

УДК 594.124 : 591.133

**СОЛЕНОСТНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПОГЛОЩЕНИЯ РАСТВОРЕННОГО
В ВОДЕ ГЛИЦИНА БЕЛОМОРСКИМИ И ЯПОНОМОРСКИМИ
*MYTILUS EDULIS***

В. В. ХЛЕБОВИЧ, А. Ю. КОМЕНДАНТОВ, Л. Я. ЯКОВИШИНА

Высказанная в начале нашего века А. Пюттером гипотеза «осмотического питания» водных животных, слабо подкрепленная в период ее создания прямым фактическим материалом, после энергичной и, как мы теперь знаем, не всегда справедливой критики А. Крога, была надолго отвергнута. Однако сравнительно недавно после работ Стефенса и Шинске (Stephens, Schinske, 1957, 1961) возникла обширная литература, свидетельствующая о способности многих организмов поглощать внекишечно покровами находящиеся в природных водах растворенные органические вещества — РОВ (Jørgensen,

Этой способностью, как оказалось, в первую очередь обладают морские беспозвоночные, поверхность тела которых в основном образована ресничным и слизеобразующим эпителием, — кишечнополостные, полихеты, моллюски, погонофоры и др. (Хайлов, 1971; A. J. Southward, E. C. Southward, 1972; Stephens, 1972, 1975; Sorokin, Wyshkwarzev, 1973; Jørgensen, 1976; Сорокин, 1977).

Отсутствие или слабое развитие поглощения РОВ пресноводными организмами естественно ставит проблему исследования интенсивности этого процесса у эвригалинных животных в зависимости от солёности среды обитания. Стефенс (Stephens, 1964) показал, что широко эвригалинная полихета *Nereis limnicola* постепенно снижает потребление растворенного глицина по мере снижения концентрации морской воды от 550 до 100 экв/л Cl (т. е. примерно 33–6‰) и полностью прекращает процесс при дальнейшем уменьшении солёности. У офиуры *Ophiactis arenosa* включение поглощенного из среды глицина в синтез белка при постепенном разбавлении среды от 33 до 16,5‰ также постепенно сокращалось (Stephens, Vircar, 1966). Шик (Shick, 1973) исследовал интенсивность поглощения глицина сцифистомами (*Aurelia aurita*), которая при солёности среды 10‰ была ниже, чем при 20 и 30‰.

В экспериментах на эстуарном двусторчатом моллюске *Rangia cuneata* показано, что интенсивность потребления глицина неповрежденными организмами примерно одинакова при 6–32‰ и резко падает при солёности ниже 6‰; поглощение этой аминокислоты изолированными жабрами одинаково в диапазоне 10–25‰ (Anderson, Bedford, 1973; Anderson, 1975). Изолированные жабры *Mytilus edulis*, взятые от моллюсков, содержащихся при 34,4 и 17‰, с различной интенсивностью поглощали L-фенилаланин (Bamford, Campbell, 1976).

Олигохета *Enchytraeus albidus*, способная к жизни в широком диапазоне солёности морской воды, при 30 и 40‰ поглощала глицин на одном (максимальном) уровне; потребление аминокислоты последовательно снижалось при уменьшении солёности до 20 и 10‰ (Siebers, Bulnheim, 1977). У полихеты *Nereis virens* поглощение L-валина при солёности 21,5‰ происходило со скоростью на 78% выше, чем при солёности 14‰ (Jørgensen, 1979a). Солёностная зависимость поглощения различных РОВ и, в частности, глицина связана с зависимостью их транспорта от концентрации ионов натрия. Это было подтверждено подавлением поглощения этих РОВ заменой ионов натрия морской воды на эквивалентные концентрации лития или холина в экспериментах с *Rangia cuneata* (Anderson, 1975), *Mya arenaria* (Stewart, Bamford, 1976), *Mytilus californianus* (Wright, Stephens, 1977) и *Enchytraeus albidus* (Siebers, Bulnheim, 1977).

Изложенные литературные сведения о солёностной зависимости поглощения РОВ гидробионтами, указывая на общую тенденцию снижения этого процесса при уменьшении солёности, оказываются в целом фрагментарными, относясь к немногим видам и обычно к немногим точкам на солёностной шкале.

Цель нашей работы — исследовать относительную интенсивность поглощения глицина интактными *Mytilus edulis* в широком диапазоне внешних солёностей через их короткие интервалы. Особый интерес, по нашему мнению, представляло сравнительное исследование соответствующих показателей у мидий из морей с различным солёностным режимом, в качестве которых были выбраны Белое (солёность около 25‰) и Японское моря (солёность около 32‰). Глицин был избран в связи с тем, что он чаще всего используется в подобном рода исследованиях, а также ввиду его значительных природных концентраций. Содержание этой аминокислоты, по данным Попова и др. (1979), может достигать 60 мкг/л (что соответствует 0,8 мкМ/л). Близкие величины (0,88 мкМ/л) отмечает в интерстициальных водах эстуария Белфаст-Лох Иоргенсен (Jørgensen, 1979). Райт и Стефенс (Wright, Stephens, 1977) считают глицин главным компонентом растворенных в морской воде аминокислот.

Материал и методика. Эксперименты на беломорских мидиях ставили в июле 1977 и в августе 1978 г. Из пойманных моллюсков отбирали однородных особей длиной 9–10 мм, которых сначала акклимировали при солёности, отвечающей среде обитания (24,5‰), к температуре 10°. Затем животных в течение 10 дней акклимировали к средам солёностью 7, 10, 14, 16, 18, 20, 24,5, 30, 35 и 40‰ (к крайним солёностям — ступенчато). В сосуды с 200 мл воды соответствующей солёности и с 10 мидиями добавляли ¹⁴C-глицин в концентрации около 3 мкМ/л. Экспозицию подбирали экспериментально. Из рис. 1 следует, что поглощение моллюсками глицина в 1-й час экспозиции резко зависит от времени, далее на 8-м часу устанавливался некий стабильный уровень процесса, затем отмечалось падение поглощения глицина, которое можно объяснить истощением аминокислоты в среде и ее деградацией в результате метаболизма. На основании этого для основных экспериментов была избрана экспозиция 1,5 ч как отвечающая стабильному уровню поглощения аминокислоты.

Эксперименты с япономорскими мидиями проводили в августе 1979 г. Животных длиной около 20 мм брали из среды обитания солёностью 32‰ при температуре около 20°. При такой же температуре эксперименты ставили в лаборатории. После 5-дневной акклимации к солёностям 12,8, 16,0, 19,2, 22,4, 25,6, 28,8 и 32,0‰ в среду с моллюсками добавляли ¹⁴C-глицин. Объем воды, концентрация глицина и время экспозиции такие же, как в опытах с беломорскими животными.

После воздействия глицином моллюсков вскрывали, промывали в воде соответствующей солёности, затем высушивали (беломорские) или фиксировали формалином (япономорские). Перед анализом пробы окончательно высушивали до постоянного веса (при 105°), помещали в пенициллиновые флакончики, куда добавляли по 0,5 мл 50-про-

центной муравьиной кислоты. Флакончики выдерживали 96 ч при 70°, после чего происходило полное растворение пробы. Затем во флаконы добавляли по 9 мл сцинтилляционной жидкости Брея и определяли радиоактивность пробы на сцинтилляционном счетчике СБС-2. Радиоактивность препарата, отвечающая количеству поглощенной аминокислоты, выражали в количестве импульсов за единицу времени (рис. 1) или, как на графике соленостной зависимости процесса,— в процентах от максимального (рис. 2). Везде $n > 10$, уровень достоверности 95%.

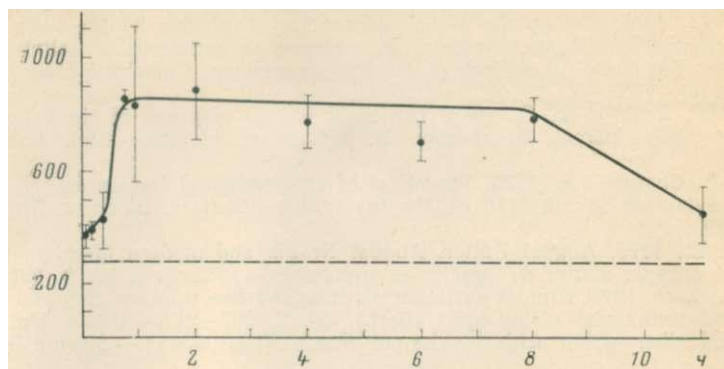


Рис. 1. Изменения во времени интенсивности поглощения глицина беломорскими мидиями (соленость 24,5‰, концентрация ^{14}C -глицина — 3 мкМ/л; на одну особь длиной 9—10 мм приходилось 20 мл морской воды); по оси абсцисс — продолжительность эксперимента, ч; по оси ординат — количество включенного в ткани глицина, число импульсов на одну особь; штриховая линия — фон сцинтиллятора

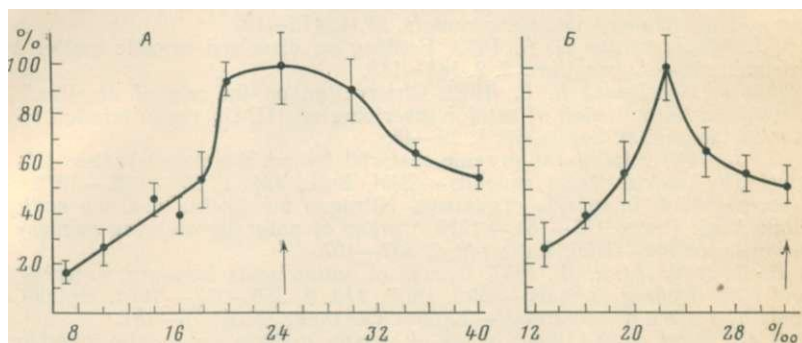


Рис. 2. Интенсивность поглощения глицина беломорскими (А) и япономорскими (Б) мидиями, акклиматизированными к разной солености; по оси абсцисс — соленость акклиматизации, ‰; по оси ординат — поглощение ^{14}C -глицина особью, % от максимального; стрелкой отмечена соленость естественной среды обитания

Результаты и обсуждение. Как следует из сказанного, глицин применяли в концентрациях, сопоставимых с таковым в некоторых природных ситуациях. Кривые соленостной зависимости поглощения глицина беломорскими мидиями в 1977 и 1978 г. оказались практически идентичными, поэтому здесь мы приводим данные только 1978 г. Как видно из рис. 2, ход кривых соленостной зависимости поглощения глицина беломорскими и япономорскими мидиями имеет много общего. Интенсивность процесса последовательно увеличивается от минимальной солености вплоть до 22,4‰ (япономорские) и 24,5‰ (беломорские мидии), после чего по мере дальнейшего повышения солености столь же последовательно снижается. Можно говорить о наличии общего пика потребления аминокислоты, очевидно, приходящегося в обеих группах мидий на примерно одинаковую соленость. Однако, если у беломорских мидий этот пик приходится на наиболее обычную здесь соленость среды обитания, то максимум поглощения глицина япономорскими мидиями отвечает солености на 9,6‰ меньшей, чем в среде обитания (22,4 и 32‰ соответственно). Можно полагать, что соленостный максимум поглощения растворенного в воде глицина, приходящийся примерно на 22—24‰, видовой признак *M. edulis*. Интересно, что на близкую соленость приходится у *M. edulis* и максимальное поглощение кислорода изолированными жабрами: 23—24‰ (Lange, 1968). Естественным будет заключение, что *M. edulis* не может считаться эугалинной формой, способной переносить опреснение, а сформировался как вид при солености, отвечающей середине полигалинной зоны.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Попов Н. И., Федоров К. Н., Орлов В. М., 1979. Морская вода. Справочное руководство (состав, термодинамические характеристики, химические равновесия, химические свойства). М.: Наука, 1—221.
- Сорокин Ю. И., 1977. О механизме потребления растворенных органических веществ водными беспозвоночными.—Ж. общ. биол., 38, 2, 185—197.
- Хайлов К. М., 1971. Экологический метаболизм в море. Киев: Наукова думка, 1—252.
- Anderson J. W., 1975. The uptake and incorporation of glycine by the gills of *Rangia cuneata* (Gray) (Mollusca, Bivalvia) in response to variations in salinity and sodium.—In: Physiological ecology of estuarine organisms. Columbia: Univ. South. Calif. Press, 90—112.
- Anderson J. W., Bedford W. B., 1973. The physiological response of the estuarine clam *Rangia cuneata* (Gray) to salinity. II. Uptake of glycine.—Biol. Bull., 144, 2, 229—247.
- Bamford D. R., Campbell E., 1976. The effect of environmental factors on the absorption of L-phenylalanine by the gill of *Mytilus edulis*.—Compar. Biochem. Physiol., 53A, 3, 295—299.
- Jørgensen C. B., 1976. August Putter, August Krogh, and modern ideas on the use of dissolved organic matter in aquatic environments.—Biol. Rev., 51, 3, 291—328.
- Jørgensen N. O. G., 1979. Annual variation of dissolved free primary amines in estuarine water and sediments.—Oecologia, (Berl.), 40, 2, 207—217.—1979a. Uptake of L-valine and other amino acids by the polychaete *Nereis virens*.—Marine Biol., 52, 1, 45—52.
- Lange R., 1968. The relation between the oxygen consumption of isolated gill tissue of the common mussel, *Mytilus edulis* L. and salinity.—J. Exptl. Marine Biol. Ecol., 2, 1, 37—45.
- Shick J. M., 1973. Effect of salinity and starvation on the uptake and utilization of dissolved glycine by *Aurelia aurita* polyps.—Biol. Bull., 144, 1, 172—179.
- Siebers D., Bulnheim H.-P., 1977. Salinity dependence, uptake kinetics and specificity of amino acid absorption across the body surface of the oligochaete annelid *Enchytraeus albidus*.—Helgoländer wiss. Meeresunters., 29, 4, 473—492.
- Sorokin Y. I., Wyshkwarzev D. I., 1973. Feeding on dissolved organic matter by some marine animals.—Aquaculture, 2, 2, 141—148.
- Southward A. J., Southward E. C., 1972. Observation on the role of dissolved organic compounds in the nutrition of benthic invertebrates. III. Uptake in relation to organic content of the habitat. Sarsia, 50, 1, 29—45.
- Stephens G. C., 1964. Uptake of organic material by aquatic invertebrates. III. Uptake of glycine by brackish-water annelids.—Biol. Bull., 126, 1, 150—162.—1972. Amino acid accumulation in marine organisms. Nitrogen metabolism and the environment. London: Acad. Press, 155—184.—1975. Uptake of naturally occurring primary amines by marine annelids.—Biol. Bull., 149, 2, 397—407.
- Stephens G. C., Schinske R.A., 1957. Uptake of amino acids from sea water by ciliary-mucoid filter feeding animals.—Biol. Bull., 113, 2, 356—357—1961. Uptake of amino acids by marine invertebrates.—Limnol. Oceanogr., 6, 2, 175—181.
- Stephens G. C., Vircar R. A., 1966. Uptake of organic material by aquatic invertebrates. 4. The influence of salinity on the uptake of amino acids by the brittle star, *Ophiactis arenosa*.—Biol. Bull., 131, 1, 172—185.
- Stewart M. A., Bamford D. R., 1976. The effect of environmental factors on the absorption of amino acids by isolated gill tissue of the bivalve *Mya arenaria*—J. Exptl. Marine Biol. Ecol., 24, 2, 205—212.
- Wright S. H., Stephens G. C., 1977. Characteristics of influx and net flux of amino acids in *Mytilus californianus*.—Biol. Bull., 152, 2, 295—310.

Зоологический институт
Академии наук СССР
(Ленинград)

Поступила в редакцию
4 февраля
1981 г.

SALINITY DEPENDENCE OF THE GLYCINE UPTAKE BY *MYTILUS EDULIS* OF THE WHITE SEA AND SEA OF JAPAN

V. V. KHLEBOVICH, A. J. KOMENDANTOV, L. A. YAKOVISHINA

Zoological Institute, USSR Academy of Sciences (Leningrad)

S u m m a r y

The intensity of ¹⁴C-glycine uptake by the mussels from the White Sea and Sea of Japan acclimated to different salinities was studied. Despite the variations in the environmental salinity (24.5‰ in the White Sea and 32 in the Sea of Japan), the character

of the relationship studied proved to be similar for both the populations. The increase in salinity resulted in a successive rise of the rate of glycine uptake: up to 22.4‰ for the Japan Sea mussels and 24.5 for the White Sea mussels. The further increase of salinity led to its decrease. It is suggested that the salinity maximum for glycine uptake is species specific and proves the formation of the *Mytilus edulis* species in a myxohaline environment.