

А. Ш. Канбетов

ПАРЕНТЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ВЫСШИХ РАКОВ

Растворенная пища, в отличие от пищи оформленной, не может дифференцироваться водным животным по принципу полезности, съедобности или, наконец, питательности. Растворенная пища проникает в тело водного животного независимо от его состояния. Если она при этом не влияет на его органы чувств, то ее биосорбция не может или почти не может контролироваться нервной или гуморальной системами водного животного.

Г. Стифенс и Р. Шинский [1] исследовали способность представителей 11 типов морских животных резорбировать растворенный в среде глицин. Почти все подопытные животные весьма активно резорбировали эту аминокислоту, и только представители класса *Crustacea* (все 5 исследованных) практически не биосорбировали глицин. Для большей наглядности сообщим, что представители 28 различных родов биосорбировали минимум 25,3 % (в среднем – 55,5 %) глицина, а представители 5 различных родов ракообразных поглощали максимум 2,2 % глицина в сутки из его водного раствора концентрацией 150 мг/л. Таким образом, по невыясненным причинам, ракообразные оказались неспособными поглощать глицин.

Нами были проведены эксперименты по возможности пресноводных бокоплавов *Gammarus balcanicus* биосорбировать метионин – серу-35. Для этого использовали половозрелых животных средним весом 25 мг. Было установлено, что при концентрации радиометионина 1,54 мг/л за сутки животные могли резорбировать до 3,3 мкг этой аминокислоты. В пересчете на 1 животное это составило 0,08 мкг за сутки и 14,4 мкг за полгода, т. е. 0,056 % их веса.

Анализ растворимых белков бокоплава, биосорбировавшего радиометионин, показал, что они остаются радиоактивными и после тщательной отмывки от свободных аминокислот, в том числе от радиометионина. По расчетам в 1 г растворимых белков бокоплава после трехсуточного пребывания животного в радиоактивном растворе биосинтезируется до 2,2 мкг метионина – серы-35 (на сухой вес). Факт включения радиометионина в синтезируемые бокоплавом белки подтвержден и радиоавтографами с электрофореграмм растворимых белков подопытных и контрольных животных. Живые животные находились некоторое время в водном растворе радиометионина, благодаря чему все белковые фракции электрофореграмм оказались радиоактивными. Все электрофоретические фракции растворимых белков подопытных животных давали радиоавтографы. В контроле они отсутствовали (рис. 1).



Рис. 1. Радиоавтограф электрофореграмм растворимых белков бокоплавов *G. balcanicus*

С помощью радиоавтографии нами было также показано, что биосорбированный радиометионин локализуется главным образом в печечно-панкреатических трубках, стенках кишечника, хитиновом покрове и некоторых мышцах головы. В меньших количествах он задерживается в остальных тканях бокоплава [2] (рис. 2).

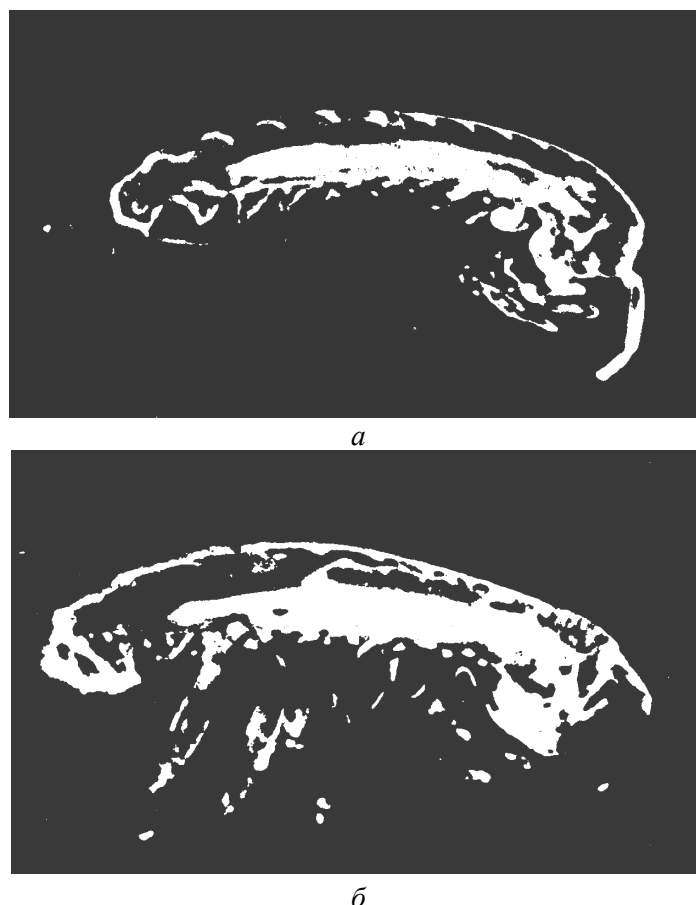


Рис. 2. Радиоавтографы бокоплавов *G. balcanicus*, содержащихся без пищи 1 сутки:
а – в водном растворе радиометионина; б – радиоглюкозы

Если метионин способен поглощаться бокоплавами и в дальнейшем включаться в состав синтезируемых белков, то подобного следует ожидать и от других аминокислот. Для проверки данной точки зрения нами была проведена серия экспериментов с использованием того же вида бокоплавов для смеси **нерадиоактивных аминокислот**. Смесь состояла из следующих компонентов: *dl*-аланин, аргинин солянокислый, глицин, аспарагиновая кислота, валин, *L*-фенил- β -аланин, треонин, гистидин, *dl*-глутаминовая кислота, *dl*-лейцин, *dl*-метионин, серин, триптофан, *l*-цистин.

Результаты приведены в табл. 1, усредненные данные о прибавке в весе у бокоплавов при биосорбции смеси аминокислот – в табл. 2.

Таблица 1

**Биосорбция бокоплавами *G. balcanicus* аминокислот
при концентрации 370 мг/л**

Показатель	Опыт. 69 экз.		Контроль. 91 экз.		Разница в весе
	1 экз.	Среднее	1 экз.	Среднее	
Исходный вес животных, мг	1 817,8	26,34	2 403,2	26,40	–
Вес животных спустя 4 суток, мг	1 861,5	26,97	2 332,6	25,63	1,34
Разница в весе за 4 суток, мг	+51,2	+0,74	–70,6	–0,77	1,51
Вес животных спустя 8 суток, мг	939,2	26,80	901,2	24,35	2,45
Разница в весе за 8 суток, мг	+33,0	+0,96	–78,1	–2,11	3,07

Биосорбция (усредненные данные) бокоплавами *G. balcanicus* смеси аминокислот при концентрации 370 мг/л за 4 суток опыта

Количество животных, шт.	Исходный вес животных, мг	Вес спустя 4 суток, мг	Разница в весе, мг	Разница в весе в пересчете на 1 г животных, мг
69	1 817,8	1 853,5	+35,7	+19,6

Прибавка в весе у бокоплавов произошла, естественно, не только за счет биосорбции аминокислот, но и за счет дополнительного поглощения животными воды. Как показано в опытах с радиометионином, биосорбированные аминокислоты включаются в биосинтез белков, который, как известно, сопровождается включением в процесс некоторого количества молекул воды.

Допустим, что в естественных водах концентрация смеси аминокислот составит 1,8 мг/л, что примерно в 200 раз ниже, чем в нашем опыте. Тогда за 4 суток раки накопят всего 0,19 мг/г аминокислот, а за месяц – около 6 мг/г, т. е. 0,6 % своего веса.

По полученным данным, в рачках сухой вес составляет около 23 %, а, по Е. М. Маликовой [3], белка в них – около 48,72 %, что на 1 г живых раков составит 110 мг (11 %). Биосорбционно за 10 месяцев (период нормального развития раков) может быть накоплено до 60 мг белков, т. е. более 50 % всех белков бокоплавов, что подтверждает важную роль биосорбции для накопления белка в бокоплавах.

Кроме того, анализировалась биосорбция бокоплавами *G. balcanicus* **кальция**. Было установлено: максимальное количество кальция, способное биосорбироваться за одни сутки половозрелым самцом весом 27 мг из водного радиоактивного раствора концентрацией 90 мг/л и удельной активностью 0,01 мккюри, достигало 0,66 мг, что в пересчете на 1 г живого веса составляет 25,4 мг или 69,8 мг CaCl_2 . Если бы животное биосорбировало кальций с такой интенсивностью постоянно, то это бы с лихвой обеспечивало всю его потребность в этом химическом элементе. Биосорбированный кальций, как показали радиоавтографы (рис. 3), локализуется максимально в хитиновых покровах и, кроме того, более или менее равномерно распространяется во всех тканях животного.



Рис. 3. Радиоавтограф бокоплава *G. balcanicus*, находившегося некоторое время в водном растворе $\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$

Исследовалась также способность бокоплавов биосорбировать **фосфор**. Было установлено, что радиофосфор резорбируется бокоплавами более активно, чем все вышеописанные вещества. Животное весом 27 мг оказалось способным за сутки биосорбировать до 0,027 мг P^{32} при его концентрации в воде 0,8 мг/л и удельной активности радиоактивного раствора 0,065 мккюри. В опытах использовался водный раствор Na_2HPO_4 . Легко определить количество соли, биосорбированной бокоплавом. Оказалось, что в течение суток бокоплав способен биосорбировать до 0,12 мг фосфорнокислого натрия, а за 225 суток – 27 мг соли.

Таким образом, пресноводные представители отряда *Amphipoda*, несомненно, используют растворенные в среде вещества в качестве дополнительной пищи. Всего за 10 месяцев животные могут накопить биосорбционно 60 мг белка на 1 г, весь потребный кальций и весь потребный им фосфор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stephens G. C., Schinake R. A. Uptake of amino acid by marine invertebrates // Limnol. and Oceanogr., 1961. – Vol. 6, N 2. – P. 175–181.
2. Саданов А. К., Канбетов А. Ш. Сравнительная характеристика биосорбции водных животных. – Алматы: Эверо, 2007. – 380 с.
3. Маликова Е. М. Химический состав некоторых кормовых беспозвоночных // Тр. Латв. отд. ВНИРО. – 1952. – В. 1.

Статья поступила в редакцию 8.09.2008

PARENTERAL DIET OF HIGHER CRAYFISH

A. Sh. Kanbetov

The opportunity for biosorbption of substances found in dissolved food by fresh-water amphipoda *Gammarus balcanicus* has been investigated. Experiments with methionine – sulfur-35, calcium and phosphorus found in a water radioactive solution have been carried out. Autoradiographs have shown their accumulation in various tissues of animals. The same experiments have been carried out with a mixture of a number nonradioactive amino acids. It is established that only for 10 months animals can process 60 mg of protein on 1 gram, all necessary calcium and phosphorus.

Key words: biosorbption, dissolved food, autoradiograph.