

УДК [599.323.42:591.543.42](470.44)

**ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕЙ СПЯЧКИ
ХОМЯЧКА ЭВЕРСМАНА (*ALLOCRICETULUS EVERSMANNI* BRANDT, 1859)
ИЗ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

**М.В. Ушакова¹, Н.Ю. Феоктистова¹, Д.В. Петровский²,
А.В. Гуреева¹, С.В. Найденко¹, А.В. Суров¹**

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071, Москва, Ленинский просп., 33
E-mail: ushakovam@gmail.com*

² *Институт цитологии и генетики СО РАН
Россия, 630091, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 10*

Поступила в редакцию 27.11.09 г.

Особенности зимней спячки хомячка Эверсмана (*Allocricetulus evermanni* Brandt, 1859) из саратовского Заволжья. – Ушакова М.В., Феоктистова Н.Ю., Петровский Д.В., Гуреева А.В., Найденко С.В., Суров А.В. – Впервые доказано наличие зимней спячки у хомячка Эверсмана. Температура тела, измеряемая термонакопителем, вживленным в брюшную полость, многократно снижалась до +5°C в течение зимы. Особенности сезонной флуктуации стероидных гормонов (кортизола, прогестерона, эстрадиола, тестостерона) и отсутствие накопления жировых запасов перед впадением в спячку отличают этот вид от ряда других зимоспящих грызунов.

Ключевые слова: хомячок Эверсмана, спячка, температура тела, флуктуация стероидных гормонов, жировые запасы.

Hibernation features of Evermsan hamster (*Allocricetulus evermanni* Brandt, 1859) in the Saratov Trans-Volga region. – Ushakova M.V., Feoktistova N.Yu., Petrovski D.V., Gureeva A.V., Najdenko S.V., and Surov A.V. – The hibernation of Eversman hamster is proven for the first time. The body temperature, measured with a thermoaccumulator implanted into the abdominal cavity, has dropped down to +5°C several times during the winter. This species differs from some other hibernating mammals by peculiarities of its seasonal fluctuation of steroid hormones (cortisol, progesterone, estradiol, and testosterone) and the absence of fat depot before hibernation.

Key words: Eversman hamster, hibernation, body temperature, seasonal fluctuation of steroid hormones, fat depot.

ВВЕДЕНИЕ

Данные о спячке разных видов представителей п/сем. *Cricetinae* весьма противоречивы. Зимняя спячка (перемежающаяся периодами активности) характерна для обыкновенного хомяка (*Cricetus cricetus*) (Воронцов, 1982), при этом в Крыму до 15% особей вообще не впадают в спячку (Товпинец Н.Н., личное сообщение). Отсутствие зимней спячки отмечено для хомячков рода *Cricetulus* – барабинского хомячка (*Cricetulus barabensis*) (Некипелов, 1960) и серого хомячка (*Cricetulus migratorius*) (Исмагилов, 1948; Калабухов, 1956), хотя А.Д. Слоним (1962) указывал на то, что последний вид является зимоспящим. Исследованиями последнего десятилетия показано наличие круглогодичной активности и отсутствие зимней

спячки для всех видов рода *Phodopus* (Феоктистова, 2008). Для хомячков Эверсмана (*Allocricetulus evermanni*) отмечена спячка у зверьков из Приуралья (Данини, Ольшванг, 1936) и отсутствие ее для животных из Нижнего Поволжья (Щепотьев, 1959). Однако все перечисленные работы базировались на отдельных фактах обнаружения активных зверьков в зимний период, что вовсе не означает отсутствие у них истинной зимней спячки, главным критерием которой являются длительные снижения температуры тела в зимний период (Экологическая..., 1979; Шмидт-Ниельсен, 1982; Grigg, Beard, 2000) и физиологические изменения в организме, связанные с подготовкой к спячке – увеличение массы тела, гормональные перестройки и т. д. Получить такие данные стало возможным при использовании современных термонакопителей и методик для оценки состояния гормональной системы.

Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей зимней активности в условиях естественного температурного и светового режима у хомячков Эверсмана из саратовского Заволжья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Наблюдения проводили с ноября 2008 по ноябрь 2009 г. В эксперименте участвовало 8 самок, пойманных в Саратовской области (с. Дьяковка, Краснокутский район) в мае 2008 г. Животных содержали поодиночке, при естественной длине светового дня и температуре (г. Москва). Изменение температуры тела определяли с помощью вживленного в брюшную полость самке № 12 термонакопителя Петровского, который представляет собой регистрирующее устройство температурных данных, рассчитанное на период до 22 месяцев и запрограммированное на интервал записи 30 мин. Разрешающая способность датчика составляет 0.06°C, а точность измерения – не ниже 0.2°C, масса не превышает 1.5 г. (Петровский и др., 2008). За остальными самками вели визуальные наблюдения, регистрируя факт спячки по характерной позе и тактильно определяемой низкой температуре тела.

Взвешивание всех животных и забор крови осуществлялся один раз в месяц в одно и то же время суток (в утренние часы) во избежание влияния суточных ритмов секреции гормонов на полученные результаты. 0.4 – 0.5 мл крови брали из подязычной вены. При использовании данной методики (Graevskaya et al., 1986) для получения указанного количества крови требовалось не более 30 с, что позволяет оценивать базовый уровень кортизола. Плазму крови отделяли центрифугированием при 6000 об./мин и хранили при температуре -18°C до проведения измерений. Определение концентрации гормонов проводили методом гетерогенного иммуноферментного анализа с помощью планшетного спектрофотометра Multiscan EX (ThermoElectron Corporation). Для определения уровня тестостерона, прогестерона и кортизола использовали коммерческие наборы реактивов компании «Иммунотех» (Москва, Россия). Для определения уровня эстрадиола использовали наборы Хема-Мед (Москва, Россия). Перекрестная реакция антител к тестостерону с другими стероидами составила 9% для 5-дигидротестостерона, 1% – для 11-гидрокситестостерона, 1% – для 5-андростан-3.17-диола, для всех остальных протестированных стероидов – менее 0.1%. Перекрестная реакция антител к кортизолу составила 6% для преднизолона, 0.9% – для 11-дезоксикортизола, 0.6% – для

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕЙ СПЯЧКИ ХОМЯЧКА ЭВЕРСМАНА

кортикостерона и менее 0.1 % – для остальных стероидов. Измерения проводили в парных вариантах для определения коэффициента вариации. Если животное находилось в состоянии спячки, забор крови не производили.

При сравнении изменения массы тела и концентрации гормонов у животных в разные сезоны года использовали критерий Вилкоксона в статистическом пакете Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты наблюдений показали наличие у хомячков Эверсмана, отловленных в саратовском Заволжье, зимней спячки с падением температуры тела до $+5^{\circ}\text{C}$ (рис. 1). У них отмечен также феномен, характерный для зимней спячки зверьков мелкого и среднего размера, – периодические спонтанные пробуждения. За время наблюдения у самки с вживленным термонакопителем зафиксировано 32 эпизода гипотермии с максимальной продолжительностью 50 ч. Переходу животных в состояние оцепенения, сопряженного с гипотермией, предшествует подготовительный период, который у разных видов занимает разное время (до 15 дней), в течение которого наблюдаются понижения температуры тела до $8 - 16^{\circ}\text{C}$, длящиеся 6 – 8 часов. Выходя из этого состояния, животные достигают нормальной для них температуры тела – $36 - 37^{\circ}\text{C}$. Интересно, что у ряда зимоспящих белчих температура при пробуждении в период спячки не поднимается выше $32 - 35^{\circ}\text{C}$ (Ануфриев, 2008). В условиях нашего эксперимента максимальная длительность спячки (50 ч) наблюдалась в начале февраля (рис. 2).

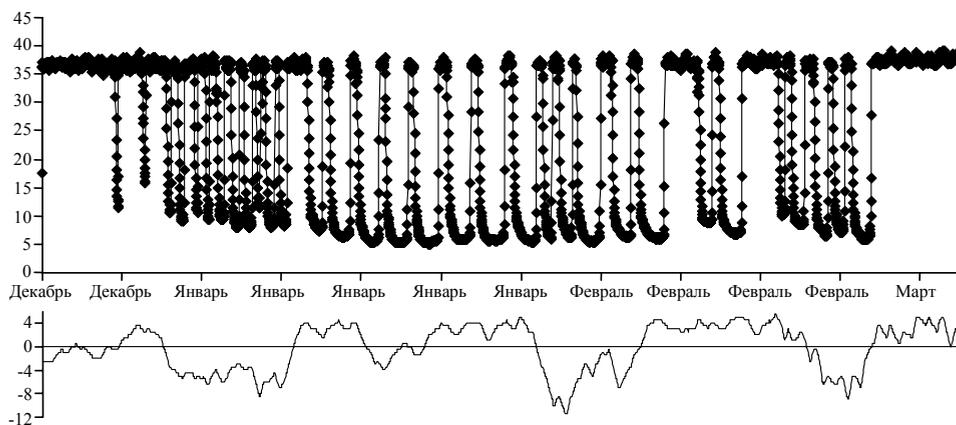


Рис. 1. Динамика температуры тела самки №12 хомячка Эверсмана по данным термонакопителя и внешняя температура 2008 – 2009 гг.

Хомячки Эверсмана летом ведут одиночный образ жизни (Воронцов, 1982; Рюриков и др., 2003), сведения о совместном использовании зимних нор отсутствуют. Спят зверьки в энергетически выгодной позе – свернувшись «клубочком». В течение периода гипотермии они неподвижны (иногда наблюдается незначитель-

ный тремор лап). По результатам расшифровки 32-х циклов гипотермии самки №12 мы установили, что в ходе периодических пробуждений зверек способен за 6 – 7 ч поднять температуру тела с $+5^{\circ}\text{C}$ до $+37^{\circ}\text{C}$. Саморазогревание проходит в две фазы: 1) медленный разогрев (5 – 6 ч), 2 – быстрый разогрев (2 ч). Скорость разогрева достигает максимума при температуре животного 15 – 17°C . На заключительных этапах саморазогревания основную роль играет мышечный термогенез, который сопровождается сильной дрожью животного, особенно заметной при температуре выше $+20^{\circ}\text{C}$ (Якименко, Попова, 1979).

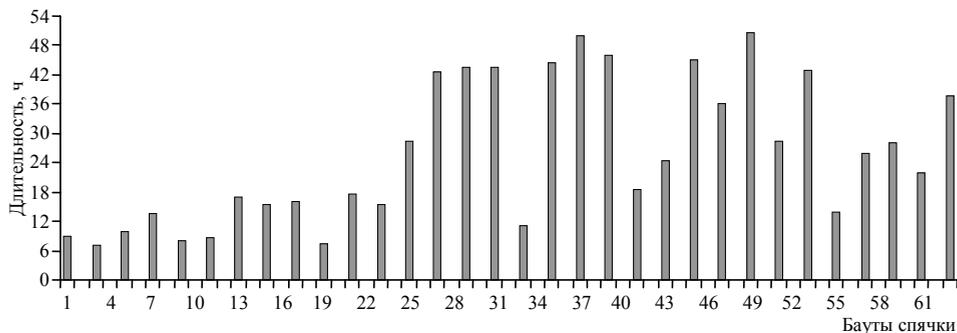


Рис. 2. Длительность баутов спячки у самки №12 хомячка Эверсмана

После пробуждения и поднятия температуры тела хомячок на протяжении 10 ч находится в состоянии нормотермии, характерном для периода бодрствования, после чего вновь может погрузиться в состояние спячки (см. рис. 1). Во время пробуждения хомячки Эверсмана принимают пищу и выводят из организма продукты метаболизма. Процесс остывания характеризуется плавным снижением температуры в течение 5 – 6 ч. Переломный момент в физиологии и поведении хомячков наступает в конце февраля – начале марта. В это время учащаются спонтанные пробуждения, уменьшается продолжительность баутов сна* и увеличивается двигательная активность (см. рис. 2). Относительно остальных самок, о спячке которых судили по визуальным параметрам, можно сказать следующее. Из восьми самок только у одной ни разу не наблюдалось спячки (таблица), у остальных самок спячка наступала регулярно, в течение зимы фиксировали от 9 до 23 раз. Очевидно, что фактическое количество баутов спячки было больше. Так, по данным термонакопителя у самки № 12 зафиксировано 32 (см. рис. 1) случая гипотермии, тогда как по данным визуального контроля – только 16. Наибольшее число самок, одновременно находящихся в состоянии гипотермии, наблюдалось в январе – феврале (см. таблицу), у одной из самок спячка зафиксирована еще 14 марта.

Характерной чертой большинства зимоспящих животных, и, в частности, близких по массе тела к хомячку Эверсмана сибирских (азиатских) бурундуков (*Tamias sibiricus*), является однонаправленная динамика массы тела (Ануфриев,

* Под баутом сна понимают периодический процесс, включающий процесс вхождения в спячку животного, собственно спячку и пробуждение (Swan et al., 1981).

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕЙ СПЯЧКИ ХОМЯЧКА ЭВЕРСМАНА

2008): постепенное увеличение массы тела в летний период, нажировка осенью (в сентябре – октябре), снижение массы тела во время спячки с достижением годовых минимальных значений к моменту выхода из спячки к весне.

Визуальные регистрации спячки у самок хомячка Эверсмана
в течение зимы 2008 – 2009 гг.

Дата	№ самок							
	2	8	10	19	5	15	12*	3
07.12.08	-	-	+	+	-	-	-	-
12.12.08	+	-	+	+	-	+	+	-
16.12.08	-	-	-	-	-	-	-	-
21.12.08	-	-	-	-	-	-	-	-
22.12.08	-	-	+	+	+	-	+	+
04.01.09	+	-	+	+	+	+	+	+
05.01.09	-	-	+	+	+	-	+	+
12.01.09	+	-	+	+	-	+	-	-
14.01.09	-	-	+	+	+	+	+	+
20.01.09	+	-	-	+	+	+	+	+
21.01.09	-	-	+	-	+	+	+	+
23.01.09	-	-	+	-	-	+	+	+
24.01.09	+	-	+	+	-	+	+	-
25.01.09	+	-	+	+	-	+	+	+
27.01.09	+	-	-	+	+	+	+	-
29.01.09	-	-	+	-	-	+	+	+
01.02.09	-	-	+	-	-	-	-	+
05.02.09	+	-	+	-	-	+	+	+
07.02.09	+	-	+	-	+	+	+	+
10.02.09	+	-	+	-	-	+	-	+
13.02.09	+	-	+	-	-	+	+	-
20.02.09	-	-	+	-	-	+	-	-
22.02.09	+	-	+	-	+	+	+	+
27.02.09	-	-	+	-	-	+	-	-
07.03.09	-	-	+	-	-	-	-	-
14.03.09	-	-	+	-	-	-	-	-
Сумма зарегистрированных баутов спячки	12	0	23	11	9	18	16	14

Примечание. * – самка с термонакопителем. Серым выделен период, когда в спячке находилось более 60% самок.

У хомячков Эверсмана наблюдалась иная картина. В течении года масса тела зверьков менялась незначительно (рис. 3). Незначительный прирост массы отмечался в первый месяц после выхода из спячки (в марте), далее вес не менялся на протяжении всего весенне-летнего периода, а затем несколько (но не достоверно) снизился к сентябрю – октябрю – когда у других зимоспящих грызунов обычно происходит нажировка. Таким образом, наблюдаемые нами самки хомячка Эверсмана начинали впадать в спячку, не имея дополнительных запасов жира. И во время спячки зверьки сохраняли стабильную массу тела.

Спячка влияет на массу ряда внутренних органов (сердца, почек, селезенки, половых органов, надпочечников) (Ануфриев, 2008), а также на выработку стероидных гормонов. В частности, для зимоспящих белчиных показаны минимальные значения уровня кортикостероидов в период глубокой спячки и повышение уровня гормональной активности перед выходом из спячки (Колпаков и др., 1974; Колаева, 1979; Ильасова, 1985).

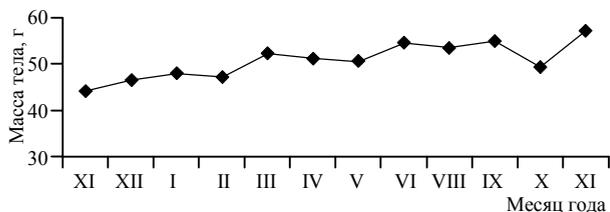


Рис. 3. Изменение массы тела самок хомячка Эверсмана в течение года

Анализ изменения кортизола в плазме крови хомячков Эверсмана показал иную картину (рис. 4). У них отсутствовало достоверное снижение уровня кортизола в плазме крови перед спячкой (октябрь – ноябрь) и во время наиболее глубокой спячки (январь – февраль). Не наблюдалось у них достоверного повышения уровня этого гормона после выхода из спячки (в марте). И только некоторое снижение уровня кортизола отмечалось в летний период (в период наибольшей активности половой системы

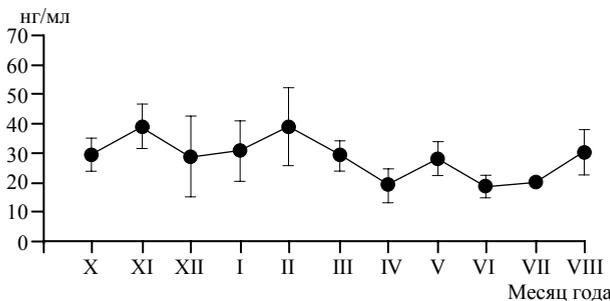


Рис. 4. Изменение уровня кортизола плазмы крови у самок хомячка Эверсмана ($n = 8$) в течение года ($\bar{X} \pm S_x$)

и размножения зверьков в природе).

У зимоспящих белчиных показано, что в период спячки происходит постепенная активация половых желез и непосредственно связанное с этим увеличение

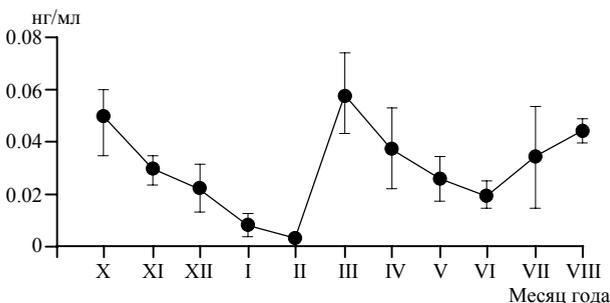


Рис. 5. Изменение уровня эстрадиола плазмы крови у самок хомячка Эверсмана ($n=8$) в течение года ($\bar{X} \pm S_x$)

гормональной активности к моменту выхода из спячки (Ануфриев, 2008). Анализ полученных нами данных по содержанию в плазме крови самок хомячка Эверсмана тестостерона и эстрадиола в целом соответствует картине, отмеченной для зимоспящих белчиных (рис. 5, 6). То есть после выхода из спячки (в марте) у зверьков наблюдается макси-

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕЙ СПЯЧКИ ХОМЯЧКА ЭВЕРСМАНА

мальный уровень этих гормонов, достоверно более высокий, чем в феврале ($P < 0.05$). Затем уровень этих гормонов несколько снижается и остается стабильным до октября, а затем (на период спячки) резко падает. Уровень еще одного полового гормона – прогестерона – максимален в конце весны и летом (рис. 7), а в течение остальной части года поддерживается на стабильно более низком уровне (независимо от наличия спячки).

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Хомячки Эверсмана из саратовского Заволжья являются зимоспящими животными, способными снижать температуру тела до $+5^{\circ}\text{C}$ и демонстрировать картину спячки, характерную для ряда зимоспящих беличьих (Ануфриев, 2008). Однако по целому ряду параметров этот вид отличается от других зимоспящих грызунов. Для него не характерна нажировка перед спячкой, а также резкое снижение массы тела в период спячки и к моменту выхода из нее. Кроме того, хомячков Эверсмана отличает от типичных зимоспящих грызунов характер сезонных колебаний стероидных гормонов – кортизола и прогестерона. Характер колебания этих гормонов, скорее, соответствует таковому, отмеченному у незимоспящих хомячков рода *Phodopus* (Фектистова, 2008).

Таким образом, хомячки Эверсмана сочетают в себе особенности как зимоспящих, так и незимоспящих видов грызунов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 09-04-00701-а) и Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ануфриев А.И. Механизмы зимней спячки мелких млекопитающих Якутии. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния РАН, 2008. 158 с.

Воронцов Н.Н. Фауна СССР. Млекопитающие. Низшие хомякообразные (Cricetidae) мировой фауны. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982. 449 с.

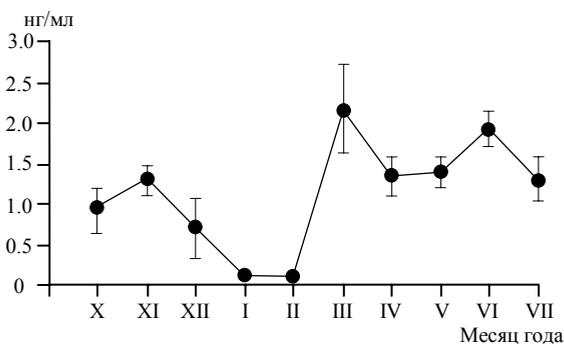


Рис. 6. Изменение уровня эстрадиола плазмы крови у самок хомячка Эверсмана ($n = 8$) в течение года ($\bar{X} \pm S_x$)

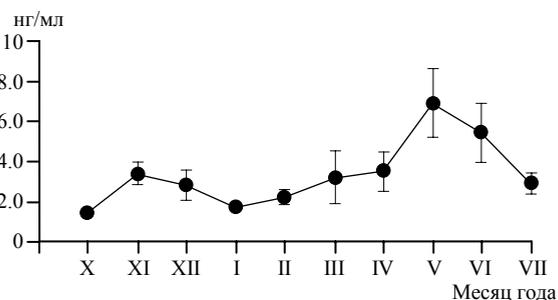


Рис. 7. Изменение уровня прогестерона плазмы крови у самок хомячка Эверсмана ($n = 8$) в течение года ($\bar{X} \pm S_x$)

Данини Е.С., Ольшванг Н.А. Заметки по анатомии и биологии Эверсманнова хомячка: материалы по биологии и экологии грызунов Троицкого р-на бывшей Уральской области // Изв. Биол. НИИ при Перм. гос. ун-те. 1936. Т. 10, вып. 3. С. 115 – 124.

Ильясова Е.Н. Сезонные морфо-функциональные изменения адrenoкортикальных клеток у зимоспящего крапчатого суслика: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1985. 17 с.

Исмагилов М.И. К экологии зайца-русака, малого тушканчика и серого хомячка на о. Барса-Кельмес // Изв. АН КазССР. Сер. зоол. 1948. Т. 63, вып. 8. С. 79 – 93.

Калабухов Н.И. Спячка животных. 3-е изд. Харьков: Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1956. 260 с.

Колтаков М.Г., Колаева С.Г., Красс П.М., Поляк М.Г., Самсоненко Р.А., Соколова Г.П., Шульга В.А. Механизмы сезонных ритмов кортикостероидной регуляции зимоспящих. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 160 с.

Колаева С.Г. Сезонные ритмы функционирования эндокринной системы // Экологическая физиология животных / Под ред. А.Д. Слонима. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. Ч. 1 С. 225 – 236.

Некипелов Н.В. Забайкальские хомячки и некоторые экологические особенности подсемейства хомяков // Изв. Иркут. гос. науч.-исслед. противочум. ин-та Сибири и Дальнего Востока. 1960. Т. 23. С. 147 – 164.

Петровский Д.В., Новиков Е.А., Мошкин М.П. Динамика температуры тела обыкновенной слепушонки (*Ellobius talpinus*, Rodentia, Cricetidae) в зимний период // Зоол. журн. 2008. Т. 87, №12. С. 1504 – 1508.

Рюриков Г.Б., Суров А.В., Тихонов И.А. Хомячок Эверсманна (*Allocricetulus evermanni*) в саратовском Заволжье: экология и поведение в природе // Поволж. экол. журн. 2003. №. 3. С. 251 – 258.

Слоним А.Д. Частная экологическая физиология млекопитающих. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 498 с.

Феоктистова Н.Ю. Хомячки рода *Phodopus*. Систематика, филогеография, экология, физиология, поведение, химическая коммуникация. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 413 с.

Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда: В 2 т. М.: Мир. 1982. Т. 1. 414 с.

Щепотьев Н.В. О зимней активности хомячка Эверсманна // Природа. 1959. №7. С. 113. Экологическая физиология животных. Ч. 1. Общая экологическая физиология и физиология адаптаций. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. 440 с.

Якименко М.А., Попова Н.К. Об источниках теплопродукции при выходе животных из состояния спячки // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. 1977. Т. 82, № 8. С. 213 – 215.

Graevskaya B.M., Surov A.V., Meshersky I.G. The tongue vein as a source of blood in the golden hamster // Z. fur Versuchstierk. 1986. Vol. 28. P. 41 – 43.

Grigg G., Beard L. Hibernation by Echidnas in Mild Climates: Hints about the Evolution of Endothermy // Life in the Cold: Proc. of the 11-th Intern. Hibernation Symp. / Eds. H. Heldmaier, M. Klingenspor. Jungholz, Austria, 2000. P. 5 – 20.

Swan H., Reinhard F.G., Caripo D.L., Schatte C.L. Hypometabolic brain from vertebrates capable of torpor // Cryobiology. 1981. Vol. 18. P. 598 – 602.