

А. П. ЗОЛОТНИЦКИЙ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И СООТНОШЕНИЕ ПРОДУКЦИИ И МЕТАБОЛИЗМА У ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG), ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В ЧЕРНОЕ МОРЕ

Исследован энергетический баланс и динамика составляющих элементов у тихоокеанской устрицы, интродуцированной в Черное море. Выявлена тесная связь между K_2 и удельной скоростью роста (C_b), которая описывается гиперболической функцией Михаэлиса-Ментен. Соленость воды, близкая к 18 ‰, является нижним пределом для нормального функционирования тихоокеанской устрицы, снижение ее на 3 - 4 ‰ нарушает нормальное течение процессов жизнедеятельности этого вида.

Тихоокеанская устрица – один из наиболее важных объектов мировой конхиокультуры, объемы выращивания которой составляют наибольший удельный вес по сравнению с другими видами двустворчатых и брюхоногих моллюсков [6, 9]. В связи с перспективой акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море, соленость воды в котором почти в 2 раза ниже таковой естественного местообитания (Японское море), представляло интерес исследовать особенности жизнедеятельности этого вида в новом водоеме-реципиенте.

В задачу настоящей работы входило изучение энергетического бюджета и анализ эффективности роста у тихоокеанской устрицы в районах, отличающихся между собой солевыми условиями, – оз. Донузлав и Керченском проливе.

Материал и методы. Материалом для исследования являлись ранее полученные данные по росту устрицы в оз. Донузлав [6], а также материалы по интенсивности дыхания и размножения этого вида в Черном море [4, 8]. Удельную продукцию (C_b) определяли по разнице логарифма средней массы устриц (W_i и W_{i+1}) за время от t до $t+1$ [2, 3]. При определении коэффициента чистой эффективности роста ($K_2 = P/A$) было принято, что энергия ассимилированной пищи $A = P + Q$, где P и Q – соответственно суточные энергетические траты на индивидуальную продукцию и метаболизм.

При расчетах использовали соотношение 1 мл $O_2 = 4,86$ кал [2]; энергетический эквивалент массы мягких тканей определяли по их биохимическому составу [2]; для оценки содержания органического вещества в раковине использовали имеющиеся в литературе данные [10, 11]. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью электронных таблиц «Excel» и компьютерного статистического пакета «Microcal Origin».

Результаты и обсуждение. Анализ полученных данных показал, что энергетический бюджет и его балансовые составляющие у японской устрицы в онтогенезе изменялись в соответствии с общими закономерностями, установленными для водных моллюсков [1, 11]

Индивидуальная суточная продукция в ходе роста сначала возрастала, после достижения на 2-м году жизни максимума начинала устойчиво снижаться (рис.1). Как нами было показано ранее [5], количественные показатели роста и продукции тихоокеанской устрицы в новом биотопе были несколько ниже (на 10 - 15 %), но в целом сходны с таковыми естественного местообитания [8].

Скорость энергетического обмена по мере роста массы тела, увеличивалась, причем этот процесс осуществлялся в колебательном режиме, в значительной степени синхронизированным с динамикой температуры воды (рис.1).

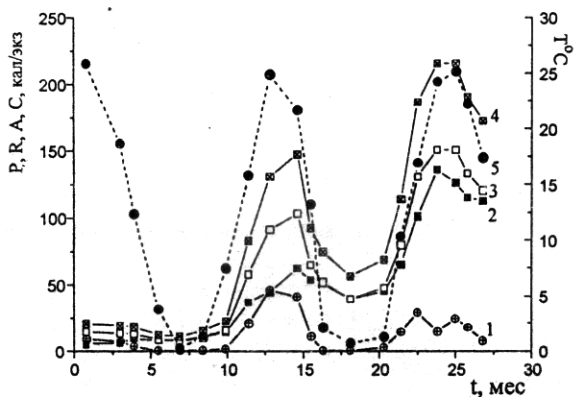


Рисунок 1. Изменение энергетических трат на индивидуальную продукцию (1), метаболизм (2), ассимиляцию (3) и рацион (4) в процессе роста японской устрицы в оз. Донузлав; 4 – температура воды

Figure 1. Changes of energetic expenses for production (1), metabolism (2), assimilation (3) and ration (4) in the process of Japanese oyster growth in the lake of Donuzlav; 4 – water temperature

Сопоставление полученных нами данных по метаболическим тратам устриц на поддержание жизнедеятельности и другими элементами энергетического бюджета с таковыми особей из естественного биотопа и тех местообитаний, где этот вид был успешно натурализован, показало достаточно близкое их соответствие [10, 11].

Поскольку для марикультуры важное значение имеет эффективность продуцирования биомассы популяций этого вида в различных районах Черного моря, нами исследован динамика коэффициента чистой эффективности роста (K_2), который лучшим образом отражает соотношение между индивидуальной продукцией и энергетическим обменом [2].

Исходя из самого определения K_2 [2, 7], следует, что в области реальных значений P и R этот коэффициент не может быть больше единицы. Если разделить числитель и знаменатель на среднюю массу (W), то уравнение принимает следующий вид: $K_2 = C_b / (C_b + Q^*)$, где $Q^* = Q/W$ – интенсивность энергетического обмена. Поскольку между продукцией и тратами на обмен для многих животных установлена прямо пропорциональная связь [1, 2], то зависимость K_2 от C_b можно выразить в виде гиперболической функции Михаэлиса-Ментен, имеющей вид: $K_2 = K_{2max} \cdot C_b / (\alpha + C_b)$, где K_{2max} – теоретически предельное (максимальное) значение K_2 , α – константа полунасыщения, при которой K_2 равен $1/2 K_{2max}$. Расчетные значения K_{2max} и α соответственно составляли 81,3 и 0,015. Максимальные значения K_2 согласуются с результатами других исследований, проведенных на моллюсках и других видах гидробионтов [1, 2, 3].

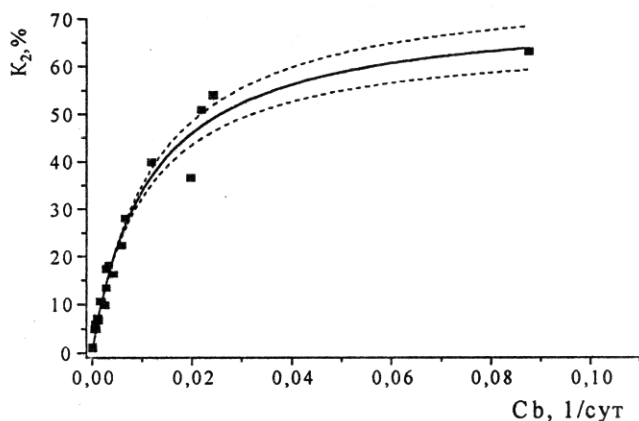


Рисунок 2. Зависимость чистой эффективности роста (K_2) от удельной продукции (C_b) у тихоокеанской устрицы в оз. Донузлав (штриховые линии – 95% доверительный интервал)

Figure 2. Dependence of pure growth effectiveness (K_2) on specific production (C_b) in Pacific oyster in the lake of Donuzlav (broken lines are 95% confidential interval)

Указанное выше уравнение связи между K_2 и C_b имеет важное прикладное значение, поскольку, зная C_b , можно рассчитать все остальные биоэнергетические характеристики в процессе роста устриц. В частности, используя приведенное выше уравнение,

а также принимая во внимание, что $P = C_b \cdot W$, а $R = P \cdot (1 - K_2) / K_2$, нетрудно определить все балансовые составляющие энергетического бюджета.

Приведенные выше данные касались оз. Донузлав, где солевые условия достаточно стабильны на протяжении всего года (за исключением верховья озера, где весной наблюдается кратковременное распреснение). В связи с этим представляло интерес выяснить влияние пониженной солености воды в ряде других районов Черного моря (заливы северо-западной части, Керченский пролив и др.) на процессы жизнедеятельности этого вида.

Для этого нами был исследован энергетический бюджет устриц, выращиваемых в Керченском проливе, акватория которого существенно отличается от оз. Донузлав, в первую очередь, соленостью вод.

Сопоставление имеющихся данных показало, что в Керченском проливе абсолютные значения всех балансовых составляющих и энергетического бюджета были ниже, чем оз. Донузлав. Эффективность продуцирования моллюсков в исследованных районах также заметно различалась (рис. 3).

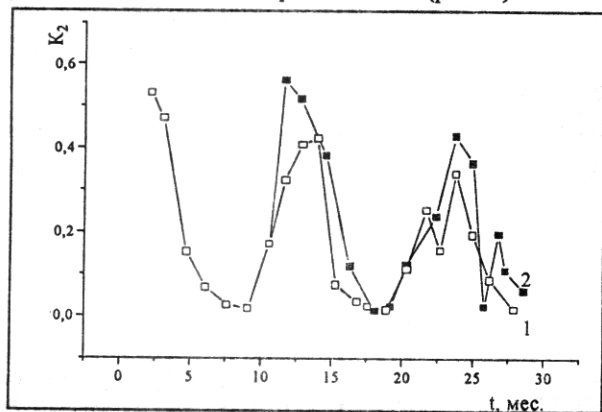


Рисунок 3. Изменение чистой эффективности роста тихоокеанской устрицы в Керченском проливе (1) и в оз. Донузлав (2)

Figure 3. Change of pure effectiveness of Pacific oyster growth in the Kerch Strait (1) and in the lake of Donuzlav (2)

Сопоставление значений чистой эффективности роста (K_2)

устриц из этих районов показало, что после трансплантации устриц в оз. Донузлав, значения K_2 в целом были заметно выше, чем у особей Керченского пролива, обитающих при средней солености 14 - 15 ‰ (рис. 3). Вместе с тем, обращает на себя внимание тот факт, что если величина рациона у устриц в Керченском проливе была в среднем в 2,5 раза ниже, чем в оз. Донузлав, то эффективность продуцирования в последнем была выше лишь на 10 - 15 %. Это свидетельствует о наличии у особей компенсаторных механизмов, приводящих в соответствие траты на метаболизм и продукцию.

Выводы. 1. Энергетический баланс и динамика составляющих его элементов у интродуцированной в Черное море тихоокеанской устрицы сходны с таковыми этих моллюсков из естественного биотопа и акваторий, в которых произошла ее полная натурализация. 2. Между удельной продукцией (C_b) и чистой эффективностью роста (K_2) существует тесная связь, которая описывается гиперболической функцией Михаэлиса-Ментен: $K_2 = 81,3 \cdot C_b / (0,015 + C_b)$. 3. Соленость воды, близкая к 18 ‰, является нижним пределом для нормального функционирования этого вида, снижение ее на 3 - 4 ‰ нарушает нормальное течение процессов жизнедеятельности.

1. Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию. — Л.: Наука. — 1989. — 178 с.
2. Винберг Г. Г. Рост, скорость развития и плодовитость в зависимости от условий среды // Методы определения продукции водных животных. — Минск, 1968. — С. 45 - 78.
3. Заика В. Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. — Киев.: Наук. думка, 1983. — 206 с.
4. Золотницкий А. П. Интенсивность дыхания и фильтрации японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизируемой в Черном море // Тр ЮгНИРО. — Керчь, 1998. — 44. — С. 54 - 58.
5. Золотницкий А. П., Моница О. Б. Рост и продукция японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg) акклиматизированной в Черном море // Экология моря. — 1992. — Вып. 41. — С. 77 - 80.

6. Золотницкий А. П., Орленко А. Н. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря // Рыбное хозяйство Украины. – 1999. – № 2. – С. 37 - 39.
7. Иалев В. С. О превращении энергии при росте беспозвоночных // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1938. – 47, № 4. – С. 267 - 277.
8. Орленко А. Н. Золотницкий А. П., Снекторова Л. В. Получение спата японской устрицы в Черном море // Рыбное хозяйство. – 1990. – № 3. – С. 60 - 62.
9. Раков В. А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в заливе Петра Великого // Автореф. дисс...канд. биол. наук. – Владивосток, 1984. – 24 с.
10. Gerdes D. The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part. 2. Oxygen consumption of larvae and adults // Aquaculture. – 1983. – 31. – P. 63 - 70.
11. Bayne B. L., Hedgecock D., McGoldrick D., Rees R. Feeding behaviour and metabolic efficiency contribute to growth heterosis in Pacific oysters [*Crassostrea gigas* (Thunberg)] // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1999. – 23, №1. – P. 115 - 130

Южный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮННРО),
г. Керчь

Получено 12.04.2002

A. P. ZOLOTNITSKY

ENERGETIC BALANCE AND CORRELATION OF PRODUCTION AND METABOLISM IN PACIFIC OYSTER, *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG) INTRODUCED INTO THE BLACK SEA

Summary

Energetic balance and dynamics of its compound elements of Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) introduced into the Black Sea have been investigated. It is presented that after introduction the oyster's energetic budget and its compounds are similar to those of oysters from natural biotope. Connection between specific production (C_b) and pure growth effectiveness (K_2) is ascertained, it is described by hyperbolic function of Mikhaelis-Menten: $K_2 = 81,3 \cdot C_b / (0,015 + C_b)$. Water salinity close to 18 ‰ is the lower limit for this species normal functioning, its 3 - 4 ‰ decrease breaks normal life processes of Pacific oyster.