

УДК 592/599

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕСУРСОВ, ЗАПАСАЕМЫХ ЖИВОТНЫМИ*Н. М. Трубицин*

МБОУ «Лицей №69» (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

С целью пережить малокормные периоды многие животные создают запасы тех или иных ресурсов. Они запасают и потребляют их с разной эффективностью. Ресурсы, запасаемые животными можно классифицировать по нескольким признакам: цели, времени и месту запасаения, субъекту потребления и происхождению. При этом в каждой категории имеется животное-рекордсмен, наиболее эффективно запасующее ресурс. Стратегия запасаения ресурсов имеет определённые преимущества и недостатки перед стратегией их немедленного потребления.

Ключевые слова: ресурсы, стратегия, коэффициент запасаения, эффективность, преимущества, недостатки, форические связи.

CLASSIFICATION OF RESOURCES STORED BY ANIMALS*N. M. Trubitsin*

Lyceum No. 69 (Rostov-on-Don, Russian Federation)

In order to survive low-fat periods, many animals create reserves of certain resources. They store and consume them with different efficiencies. The resources stored by animals can be classified according to several criteria: purpose, time and place of storage, the consumer and the origin. At the same time, in each category there is an animal-champion, that stores resources in the most efficient way. A resource storage strategy has certain advantages and disadvantages over its immediate consumption strategy.

Keywords: resources, strategy, stock coefficient, efficiency, advantages, disadvantages, phoric links.

Введение. Как известно, чтобы приспособиться к тем или иным неблагоприятным условиям, у живых организмов возникают различные адаптации. Они могут быть морфологическими (особенности внешнего вида), анатомическими (особенности внутреннего строения тела), физиологическими (особенности функционирования определённых частей тела), а также экологическими и этологическими (поведенческими). Последние два вида адаптаций свойственны, в основном, высокоразвитым представителям царства Животные и представляют собой врождённый набор инстинктов — программ поведения в определённых условиях. Большинство животных имеют, в той или иной степени, выраженную программу запасаения ресурсов. Эта стратегия помогает переживать неблагоприятные периоды жизни.

При этом, если сравнить запасы различных животных, их можно разделить на несколько групп по нескольким признакам. Подобной работой в биологии занимается отдельный раздел, называемой систематикой. Однако он направлен на составление классификации самих живых организмов, а не их адаптаций. Поэтому актуальность данного исследования заключается в составлении наиболее полной классификации запасаемых животными ресурсов и систематизации полученных знаний об окружающем мире.

Цель работы: классифицировать ресурсы, запасаемые животными, по максимально возможному количеству признаков.

Задачи работы:

1. Ввести систему оценки эффективности запасаения ресурсов.
2. Определить признаки, по которым можно классифицировать ресурсы.
3. Привести классификацию ресурсов по каждому признаку.
4. Привести животное, наиболее эффективно запасующее тот или иной вид ресурсов.

5. Выявить преимущества и недостатки стратегии запасаения ресурсов перед стратегией их незамедлительного использования.

Оценка эффективности запасаения ресурсов. Поскольку многие животные сильно отличаются друг от друга по массе, размеру и многим внешним параметрам, целесообразно оценивать эффективность запасаения ресурсов с учётом этих различий. При этом в большинстве случаев количество потребляемой пищи прямо пропорционально размерам потребляющего их субъекта. Поэтому для того, чтобы оценивать эффективность запасаения ресурсов тем или иным животным, введём коэффициент запасаения — отношение массы животного к массе запасённых им ресурсов: $k = \frac{m_{\text{животного}}}{m_{\text{ресурсов}}}$. Будем учитывать лучшие рекорды в сфере запасаения, зафиксированные литературными источниками.

Признаки классификации. В первую очередь, необходимо определить признаки, по которым возможно классифицировать ресурсы, запасаемые животных. Таковыми являются:

- цель запасаения;
- время запасаения;
- место запасаения;
- субъект потребления;
- происхождение объектов запасаения.

Классификация по цели запасаения. Во всех случаях животные делают запасы, чтобы пережить малокормный период, который может быть вызван либо холодным, либо жарким климатом.

Максимальный коэффициент запасаения среди животных, откладывающих ресурсы для борьбы с холодным климатом, наблюдается у полёвки-экономки. В Восточной Сибири и на Камчатке она запасает до 15 кг корневищ, клубней и семян. Благодаря таким большим кладовым и массе всего лишь в 50 г она имеет рекордный коэффициент запасаения — 300!

В жарком климате ресурсы целесообразно откладывать внутри организма, поскольку во внешней среде под действием высоких температур происходит денатурация белков и разрушение многих питательных веществ, то есть пища становится непригодной, а вернее, бесполезной, так как не содержит энергетически ценных веществ. Благодаря жировым отложениям, наиболее эффективно запасает ресурсы с целью борьбы с жарким климатом верблюд. Масса этих жировых отложений составляет до 40% от массы животного [1], то есть коэффициент запасаения верблюда равен 0,4. Несмотря на достаточно малое значение, оно является рекордным среди обитателей степей и пустынь, поскольку адаптации остальных животных заключаются в маленьких размерах, которые уменьшают вероятность быть замеченными хищниками и снижают теплообмен с окружающей средой. В связи с этим большинство других животных не могут себе позволить запасаение ресурсов внутри организма, и вынуждены регулярно выходить из нор и убежищ на поиски пищи.

Преимуществом стратегии запасаения ресурсов в малокормные периоды, возникающие из-за жаркого или холодного климата, является существенное увеличение шансов пережить эти неблагоприятные сезоны. Однако, во время того, как животное запасает ресурсы, оно тратит немалое количество энергии и с большей вероятностью может быть замечено и съедено хищниками. Таким образом, стратегия запасаения ресурсов практически равносильна стратегии их незамедлительного использования с точки зрения борьбы за существования и естественного отбора.



а)



б)

Рис. 1. Полёвка-экономка (а) и двугорбый верблюд (бактриан) (б)

Классификация по времени запасаения. Классификация по этому признаку, также, как и по предыдущему, включает две ветви. Время запасаения может быть регулярное или сезонное.

Регулярное запасаение ресурсов возможно, опять же, только внутри организма. Запасаение их во внешней среде в течение всей жизни очень энергозатратно и невыгодно, ведь гораздо проще и эффективней потреблять пищу сразу. Поэтому, при определении чемпиона в этом случае, мы возвращаемся к верблюду — одному из немногих животных, регулярно пополняющих свои запасы (в среднем раз в 2 недели — месяц). Это обусловлено жарким экваториальным климатом, крупными размерами и отсутствием естественных врагов.

Сезонное запасаение ресурсов целесообразно в других климатических поясах на зиму. В этом случае рекордсменом среди всех животных является вышеупомянутая полёвка-экономка. Однако, в отличие от верблюда, являющегося чуть ли не единственным животным, регулярно запасающим ресурсы, стратегия сезонного запасаения очень распространена: её придерживаются многие представители грызунов, хищных и других классов млекопитающих.

У обеих стратегий нет принципиальных преимуществ и недостатков. Выбор животного использовать ту или иную стратегию, как было сказано, определяется врождённой программой инстинктов, которая была сформирована в зависимости от внешних условий. При этом некоторые детали, касающиеся стратегии запасаения (независимо, сезонной или регулярной), могут корректироваться самим животным за счёт коры головного мозга и физиологических процессов.

Классификация по месту запасаения. Врождённая программа поведения определяет не только время, но и место запасаения ресурсов. Оно может быть представлено как самим организмом, так и внешней средой. Во внешней среде ресурсы могут находиться непосредственно в норах и убежищах субъектов запасаения или в особых укромных местах.

Помимо верблюда, примерно такой же коэффициент запасаения (0,4) среди животных, откладывающих ресурсы внутри организма, имеет бурый медведь. При средней массе 400 кг его жировые отложения, запасаённые на период зимней спячки, составляют 160 кг.

Полёвка-экономка является чемпионкой среди тех, кто откладывает свою добычу непосредственно в норы. Однако не все животные придерживаются такого места хранения.

Так, у большинства крупных хищников нет постоянных убежищ, поэтому они вынуждены прятать добычу в различные места, недоступные другим животным. Наиболее известным и выдающимся хищником в этой стратегии является леопард. Леопарды хранят остатки недоеденной пищи в укромных местах, зачастую, на деревьях, оберегая ее от падальщиков — шакалов и гиен. По мнению учёных, совокупность запасов, сделанных одной особью за короткий промежуток времени, может достигать полутонны [2]. При средней массе этих хищников 40–60 кг, коэффициент запасаения колеблется в пределах от 8,5 до 12,5.

Таким образом, преимущества при стратегии запасаения внутри организма достигается полная недосыгаемость ресурсов для других животных, а в норах и убежищах — возможность запасаения гораздо большего количества ресурсов. Хранение добычи в других местах является менее выгодным и, в большинстве случаев, обусловлено экологическими особенностями животного.

Стоит отметить, что коэффициент запасаения животных, откладывающих ресурсы внутри организма, не может превышать единицы (с точки зрения физики и математики, а, если точнее, то 0,5 с точки зрения биологии), в то время как коэффициент запасаения животных, хранящих ресурсы вне организма практически не ограничен и может достигать колоссальных размеров.



Рис. 2. Леопард затаскивает добычу на дерево

Классификация по субъекту потребления. В большинстве случаев животное запасает ресурсы непосредственно для себя. Однако, как известно, почти у всех млекопитающих в той или иной степени развита забота о потомстве. Поэтому субъектом потребления может выступать потомство субъекта запасаения. Стоит отметить, что субъект потребления в данном случае — это тот, кому непосредственно предназначены ресурсы без учёта их случайного потребления другими особями и представителями других видов.

Если субъектом потребления является сама особь, то предел эффективности запасаения опять демонстрирует полёвка-экономка.

Если субъектом потребления является потомство, то можно выделить медоносных пчёл. Так, две тысячи пчёл (средняя масса которых около 100 мг) может собрать 10 кг мёда [6], то есть коэффициент запасаения примерно равен 50. Однако, поскольку неизвестно, какая часть добычи идёт на вскармливание потомства, а какая на поддержание жизнедеятельности взрослых особей, нельзя однозначно считать этих животных абсолютными рекордсменами по данному признаку. Например, конкуренцию им может составить серый сорокопут, который накалывает продукты на веточки и сучки различных беспозвоночных и мелких позвоночных для своего потомства, стимулируя, таким образом, у молоди выход из гнезда и облегчая ей пропитание [3, 4]. При этом по коэффициенту запасаения он немного уступает гепарду: кладовые сорокопута могут достигать до 0,5 кг, а его масса — 60–80 г, то есть $k \in [6; 8,5]$.

Таким образом, если субъектом потребления является субъект запасаения, то стратегия запасаения повышает выживаемость самой особи, а если потомство — то выживаемость потомства. С точки зрения естественного отбора обе стратегии целесообразны и встречаются как по отдельности у разных животных, так и сочетаются в одном виде (медоносные пчёлы).



Рис. 3. Серый сорокопут накалывает добычу на сучки для потомства

Классификация по происхождению объекта запасаения. Если подходить к понятию «ресурс» в широком смысле (то есть как к источнику, резерву чего-либо), то можно считать, что некоторые животные запасают в различных органах (возможно, специализированных) воду, а такие членистоногие, как паук-серебрянка и жук-плавунец — воздух. Однако в большинстве случаев такие запасы достаточно малы и по регулярности создаются практически с той же частотой, с которой потребляется пища. К тому же, с точки зрения биологии, вода является лишь средой для протекания биохимических процессов или побочным продуктом в различных реакциях, а кислород выступает основным окислителем, то есть средством извлечения энергии из органических веществ. Поэтому будем рассматривать ресурсы как органические вещества, запасённые в том или ином виде. По происхождению органические запасы можно разделить на три большие группы, названные так же, как и три царства эукариот: растения, животные и грибы.

Много раз упомянутая полёвка-экономка является чемпионом по запасанию растительных ресурсов. Однако она специализируется на корневищах, клубнях и семенах. Если растительные ресурсы распределить ещё на несколько категорий, то в каждой из них может оказаться свой лидер по запасанию. Так, большая песчанка и пищухи запасают траву или высушенное сено, бобры собирают запасы веточного корма (находили скопления объёмом до 20 м³) [5], а пчёлы являются рекордсменами по запасанию пыльцы.

Рекордсменом по запасанию ресурсов животного происхождения, скорее всего, является норка. При средней массе 600 г она может делать в норах запасы, исчисляемые десятками рыб, таких, как окунь, пескарь, кумжа. Если принять среднюю массу одной рыбы 2–3 кг, то коэффициент запасаения может выходить за пределы сотни. Опять же, если наиболее полно классифицировать ресурсы животного происхождения, то на каждую категорию можно найти своего рекордсмена: на дождевых червях специализируются кроты (были найдены запасы до 1200 червей), на моллюсках — выхухоли, на лягушках — хори, на полёвках и мышах — ласки и горностаи.

Самым известным потребителем грибов является белка обыкновенная. Особенно в этом преуспел подвид, обитающий в Западной Сибири, один представитель которого может запасть до 2000 грибов, преимущественно, маслят. С учётом средней массы маслёнка (20 г) и белки (250 г) получаем коэффициент запасаения, равный 160. Сложно найти животное, имеющее больший коэффициент по запасанию грибов, поскольку такой тип ресурсов весьма специфичен для животных.

Происхождение запасаемых ресурсов определяются рационом животного, поэтому каждый из этих типов ресурсов не имеет определённых преимуществ или недостатков относительно других типов. Единственное, что можно сказать, — коэффициент запасаения растительных

ресурсов в большинстве случаев будет больше коэффициента запасаения животных, поскольку клетчатка, которой богаты растения, усваивается значительно хуже мясной пищи, из-за чего растительных ресурсов требуется больше, чем животных.



Рис. 4. Запасание животными различных ресурсов

Значение стратегии запасаения ресурсов для экосистем. Большая эффективность запасаения ресурсов многими животными не всегда означает большую эффективность их потребления. Она близка к 100% у видов, запасающих ресурсы внутри организма, поскольку все запасы непосредственно расходуются на поддержание жизнедеятельности, а также рост животного.

В других случаях значительная часть ресурсов не используется субъектом запасаения. Это происходит по различным причинам. Так, добыча, спрятанная одними хищниками, может быть найдена другими или падальщиками. В случае, если хищник забыл про тайник и его никто не

нашёл, органические остатки перегнивают и разлагаются редуцентами экосистем, обогащая почву минеральными веществами. Аналогичные процессы наблюдаются и в случае запасаения растительных ресурсов. При этом если остаются несъеденными семена, при благоприятных условиях они могут прорасти, зачастую, довольно далеко от материнской особи — таким образом в будущем снижается конкуренция. Это является примером поддержания форических связей в экосистеме: животные, запасующие ресурсы, способствуют распространению семян различных видов растений [7].



Рис. 5. Поддержание форических связей в экосистеме (пчела в полёте рассыпает часть собранной пыльцы)

Заключение. Запасание ресурсов является одной из стратегий выживания животных и одним из видов адаптации к неблагоприятным факторам окружающей среды. Эта стратегия имеет большое значение не только для субъектов запасаения и потребления, но и для экосистемы в целом.

Основное преимущество стратегии запасаения ресурсов перед стратегией их незамедлительного потребления — это снижение действия естественного отбора в наиболее неблагоприятные периоды жизни (малокормные), а основной недостаток — это усиление его действия в период запасаения ресурсов. Поскольку обе эти стратегии гармонично существуют по сей день и проявляются у различных животных в различных формах, можно сделать вывод, что с точки зрения эволюции они являются равноправными адаптациями к тем или иным неблагоприятным факторам.

Представленная классификация ресурсов (таблица 1), запасаемых животными, является оригинальной, универсальной (каждое животное, запасующее ресурсы, может быть охарактеризовано по каждому признаку (таблица 2) и наиболее полной (отражает большинство аспектов стратегии запасаения ресурсов), поэтому может быть использована в теоретических методах тех или иных исследований с целью систематизации результатов.

Таблица 1

Классификация ресурсов, запасаемых животными

Признак	Варианты признака		Животное-рекордсмен
Цель запасаения	Борьба с жарким климатом		Верблюд
	Борьба с холодным климатом		Полёвка-экономка
Время запасаения	Регулярное		Верблюд
	Сезонное		Полёвка-экономка
Место запасаения	Внутри организма		Бурый медведь, верблюд
	Вне	В норах	Полёвка-экономка

Признак	Варианты признака		Животное-рекордсмен
	организма	В укромных местах	Леопард обыкновенный
Субъект потребления	Особь, запасующая ресурсы		Полёвка-экономка
	Потомство особи, запасующей ресурсы		Серый сорокопут, медоносная пчела
Происхождение	Растительное		Полёвка-экономка
	Животное		Норка обыкновенная
	Грибное		Белка обыкновенная

Таблица 2

Классификация животных по каждому признаку запасаемых ресурсов

Признак	Варианты признака	Животное							
		Полёвка-экономка	Верблюд	Леопард	Серый сорокопут	Медоносная пчела	Бурый медведь	Норка обыкновенная	Белка обыкновенная
Цель запасания	Борьба с жарким климатом		+	+					
	Борьба с холодным климатом	+			+	+	+	+	+
Время запасания	Регулярное		+						
	Сезонное	+		+	+	+	+	+	+
Место запасания	Внутри организма		+				+		
	В своих жилищах	+				+		+	+
	В укромных местах			+	+				
Субъект потребления	Особь, запасующая ресурсы	+	+	+		+	+	+	+
	Потомство особи, запасующей ресурсы				+	+			
Происхождение	Растительное	+	+			+	+		+
	Животное			+	+		+	+	
	Грибное								+

Библиографический список

1. Титов, В. В. Особенности морфологии и экологии верблюдов рода *Paracamelus* / В. В. Титов. — Ростов-на-Дону : Южный научный центр РАН, 2005. — 161-166 с.
2. Корзун, Л. П. Животный мир Африки / Л. П. Корзун. — Москва : Росмэн, 1998. — 69 с.
3. Дементьев, Г. П. Птицы Советского Союза / Г. П. Дементьев, Н. А. Гладков. — Москва : Советская наука, 1954. — 754 с.
4. Портенко, Л. А. Птицы СССР / Л. А. Портенко. — Москва : Издательство Академии наук СССР, 1960. — 985 с.
5. Павлинов, И. Я. Млекопитающие. Большой энциклопедический словарь / И. Я. Павлинов. — Москва : Издательство АСТ, 1984. — 151 с.



6. Нуждин, А. С. Пчёлы: улей и пасека / А. С. Нуждин. — Москва : Колос, 1997. — 302 с.
7. Данилов-Данильян, В. И. Об устойчивости экосистем / В. И. Данилов-Данильян. — Москва : Институт водных проблем РАН, 2018. — 7 с.

Об авторе:

Трубицин Никита Михайлович, обучающийся муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Лицей Многопрофильный №69» (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Ленина, 83а), trubitsin.nik@mail.ru

Author:

Trubitsin, Nikita M., Student, Municipal budget educational institution Multidisciplinary Lyceum No. 69, (83A, Lenina street, Rostov-on-Don, RF, 344000), trubitsin.nik@mail.ru