

ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ПОВЕДЕНИЕ РЕПТИЛИЙ

© 2014 Н.А. Литвинов, Н.А. Четанов, С.В. Ганщук, М.В. Югов

Пермский государственный педагогический университет, г. Пермь

Поступила 11.06.2014

Изучалось терморегулирующее поведение 5 видов пресмыкающихся. Нагревание всегда происходит быстрее охлаждения. Утреннее нагревание приводит к достижению уровня температуры тела выше оптимальной. В течение дневной активности животные несколько раз нагреваются и охлаждаются, сохраняя оптимальную температуру тела. Вечерний уход в укрытии происходит при более высокой внешней температуре, чем утренний выход.

Ключевые слова: температура тела, отопления, охлаждения, терморегуляции, поведение

Считается, что основной формой активной регуляции температуры тела у рептилий является поведение [4, 5]. За период активности пресмыкающихся мы принимаем то время, которое животное с дневной активностью проводит вне ночного убежища. В этом мы согласны с А.В. Коросовым [1]. Есть иная точка зрения [3].

Для наблюдения за поведением животных в естественной среде применялась видеочамера слежения IPC-623ICR. Температура тела у змей регистрировалась в экспериментальной вольере размером 300×200 см, размещённой под открытым небом, логгерами iBDL, вшитыми под кожу спины, такими же логгерами регистрировалась внешняя температура. Температура поверхности тела прытких ящериц в экспериментальном террариуме размером 150×60 см регистрировалась логгерами, прикреплёнными к спине. Исследовалось поведение 5 видов рептилий в естественной обстановке и в условиях лабораторного эксперимента: *Eremias arguta* (Pallas, 1773); *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758; *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758); *N. tessellata* (Laurenti, 1768); *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) светлой и чёрной морф.

Утреннее (первое) нагревание (heating). Начало дневной активности прыткой ящерицы, находящейся под видеонаблюдением в естественной обстановке в апреле в Астраханской области, начинается примерно в 8.00 ч. при температуре субстрата около норы 14,1°C и температуре приземного воздуха 18,9°C. Ящерица высовывает голову из норы, оставаясь в таком положении примерно 2 мин. Затем около часа разогревается в непосредственной близости от норы. При этом она совершает разнообразные движения, оставаясь практически на одном месте: двигает лапами и

головой, изгибает тело, почти сворачивается в кольцо. За это время температура приземного воздуха поднимается на 4,5°C со скоростью 0,10 град./мин, а температура песка — на 7,0°C со скоростью 0,15 град./мин. После этого ящерица уходит из сектора видеонаблюдения.

Утренний разогрев прыткой ящерицы в экспериментальном террариуме иной. В течение первых трех часов «дня», начиная с момента включения источника освещения, наблюдается резкий рост температуры субстрата под лампой со средней скоростью 0,24 град./мин., однако температура тела ящерицы возрастает незначительно. Скорость ее повышения равна скорости повышения температуры субстрата на периферии террариума — 0,02 град./мин. Примерно через 180 мин. ящерица начинает активно нагреваться под лампой и всего за 9 мин. повышает температуру своего тела с 21,1 до 39,9°C. Скорость повышения температуры в этот промежуток времени составила 2,10 град./мин. Наступает состояние добровольного перегрева, температура тела значительно превышает оптимальную, которая для этого вида в естественных условиях составляет 27,5 – 33,0°C.

Утренний разогрев обыкновенного ужа в экспериментальной вольере под открытым небом в июне в Предуралье длится от 30 до 150 мин. в зависимости от температуры субстрата и, соответственно, воздуха. Как правило, выход из укрытия наблюдается в 12-13 ч. при температуре воздуха 13,0-18,7°C. Начальная температура тела составляет 15,0-21,0°C, что всегда выше температуры воздуха на 2,0-5,0°C. Температура тела змеи растёт значительно быстрее внешней температуры. Воздух нагревается со скоростью 0,03-0,11 град./мин, тогда как тело змеи разогревается со скоростью 0,20-0,40 град./мин., то есть в 3-4 раза быстрее. При достижении уровня температуры тела в 28,0-37,0°C нагревание заканчивается и змея начинает активно перемещаться, питается и купается, находясь преимущественно в тени.

Первый разогрев водяного ужа, как и всё его терморегулирующее поведение в целом, очень похож на разогрев обыкновенного. Создаётся впечатление, что не столь важна систематическая

Литвинов Николай Антонович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии, ganshchuk@mail.ru; Четанов Николай Анатольевич, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры зоологии, chetanov@yandex.ru; Ганщук Светлана Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии, ganshchuk@mail.ru; Югов Максим Владимирович, аспирант кафедры зоологии, maksim.yugov.1989@mail.ru

принадлежность животного, сколько сходство в размерах, окраске и поведении. Утренний выход из укрытия происходит в одно и то же время, что и у обыкновенного ужа. Стартовая температура активности тоже примерно такая же — 14,5–20,0°C. Температура, при которой начинается двигательная активность, составляет 26,0–33,4°C. Скорость роста температуры тела та же, что и у обыкновенного ужа.

Утренний разогрев двух крупных обыкновенных гадюк разной окраски чёрной и светло-серой в экспериментальной вольере под открытым небом в июне в Предуралье начинается примерно в одно и то же время — в 10.15–10.30 ч. Во время утреннего выхода змей из укрытия начальные температуры их тела были: у чёрной 13,0°C, у светлой 15,1°C при температуре приземного воздуха 20,7°C и температуре субстрата 23,2°C. Нагревание у чёрной гадюки продолжалось 55 мин., у светлоокрашенной 70 мин. До максимального температурного уровня в 37,7°C чёрная гадюка нагревалась со скоростью 0,45 град./мин, светлая медленнее в 1,4 раза до своей максимальной температуры в 37,2°C. Скорее всего, это свидетельствует о термоадаптивности темной окраски. Воздух за эти 70 мин разогрелся до 39,9°C, а субстрат до 41,6°C. После этого гадюки, так же как и ужи, начинали активное перемещение, находясь в тени, но иногда выползая на освещённые участки.

По скорости утреннего разогревания ещё больше отличаются одноцветные крупная (L.+L.cd.=640 мм) и мелкая (L.+L.cd.=338 мм) змеи. Крупная гадюка начинала разогрев всегда раньше мелкой на 15 – 35 мин со средней скоростью 0,20 град./мин, но всегда дольше достигала своей максимальной утренней температуры в 37,1 – 37,5°C. Мелкая гадюка нагревалась в девять раз быстрее (1,85 град./мин) до максимальной температуры в 37,0°C.

Отметим, что как и прыткие ящерицы, так и ужи, и гадюки в результате первого утреннего разогрева достигают уровня температуры тела значительно более высокого, чем оптимальный. Иначе говоря, они находятся в стадии добровольного перегрева, допуская при этом подъём температуры выше своего оптимума, зарегистрированного в естественной обстановке. Они как бы создают некоторый тепловой запас, постепенно расходующий впоследствии для активного перемещения в более прохладных участках территории.

В период дневной активности рептилии перемещаются между освещёнными наиболее тёплыми участками своей территории, периодически поднимая свою температуру (heating), и снижают её, придерживаясь затенённых участков. Если и здесь температура превышает оптимум или максимальную добровольную температуру, в этом случае для охлаждения используются убежища — временные или постоянные норы, или лежащие предметы (cooling).

Прыткая ящерица в эксперименте после утреннего нагревания совершает весь спектр поведенческих реакций, удаляясь от источника тепла и снова приближаясь к нему. В результате этого температура тела её поддерживается на высоком уровне, примерно в 34,5°C. При посещении дневного убежища температура тела медленно снижалась со средней скоростью 0,16°C/мин. В конце светового дня, как правило, наблюдается второе продолжительное нагревание, вызывающее незначительное повышение температуры тела.

Обыкновенный и водяной ужи также несколько раз за день после утреннего нагрева в последующий период активного поведения повышают и понижают свою температуру, то выползая, то снова покидая освещённые участки. Вторичный обогрев ужей происходил, как правило, через два часа после окончания их первого обогрева, активного движения и питания. При этом температура их тела уже не достигала того уровня, как при первом утреннем нагревании, поднимаясь до 32,1 – 35,1°C. Если при первом нагреве ужи увеличивали свою температуру на 15,5 – 21,0°C, то второе нагревание поднимало её на 2,3 – 7,2°C, причём с гораздо меньшей скоростью.

При нагревании и остывании любого пресмыкающегося наблюдается явление температурного гистерезиса, когда остывание происходит медленнее охлаждения [2]. Так, обыкновенная гадюка нагревается до максимальной температуры со скоростью 0,26 град./мин, а остывает почти в два раза медленнее — со скоростью 0,14 град./мин.

Вечернее остывание (cooling) в ряде случаев происходит у ночного укрытия, иногда уже в нём. Всегда вечерний уход происходит при более высокой внешней температуре, чем утренний выход. Создаётся впечатление, что не температура является причиной ухода, а снижение мощности света или эндогенные ритмы.

В момент выхода разноцветной ящурки из ночного укрытия температуры субстрата и воздуха значительно выше температуры в норе — 19,4, 21,2 и 15,9°C соответственно. Имеющийся температурный градиент стимулирует движение животного в более теплую зону. В момент же вечернего ухода температуры субстрата и воздуха также выше, чем в ночном укрытии — 23,3, 24,7 и 19,5°C, и, несмотря на это, ящурка всё-таки уходит в него. При сравнении освещённости в вечерние и утренние часы наблюдаются следующие — утром освещённость равна 33,4 клк и неуклонно повышается, в то время как вечером на момент ухода она составляет всего лишь 7,2 клк.

Охлаждение обыкновенного ужа начинается примерно за 30 мин. до его ухода в ночное укрытие. Снижение температуры воздуха происходит значительно быстрее, чем охлаждается тело змеи: воздух — со скоростью 0,22 град./мин, а змея — 0,13 град./мин.

Температура тела рептилий во время ночного покоя стабильна, без перепадов. Связь температуры тела и внешней температуры очень высокая. У прыткой ящерицы значение корреляционного отношения (η) температур составляет $0,98 \pm 0,02$. У обыкновенного и водяного ужей — $0,99 \pm 0,01$. Температура тела выше температуры воздуха в ночном укрытии на $0,5 - 1,0^\circ\text{C}$.

Подводя итог сказанному, следует отметить несколько общих положений касающихся терморегуляционного поведения. Нагревание всегда происходит быстрее остывания. Утреннее нагревание чаще всего приводит к достижению уровня температуры тела выше оптимума. В течение дневной активности животное несколько раз нагревается и охлаждается, поддерживая оптимальную температуру тела. Вечерний уход в укрытие происходит при внешней температуре значительно более высокой, чем утренняя, при которой происходит утренний выход.

Подготовлено при поддержке Проекта Программы стратегического развития ПГППУ ПСР/НИР-29.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коросов А. В. Терморегуляция // Экология обыкновенной гадюки на севере. Изд-во ПетрГУ. Петрозаводск. 2010. С. 30-75.
2. Слоним А. Д. Температура среды обитания и эволюция температурного гомеостаза // Физиология терморегуляции. Л.: Наука. 1984. С. 378-440.
3. Черлин В.А. Термобиология рептилий. СПб.: Изд-во «Русско-Балтийский информационный центр «Блиц». 2010. 124 с.
4. Firth B. J., Turner J. S. Sensory, Neural and Hormonal Aspects of Thermoregulation // Biology of the Reptilia. Academic Press. 1982. P. 213-274.
5. Huey R. B. Temperature, Physiology, and the Ecology of Reptiles // Biology of the Reptilia. Academic Press. 1982. P. 25-91.

THE THERMOREGULATION'S BEHAVIOUR OF REPTILES

© 2014 N.A. Litvinov, N.A. Chetanov, S.V. Ganshchuk, M.V. Yugov

Perm state humanitarian-pedagogical university, Perm

Studied the thermoregulation's behaviour 5 species of reptiles. Heating always occurs faster cooling. Morning heating leads to achievement of body temperature's level above an optimum, and sometimes the voluntary maximum. During daily activities the animal several times heated and cooled while maintaining optimal body temperature. Evening leaving in shelter occurs at external temperature of much higher, than morning at which there is a morning exit.

Key words: body temperature, heating, cooling, thermoregulation, behaviour

Litvinov Nikolay Antonovich, Ph.D. in Biology, Associate Professor, Head of the Department of Zoology, ganshchuk@mail.ru; Chetanov Nikolay Anatolevich, Ph.D. in Biology, Senior Lecturer of Department of Zoology, chetanov@yandex.ru; Ganshchuk Svetlana Vladimirovna, Ph.D. in Biology, associate professor of Department of Zoology, ganshchuk@mail.ru; Yugov Maxim Vladimirovich, postgraduate student at Zoology Department, maksim.yugov.1989@mail.ru