

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

В. С. ИВЛЕВ

ВЛИЯНИЕ ГОЛОДАНИЯ НА ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ
ПРИ РОСТЕ РЫБ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 27 VI 1939)

Степень использования энергии при росте животного является весьма постоянной величиной, мало подверженной влиянию внешних и внутренних факторов и изменяющейся главным образом лишь при переходе на качественно иной рацион, а также падающая по мере роста организма⁽²⁾. Поэтому значительный интерес представляют данные Matsui а. Oshima⁽⁵⁾, которые получили для карпа, предварительно голодавшего, прирост на единицу пищи выше, чем для карпа, питающегося регулярно.

В настоящей работе сделана попытка разобраться в этом явлении и обнаружить те звенья энергетического обмена, которые в первую очередь подвержены воздействию предварительного голодания.

Работа проведена с молодью щуки (*Esox lucius*), являющейся для экспериментальной работы по росту рыб наиболее удобным объектом^(6, 4).

Применялась следующая методика. Опыты ставились при температуре 16—18°. Молодь, выведенная из искусственно оплодотворенной икры, питалась нормально. Затем 10 экземпляров были взяты для регулярного исследования энергетического обмена, остальные же оставлены без корма. Через 10 дней голодания были отобраны следующие 10 экземпляров, потом через 20 и 30 дней. На 34—35 день началась массовая гибель подопытных рыб.

После голодания корм (молодь *Rutilus rutilus*) давался в избыточном количестве. Учет потребленного корма производился по разнице между предварительно взвешенным и оставшимся. Параллельный анализ корма дал возможность перевести весовые единицы в калории. Энергия выделений учитывалась по количеству азота (определяемому при помощи микрокьюльдаля), выделенного в виде продуктов белкового метаболизма, и по количеству экскрементов, сжигаемых в хромовой смеси с последующим пересчетом на калории⁽¹⁾. Интенсивность дыхания определялась по Кругу.

Опыты продолжались до тех пор, пока рыбы в данной серии не удваивали вес. Анализ подопытного материала до начала наблюдений и после давал прирост за данный период.

В табл. 1 даны цифры (средние из 10 параллельных опытов), характеризующие результаты голодания и указывающие время, потребовавшееся для удвоения веса после голодания.

Результаты определений элементов энергетического обмена приведены в табл. 2. В этом случае каждая цифра является также средней, получен-

Таблица 1

Время голодания (в днях)	Исходная величина мальков (в г-кал)	Величина мальков после голодания (в г-кал)	Потеря при голодании (в г-кал)	Потеря при голодании (в %)	Время, потребовавшееся для удвоения веса (в днях)
0	1 195	—	—	—	12
10	1 207	996	211	17.5	10
20	1 203	894	309	25.7	9
30	1 189	822	367	30.9	14

ной для 10 подопытных объектов. Определения интенсивности дыхания и энергии выделений производились через 48 час. и затем интегрированы для всего периода наблюдений. Количество первичной теплоты вычислено по разнице между количеством потребленной энергии и всеми прочими затратами.

На основании величин, приведенных в табл. 2, вычислены коэффициенты использования энергии для всех 4 серий (табл. 3).

Таблица 2

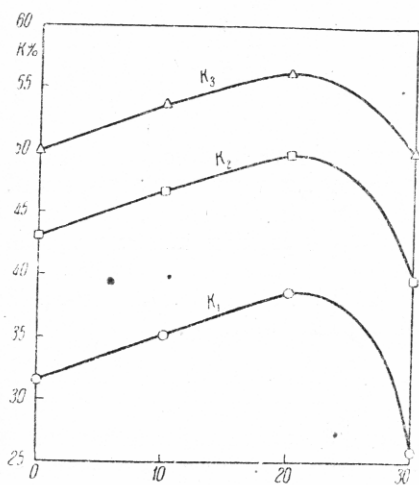
Время голодания (в днях)	Энергия потребленная (в г-кал)	Энергия прироста (в г-кал)	Энергия выделений (в г-кал)	Энергия внешней и внутренней работы (в г-кал)	Количество первичной теплоты (в г-кал)
0	3 780	1 190	1 018	377	1 195
10	2 806	986	698	271	851
20	2 348	906	525	212	705
30	3 089	802	1 063	243	981

Таблица 3

Время голодания (в днях)	Коэффициент использования энергии первого порядка	Коэффициент использования энергии второго порядка	Коэффициент использования энергии третьего порядка
0	31.48	43.08	49.90
10	35.14	46.77	53.67
20	38.59	49.70	56.24
30	25.96	39.59	44.98

Как видно, энергетические показатели нормально питающейся щуки почти тождественны цифрам, полученным для карпа, находящегося в естественных условиях ⁽³⁾. После некоторого периода голодания потребляемая энергия используется более полно, причем повышаются коэффициенты использования энергии всех порядков, что указывает на способность организма более экономно расходовать энергию во всех звеньях энергетического баланса. Заметим, что увеличение коэффициентов находится в определенной, почти прямой, зависимости не от степени потери вещества при голодании (табл. 1), а от времени голодания. Это положение наглядно представлено на фиг. 1, где на оси абсцисс отложено время голодания (в днях), а на оси ординат коэффициенты использования энергии.

Исключением являются случаи глубокого голодания. Как указано выше, массовая гибель началась на 34—35-й день голодания. Начиная с 32-го дня наблюдался автолиз белков. Голодающие 30 дней рыбы носили все признаки далеко зашедшего голода: почти полное прекращение движений, редкий дыхательный ритм, глубоко запавшие глазные яблоки и т. д. Степень голодания в этой серии была такова, что после начала питания, рыбы медленно восстанавливали нормальный обмен и расстройство основных энергетических функций приобрело затяжной характер.



Фиг. 1

Для иллюстрации изменений в энергетическом балансе, вызываемом пищеварительным голоданием, приводится табл. 4, где элементы энергетического обмена даны в виде процентов от количества использованной за тот же срок энергии.

Из табл. 4 следует, что голодание молодых щук, не превышающее 20 дней, приводит к сдвигу энергетического баланса в сторону более высокого использования потребляемой энергии для процесса синтеза пластических веществ (resp. роста) и более экономной траты на прочие потребности. Значительно то, что даже степень выделения энергии в виде первичной теплоты, являющейся итогом определенной цепи реакций разложения и синтеза, несколько понижается.

Глубокое голодание, наоборот, приводит к пониженному проценту энергии, идущей на процесс роста. Основной причиной этого явления служит серьезное нарушение пищеварительного процесса, сопровождающееся увеличением выхода неусвоенной части пищи.

Таблица 4

Время голодания (в днях)	Энергия прироста (в %)	Энергия выделения (в %)	Энергия внешней и внутренней работ (в %)	Количество первичной теплоты (в %)
0	31.48	26.93	9.98	31.61
10	35.14	22.86	9.61	30.39
20	38.59	22.35	9.02	30.04
30	25.93	34.42	7.88	31.77

Астраханский государственный
заповедник

Поступило
1 VIII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ivlev, Bioc. Zt., **275**, 1/2 (1934). ² И в л е в, Бюлл. М. о-ва исп. прир. **47**, 4, (1938). ³ И в л е в, Зоолог. Ж. **18**, 2 (1939). ⁴ Карзинкин, Тр. лимн. ст. в Косине, **22** (1939). ⁵ Matsui, a. Oshima, J. Imp. Fish. Exp. Stat., **6** (1935). ⁶ Scholz, Zt. f. Fisch., **30**, 4 (1933). ⁷ Terroine et Wurmser, Bull. Soc. Chim. Biol., **4** (1922).