



УДК 594.124:591.134:551.621(262.5)

**Н. А. Сытник**, мл. науч. сотр., **А. П. Золотницкий**, докт. биол. наук, гл. науч. сотр.

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО),  
Керчь, Украина

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И ЧИСТАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РОСТА ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS* L.)

Исследованы энергетический баланс и чистая эффективность роста (коэффициент  $K_2$ ) плоской устрицы (*Ostrea edulis* L.) в онтогенезе. Выявлены общие тенденции изменений отдельных его компонентов в процессе роста и распределение энергетических трат на индивидуальную продукцию, энергетический обмен, ассимилированную и потреблённую пищу. Дана характеристика сезонных изменений чистой эффективности роста, связанных с температурой воды и массой тела, динамика которых описывается уравнением множественной регрессии. Показано, что максимальные значения  $K_2$  у исследованного вида могут составлять 0.63 – 0.67.

**Ключевые слова:** устрица, энергетический баланс, рост, метаболизм, ассимиляция, рацион, эффективность.

Плоская (грядовая или европейская) устрица – *Ostrea edulis* L. является одним из наиболее ценных представителей малакофауны Чёрного моря [7, 9, 10]. В конце прошлого столетия популяции этого вида были широко распространены вдоль всего побережья черноморского бассейна, но затем численность и ареал устриц стали неуклонно снижаться. В 60 – 70-х гг. XX века произошла массовая деградация естественных поселений черноморской устрицы [7, 9, 10], и в настоящее время данный вид в Чёрном море представлен лишь отдельными микропопуляциями. В связи с этим возникла необходимость искусственного воспроизводства этого вида [6, 9, 11], которое возможно лишь на основе детальных исследований различных сторон его жизнедеятельности. В настоящее время работы по культивированию плоской устрицы в Чёрном море преимущественно связаны с изучением ранних стадий онтогенеза и получением личинок молоди в искусственных условиях [7, 10, 12]. В то же время число исследований, посвященных более поздним стадиям онтогенеза, незначительно, а по ряду направлений они полностью отсутствуют.

Одним из важнейших вопросов экологии и физиологии данного вида является оценка величины энергетического бюджета и эффективности использования пищи на рост (чистой эффективности роста – коэффициент  $K_2$ ) в процессе онтогенеза [1, 3, 5, 14, 16, 18]. Данные по этому вопросу даже в зарубежной литературе немногочисленны [15, 17-20, 22, 23], а для устриц, обитающих в Чёрном море, они единичны [6]. Между тем, такие исследования представляют теоретический интерес для сравнительной и эволюционной экологии и физиологии морских двустворчатых моллюсков и имеют практическое значение, например, при формировании маточных стад, расчёта оптимальной плотности при выращивании молоди и ряда других вопросов, связанных с культивированием устриц.

В задачу настоящей работы входило исследование энергетического баланса и оценка чистой эффективности роста у плоской устрицы в онтогенезе.

**Материал и методы.** Основой настоящей работы являлись данные по интенсивности дыхания и росту устриц в лимане Донузлав

(западное побережье Крыма) [8, 13]. Для исследований отбирали здоровых устриц без видимых аномалий, выбраковывая моллюсков с нарушениями структуры раковины и работы мускула-замыкателя.

Энергетический бюджет (баланс) особи определяли на основе известного балансового равенства [1, 3, 5]:

$$C = P + Q + H \text{ или } C = A + P \text{ или } C = A \cdot U^{-1},$$

где  $C$  – энергия потреблённой пищи (рацион);  $P$  – энергия прироста (индивидуальной продукции), состоящая из прироста соматических тканей ( $P_s$ ), гонад ( $P_g$ ) органического вещества раковины ( $P_r$ );  $Q$  – траты на энергетический обмен;  $A (= P + Q)$  – энергия ассимилированной пищи;  $H$  – энергия неусвоенной пищи;  $U$  – усвояемость пищи.

Значение чистой эффективности роста ( $K_2$ ) определяли по [1, 3], с учётом дополнений в [5]:

$$K_2 = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Траты на энергетический обмен находили из уравнений, связывающих скорость потребления кислорода с массой тела при разных температурах [8], величину суточной индивидуальной продукции ( $P$ ) – по [13]. Для характеристики энергетического эквивалента сырой массы ( $W_s$ ) моллюсков использовали данные [4]. Скорость генеративного роста определяли по полученному нами ранее эмпирическому уравнению связи между энергетическим содержанием яиц устриц ( $W_g$ ) и энергией, заключённой в массе моллюска ( $W$ , дж экз.<sup>-1</sup>), которая выражалась уравнением:

$$W_g = 0.172 \cdot W^{0.967} \quad (2).$$

Энергоёмкость органического вещества раковины ( $Q_r$ ) устриц определяли на основе данных [20]. Для унификации полученных данных все исследованные параметры выражали в джоулях (дж).

**Результаты и обсуждение.** Анализ динамики отдельных составляющих энергетического бюджета устрицы в процессе трёхлетнего

выращивания (рис. 1) показал, что их изменения происходят в соответствии с общими закономерностями, установленными для этого и других видов моллюсков [1, 16, 23, 25].

Траты энергии на рост ( $P$ , дж·сут.<sup>-1</sup>) сначала возрастали и, достигнув максимума в конце 1-го года жизни, начинали снижаться (рис. 1), т.е. кривая имеет куполовидный характер. В то же время, её значения были подвержены значительным флуктуациям в течение года, тесно коррелирующие с температурой воды.

Динамика других элементов энергетического баланса устриц имела иной тренд (рис. 1). В онтогенезе с возрастом и увеличением массы тела происходило возрастание трат на энергетический обмен и величины ассимилированной пищи, хотя на отдельных участках кривых наблюдались периоды заметного снижения и увеличения значений этих показателей, связанные с изменением температуры воды (рис. 1).

Анализ показал, что зависимость трат на энергетический обмен ( $Q$ , дж·сут.<sup>-1</sup>) и скорость ассимиляции пищи ( $A$ , дж·сут.<sup>-1</sup>) от сухой массы тела ( $W$ , г) устриц описываются аллометрическим уравнением вида:

$$Y = a X^b \quad (3)$$

где  $X$  – масса тела;  $Y$  – анализируемый параметр ( $Q$  или  $A$ );  $a$  и  $b$  – коэффициенты. Для энергетического обмена ( $Q$ ) значения  $a$  и  $b$  составляли соответственно 201.4 и 0.71 ( $r = 0.88$ ), для скорости ассимиляции пищи – 219.7 и 0.61 ( $r = 0.79$ ). Обращает на себя внимание то, что в уравнении для энергетического обмена значение коэффициента регрессии  $b$  заметно выше, чем для скорости ассимиляции пищи, что указывает на затухающий характер роста моллюсков [5].

Поскольку усвояемость пищи ( $U$ ) равна 0.7 [23], то аналогичным уравнением можно аппроксимировать средние значения скорости потребления пищи ( $C$ , дж·сут.<sup>-1</sup>) в зависимости от сухой массы тела.

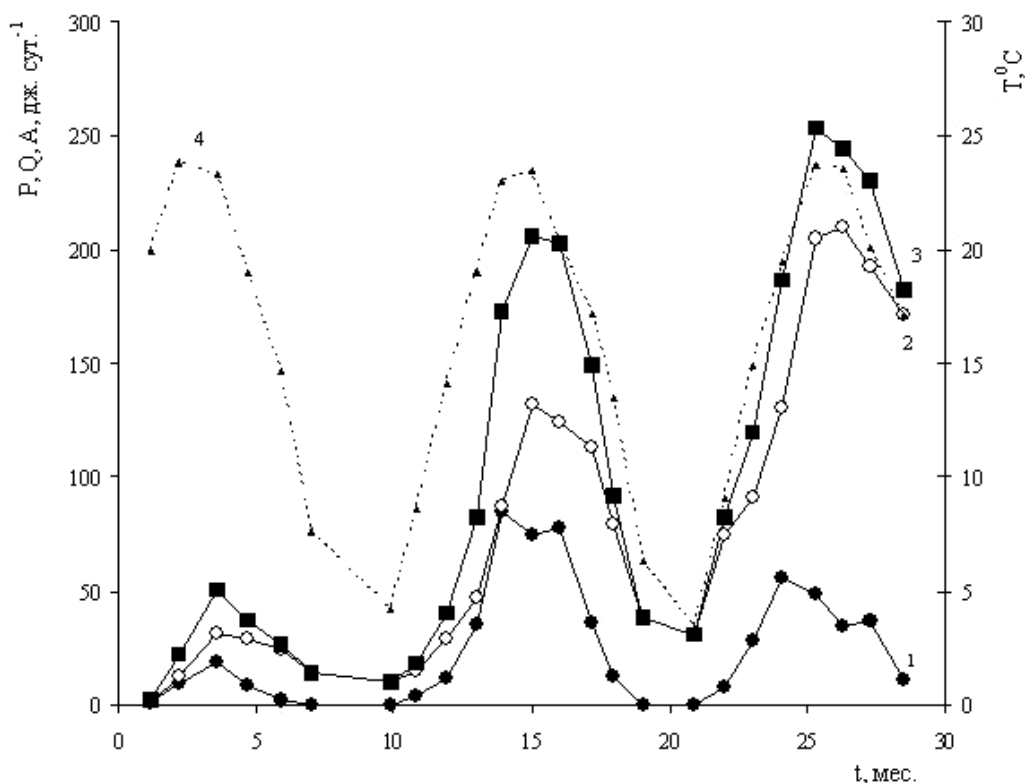


Рис 1 Изменение энергетических трат на рост (1), метаболизм (2) и ассимиляцию пищи (3) у плоской устрицы в онтогенезе (4 – температура воды)  
Fig. 1 Change of the energy spending on growth (1), metabolism (2) and assimilation of food (3) in ontogenesis of flat oyster (4 – water temperature)

Регрессионный анализ показал, что зависимость скорости потребления пищи (рациона) от сухой массы тела выражается уравнением:

$$C = 314,1 \cdot W^{0,61}, n = 24, r = 0,79 \quad (4)$$

Значения параметров уравнений (3 – 5) получены на моллюсках, находящихся на начальной стадии голодания. В то же время известно, что у многих животных происходит возрастание трат на энергетический обмен, связанных с потреблением и усвоением пищи, т.е. имеет место феномен специфического динамического действия пищи (СДДП) [26]. Данных, касающихся *O. edulis*, в литературе нами не обнаружено, однако имеются материалы по СДДП для других видов моллюсков. Например, на съедобной мидии (*Mytilus edulis* L.) показано, что СДДП этого вида может составлять 15 – 23 % [19]. Принимая во внимание весьма близкие значения ряда эколого-физиологических параметров этого вида и плоской устрицы (интенсивность дыхания, фильтрации и

др.) [22 – 24], среднее значение СДДП для устриц можно принять равным 20 %.

Однако при этом необходимо иметь в виду и тот факт, что возрастание интенсивности дыхания после приёма пищи через некоторое время сопровождается его снижением до некоторого стационарного уровня, характерного для стандартного обмена данного вида моллюсков [15]. Кроме того, необходимо учитывать, что процессы дыхания и фильтрации различных видов моллюсков, характеризуются ритмичностью, т.е. сменой периодов активности и покоя [1]. У плоской устрицы ритмичность фильтрации происходит с интервалом близким к 12 – 14 ч [21, 23]. С учётом указанных факторов суточные траты энергии исследуемого вида в среднем могут быть выше приведённых экспериментальных материалов не более чем на 10 %.

Полученные данные касаются скоростей исследованных процессов и представляют собой одномоментные (по терминологии Г. Г. Винберга [3]) значения изменений элементов энергетического баланса плоской устрицы.

Вместе с тем определённый интерес представляют и интегральные (кумулятивные) значения [3] отдельных составляющих балансового уравнения в исследованные периоды онтогенеза данного вида.

Анализ показал, что на 1-ом году жизни удельные траты (%) на энергетический обмен составляли 35.8 %, на прирост соматической (мягкой) ткани и органического вещества рако-

вины – соответственно 20.7 и 12.5 %, а на генеративную продукцию – 1.4 % (рис. 2 А). На 2-м году жизни относительные траты на дыхание (метаболизм) возросли до 48.1 %, на генеративный обмен – до 2.7 %. В то же время энергетические траты на рост соматической ткани и синтез органического вещества раковины уменьшились, соответственно до 12.1 и 7.7 % (рис. 2 Б).

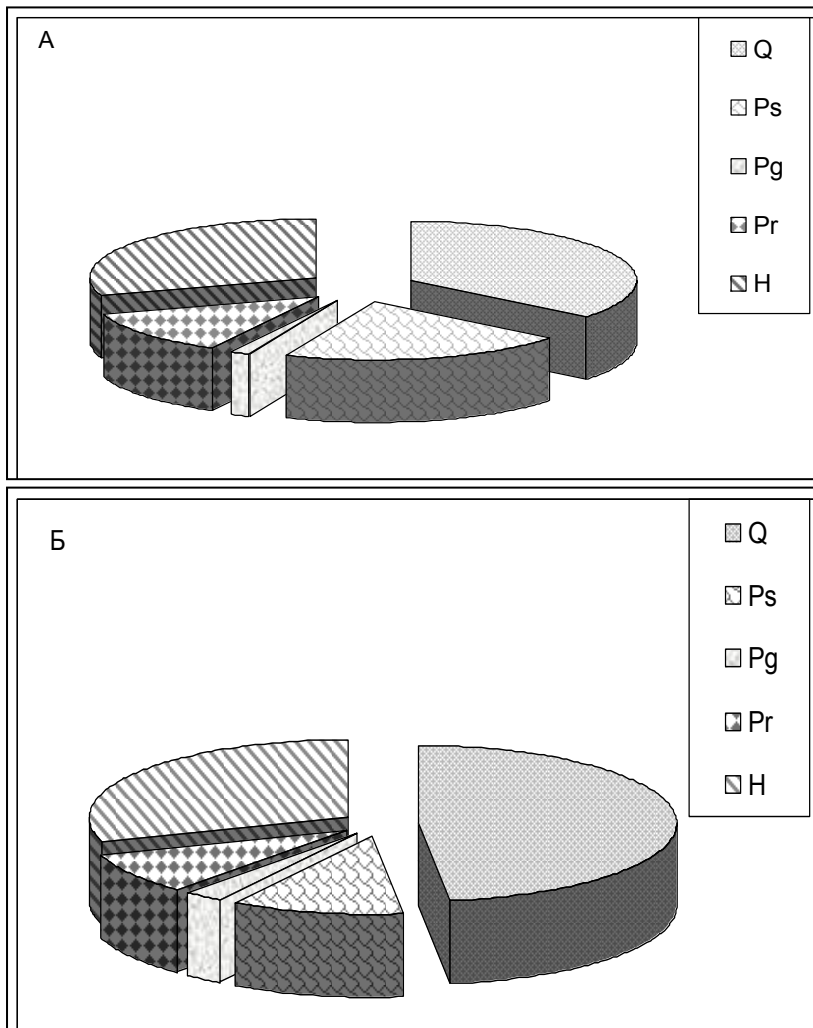


Рис. 2 Изменение кумулятивных трат (%) на энергетический обмен (Q), соматический (Ps) и генеративный (Pg) рост, продукцию органического вещества раковины (Pr) и неусвоенную пищу (H) у плоской устрицы в конце 1-го (А) и 2-го (Б) года жизни  
 Fig. 2 Change of the cumulative spending (%) on energy exchange (Q), somatic (Ps) and generative (Pg) growth, products of organic matter of shell (Pr) and not assimilative food for a flat oyster at the end of 1 (A) and 2 (B) year life

Таким образом, в процессе индивидуального развития устрицы происходит перераспределение трат энергии на процессы жизнедеятельности – относительное их увеличение на метаболизм и генеративную продукцию, при одновременном снижении затрат на пластический обмен (рост соматической ткани и органического вещества раковины периостракума).

В целом аналогичный характер изменения энергетических трат ранее отмечен для популяции *Ostrea edulis* L., обитающей в эстуарии р. Болье (юго-восточное побережье Англии) [23], а также других видов моллюсков [14, 24].

Имеющиеся данные позволили охарактеризовать чистую эффективность роста в онтогенезе плоской устрицы (коэффициент  $K_2$ ).

Наибольшие значения  $K_2$  наблюдались на ранних стадий индивидуального развития, где его значение достигает величины 0.58 (рис. 3). С возрастом и увеличением массы тела чистая эффективность роста имела отчетливую тенденцию к снижению, особенно в поздний осенний и зимний периоды, когда рост устриц полностью останавливался.

В целом с возрастом и увеличением массы тела моллюска наблюдался устойчивый отрицательный тренд  $K_2$ , хотя на отдельных

участках наблюдалось как снижение, так и возрастание его значений, тесно коррелирующих с температурой воды (рис. 3).

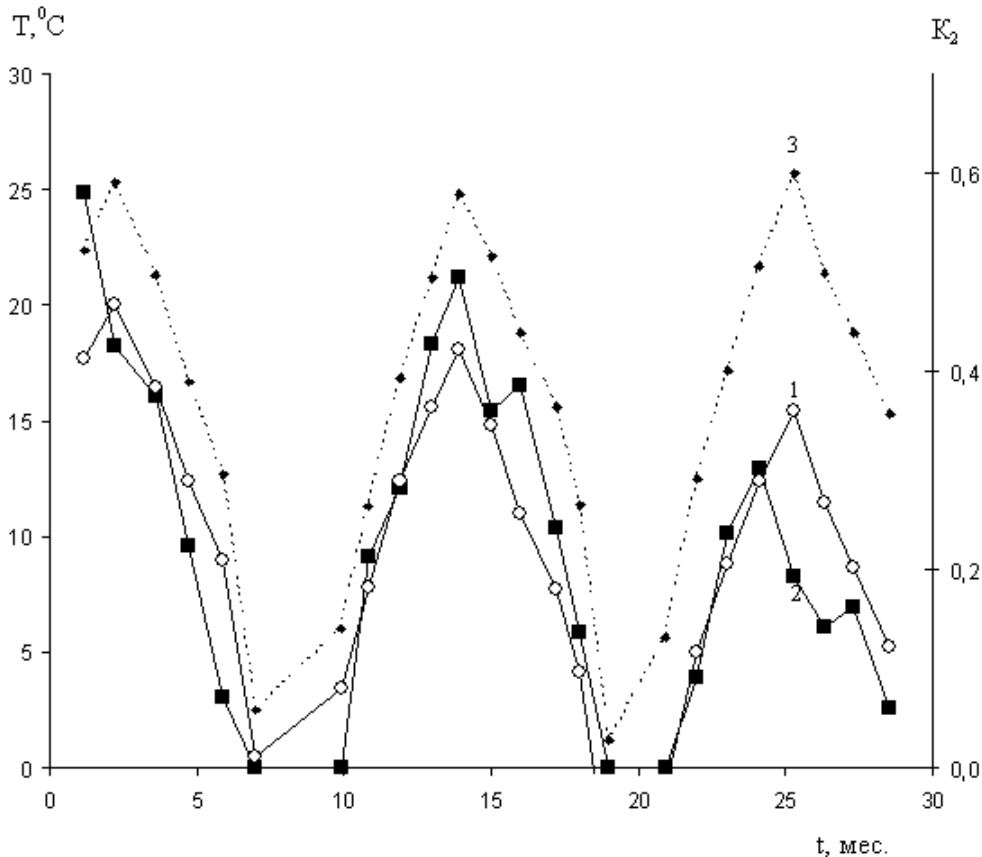


Рис. 3 Динамика чистой эффективности роста ( $K_2$ ) плоской устрицы в онтогенезе: 1 - экспериментальные данные; 2 - теоретическая кривая, рассчитанная по уравнению (3); 3 - температура воды  
 Fig. 3 The dynamics of pure efficiency of growth ( $K_2$ ) of flat oyster in ontogenesis: 1 - experimental data; 2 - theoretical curve, expected on equation (3); 3 - water temperature

Зависимость  $K_2$  от массы тела ( $W$ , дж.) можно выразить степенной функцией вида:

$$K_2 = 0.966 \cdot W^{-0.19}, r = 0.52 \quad (5).$$

В то же время связь  $K_2$  с температурой воды ( $T$ ) в широком диапазоне (-0.2 – 25.3 °C) характеризовалась противоположной тенденцией: с её увеличением значения  $K_2$  возрастали. Связь между ними хорошо описывалась экспоненциальным уравнением:

$$K_2 = 0.027 \cdot e^{0.11 \cdot T}, r = 0.86 \quad (6).$$

Поскольку  $K_2$  зависит от каждой из указанных выше переменных, то эту величину можно представить как функцию этих 2-х переменных.

Следовательно, зависимость между  $K_2$  и массой тела и температурой воды (в указанном выше интервале) можно передать уравнением

множественной регрессии, которое в численной форме имело следующий вид:

$$K_2 = -0.029 - 8.3 \cdot 10^{-6} \cdot W + 0.198 \cdot T, n = 24, RQ = 0.766 \quad (7).$$

где RQ – объединённый коэффициент корреляции.

Как видно на рис. 3, теоретическая кривая изменений  $K_2$  с достаточно высокой степени аппроксимации передаёт эмпирические данные, хотя на отдельных участках наблюдаются заметные отклонения от них расчётных значений. В частности, это наблюдается осенью в начале 2-го года жизни (у 16-месячных особей), когда температуры воды от августа к сентябрю уменьшается. В это время происходило не снижение, а даже некоторая активизация  $K_2$  моллюсков.

Различия между эмпирическими и расчётными значениями также наблюдаются у устриц в конце 2-го года, когда повышение температуры воды между июнем – июлем приводит не к возрастанию, а снижению скорости соматического роста.

По-видимому, указанные отклонения связаны с биологическими особенностями данного вида и обусловлены разными температурными оптимумами для процессов роста и размножения устриц, которые данная модель не учитывает. Это, в свою очередь, и приводит к отклонению теоретических значений от экспериментальных материалов. Но, принимая во внимание достаточно высокий уровень аппроксимации, уравнение (8) в целом можно использовать для оценки значений чистой эффективности роста устриц, располагая при этом лишь сравнительно простыми показателями – изменениями массы тела и температуру воды. Кроме того, зная ростовые показатели и значения  $K_2$ , можно рассчитать все остальные элементы энергетического бюджета данного вида устриц.

На основе полученных данных, были рассчитаны средние кумулятивные значения  $K_2$  для устриц 1-го и 2-го года жизни, которые составляли соответственно 0.356 и 0.261.

Имеющиеся данные также позволяют оценить максимальные значения  $K_2$  исследуемого вида, представляющие интерес для теории биологической продуктивности морских двустворчатых моллюсков [1, 3, 5, 16, 24, 26].

Если в формуле (1), определяющую величину  $K_2$ , числитель и знаменатель разделить на среднюю массу ( $W$ ), то уравнение принимает следующий вид:

$$K_2 = \frac{q_w}{q_w + Q^*} \quad (8)$$

где  $q_w$  – удельная скорость роста,  $Q^*(Q/W)$  – интенсивность энергетического обмена.

В уравнении (9) видно, что  $K_2$  зависит от двух переменных: удельной скорости роста ( $q_w$ ) и интенсивности метаболических процессов ( $Q^*$ ). В то же время хорошо известно, что у моллюсков, как и других видов гидробионтов,

значения  $Q^*$  являются функцией массы тела ( $W$ ) [1, 3, 5, 16, 25]. Величина удельной скорости роста также зависит от растущей массы организма. В частности, анализ имеющихся данных [13] показал, что связь между  $q_w$  и  $W$  описывается аллометрическим уравнением:

$$q_w = (0.019 \pm 0.00024) \cdot W^{-0.57 \pm 0.043}, \quad (9)$$

$n = 24, r = 0.93$

Поскольку  $Q^*$  и  $q_w$  определяются массой тела, очевидно, что значения  $Q^*$  можно выразить через величину  $q_w$ . Следовательно, и изменения  $K_2$  можно описать в виде функции лишь одной переменной –  $q_w$ , причем эта зависимость имеет гиперболический (асимптотический) характер. Ранее на это указывал Г. Г. Винберг [3], который, проведя детальный теоретический анализ уравнения (8), показал, что при некоторых общих условиях для затухающего роста гидробионтов (характерного и для данного вида устриц [5, 13]) значение  $K_2$  стремится к максимальной величине.

Анализ показал, что зависимость между  $K_2$  от  $q_w$  можно описать гиперболической функцией Михаэлиса-Ментен, имеющей вид:

$$K_2 = K_{2\max} \cdot \frac{q_w}{\alpha + q_w}, \quad (10)$$

где  $K_{2\max}$  – теоретически предельное (максимальное) значение  $K_2$ ;  $\alpha$  – константа полунасыщения, при которой  $K_2$  равен  $1/2 K_{2\max}$ .

Расчёты показали, что значения  $K_{2\max}$  и  $\alpha$  соответственно составляли 0.67 и 0.004 (рис. 4).

Таким образом, теоретически максимальная величина  $K_2$  для плоской устрицы в условиях Чёрного моря составляет 0.67. Если же учесть СДДП устриц, то значение  $K_2$  будет несколько ниже. Несложные математические расчёты показывают, что при увеличении энергетических трат на указанные выше 10 %, расчётные значения  $K_{2\max}$  снизятся на 0.04 и составят 0.63. Значения  $K_2$  выше 0.6 приводятся и в работах других авторов. Так, по [18], значения чистой эффективности роста в период личиночного развития у других видов двустворчатых и брюхоногих моллюсков составляли от 62 до 73 %.

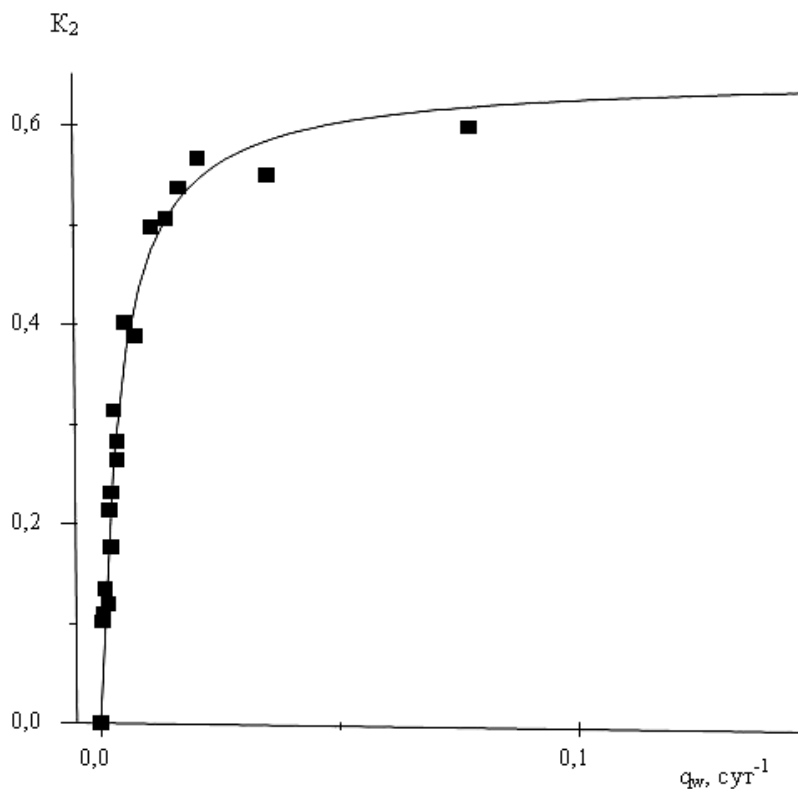


Рис. 4 Зависимость чистой эффективности роста ( $K_2$ ) от удельной индивидуальной продукции ( $q_w$ ) плоской устрицы

Fig. 4 Dependence of pure efficiency of growth ( $K_2$ ) from the specific individual production ( $q_w$ ) of flat oyster

Сопоставление полученных данных с материалами других исследователей показало достаточно хорошее их соответствие. Так, в [27] отмечено, что у личинок плоской устрицы значение  $K_2$  варьирует в пределах 0.68 – 0.80. Близкое к этой величине максимальное значение  $K_2$  равное 0.73 приведено в [17], хотя у этого вида в литературе отмечена и более низкая величина этого коэффициента, например, 0.45 [20].

В этой связи особо следует отметить обзор Кэллоу [16], который, рассматривая эффективность роста многих гомо- и пойкилотермных животных, показал, что на начальных стадиях онтогенеза при благоприятных условиях  $K_2$  может составлять от 0.6 до 0.7.

**Выводы. 1.** В процессе онтогенеза плоской устрицы *Ostrea edulis* L. возрастают удельные кумулятивные траты энергии на метаболизм и генеративный рост, при одновременном снижении трат энергии на рост сома-

тической ткани и синтез органического вещества раковины **2.** Изменения чистой эффективности роста ( $K_2$ ) плоской устрицы тесно коррелируют с температурой воды и массой тела и описываются уравнением множественной регрессии. **3.** Максимальные значения  $K_2$  черноморской устрицы составляют около 0.63 – 0.67, что сопоставимо со значениями этого коэффициента других видов двустворчатых и брюхоногих моллюсков.

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Брегман Ю.Э. Взаимосвязь роста и энергетического обмена некоторых промысловых донных беспозвоночных залива Посьета (Японское море): автор. дисс...канд. биол. наук - Владивосток, 1973. – 23 с
3. Винберг Г. Г. Эффективность роста и продукции водных животных. // Эффективность роста гидробионтов – Гомель, 1986. – С. 20 – 62.
4. Горомосова С. А. Сезонные изменения химического состава черноморской устрицы // Гидробиол. журн. – 1968. – 4, № 3. – С. 74 – 76.
5. Заика В. Е. Балансовая теория роста животных. - Киев: Наук. думка. – 1985. – 191с.
6. Золотницкий А.П. Энергетический баланс и суточные рационы черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.), выращиваемой в контролируемых условиях. // Тез. докл. Междун. симпоз. по совр. проблемам марикультуры в соц. странах. - М.: 1989. – С. 66 – 67.
7. Золотницкий А. П., Орленко А. Н., Крючков В. Г., Сытник Н. А. К вопросу организации крупномасштабного культивирования устриц в озере Донузлав // Труды ЮгНИРО. – 2008. – 46. – С. 48 – 54.

8. Золотницкий А. П., Сытник Н. А. Интенсивность дыхания черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.) // Рыбн. хоз-во Украины. – 2007. – № 5 (52). – С. 20 – 24.
9. Кракатица Т. Ф. Биология черноморской устрицы в связи с вопросами ее воспроизводства // Биологические основы морской аквакультуры. – К.: Наук. думка, 1976. – В. 2. – 79 с.
10. Монин В.Л. Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L.: автореф. дисс.... канд. биол. наук. – Севастополь, 1990. – 24 с.
11. Переладов М.В. Современное состояние популяции черноморской устрицы // Прибрежные гидробиологические исследования. – М: ВНИРО, 2005. – **144**. – С. 254 – 274.
12. Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., Холодов В.И. Воспроизводство черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. как исчезающего вида // Рыбн. хоз-во Украины. – 2002. – № 3-4. – С. 8 – 12.
13. Сытник Н. А., Красноштан С.В. Особенности линейного и весового роста устрицы *Ostrea edulis* L. в озере Донузлав // Рыбн. хоз-во Украины. – 2008. – № 6. – С. 44 – 48.
14. Bayne B. L., Scullard C. An apparent specific dynamic action in *Mytilus edulis* L. // J. mar. biol. Ass. U.K. – 1977. – **57**. – P. 371 – 378.
15. Beiras R., Pérez A., Camacho, Albentosa M. Short-term and long-term alterations in the energy budget of young oyster *Ostrea edulis* L. in response to temperature change // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. – 1995. – **186**, 2. – P. 221 – 236
16. Calow P. Ecology, evolution and energetics: a study in metabolic adaptation // Adv. Ecol. Res. – 1977. – **10**. – P. 1 – 60.
17. Cardoso J.F.M.F., Witte J.I.J., van der Veer H. W. Intra- and interspecies comparison of energy flow in bivalve species in Dutch coastal waters by means of the Dynamic Energy Budget (DEB) theory // J. Sea Res. – 2006. – **56**. – P. 182 – 197.
18. Gabott P.A., Holland D. L. Growth and metabolism of *Ostrea edulis* larvae // Nature. – 1973. – **241**, № 53 – P. 475 – 476
19. Gaffney P. M., Diehl W. J. Growth, condition and specific dynamic action in the mussel *Mytilus edulis* recovering from starvation // Marine Biology. – 1986. – **93**, N 3. – P. 401 – 409.
20. Labarta U., Fernández-Reiriza M. J., Pérez-Camacho A. Energy, biochemical substrates and growth in the larval development, metamorphosis and postlarvae of *Ostrea edulis* (L.) // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1999. – V. 238, № 2. – P. 225 – 242.
21. Morton B. The diurnal rhythm and tidal rhythm of feeding and digestion in *Ostrea edulis* // Biol. J. Lin. Soc. – 2008. – **3**, № 4. – P. 329 – 342
22. Newell K. C., Johnson L. G., Kofoed L. H. Adjustment of the components of energy balance in response to temperature change in *Ostrea edulis* // Oecologia (Berl.). – 1981. – **7**, № 30. – P. 97 – 110.
23. Rodhouse P. G. Energy transformations by the oyster *Ostrea edulis* L. in a temperature estuary // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1978. – **34**, № 1. – P. 1 – 22.
24. Smaal A.C., Vonck A.P., Bakker M. Seasonal variation in physiological energetics of *Mytilus edulis* and *Cerastoderma edule* of different size classes. // J. Mar. Biol. Ass. U.K. – 1997. – **77**, № 3. – P. 817 – 838.
25. Soletchnik P., Gouletquer P., Heral M., Razet D., Geairon P. Evaluation du bilan energetique de l'huitre creuse, *Crassostrea gigas*, en baie de Marennes-Oleron (France). // Aquat. Living ressource. Vivantes. Aquat. – 1996. – **9**, № 1. – P. 65 – 73.
26. Stephen M. S. Specific dynamic action: a review of the postprandial metabolic response // J. Comp. Physiol. – 2008. – **179**, N 1. – P. 1 – 56.
27. Walne P. R. Observations on the influence of food supply and temperature on the feeding and growth of the larvae of *Ostrea edulis* // Min. Agric. Fish. Food. Fish. Invest., UK. - 1965. – Ser. II, № 24. – P. 1 – 45.

Поступила 19 августа 2009 г.

**Енергетичний баланс і чиста ефективність росту плоскої устриці (*Ostrea edulis* L.) Н. О. Ситник, О. П. Золотницький.** Досліджені енергетичний баланс і чиста ефективність росту (коефіцієнт  $K_2$ ) плоскої устриці (*Ostrea edulis* L.) в онтогенезі. Виявлені загальні тенденції змін окремих його компонентів і розподіл енергетичних витрат на індивідуальну продукцію, енергетичний обмін, їжу в процесі зростання, що асимілює в процесі росту. Дана характеристика сезонних змін чистої ефективності зростання, пов'язаних з температурою води і масою тіла, динаміка яких описується рівнянням множинної регресії. Показано, що максимальне значення  $K_2$  для дослідженого виду складає в межах 0.63-0.67.

**Ключові слова:** устриця, енергетичний баланс, зростання, метаболізм, асиміляція, раціон, ефективність.



**Energy balance and pure efficiency of growth of flat oyster (*Ostrea edulis* L.)** N. A. Sytnik, A. P. Zolotnitsky. Energy balance and pure efficiency of growth (coefficient of  $K_2$ ) of flat oyster (*Ostrea edulis* L.) in ontogenesis is investigated. General tendencies of changes of its separate components and distribution of power spending on individual production, power exchange, assimilated and consumed food in the process of growth are found out. Description of seasonal variations of pure efficiency of growth, related to of temperature of water and body mass, dynamics of which are described by equation of multiple regression, is given. It is shown that maximal value of  $K_2$  0.63 - 0.67 makes for the invested species.

**Keywords:** oyster, energy balance, growth, metabolism, assimilation, ration, efficiency.

### ЗАМЕТКА

**Distribution of *Oithona brevicornis* (Copepoda: Cyclopoida) population along the Crimean Coast, the Black Sea [Распространение популяции *Oithona brevicornis* (Copepoda: Cyclopoida) вдоль побережья Крыма, Чёрное море; Розповсюдження популяції *Oithona brevicornis* (Copepoda: Cyclopoida) уздовж узбережжя Криму, Чорне море].** Invader cyclopoid, *Oithona brevicornis* Giesbrecht, 1892 established in the ecosystem of the Sevastopol Bay since autumn, 2005 (Gubanova, Altukhov, 2007). Later, in 2006 – 2008 the species was found regularly in the samples taken at different stations inside the Sevastopol Bay and adjacent bays being the mostly abundant during October – December. However, just single individuals of the invader were found at the station outside the Sevastopol Bay in more than 40 m depth. *O. brevicornis* was not found at three stations in the Balaklava Bay in October, 2008. One year later in October, 2009 the species was quite abundant at the stations outside the Sevastopol Bay, inside the Balaklava Bay and at the stations near Cape Fiolent and Cape Aya. *O. brevicornis* was also present in the samples taken from the piers in Yevpatoria, Yalta and Feodosia (Fig. 1). Thus, we may conclude that *O. brevicornis* spread along the Crimean coast in autumn – winter, 2009. **D. A. Altukhov**, leading engineer (Institute of Biology of the Southern Seas, Sevastopol, Ukraine)

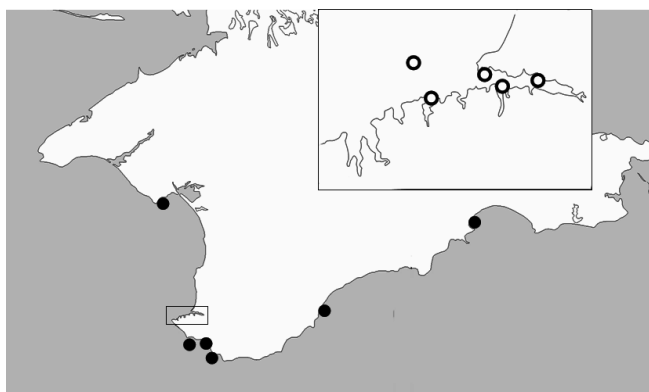


Fig. 1 Distribution of *O. brevicornis* population along the Crimean Coast:

- - Stations within and adjacent to the Sevastopol Bay where the species was found in 2005 – 2009;
- - Stations where the species was found in 2009.

Рис. 1 Распространение популяции *O. brevicornis* вдоль побережья Крыма:

- - станции в Севастопольской бухте и открытом побережье, на которых вид был обнаружен в 2005 – 2009 гг;
- - станции, на которых вид был обнаружен в 2009 г.