

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТОМ LVII

ВЫП. 12



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1978

ДИНАМИКА ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА У ЛЕСНОЙ И СТЕПНОЙ МЫШОВОК

А. А. ЦВЕТКОВА, В. Н. БОЛЬШАКОВ и Л. Н. ДОБРИНСКИЙ

Институт экологии растений и животных Уральского научного центра
Академии наук СССР (Свердловск)

С помощью оптико-акустического газоанализатора изучен газообмен лесной и степной мышовок. Химическая терморегуляция у обоих видов выражена относительно слабо и составляет 3,8% изменений обмена на 1° среды. По уровню газообмена в активном состоянии лесная и степная мышовки не отличаются. При впадении в оцепенение и спячку наблюдается постепенное снижение обмена, выделение CO₂ во время спячки достигает очень низкого уровня: 0,1—0,6 мл на г/ч. Выход из оцепенения и спячки характеризуется резким пиком выделения углекислого газа (в 1,5—2 раза по сравнению с нормой бодрствующего животного) на 30—40-й минутах пробуждения, что связано с процессом разогревания организма.

Спячка некоторых редких или ведущих скрытый образ жизни животных до сих пор изучена крайне слабо. В частности, это относится к мышовкам. Известно, что наиболее распространенные и обычные на территории СССР мышовки — лесная (*Sicista betulina*) и степная (*S. subtilis*) впадают в зимнюю спячку, продолжающуюся в большинстве районов 7—8 мес. (Попов, 1960; Кулик и др., 1968; Ивантер, 1975; Цветкова, Стадухин, 1976), а в активный период при снижении температуры воздуха — в своеобразное оцепенение. Во время оцепенения и спячки зверек, находящийся в характерной позе — «клубке», кажется совершенно безжизненным. Одним из важных физиологических параметров, характеризующих зимоспящих животных, является интенсивность выделения CO₂, так как по этому показателю можно косвенно судить об уровне метаболизма. Анализ литературы свидетельствует, что в этом плане мышовки практически не исследованы (Слоним, 1952; Калабухов, 1956, 1969). Нами при изучении биологических особенностей степной и лесной мышовок в районах их совместного обитания на Урале была предпринята попытка выявить характер динамики выделения CO₂ у зверьков в состоянии оцепенения и спячки.

Животные, пойманные на Южном Урале (окрестности г. Кувандык Оренбургской обл.), содержались в виварии Института экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР. Условия содержания были максимально приближены к естественным, о чем свидетельствуют факты размножения мышовок в виварии.

Изучение характера выделения CO₂ у мышовок проводилось с помощью методики, разработанной в Институте экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР и модифицированной применительно к мелким млекопитающим (Добринский, Малафеев, 1974). В установке использовался оптико-акустический газоанализатор марки ОА-2209. Мышовок помещали в плексигласовую камеру с двойными стенками, в пространстве между которыми циркулировала вода определенной температуры, поступающая из ультратермостата. Через

камеру со строго постоянной скоростью (0,5 л/мин) прогонялся воздух, шедший затем на анализ. Чтобы исключить влияние на результаты эксперимента содержания углекислого газа в атмосфере, из воздуха, поступающего в камеру с животными, удаляли CO₂, пропуская его через аскаритовую колонку.

Используемая нами методика позволила проследить за изменениями интенсивности выделения углекислого газа мышовками непрерывно на протяжении периодов впадения или выхода из оцепенения и спячки по записи на ленте самопишущего прибора. Одновременно вели наблюдения за поведением животных. Опыты проводились с 26 августа по 20 сентября 1976 г., когда на Урале мышовки впадают в зимнюю спячку. За этот период изучены 28 животных (исследованы влияние температуры на интенсивность выделения CO₂; динамика этого процесса в период впадения в спячку и пробуждения мышовок и т. д.).

*Интенсивность выделения углекислого газа мышовками в зависимости от температуры среды (в состоянии покоя) **

Температура, °С	Лесная мышовка		Степная мышовка	
	средний вес, г	мл CO ₂ /г/ч	средний вес, г	мл CO ₂ /г/ч
4	12,1	7,25±0,31	12,1	6,57±0,21
20	10,8	4,70±0,18	10,1	4,64±0,23
30	10,9	2,48±0,20	11,5	2,40±0,04

* Между самками и самцами мышовок на нашем материале достоверных различий в интенсивности метаболизма не обнаружено, поэтому в таблице данные по животным разного пола объединены.

Наши исследования показали, что химическая терморегуляция у мышовок составляет 3,8% изменений обмена на 1° среды. Для сравнения укажем, что у тушканчика Северцова этот показатель равен 2%, у желтого суслика — 3,1% (Слоним, 1952). При изменении температуры с 4° до 20° и с 20° до 30° интенсивность выделения углекислого газа у мышовок обоих видов достоверно снижается (см. таблицу), причем это снижение более существенно в последнем температурном диапазоне (величина рассматриваемого показателя снижается примерно в 2 раза при повышении температуры на 10°).

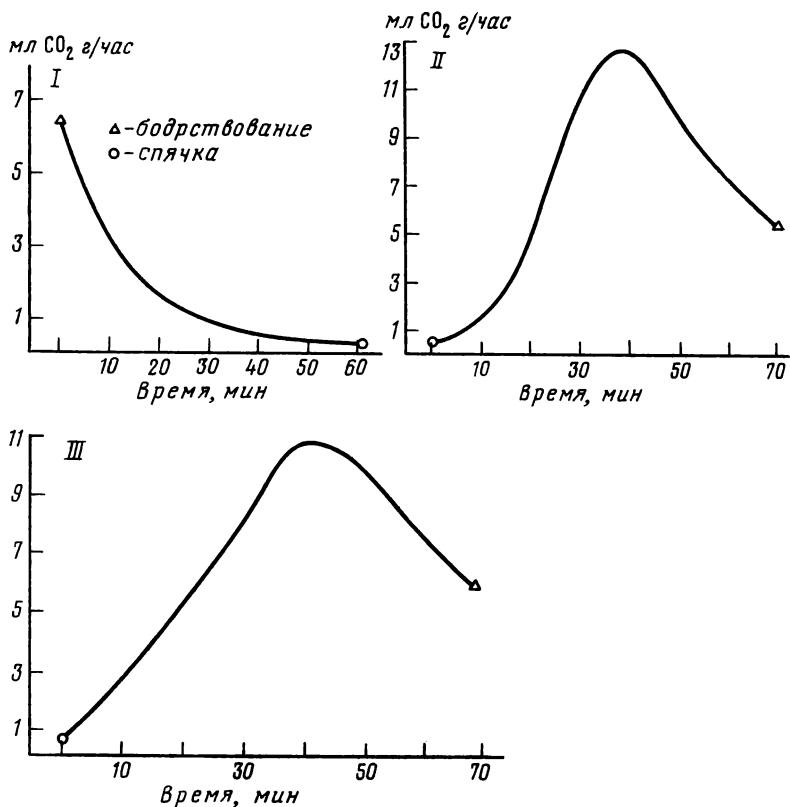
Анализ таблицы показывает, что лесная и степная мышовки не отличаются по интенсивности выделения CO₂. Характерно, что у них не обнаружено отличий и по морфо-физиологическим показателям, отражающим общий уровень обмена веществ (Большаков и др., 1977).

Известно, что в зависимости от вида животного теплопродукция во время спячки снижается по сравнению с периодом бодрствования в 10—100 раз (Слоним, 1961; Проссер, Браун, 1967). Для мышовок, по нашим данным, эта разница в зависимости от температуры среды и глубины спячки составляет 10—66 раз (выделение CO₂ во время спячки достигает очень низкого уровня: 0,1—0,6 мл/г/ч; такой уровень газообмена характерен для амфибий и рептилий, равных по весу мышовкам).

У мышовок, находящихся в оцепенении и спячке, отмечаются дыхательные паузы продолжительностью около 1 мин, чередующиеся с серией дыхательных движений. Это явление характерно и для других видов. Например, у орешниковой сони во время глубокой зимней спячки перемены в дыхании могут достигать 11 мин (Томилини, 1958). Аналогичные материалы получены при наблюдении за спящими сусликами, сурками, ежами, летучими мышами (Слоним, 1961).

Использованная нами методика позволила изучить динамику выделения CO₂ у животных в периоды перехода их от бодрствования к спячке и оцепенению и наоборот. О характере данного процесса у лесной мы-

шовки во время оцепенения можно судить по рисунку, I. Непосредственный переход от состояния бодрствования к спячке у мышовок при снижении температуры продолжается обычно 60—70 мин. В это время мышовки начинали сворачиваться в клубок и принимать характерную позу — лапки подогнуты, мордочка прижата к животу, хвост обхватывает тело. Однако до начала данного процесса некоторые экземпляры мышовок приходилось выдерживать при низкой температуре среды иногда по 10—15 ч (интенсивность выделения CO_2 держалась стабильно на высоком уровне — около 7 мл/г/ч). Только после этого некоторые из них начинали проявлять признаки оцепенения, переходящего затем в спячку.



Динамика выделения углекислого газа

I — лесной мышовкой в процессе впадения в оцепенение и спячку (молодая самка, вес 7,7 г, температура 3°); II — то же, в процессе выхода из спячки (взрослая самка, вес 11,6 г, температура в камере 20°); III — то же, у степной мышовки (взрослый самец, вес 10,6 г, температура в камере 16°)

В наших опытах всегда встречались животные, которых вообще не удалось «заставить» заснуть. Очевидно, необходимо, чтобы мышовки были физиологически подготовлены к зимней спячке, для чего требуется накопление энергетических резервов в виде жира и гликогена, повышение уровня аскорбиновой кислоты в крови, определенное состояние эндокринных желез и т. п. Характерно, что в природных условиях все мышовки, пойманные в середине сентября, т. е. тогда, когда основная масса зверьков уже впадала в спячку, были или истощенными или имели какие-либо физические дефекты. Очевидно, у некоторых зверьков в viva-рии общий фон физиологического состояния организма не являлся оптимальным для начала процесса спячки, поэтому они не реагировали соответствующим образом на снижение температуры окружающей среды до 4—5°.

Известно, что во время спячки, наряду со снижением интенсивности газообмена, происходит изменение величины дыхательного коэффициента (Калабухов, 1956). В процессе впадения в спячку у животных наблюдается неодинаковое уменьшение интенсивности потребления кислорода и выделения углекислого газа (дыхательный коэффициент снижается). Н. И. Калабухов полагает, что отчасти это связано с несовершенством методик определения количества выдыхаемой углекислоты (применялись респирационные камеры с водой, которая поглощает углекислоту при низкой температуре). Примененная нами методика лишена этого недостатка, хотя следует учитывать возможность накопления CO_2 в организме животного во время спячки. Поэтому полученные данные по интенсивности выделения углекислого газа мышовками во время спячки могут считаться не заниженными по техническим причинам.

Время выхода мышовок из спячки (при температуре среды 20°) составляет 40—70 мин. Динамика выделения CO_2 в этот период характеризуется очень резким пиком на 30—40-й минутах пробуждения (выделение углекислого газа повышается в 1,5—2 раза по сравнению с нормой бодрствующего животного, что, по всей вероятности, связано с процессом разогревания организма; см. рисунок, II, III).

ЛИТЕРАТУРА

- Большаков В. Н., Цветкова А. А., Ивантер Э. В., Сучкова Н. Г., 1977. Интерьерные особенности мышовок фауны СССР. Экология, 3: 42—49.
- Добринский Л. Н., Малафеев Ю. М., 1974. Методика изучения интенсивности выделения углекислого газа мелкими пойкилотермными животными с помощью оптико-акустического газоанализатора. Экология: 1: 73—78.
- Ивантер Э. В., 1975. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного северо-запада СССР: 1—246, Изд-во «Наука», Л.
- Калабухов Н. И., 1956. Спячка животных, изд. 3-е, дополненное: 1—258, Изд-во Харьковск. ун-та, Харьков.—1969. Периодические (сезонные и годовые) изменения в организме грызунов, их причины и последствия: 1—250, Изд-во «Наука», Л.
- Кулик И. Л., Туликова Н. В., Никитина Н. А., Карасева Е. В., Суворова Л. Г., 1968. Материалы по экологии лесной мышовки (*Sicista betulina* Pall.). Сб. тр. Зоол. муз. Моск. ун-та, 10, М.
- Проссер Л., Браун Ф., 1967. Сравнительная физиология животных: 1—766, Изд-во «Мир», М.
- Попов В. А., 1960. Млекопитающие Волжско-Камского края: 1—468, Казань.
- Слоним А. Д., 1952. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих: 1—328, Изд-во АН СССР, М.—Л.—1961. Основы общей экологической физиологии млекопитающих: 1—432, Изд-во АН СССР, М.—Л.
- Томилин А. Г., 1961. Некоторые данные о терморегуляции у орешниковой сони. Изменение характера дыхания и температуры тела во время спячки и бодрствования. Зоол. ж., 37, 1: 120—130.
- Цветкова А. А., Стадухин О. В., 1976. Лесная мышовка в Свердловской области. Сб. «Фауна, морфология и изменчивость животных»: 29—30, Свердловск.

DYNAMICS OF CARBON DIOXIDE LIBERATION IN THE NORTHERN AND SOUTHERN BIRCH MICE

A. A. TZVETKOVA, V. N. BOLSHAKOV and L. N. DOBRINSKY

*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Science Center
of the USSR Academy of Sciences (Sverdlovsk)*

Summary

The dynamics of CO_2 liberation in the northern and southern birch mice was studied by means of optic-acoustic gas analyzer. The chemical thermoregulation in both the species amounted to 3.8% of metabolic changes per 1° of the environmental temperature. The species in question did not differ by the level of CO_2 liberation. During the hibernation the liberation of CO_2 attained a very low value: 0.1—0.6 ml/g/hr. The awakening is characterized by a sharp peak of CO_2 liberation (1.5—2 times that in the active animal) on the 30—40th min of the awakening what appears to be related to the process of «warming» of the organism.