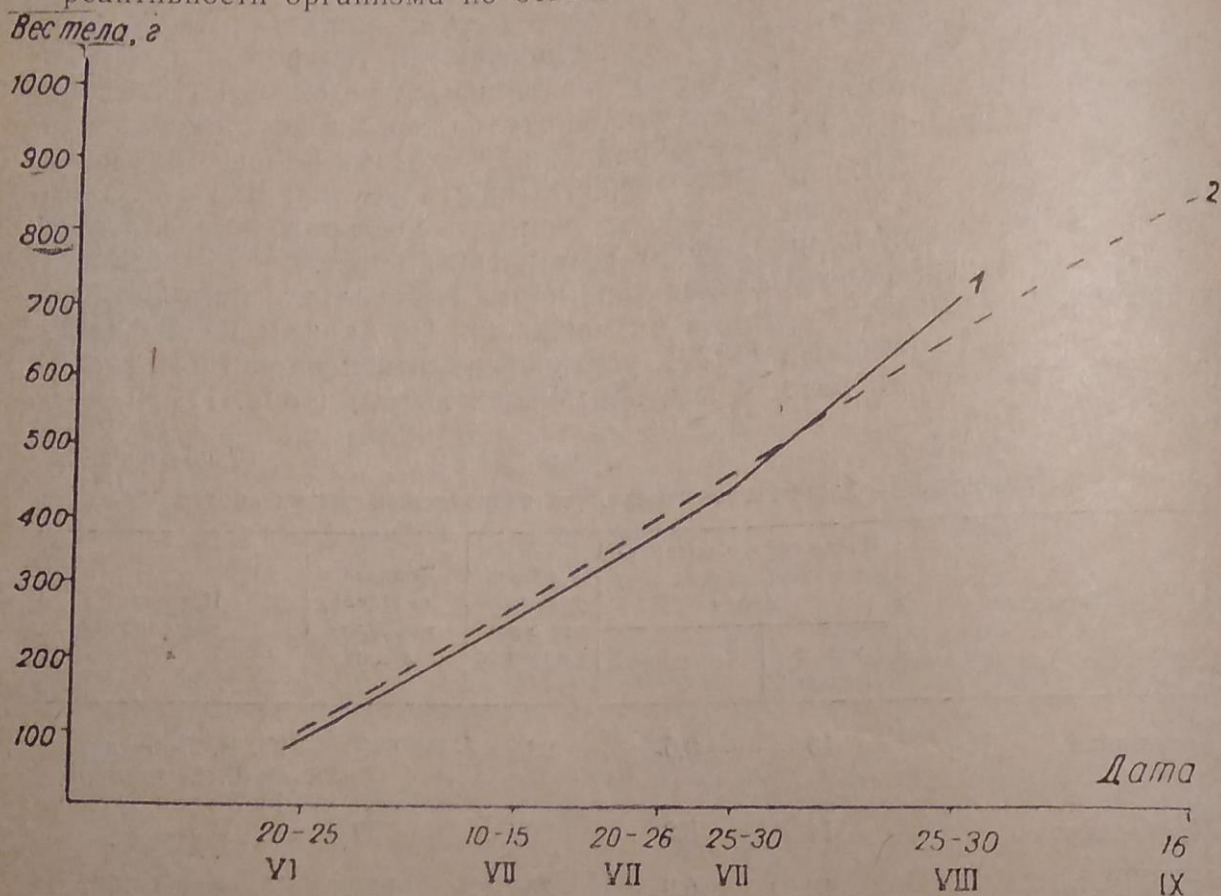


Рис. 1. Нарастание веса тела у сеголеток северных форм длиннохвостого суслика  
1 — якутские, 2 — янские

(Шварц, 1958; Шварц, Смирнов, Добринский, 1968 и др.). Ниже приводим обсуждение материалов, характеризующих сезонные и возрастные изменения важнейших внутренних органов: печени, сердца, почки и надпочечника (табл. 2). При этом для выявления сезонной изменчивости этих показателей мы использовали данные по всем весенне-летним месяцам 1968 года. Собранные материалы показывают, что характер сезонных изменений всех изученных нами признаков в различные годы в основном сходен.

**Печень.** Относительный вес печени при условиях, способствующих снижению энергетических затрат повышается. Всякое увеличение расхода энергии, связанное с ростом, размножением или воздействием стресс-факторов, при всех прочих равных условиях, приводит к снижению этого показателя (Шварц, 1958; Шварц, Смирнов, Добринский, 1968 и др.).

Как видно из материалов, приведенных в таблице 2, индекс печени у самок якутских сусликов в весенне-летний период остается относительно стабильным, в то время как у самцов заметно снижение этого показателя в мае. Это явление можно объяснить следующими причинами: во-первых, во время гона самки менее активны, чем самцы, они меньше передвигаются и больше питаются; во-вторых, самки пробуждаются на 10—15 дней позже, чем самцы, что способствует сохранению в их организме запасных веществ, необходимых для нормального тече-

Таблица 2

Сезонные изменения относительного веса внутренних органов длиннохвостых сусликов Якутии

Месяц	п	Вес тела, г	Индексы, ‰			
			печени	почки	сердца	надпочечника

## Якутский длиннохвостый суслик

Взрослые самцы						
IV	21	594,4±22,5	46,0±2,4	3,98±0,17	7,67±0,32	0,100±0,011
V	27	576,9±15,3	38,8±1,6	4,33±0,16	5,05±0,15	0,114±0,008
VI	18	675,5±22,9	43,3±2,8	4,22±0,17	4,58±0,09	0,167±0,003
VII	27	710,0±29,9	47,5±1,6	4,18±0,16	4,64±0,16	0,138±0,013

Взрослые самки						
IV	10	478,5±25,1	41,5±3,4	4,12±0,24	6,61±0,52	0,05±0,009
V	25	502,3±19,7	44,5±1,9	4,59±0,2	5,5±0,27	0,076±0,007
VI	17	505,1±22,9	43,9±2,1	4,27±0,15	4,8±0,25	0,82±0,007
VII	20	551,0±26,1	48,4±2,2	4,72±0,24	4,9±0,3	0,096±0,010

## Янский длиннохвостый суслик

Взрослые самцы						
V	4	608,0±38,7	48,2±1,78	4,58±0,28	5,03±0,22	0,113±0,02
VI	20	522,5±21,3	55,5±1,5	4,68±0,32	5,93±0,23	0,138±0,040
VII	3	666,6±54,5	57,5±1,2	4,52±0,2	5,97±0,38	0,110±0,060

Взрослые самки						
V	5	434,3±24,6	54,3±2,6	6,19±0,33	5,71±0,2	0,146±0,013
VI	69	414,0±17,4	61,2±1,4	6,07±0,06	6,05±0,11	0,126±0,006
VII	5	610,0±59,8	52,5±6,6	4,4±0,18	5,09±0,30	0,082±0,010

ния беременности и выращивания молодняка. Снижения индекса печени у самок не происходит и после периода размножения. Это позволяет предположить, что усиленное питание самок сочными зелеными кормами вполне обеспечивает их потребности для поддержания хорошей упитанности во время размножения. Стабильность индекса печени у самок является одним из показателей, приводящих к мысли о том, что в условиях Центральной Якутии популяция длиннохвостых сусликов находит оптимальные условия для существования. Быстрые темпы вегетации растений в условиях короткого летнего периода обеспечивают достаток в кормах уже в первую половину лета; способность многих растений накапливать значительное количество питательных веществ в корнях, луковицах и корневищах (Егоров, 1954, 1960) позволяет сусликам быстро восполнять истраченные во время размножения ресурсы.

Относительный вес печени у самок янских сусликов в мае ниже, чем в июне. Такое же повышение этого показателя в июне наблюдается и у самцов. Таким образом, у янских сусликов индекс печени испытывает некоторые изменения не только у самцов, но и у самок. Возможно, такие колебания связаны с тем, что наибольшая масса кормов в Верхоянье появляется в более поздние сроки.

Сердце. Во все исследованные нами годы индекс сердца в апреле и начале мая в Центральной Якутии был выше, чем в последующие месяцы как у самцов, так и у самок. Летом величина этого показателя снижается. Очевидно, это связано с повышенной активностью в период размножения. У янских сусликов подобного явления нам проследить не удалось, так как наши материалы охватывают период лишь с конца мая.

Почка. Индекс почки у самцов якутского суслика к лету увеличивается, что, видимо, связано с интенсификацией обменных процессов в период размножения. Индекс почек у самок обеих форм в период размножения несколько выше, чем у самцов.

Надпочечник. Индекс надпочечника у самцов после пробуждения нарастает, что наблюдается и у самок обеих популяций. Причем индекс у самок янского суслика во все исследованные годы оказался выше, чем у самок якутского суслика. Это наводит на мысль о большей степени физиологического напряжения у размножающихся самок янских сусликов. Как отметили Ю. В. Лабутин и Н. Г. Соломонов (1967), у янских сусликов, в отличие от якутских, наблюдается высокая частота встречаемости резорбирующих эмбрионов.

Содержание витаминов А и С. Концентрация аксерофтола в печени длиннохвостых сусликов после пробуждения довольно высокая (табл. 3).

Таблица 3

Содержание витамина А в печени длиннохвостых сусликов Якутии, мг · %

Возрастные и половые группы	Месяцы					
	апрель	май		июнь	июль	август
		первая половина	конец III декады			
<i>Якутский длиннохвостый суслик</i>						
Взрослые самцы	39,4±5,0 n=15	38,7±8,1 n=14	2,1 n=2	11,2±1,0 n=12	14,1±2,3 n=20	34,8±10,1 n=5
Взрослые самки	24,2±3,3 n=14	33,4±4,8 n=13	2,6 n=2	10,2±1,2 n=10	16,4±2,5 n=58	26,7±4,2 n=11
Молодые самцы					6,1±0,8 n=58	12,9±3,0 n=11
Молодые самки					5,8±0,8 n=28	7,7±2,7 n=9
<i>Янский длиннохвостый суслик</i>						
Взрослые самцы				16,5 n=1	14,4 n=2	
Взрослые самки				13,0 n=4	9,4±0,8 n=29	
Молодые самцы						2,1±0,9 n=13
Молодые самки						3,15±0,5 n=15

Резкое снижение этого показателя мы наблюдали в конце мая, когда у трех отловленных нами сусликов содержание витамина А в печени равнялось 1,6—2,6 мг%. В дальнейшем, по мере появления зеленых кормов и увеличения их питательности, запасы этого витамина постепенно возрастают. У молодых сусликов весом около 100 г содержание аксерофтола в печени минимально, в дальнейшем происходит постепенное накопление его запасов.

Н. Г. Соломонов и Р. К. Захарова (1969) изучали содержание витамина С у длиннохвостых сусликов Центральной Якутии в различных внутренних органах: печени, почках, надпочечниках, селезенке, головном мозге и др. Наименьшее содержание аскорбиновой кислоты в органах длиннохвостого суслика наблюдается в конце весны — начале лета.

Потребление кислорода длиннохвостыми сусликами, мл/100 г·час

Половые группы	Месяцы	п	Число опытов	Средний вес тела, г	Температура в камере, °С						
					5	10	15	20	25	30	35
Самцы	Якутский длиннохвостый суслик	6	32	790	109,2±10,5	50,6±16,0	61,3±11,9	56,8±11,5	188,0±31,1	303,0±4,2	
		12	74	660	72,6±7,7	72,0±10,2	63,2±3,4	98,1±12,2	113,0±21,4		
		7	34	618	96,2±10,9	89,3±5,1	76,7±4,14	50,2±4,14	68,7±10,9	74,8±14,3	
		7	44	412	265,0±7,1	103,7±16,8	83,8±11,8	79,4±11,1	108,4±10,6	121,6±24,2	
	Янский длиннохвостый суслик	8	34	583	11,9±32,9	105,2±7,2	92,9±8,4	112,0±15,1	95,8±9,1	92,8±11,4	
		4	24	731	76,5±13,9	60,6±4,4	76,5±1,0	68,7±5,7	63,0±31,4	92,0±21,4	
		24	24	512	168,7±21,5	64,5±8,5	75,0±20,6	100,5±23,5	584,6±22,6	103,0±28,6	
		13	24	548	60,6±15,6	119,8±19,8	67,0±5,0	78,6±12,5	64,7±4,4	125,9±21,1	
Самки	VII	3	21	519	165,3±19,7	101,0±24,7	113,3±19,7	85,3±2,1	128,6±20,5	79,0±4,3	

В дальнейшем происходит постепенное накопление ее запасов во всех органах. Наибольшая концентрация этого витамина наблюдается в надпочечниках. В остальных органах содержание его невелико.

Все это позволяет считать, что основные биологические циклы якутского длиннохвостого суслика (пробуждение, гон. воспитание молодняка) происходит без значительного физиологического напряжения организма, хотя период размножения начинается при условиях довольно высокого снегового покрова, низких температур и относительного недостатка кормов. Об этом свидетельствуют незначительные изменения относительного веса важнейших внутренних органов у самок якутского суслика, высокий процент резорбции эмбрионов у самок якутского суслика, высокое содержание витамина А и С во внутренних органах. В условиях Верхоянья суслики также успешно размножаются, хотя физиологическое напряжение у особей здесь несколько выше, чем в Центральной Якутии.

*Сезонные изменения уровня вещества и интенсивности химической терморегуляции.* Одним из ведущих показателей, применяемых в экологической физиологии, является уровень обмена веществ, интенсивность которого определяется путем измерения поглощенного животными кислорода (Калабухов, 1950, 1951; Слоним, 1952, 1961, 1962). Результаты наших исследований представлены в таблице 4.

При низких температурах в камере ( $5-10^{\circ}$ ) мы наблюдали повышение обменных процессов, внешне выражавшихся более высоким уровнем потребления кислорода у исследованных животных. Это, очевидно, вызывается включением механизмов химической терморегуляции.

Значительное снижение потребления кислорода у якутских сусликов наблюдается при температуре среды около  $15-25^{\circ}$ . При дальнейшем повышении температуры в камере потребление кислорода у животных несколько увеличивается. Однако, как показывают эксперименты на отдельных зверьках с интервалом в  $2^{\circ}$  в пределах  $30-33^{\circ}$ , у них происходит второе снижение уровня обмена веществ. Повышение температуры в камере до  $33-36^{\circ}$  ведет к резкому увеличению потребления кислорода и гибели животных от перегрева. Повышение температуры выше  $35^{\circ}$  было смертельно для всех сусликов. Все это дает возможность предположить, что критическая температура у якутских сусликов в июле находится в пределах  $30-33^{\circ}$ .

У янских сусликов также наблюдается 2 минимума потребления кислорода — при  $15-20^{\circ}$  и около  $30^{\circ}$ .

Сравнение интенсивности обменных процессов в зоне оптимума ( $20^{\circ}$ ) показывает, что у самцов в апреле после пробуждения от спячки потребление кислорода наименьшее. В дальнейшем происходит некоторое повышение уровня обмена веществ по сравнению с этими данными, но это повышение статистически недостоверно. У самок потребление кислорода в мае ниже, чем в июле, хотя интенсивность обменных процессов у них выше, чем у самцов. То же явление прослеживается у самок и самцов янского суслика. Средняя величина потребленного кислорода в зоне оптимума у них была в июле ниже, чем в июле.

Уровень потребления кислорода в зоне температурного оптимума ( $20-25^{\circ}$ ) у сеголеток якутского и янского сусликов примерно одинаков. Критическая температура у молодых якутских сусликов находится в пределах  $31-34^{\circ}$ . Сходное положение критической точки наблюдается и у сеголеток янского суслика.

\* Этот промежуток температур для якутских сусликов мы приняли как зону температурного оптимума.



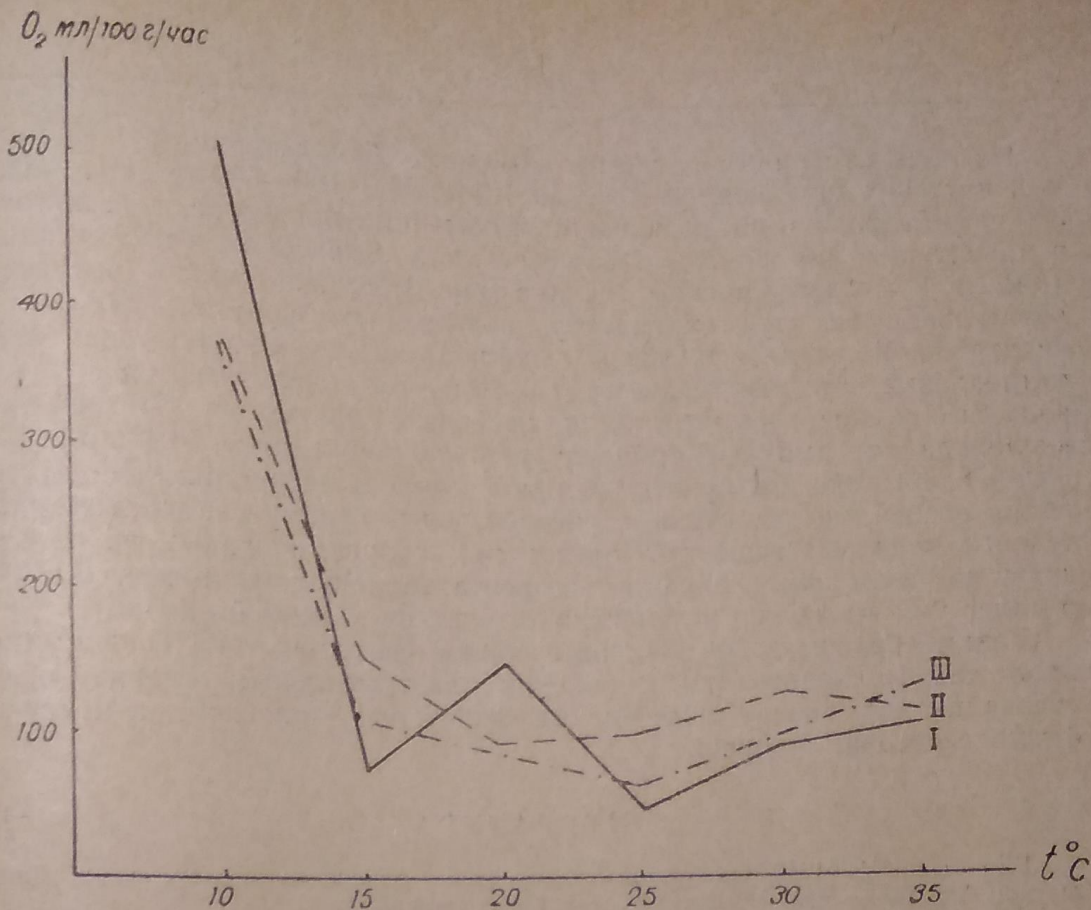


Рис. 2. Потребление кислорода у сеголеток якутского суслика  
 I — вес тела до 100 г, II — вес тела 100—200 г, III — вес тела 200—300 г

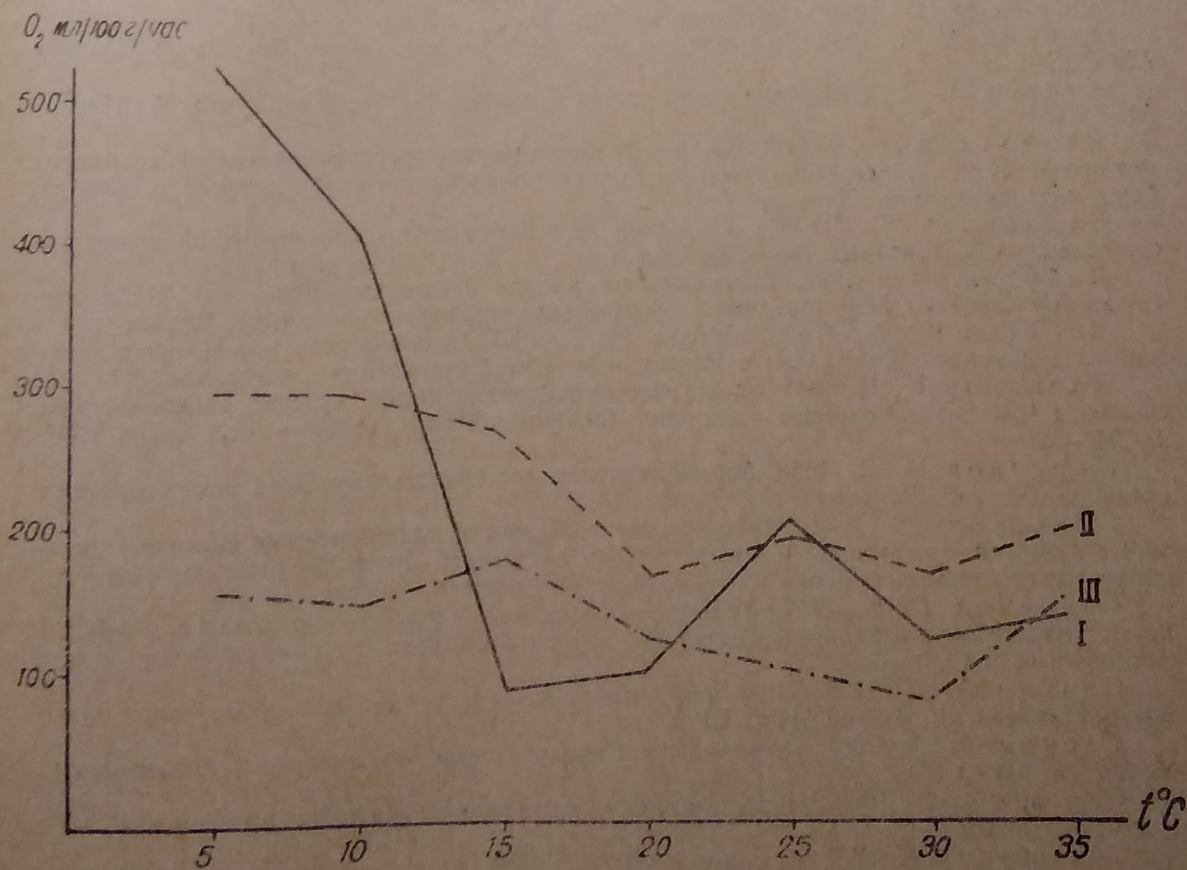


Рис. 3. Потребление кислорода сеголетками якутского суслика  
 I — вес тела до 100 г, II — вес тела 100—200 г, III — вес тела 200—300 г

На понижение температуры в камере до  $+10^{\circ}$  все три группы молодых якутских сусликов (I — вес до 100 г, II — 100—200 г, III — 200—300 г) реагировали интенсификацией обменных процессов, т. е. при этой температуре у них наблюдалась отчетливая химическая терморегуляция (рис. 2). У сеголеток янского суслика (рис. 3) только зверьки I и II групп реагировали на эту температуру повышением уровня потребления кислорода. У сусликов III группы наблюдается снижение интенсивности метаболизма. Это свидетельствует о том, что у животных этой группы роль химической терморегуляции несколько снижается. Потребление кислорода в оптимальной температуре у них также ниже. Указанное снижение энергетических процессов может иметь большое значение для молодых особей янского суслика, способствуя быстрому накоплению питательных запасных веществ в организме, которое, очевидно, начинается сразу же после замедления темпов роста. Молодые суслики весом 300 г и более уже начинают интенсивно готовиться к зимней спячке.

Таким образом, у двух видов сусликов северо-востока Палеарктики наблюдаются сходные приспособления к экстремальным условиям существования, хотя между ними имеются некоторые экологические и морфофизиологические отличия.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бекенов А. 1962. Особенности размножения длиннохвостого суслика в Джэнгарском Ала-Тау.— Изв. АН КазССР, вып. 1, сер. биол. наук.
- Володин И. М. 1959. Биология и хозяйственное значение длиннохвостого суслика в Верхоянском районе Якутской АССР. В кн.: «Вопросы звероводства и промышленного хозяйства». Тр. НИИСХ Крайнего Севера, 3.
- Витвицкий Г. Н. 1965. Климат. В кн.: «Якутия». М., «Наука».
- Друри И. В. 1955. Оленеводство. М.—Л., Сельхозгиз.
- Егоров А. Д. 1954. Витамины С и каротин в растительности Якутии. М., Изд-во АН СССР.
- Егоров А. Д. 1960. Химический состав кормовых растений в Якутии. М., Изд-во АН СССР.
- Калабухов Н. И. 1950. Эколого-физиологические особенности животных и условия среды. В сб.: «Дивергенция некоторых эколого-физиологических признаков близких форм млекопитающих». Харьков.
- Калабухов Н. И. 1951. Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных. М., «Сов. наука».
- Лабутин Ю. В. 1957. Длиннохвостый суслик Верхоянья. Докл. на VIII науч. сессии ЯФ СО АН СССР (ботаника, почвоведение, зоология, зоотехния). Якутск.
- Лабутин Ю. В., Соломонов Н. Г. 1967. Плодовитость в некоторых популяциях длиннохвостого суслика в Якутии.— Уч. зап. Якутского гос. ун-та, вып. 17.
- Ларионов П. Д. 1943. Экологические наблюдения над якутским длиннохвостым сусликом (*Citellus uroditellus*) *eversmanni jacutensis* Brandt, 1843).— Зоол. ж., т. XXII, 4, 234—246.
- Ларионов П. Д. 1958. Ареал, станции и численность якутского длиннохвостого суслика.— Уч. зап. Якутского гос. ун-та, вып. 3.
- Олькова Н. В. 1962. Экологические особенности длиннохвостых сусликов в связи с его эпидемиологическим и хозяйственным значением. Докл. Иркутск. научно-исследовательского противочумного ин-та Сибири и Дальнего Востока, вып. 4.
- Скворцов Г. Н. 1957. Усовершенствованная методика определения интенсивности потребления кислорода у грызунов и других животных. В сб.: «Грызуны и борьба с ними», вып. 5. Саратов.
- Слоним А. Д. 1952. Животная теплота и ее регуляция в природе и организме млекопитающих. Л., Изд-во АН СССР.
- Слоним А. Д. 1961. Основы общей экологической физиологии млекопитающих. М., Изд-во АН СССР.
- Слоним А. Д. 1962. Частная экологическая физиология млекопитающих. Изд-во АН СССР.
- Соломонов Н. Г., Захарова Р. К. 1969. Упрощенная методика определения витамина С в органах животных.— Зоол. ж., т. XVIII, 9.
- Тавровский В. А., Попов М. В., Егоров О. В., Кривошеев В. Г., Лабутин Ю. В. 1971. Млекопитающие Якутии. М.—Л., Изд-во АН СССР.

- Тихомиров Б. А. 1960. Влияние суслика длиннохвостого (*Citellus undulatus* Pall.) на флору и растительность Чукотской тундры. Тр. МОИП, вып. 111.
- Чернявский Ф. Б. 1959. К экологии верховского длиннохвостого суслика (*Citellus undulatus janensis* Ognev, 1937). — Бюлл. МОИП, т. XIV, вып. 3.
- Шварц С. С. 1958. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии животных. — Зоол. ж., т. XXXV, 6.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. 1968. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Тр. Ин-та экологии раст. и животн. УФ АН СССР, вып. 58.
- Morrison P. R., Ryser F., Strecker R. 1954. Growth and development of temperature regulation in the tundra red-back vole. *J. Mammal*, 35, 3.