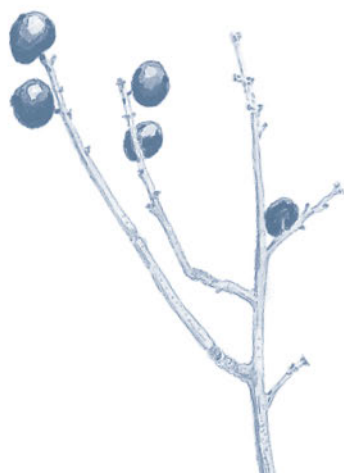


Увлекательная, основанная на тщательно исследованном научном материале книга одного из лучших современных авторов, пишущих о живой природе.

*Эдвард Осборн Уилсон, биолог,
дважды лауреат Пулицеровской премии*





БЕРНД ХАЙНРИХ

ЗИМА

СЕКРЕТЫ ВЫЖИВАНИЯ
РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ
В САМОЕ СУРОВОЕ ВРЕМЯ ГОДА



УДК 591.54
ББК 28.680
X15

Bernd Heinrich
THE WINTER WORLD
The Ingenuity of Animal Survival

Впервые опубликовано в 2003 году в Великобритании
издательством Ессо, импринтом HarperCollins Publishers

Этот перевод опубликован по договоренности с Sandra Dijkstra Literary Agency

Перевод с английского Александры Громовой

Научный редактор Е.А. Ванисова, кандидат биологических наук

X15 **Хайнрих Б.**
Зима : Секреты выживания растений и животных в самое суровое время года /
Бернд Хайнрих ; [пер. с англ. А.Д. Громовой]. – М. : КоЛибри, Азбука-Аттикус,
2021. – 368 с. ; ил.

ISBN 978-5-389-17320-0

Поскольку наступление зимы радикальным образом влияет на состояние одного из самых важных компонентов всего живого — воду, должны произойти не менее сильные изменения в физиологии и поведении животных в ответ на изменения окружающей среды. Одни существа выживают за счет выработки специальных веществ, другие остаются в постоянном движении, чтобы поддерживать температуру тела. Избежав угрозы замерзания насмерть, животные должны еще успевать находить пищу во время ее нехватки или запастись ее заблаговременно в период летнего изобилия. Известный американский натуралист Бернд Хайнрих описывает стратегии, к которым прибегают ласки, летяги, беличьи, птица королек, черепахи, водные грызуны, лягушки, насекомые, хомяки, летучие мыши, бабочки, медведи, пчелы и многие другие представители животного царства, для выживания в суровых зимних условиях. Прекрасно иллюстрированная рисунками автора и наполненная его неиссякаемой любовью к природе, эта книга освещает особенности поведения животных и растений в самое холодное время года.

УДК 591.54
ББК 28.680

ISBN 978-5-389-17320-0

© Bernd Heinrich, 2003
© Громова А.Д., перевод на русский язык, 2021
© Издание на русском языке, оформление.
ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2021
КоЛибри®

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
О терминах и определениях.....	13
1. Огонь и лед.....	19
2. Снег и подснежное пространство.....	27
3. Прогулка в конце зимы.....	40
4. По следу ласки.....	56
5. Гнезда и норы.....	65
6. Обжимания у летяг.....	92
7. Беличьи в спячке (просыпаются, чтобы поспать).....	108
8. Перья королька.....	123
9. Зимнее топливо корольков.....	134
10. Гибернация птиц.....	147
11. Черепахи в оцепенении подо льдом.....	162
12. Водные грызуны во льдах.....	175
13. Замороженные лягушки на льду.....	186
14. Насекомые: разнообразие и пределы возможного.....	194
15. Хомячки зимой.....	218
16. Переохлажденные гости (с «антифризом» и без).....	226

17. О летучих мышах, бабочках и охлаждаемых хранилищах.....	236
18. Зимние сборища.....	249
19. Зимние стаи.....	258
20. Консервация ягод.....	267
21. Медведи зимой.....	274
22. Запасы пищи.....	283
23. Пчелы делают ставки.....	295
24. Зимние почки.....	311
25. Ключ к тайне королька?.....	319
Благодарности.....	338
Библиография.....	341

ВВЕДЕНИЕ

Подростком я жил на западе штата Мэн и читал книги Джека Лондона о суровых людях и выносливых животных в морозных северных лесах. Грезя об их мире, я совершал вылазки в лес на снегоступах и только радовался, если кругом бушевала буря. В чаще леса я делал в снегу неглубокую ямку и разводил трескучий костер из тонкой, как бумага, бересты с ближайшей березы и сухих веток красной ели. В темное небо взлетали чудесные искры, едкий дымок поднимался навстречу падающим снежинкам, на огне на палочке жарилось мясо зайца или дикобраза — все это умножало восторг от зимы. Греясь, я вспоминал рассказ Джека Лондона «Костер» (To Build a Fire) — историю о том, что в северной глуши тепло равнозначно жизни. Чтобы выжить, неудачливому герою рассказа — новичку на холодном Юконе — нужно было оставаться сухим и сберечь спичку, но он допустил несколько оплошностей, промочил ноги, и его костер угас, как и его жизнь.

По словам Лондона, погубило новичка то, что «он, на свою беду, не обладал воображением. Он зорко видел и быстро схватывал явления жизни, но только явления, а не их внутренний смысл. <...> Пятьдесят градусов ниже нуля были для него просто пятьдесят градусов ниже нуля. Мысль о том, что это может

означать нечто большее, даже не приходила ему в голову»¹. Новичку-чечако было знакомо абстрактное понятие «мороз», знал он и о числах. Но он еще не знал, что они *означают*. И на то была причина: ведь мы приспособлены к тропическим условиям обитания и круглый год поддерживаем их вокруг себя с помощью жилищ и одежды. Человеку обычно становится некомфортно уже при температуре 0 °С, когда вода превращается в лед. Что и говорить о пятидесятиградусном морозе? Сами мы на себе таких температур не испытываем, так что едва ли можем вообразить, как при них удастся выживать животным: когда на землю опускается зима, большинство людей уже укрылось в искусственных тропиках.

Если мне, влюбленному в произведения Джека Лондона подростку, самому и приходилось мерзнуть, то недостаточно сильно, чтобы придавать этому значение. Я был занят: старался из каждой прогулки в зимнем лесу сделать приключение. Помню, как среди ночи выбирался из постели, чтобы с парой школьных друзей пройтись в бледном свете луны на лыжах среди сосен и тсуги по берегам ручья Мартин-Стрим, что на западе Мэна. Мы представляли себя на Юконе, на пути к Досону, где от человека требуется твердость. Ведь здесь может случиться что угодно. В своем воображении мы ясно слышали дыхание хаски, а лай собак с далекой фермы напоминал волчий вой. Прямо как в книгах Лондона, мерцали огни северного сияния, и зеленовато-розовые завесы покрывали небо, придавая правдоподобности нашим фантазиям. На соседней поросшей туями топи ухала пестрая неясность, среди пихт бесшумно пробегал заяц-беляк, олени брели по своим делам через вершины холмов. И все же мы ничего не знали о других мирах, где обитают эти существа, и едва ли задумывались о том, как животные переносят экстремальные температуры, достигающие -50 °С.

¹ Отрывки из рассказа Дж. Лондона «Костер» приведены в переводе В. Топер. — *Здесь и далее, если не указано иное, прим. перев.*

Подобно новичку-чечако в его первую зиму на севере, я не обладаю воображением, потому что не имел опыта.

Каждый вид по-своему ощущает на себе воздействие мира, и у представителей многих из них совсем иные способности, чем у человека. Другие живые существа могут показать нам что-то *за пределами воображения*. Так что чем более люди внимательны к многообразию в животном мире, тем большему могут научиться. Например, никому не придет в голову просто так собирать с определенного вида деревьев жидкость, практически неотличимую от воды, и выпаривать ее, чтобы получить сахар. Но ирокезы, коренные жители штата Нью-Йорк, утверждают, что кленовый сироп открыл мальчик, который увидел, как белка слизывает сок с ранки на клене, откуда испарилась вода. Так мальчик узнал, чем питается белка зимой. Из любопытства он сам попробовал сок. Тот оказался сладким, и вот племя получило новый источник ресурсов. Похожим образом, пока люди не стали подсматривать за животными с помощью сложного электронного оборудования, никто не подозревал, что летучие мыши видят мир ушами, морские слоны ныряют на полтора километра в глубину и могут провести там час, мотыльки чувят свою пару за сотни метров, а птицы без остановок пересекают океаны.

Одна из первых теорий о зимнем мире, правило Бергмана (по имени ее создателя — немецкого биолога XIX века Карла Бергмана), гласит, что на севере животные крупнее своих южных сородичей, поскольку так им легче сохранять в теле тепло, вырабатывать которое обычно весьма затратно. Наверно, это объясняет, почему ворон (*Corvus corax*), самый крупный в мире представитель воробьинообразных (наиболее распространенного и разнообразного отряда птиц), обитает на севере, а самые большие особи этого вида встречаются на территории от штата Мэн до Аляски. Но, как это часто бывает, правило Бергмана действует только при прочих равных условиях. Прочие условия равными не бывают: одна из самых *мелких* птиц среди воробьи-



Золотоголовые корольки

нообразных¹ делит с вороном его северные местообитания и зимой, а весит в целых 325 раз меньше крупного ворона. Этот его северный товарищ — золотоголовый корольек (*Regulus satrapa*) массой около 5 граммов, как две центовые монетки². По размерам корольек чуть больше краснозобого колибри или карликовой бурозубки, но, похоже, данный вид отлично чувствует себя в зимнем северном лесу. Я видел этих крошечных птиц, гуляя зимой в мэнских лесах мальчишкой, вижу их и сейчас и по-прежнему изумляюсь, когда утром после холодной ночи выхожу из дома и слышу их приветствия. Если учесть, насколько чувствителен к холоду человек, загадка о том, как удается выжить таким крошечным созданиям, еще более удивительна.

¹ За звание самой мелкой птицы в мире из отряда воробьинообразных также могут посоревноваться наш желтоголовый корольек (*Regulus regulus*) и азиатская нектарница (*Nectarinia asiatica*, или *Cinnyris asiaticus*). — *Прим. науч. ред.*

² Или одна монетка в 2 рубля.

В книге «Размышления о северном крае» (Reflections from the North Country) Сигурд Олсон пишет: «Если бы я знал все, что только можно, о золотистом полярном маке, который растет на каменистых уступах Крайнего Севера, я знал бы всю историю эволюции и возникновения мира». Вместо мака можно подставить королюка. Это желтовато-серая птичка с пылающим красным, желтым или оранжевым хохолком. В моменты возбуждения яркий хохолок, будто вспыхнув, вздымается среди оливковых перышек на головке птицы. Королек — одна из самых распространенных, но наименее известных лесных птиц Северного полушария. Глядя, как она скачет по густым ветвям ели, покрытым шапками снега, я часто представляю себя на ее месте и гадаю, каков ее мир. Тело королюка в обхвате размером с грецкий орех, его теплоотдача больше, чем в сотню раз, превышает мою в моем человеческом обличье. Если поставить себя на место этой птицы, мир резко становится в сотню раз холоднее, а смерть от холода северной зимой может настичь вас почти каждую ночь. Однако, чтобы понять и осознать, каким чудом выживают королюки, необходимо познакомиться с механизмами приспособления, которыми пользуется множество других животных, разделяющих с ними зимний мир. Именно их особые средства выживания составляют полноценный контекст, где можно решать загадку о том, как королек справляется с отрицательными температурами. Как выразился Эдвард Уилсон (в книге «Будущее жизни», *The Future of Life*), каждый вид приоткрывает «врата райского мира», несущие «источник надежды». Соглашусь: если королюки способны на такое, то, пожалуй, в мире возможно все.

Только если я узнаю, как и почему золотоголовому королюку удастся пережить зиму в Мэне или на Аляске, я смогу понять всю историю выживания зимой. Как и у других северных животных, жизнь королюка проходит между молотом депривации и ледяной наковальней. У тех, кто устоял до весны, все существование сводится к базовым потребностям с их изыщ-

ным минимализмом. Так что королек — это не только символ зимы, но и эмблема приспособляемости к неблагоприятным условиям. Эта птица олицетворяет удивительные замысловатые стратегии, выработанные животными, чтобы выжить в холодное время года. Королек достоин символизировать предмет нашей книги — зимний мир, — потому что его крошечные размеры в сочетании с его рационом, предположительно состоящим из насекомых, которые зимой прячутся и впадают в спячку, по-прежнему загадочны и необъяснимы. Именно королек заводил меня все глубже и глубже в зимний мир северного леса и, подталкивая на поиски новых чудес, привел к этой книге.

О ТЕРМИНАХ И ОПРЕДЕЛЕНИЯХ

Термины помогают размышлять, а иногда почти определяют то, что мы думаем. Однако в этой книге я старался отвести решающую роль эмпирической реальности, чтобы термины служили лишь удобными условными обозначениями понятий. К сожалению, по мере появления новой информации понятия постоянно меняются, так что должны меняться и обозначающие их слова. На протяжении всего текста я использую выражения, которые в разное время и для разных людей значили разные вещи. Чтобы свести к минимуму возможную путаницу и заодно сделать небольшой обзор, я попытаюсь прояснить некоторые из терминов, связанных с механизмами приспособления к зимним условиям у животных.

Большинство терминов в книге относятся к гибернации (зимней спячке), и даже это выражение вызывает определенную путаницу из-за связанных с ним представлений. Традиционно гибернацией называли просто отсутствие активности зимой, так что этот термин был одинаково применим к лягушкам, которые зарываются в ил подо льдом, к некоторым насекомым и другим лягушкам, которые проводят зиму на поверхности почвы в замороженном виде, к поддерживающим высокую температуру тела медведям в берлогах и к летучим мышам и наземным

беличьим, чья температура большую часть зимы остается низкой, но которые периодически разогреваются и в течение дня или дольше ведут активный образ жизни¹.

Зимоспящие животные большую часть времени (но не обязательно постоянно) находятся в оцепенении (торпоре) — состоянии отсутствия активности, которое достигается в основном (но не только) путем сильного понижения температуры тела. Гибернацией, или зимней спячкой, называют именно сложившийся у данного вида комплекс приспособлений к зимнему сезону, а оцепенение может быть связано как с патологическим нарушением терморегуляции, так и с адаптационной реакцией, цель которой сохранение энергии. Это состояние может длиться несколько часов, а может несколько дней или месяцев.

Когда ученые поняли, что некоторые теплокровные животные используют зимнее оцепенение в качестве механизма приспособления, соответствующим образом отрегулировав термостат своего организма, низкая температура тела практически стала определяющей характеристикой гибернации. Затем обнаружили, что точно такой же механизм адаптационного оцепенения встречается не только у зимующих животных, но и у тех, кто переживает тяжелые сезонные условия пустыни. В этом новом контексте физиологическое состояние оцепенения, характерное для зимней спячки, стали называть эстивацией (летней спячкой).

¹ В отношении этого почти безжизненного состояния насекомых, лягушек или других не теплокровных животных (и растений) в русскоязычной литературе чаще используют понятие «анабиоз» или общее — «гибернация», «зимовка». Многое зависит от традиций специализированной литературы (например, «диапауза», «брумация» и другие понятия для отдельных групп организмов). Неглубокую спячку млекопитающих называют зимним сном (или летним сном). Она может длиться несколько недель, например в период бескормицы. Понятие «спячка» скорее ассоциируется именно с млекопитающими, а понятие «гибернация» более универсальное: это и оцепенение птиц, и зимний сон, и спячка млекопитающих, и брумация рептилий, и диапауза насекомых. — *Прим. науч. ред.*

Строгое определение, согласно которому механизм гибернации (или эстивации) оказался связан с температурой тела, исходно предполагало, что в спячку впадают только млекопитающие (и, возможно, птицы). Но, поскольку адаптационное угнетение активности зимой также свойственно другим животным, которые не поддерживают высокую температуру тела постоянно, нужно было или придумать новое слово, или отказаться от старого. В результате возник уже четвертый термин — брумация. Он появился в 1970-х годах и означает зимнюю вялость или оцепенение у предположительно холоднокровных амфибий и рептилий. Еще позднее люди узнали, что, чтобы сохранять энергию, некоторые млекопитающие и отдельные птицы регулярно входят в оцепенение не только в соответствующий сезон, но и ежедневно, в том числе и летом. Тогда связанное с оцепенением поведение и соответствующее физиологическое состояние нельзя считать определяющей чертой гибернации даже у теплокровных животных. Наконец, по мере того как у животных открывали все больше разнообразных способов выживания зимой, стало ясно, что общее определение зимней спячки дать невозможно.

Температура тела оказалась особенно неудачным критерием для определения гибернации, потому что, как выяснилось, многие предположительно «холоднокровные» насекомые периодически обеспечивают в своем теле такую же или даже более высокую температуру, что и большинство птиц и млекопитающих. Как и те птицы и млекопитающие, которые периодически позволяют температуре тела понижаться, эти насекомые дрожат (одновременно сокращая противоположные мышцы, обычно используемые для перемещения, так что вырабатывается тепло, а движение практически отсутствует), если нужно получить возможность быстро двигаться, в данном случае — летать. Другие насекомые остаются *активными*, никогда не разогреваясь ни дрожью, ни солнечным теплом (подставляя тело к источнику тепла), а некоторые сохраняют активность даже

при температуре тела, соответствующей точке замерзания воды или чуть ниже.

Чтобы понять, что такое активность и температура тела в зимнем мире, нужно знать хотя бы основные физические свойства воды, а также такие понятия и термины, как понижение точки замерзания, антифриз, ядра кристаллизации, температурный гистерезис и переохлаждение — они еще всплывут в книге позже. Обычно вода замерзает и тает при одной и той же температуре. Всем известно, что переход между твердым и жидким состоянием у *чистой* воды происходит в точке, которая определена как 0 °С. Растворенные в воде вещества предсказуемым образом понижают точку замерзания: например, если добавить один моль любого вещества (моль — это определенное число молекул) на литр чистой воды, точка замерзания/таяния понизится на 1,86 °С. Многие механизмы приспособления животных к низким температурам зимнего мира связаны с «хитростями», которые позволяют изменить предполагаемую точку замерзания с помощью других физических явлений, влияющих на замерзание и таяние воды. Функция молярной концентрации растворенных в воде веществ *не всегда* строго задает понижение точки замерзания и таяния. *Некоторые* особые вещества, которые называются антифризами, взаимодействуют с молекулами воды и понижают точку замерзания *сильнее*, чем можно было бы *ожидать* в силу самой по себе концентрации вещества. Иногда животные (особенно насекомые) используют еще более важное явление, при котором точка замерзания и точка таяния *разделяются*. Эта аномалия называется температурным гистерезисом. Если вода (независимо от того, чистая ли она или содержит растворенные вещества, будь то антифризы или другие) находится в жидком состоянии при температуре ниже предполагаемой точки замерзания (то есть при тепловом гистерезисе), это называется *переохлаждением*. Обычно кристаллы льда образуются на какой-нибудь молекуле и вокруг нее или на другом кристалле льда, так что переохлаждение жидкости возможно,

только если нет так называемых ядер кристаллизации, вокруг которых могли бы расти кристаллы. Если в переохлажденную жидкость попадает ядро кристаллизации — например единичный кристалл льда или частичка пыли, — жидкость «мгновенно» превращается в лед. Переохлажденная жидкость находится в физически нестабильном состоянии и может замерзнуть в любой момент.

В применении к зимующим насекомым иногда используют еще один (неисключительный) термин — «диапауза», однако, согласно более строгому определению, он означает остановку процессов развития. Во время гибернации процессы развития останавливаются у всех насекомых (отчасти потому, что низкая температура, а то и заморозка тормозит или останавливает в организме биохимические процессы, если только в действие не вступают особые механизмы, призванные обойти холод), но назвать это диапаузой в строгом смысле можно, только если развитие животного *не* возобновляется в ответ на потепление. У многих (но никак не всех) мотыльков развитие приостанавливается на стадии куколки в конце лета и осенью, когда еще тепло, а затем они в виде куколки в состоянии диапаузы переживают зиму. У других в зависимости от вида гибернация протекает на стадии яйца, гусеницы или взрослой особи. Чтобы приостановилось развитие организма, нужны специальные приспособления, которые в совокупности с другими свойствами животного помогают ему противостоять холоду во время зимовки. Диапауза также встречается отдельно от гибернации. Так, некоторые взрослые насекомые летом входят в *репродуктивную* диапаузу на время миграции или пока ищут растение-хозяина.

Путаницы в терминологии, связанной с зимней спячкой, можно было бы избежать, определяя гибернацию не через температуру тела или еще какое-то конкретное явление в физиологии или поведении определенного вида, а с позиций функции этого явления, связанной с приспособлением. У большинства животных зимняя и/или летняя спячка — это сезонные периоды

адаптационного оцепенения, благодаря которым животное может пережить регулярно наступающий голод. Холод, жара и засушливость сезонный голод усугубляют, а гибернация помогает побороть его путем развития различных механизмов приспособления¹.

Еще лучше было бы, если бы мы осознали, что всё более точные и ограничивающие определения не делают более точными наши представления ни об одном животном. Животный мир динамичен. Каждый вид выбирает что-то в пределах обширного континуума, который включает в себя почти все, что только можно измерить или вообразить. В зависимости от обстоятельств разные термины применимы к разным животным в разной степени, но в конечном счете вид, а часто и особь, вырабатывает собственное решение для конкретной ситуации и конкретных обстоятельств. Понимание приходит не столько когда мы лепим из явлений категории и даем им определение, сколько когда выделяем специфику в рамках обобщенных свойств. Такие обобщения нередко фиксируют в виде правил или законов, которые по большому счету оказываются статистически выведенными искусственными конструкциями для описания чего-либо. Но животные не подчиняются правилам и не слишком охотно позволяют раскладывать себя по удобным придуманным ячейкам. «Правило» — это не более чем постоянство реакции, которая, как мы считаем, развилась у животного, потому что служит его интересам. Правило — это совокупность решений, принятых отдельными особями. Это результат. В природе всегда остается место хаосу — и творчеству.

¹ В русской терминологии слово «спячка» все же означает состояние сниженного метаболизма и значительного замедления всех жизненных процессов, поэтому о медведях говорят, что они погружаются в зимний сон, так как их температура тела при этом практически не снижается. В главе 21 автор еще раз дает комментарий на эту тему, но в других местах в применении к медведям мы будем использовать термин «зимний сон».



1

ОГОНЬ И ЛЕД

Микроскопические живые организмы возникли около 3,5 млрд лет назад, в докембрийский период, — в истории жизни это была первая и самая длинная глава, охватывающая около 90% всего геологического времени. Какой была Земля, когда появились микроорганизмы, неизвестно, но мы знаем, что в какой-то момент здесь было жарко, как в аду, а в атмосфере не было кислорода. Древние микроорганизмы, вероятно, синезеленые водоросли или организмы, подобные бактериям, изобрели фотосинтез, чтобы получать энергию из солнечного света. В качестве пищи они извлекали из воздуха углекислый газ, а в качестве отходов выделяли кислород, который в дальнейшем изменил атмосферу и, как следствие, климат. Они разработали ДНК для хранения информации, придумали половое размножение, обеспечившее изменчивость для естественного отбора, — и вот стартовала эволюция, ход которой нескончаем и часто непредсказуем.

Молекулярная дактилоскопия предполагает, что сегодня все живое на Земле происходит от одного и того же предка, сходного с бактериями. Этот предок в конце концов породил три основные существующие сегодня ветви живого — архей, бактерий и эукариот (эукариоты — это организмы, клетки которых содер-

жат ядро, в том числе простейшие, водоросли и другие растения, грибы и животные).

Остатки первых бескислородных живых организмов древности, вероятно, дошли до нас слабо изменившимися. Считается, что это потребляющие серу бактерии, которые сегодня живут лишь в немногочисленных оставшихся местах с древними условиями обитания, для человека невыносимыми. В число таких сред обитания входят горячие источники и глубоководные термальные выходы, где с океанского дна поднимается вода температуры 300 °С (она остается жидкой и не превращается в пар, потому что на глубине около 3600 метров находится под большим давлением). Один из видов, проживающих на краю таких горячих водяных скважин, — это *Pyrolobus fumarii*, этот представитель архей активен при температуре от 90 °С и выдерживает температуру 113 °С. По мере того как Земля остывала, появились новые среды обитания, и от этих или похожих видов произошли новые одноклеточные, а затем и многоклеточные организмы, которые стали заселять появляющиеся более прохладные места.

Много позже некоторые клетки покинули среду обитания своих предков другим способом: они проникли в другие клетки, обнаружили, что условия здесь благоприятны для выживания, и приспособились к ним. В конце концов у таких исходно паразитических организмов с хозяевами установились отношения сотрудничества, или симбиоза. В итоге эти связи оказались взаимовыгодными, а судьбоносной среди них, пожалуй, оказалась та, в рамках которой некоторые докембрийские зеленые водоросли стали успешно расти внутри других клеток и в результате превратились в хлоропласты, а их хозяева — в зеленые растения.

Способность захватывать солнечную энергию породила многоклеточные организмы и то поразительное разнообразие, которое мы наблюдаем сегодня в живой природе. Вслед за тем, как развилась эта способность, а может быть, одновременно на

клеточном уровне произошло еще одно вторжение, из паразитического ставшее взаимовыгодным симбиотическим¹. Благодаря растениям появился кислород, затем образовались бактерии, поглощающие кислород и энергию, и некоторые из них, поселившись внутри других клеток, превратились в митохондрии, а их хозяева стали животными. Митохондрия в клетке — это источник сил и аппарат энергоснабжения, который при наличии *доступна* к кислороду позволяет клетке расходовать гораздо больше энергии. В результате стала возможна эволюция многоклеточных животных. Одно из ярчайших проявлений высокого энергетического уровня, на котором существуют живые организмы за счет работы митохондрий, — это конечно же такие животные, как корольки, способные на протяжении всей северной зимы постоянно функционировать на оборотах, для нас практически невообразимых.

Митохондриальный очаг метаболизма можно раздуть, если доступно много кислорода, а можно приглушить. Жизнь — это процесс, который использует порожденную метаболизмом энергию, а главное, *контролирует* ее поток. Метаболизм, подобно огню, дает тепло, а тепло часто равнозначно жизни.

Для нас температура — это ощущение, измеряемое по шкале от горячего до холодного. В физическом смысле температура — это *молекулярное движение*, которое можно измерить термометром, поскольку чем больше движутся молекулы вещества, например ртути, тем сильнее увеличивается расстояние между ними. Мы измеряем это молекулярное расширение, когда ртуть (или какая-нибудь жидкость) в столбике перемещается вдоль

¹ В европейской и американской литературе паразитизм противопоставляется симбиозу. В авторитетной российской экологической литературе (например, см.: *Н.П. Наумов. Экология животных, 1963*) доминирует концепция, в которой паразитизм является одной из форм симбиотических взаимоотношений (сожительства), а также известны другие формы симбиоза — мутуализм (тесное взаимовыгодное сотрудничество), синойкия (квартиранство) и комменсализм (нахлебничество). — *Прим. науч. ред.*

Научно-популярное издание

Хайнрих Бернд

ЗИМА

Секреты выживания растений и животных
в самое суровое время года

Ответственный редактор А. Захарова

Редактор Е. Новохатько

Художественный редактор М. Левыкин

Технический редактор Л. Синицына

Корректоры Е. Туманова, Т. Филиппова

Верстка А. Тарасова

В оформлении обложки использованы иллюстрации shutterstock.com:

© Nastya Pankova, © 5th Gate Photography, © KOnstantinZ,
© Zillmann Reka Imola, © AnnaZhe, © Zachary C Person, © ueuaphoto,
© Cherneva Tatiana, © Zonda

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» –
обладатель товарного знака «КоЛибри»
115093, Москва, ул. Павловская, д. 7, эт. 2, пом. III, ком. № 1

Филиал ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус»
в г. Санкт-Петербурге
191123, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 12, лит. А

ЧП «Издательство «Махаон-Украина»
Тел./факс (044) 490-99-01
e-mail: sale@machaon.kiev.ua

Знак информационной продукции (Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.) 

Подписано в печать 14.07.2021. Формат 60 × 90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура «Adonis».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,0.
Тираж 3000 экз. В-NTR-25840-01-R. Заказ

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт». 170546, Тверская область,
Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А
www.pareto-prInt.ru