

УДК 594.124:591.16.577(262.5)

**З. А. Романова, М. Ф. Нехорошев, А. Ф. Козинцев****ВОЗРАСТ, МАСС-РАЗМЕРНЫЕ И  
БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИЛОВЫХ  
МИДИЙ ИЗ РАЗНЫХ РАЙОНОВ  
ЧЕРНОГО МОРЯ В ПЕРИОД РАЗМНОЖЕНИЯ**

Методике изучения возраста мидий посвящено достаточно много работ. Наиболее полно она изложена в монографии Н. В. Золотарева [5]. Однако в этих работах возраст моллюсков не рассматривается в связи с их линейными размерами и массой створок. Иногда мидии разного возраста могут иметь одинаковую высоту створок и в этом случае критерием возраста может стать их толщина и масса.

Цель работы — определение возраста, сравнение химического состава тканей мидий из разных районов Черного моря в период размножения и установление связи этих параметров с высотой и массой створок.

**Материал и методика исследований.** Материалом для исследования послужила иловая мидия *Mytilus galloprovincialis* из районов Туапсе, Тарханкута, Сак, румынского и болгарского побережья Черного моря. Мидий добывали с глубины 40—50 м с помощью трала Сигсби, с борта НИС «Академик Ковалевский» в июне — июле 1987 г. Все исследования проводили на 4 размерных группах моллюсков — 15, 25, 45 и 60 мм.

Высоту створок измеряли с помощью штанген-циркуля по наибольшему расстоянию от макушки до края раковины. Толщину створок определяли по разрабатанной нами методике с помощью микрометра МК-0,05 мм, закрепленного вертикально на лабораторном штативе. Измерение толщины производили в наиболее выпуклой наружной (она же вогнутая внутренняя) части раковины, куда при горизонтальном положении раковины скатывался шарик. Определяли пол и стадию зрелости гонад. Состояние гонад оценивали по пятибалльной шкале: 1 — пустая неразвивающаяся гонада, 2 — начало формирования, 3 — сформированная, 4 — текущая, 5 — после нереста.

Возраст моллюсков устанавливали по слоям роста на радиальных спицах створок [5, 6].

Сухую массу определяли по 1 мл гомогената мягких тканей в этиловом спирте, высушенного до постоянной сухой массы при температуре 100°C, с последующим пересчетом на массу всего организма. Для исключения влияния пола и стадии зрелости на сухую массу тела одноразмерных моллюсков их брали на одной стадии развития гонад (преднерестовой и нерестовой, 3—4), причем самцов и самок поровну.

Органический углерод и азот определяли на С, Н, N-анализаторе. Белок определяли расчетным путем по азоту, калорийность — по углероду.

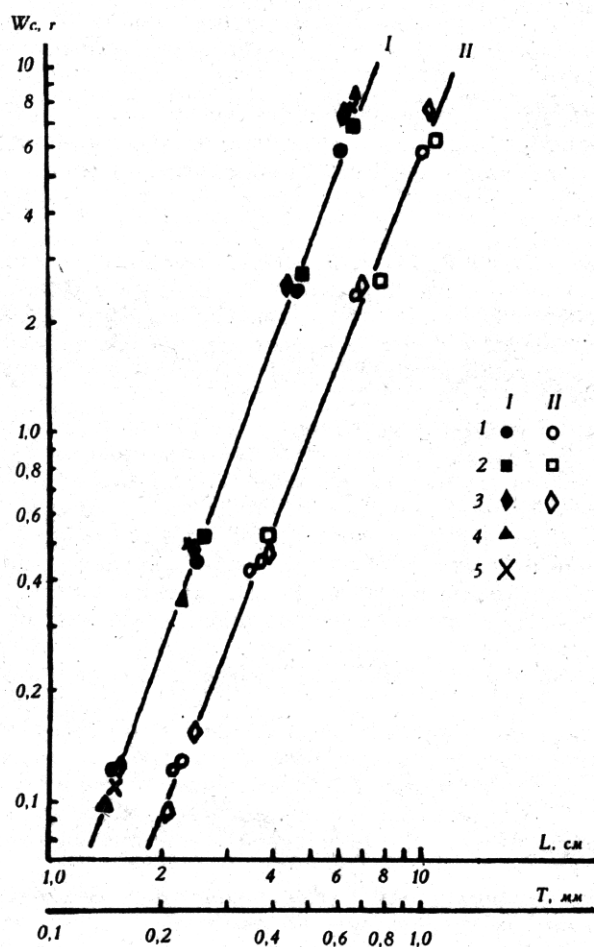
Материал статистически обработан, коэффициенты уравнений получены методом наименьших квадратов на ЭВМ.

## Результаты исследований

Исследования показали, что состав поселений мидий в разных районах несколько различается. В большинстве мест преобладали моллюски размером 1,5—3 см. Однако у румынского побережья отсутствовали мидии размером 1,5—2 см. Самые крупные мидии (7—8 см) встречались в районе м. Тарханкут и у Туапсе. Масса створок мидий тесно коррелирует с их линейными размерами (рис. 1).

Независимо от района, связь между высотой и массой створок описывается общим уравнением (табл. 1, ур. 1).

Толщина створок у одноразмерных мидий из разных мест обитания различается незначительно, что позволило рассчитать для всех районов общее уравнение зависимости массы раковины от ее толщины (см. табл. 1, ур. 2).



1. Зависимость у мидий массы створок ( $W_c$ ) от их высоты ( $L$ ) — I и толщины ( $T$ ) — II: 1 — Варна; 2 — Румыния; 3 — Саки; 4 — Тарханкут; 5 — Туапсе. Каждая точка на графике средняя из 5—20 определений.

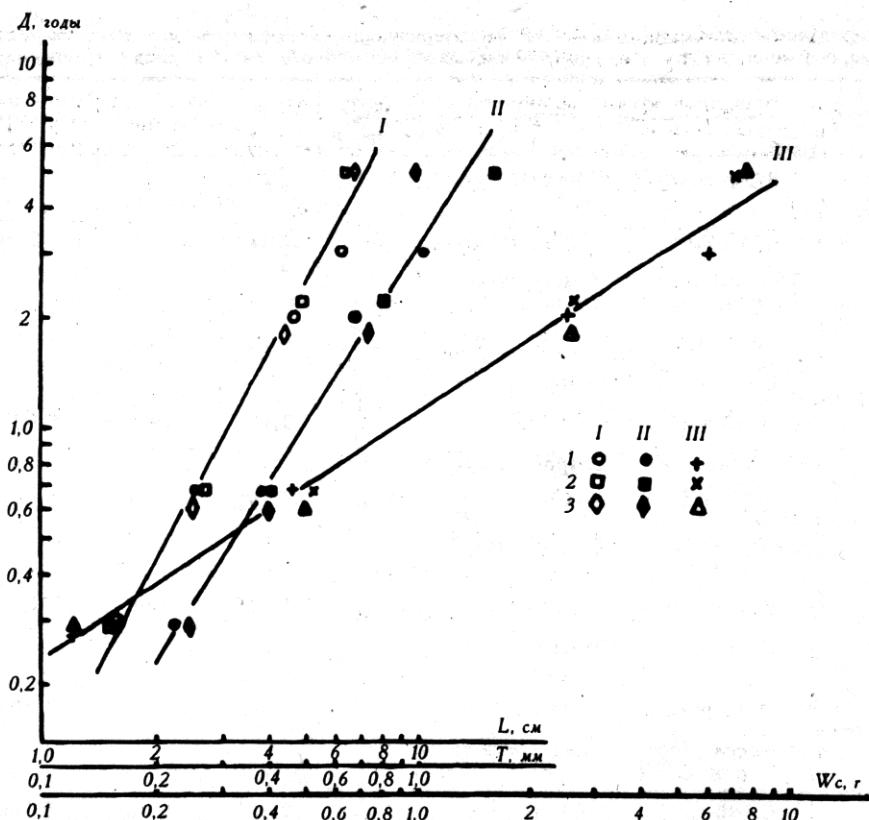
Возраст исследованных мидий, определенный по слоям роста, составлял от 2,5 месяцев до 5,1 года. С возрастом увеличиваются высота, толщина и масса створок. Связь возраста с этими параметрами описывается степенными уравнениями (см. табл. 1, ур. 3—5; рис. 2).

Сухая масса тела зависит главным образом от размеров и общей массы моллюсков. Кроме того, она изменяется в зависимости от стадии зрелости гонад, значительно повышаясь в преднерестовый период и понижаясь после нереста. Съемка, сделанная в короткий период с 11.06 по 29.06 1987 г., позволила собрать мидий из разных мест практически на одной стадии зрелости (преднерестовой и в начале нерестовой). Исключение составили моллюски кавказского побережья (у Туапсе). У

1. Коэффициенты уравнений типа  $y = ax^b$ , характеризующих масс-размерные и возрастные соотношения, соотношения углерода и азота у иловых мидий Черного моря в период размножения

| Номера уравнений | Параметры и пределы их изменений |                        | Количество обработанных мидий | a       | b    | Коэффициент корреляции |
|------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------|------|------------------------|
|                  | x                                | y                      |                               |         |      |                        |
| 1                | Высота, см                       | Масса створок, г       |                               |         |      |                        |
|                  | 1,40-6,44                        | 0,096-8,38             | 156                           | 0,034   | 2,88 | 0,998                  |
| 2                | Толщина створок, мм              | Масса створок, г       |                               |         |      |                        |
|                  | 0,19-1,1                         | 0,098-8,22             | 89                            | 6,435   | 2,67 | 0,933                  |
| 3                | Высота, см                       | Возраст, годы          |                               |         |      |                        |
|                  | 1,53-6,25                        | 0,29-5,1               | 158                           | 0,115   | 1,95 | 0,845                  |
| 4                | Толщина, мм                      | Возраст, годы          |                               |         |      |                        |
|                  | 0,22-1,54                        | 0,29-5,1               | 158                           | 3,287   | 1,64 | 0,896                  |
| 5                | Масса створок, г                 | Возраст, годы          |                               |         |      |                        |
|                  | 0,12-7,30                        | 0,29-5,1               | 158                           | 1,119   | 0,68 | 0,889                  |
| 6                | Высота, см                       | Сухая масса тела, г    |                               |         |      |                        |
|                  | 1,40-6,44                        | 0,013-1,008            | 156                           | 0,0061  | 2,77 | 0,992                  |
| 7                | Масса створок, г                 | Сухая масса тела, г    |                               |         |      |                        |
|                  | 0,096-8,38                       | 0,013-1,008            | 156                           | 0,159   | 0,95 | 0,876                  |
| 8                | Высота, см                       | C, г·экз <sup>-1</sup> |                               |         |      |                        |
|                  | 1,40-6,28                        | 0,0055-0,4365          | 174                           | 0,0026  | 2,77 | 0,893                  |
| 9                | Высота, см                       | N, г·экз <sup>-1</sup> |                               |         |      |                        |
|                  | 1,40-6,28                        | 0,0016-0,1184          | 174                           | 0,00069 | 2,72 | 0,883                  |
| 10               | Масса створок, г                 | C, г·экз <sup>-1</sup> |                               |         |      |                        |
|                  | 0,096-8,38                       | 0,0055-0,4365          | 174                           | 0,065   | 0,95 | 0,829                  |
| 11               | Масса створок, г                 | N, г·экз <sup>-1</sup> |                               |         |      |                        |
|                  | 0,096-8,38                       | 0,0016-0,1184          | 174                           | 0,0165  | 0,94 | 0,787                  |
| 12               | Сухая масса тела, г              | C, г·экз <sup>-1</sup> |                               |         |      |                        |
|                  | 0,018-1,007                      | 0,0055-0,4365          | 174                           | 0,099   | 0,99 | 0,929                  |
| 13               | Сухая масса тела, г              | N, г·экз <sup>-1</sup> |                               |         |      |                        |
|                  | 0,018-1,007                      | 0,0016-0,1184          | 174                           | 0,414   | 1,00 | 0,934                  |

этих мидий весенний нерест уже прошел, гонады находились на 5-й посленерестовой стадии, воспаленные, в состоянии резорбции. Особенно характерно это для мидий старших возрастных групп. Зависимость сухой массы тела от высоты и массы створок рассчитывали для мидий, находя-



2. Связь возраста мидий (Д) с высотой (L) — I, толщиной (T) — II и массой створок ( $W_c$ ) — III: I — Варна; 2 — Румыния; 3 — Саки.

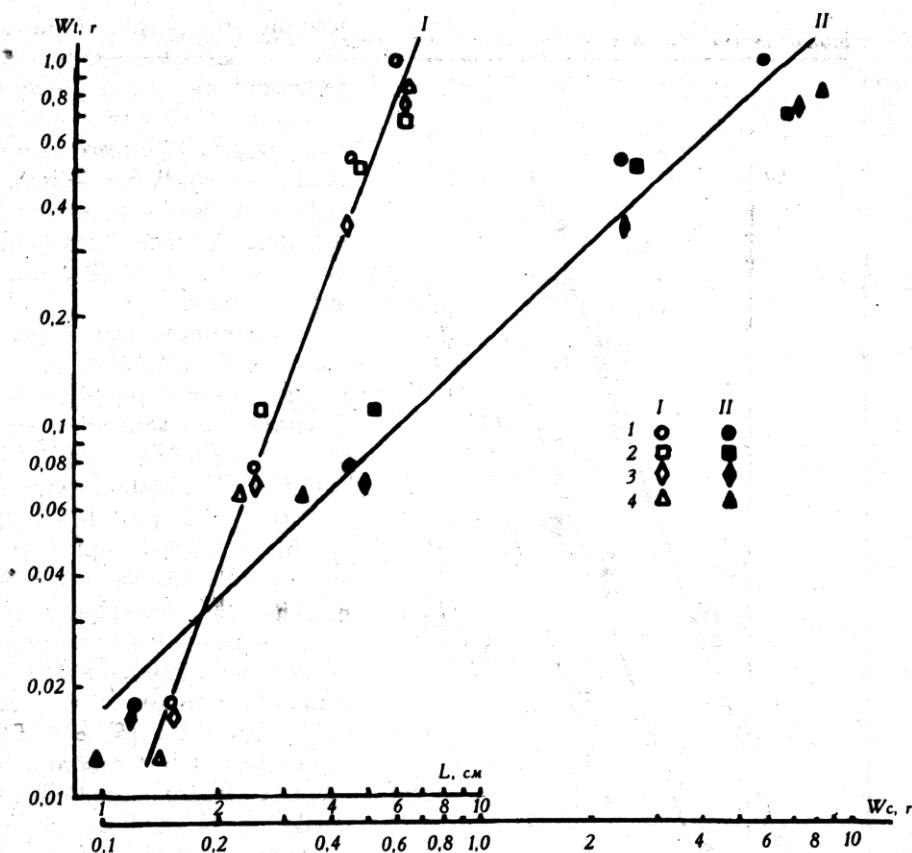
щихся на одной и той же стадии зрелости гонад (см. табл. 1, ур. 6, 7). На обширном материале установлено, что сухая масса мягких тканей у одно-размерных моллюсков практически не зависит от места обитания (рис. 3).

Содержание углерода и азота в теле мидий из разных районов колеблется незначительно (рис. 4). Содержание в теле мидий углерода и азота в зависимости от высоты и массы створок описывается общими уравнениями для всех районов (см. табл. 1, ур. 8—11). Относительные величины содержания углерода в теле моллюсков из разных районов довольно близки — 37,0—43,8 % (табл. 2).

Содержание белка в тканях мидий составляет 58,0—81,9 % сухого вещества. Высокое его содержание у молодых моллюсков свидетельствует об интенсивном синтезе белка в связи с ростом моллюсков. У половозрелых мидий уровень белка в теле также высок, так как он входит в состав половых продуктов.

C/N-отношения изменяются от 3,68 до 5,14. В период нереста количество белка в тканях снижается, отношение C/N увеличивается. Минимальные значения C/N получены для мидий района Туапсе.

Калорийность сухого вещества мягких тканей мидий обследованных районов довольно низкая (3,70—4,45 ккал·г<sup>-1</sup> сухого вещества). Отмече-



3. Зависимость у мидий массы створок ( $W_c$ ) от высоты створок ( $L$ ) — I и их массы ( $W_l$ ) — II: 1 — Варна; 2 — Румыния; 3 — Саки; 4 — Тарханкут.

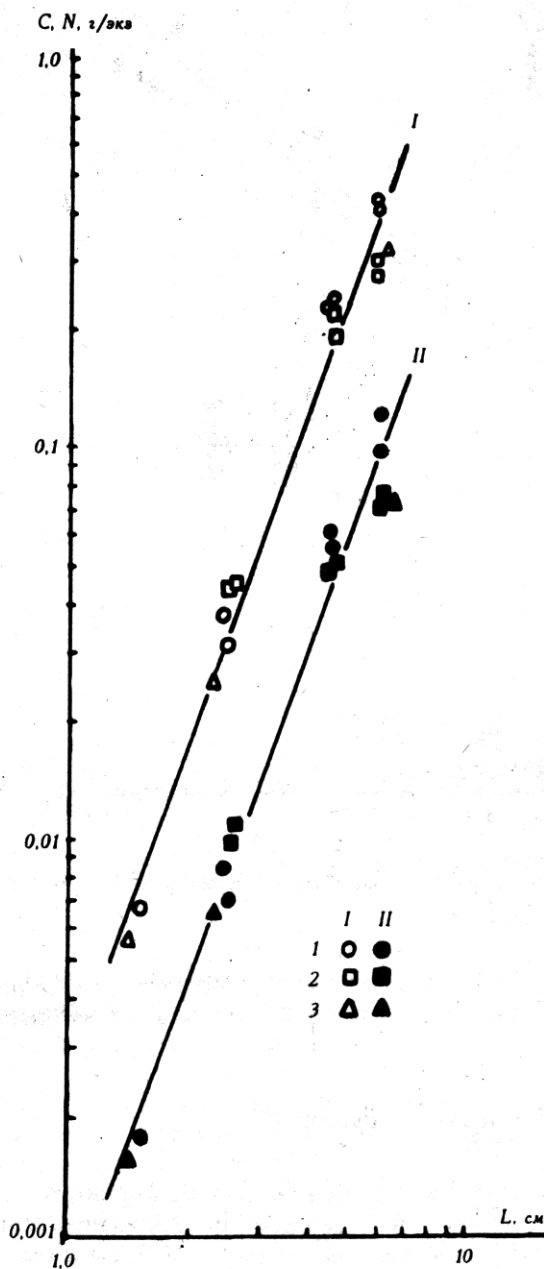
но, что у моллюсков самых младших и самых старших возрастных групп калорийность несколько ниже, чем у моллюсков средних размерных групп.

### Обсуждение результатов исследования

Анализ собранного материала показал, что у румынского и болгарского побережья живая молодь мидий отсутствовала, в донных пробах отмечалось значительное количество мертвых моллюсков размером до 1,5 см. Подобные случаи слабого пополнения поселений мидий молодью в северо-западной части Черного моря из-за неблагоприятных условий отмечались и ранее [8].

Масс-размерные соотношения створок мидий не зависят от места обитания и описываются общими уравнениями (см. табл. 1, ур. 1, 2). Полученные коэффициенты «а» и «b» того же порядка, что и для других двустворчатых моллюсков [5, 14].

Сведения о возрасте моллюсков необходимы при производственных расчетах. Однако определение их возраста сопряжено с большими трудностями и ни одна из используемых методик не позволит сделать это с доста-



4. Зависимость у мидий содержания углерода (C) — I и азота (N) — II от высоты створок (L): 1 — Варна; 2 — Румыния; 3 — Тарханкут.

Полученные относительные величины содержания углерода в теле мидий в нерестовый период (40,3—43,8) вполне сопоставимы с подобными данными для других моллюсков. Так, *M. edulis* в нерестовый период содержит до 43 % углерода от сухой массы мягких тканей [16], *Abra alba* и *Lima hians* — соответственно до 40,1 и 40,6 % [9,10]. Содержание угле-

точной точностью. Применяемая нами методика [5] дает ошибку от 0,5 у молодых и до 1—2 лет у взрослых мидий. Помимо колец роста, необходимо использовать данные о высоте, толщине и массе створок, что повышает надежность определения.

Зависимость сухой массы мягких тканей от высоты створок в период исследования описывается уравнением параболы со степенным коэффициентом, близким к 3 (см. табл. 1, ур. 6), что характерно для всех видов моллюсков [5, 6, 14, 15]. Коэффициент «а» для разных видов моллюсков изменяется в более широких пределах — от 0,002 до 0,08 [5, 6, 15]. Известно, что у одноразмерных моллюсков сухая масса мягких тканей в преднерестовый период может увеличиваться более чем в два раза по сравнению с показателем в период покоя [7, 9, 10, 14, 15]. Это влечет за собой увеличение коэффициента «а» в уравнениях зависимости сухой массы мягких тканей от высоты створок в преднерестовый период по сравнению с уровнем в посленерестовый. Таким образом, полученные нами величины коэффициента «а» могут быть охарактеризованы как максимальные, так как рассчитаны для мидий, приступающих к размножению.

## 2. Содержание углерода, азота, белка и калорийность сухого вещества мягких тканей мидий

| Район и дата сбора    | Высота, см  | Сухая масса тканей, г | Содержание, % сухой массы тканей |              |              | C/N  | Калорийность, ккал/г |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|--------------|--------------|------|----------------------|
|                       |             |                       | C                                | N            | белок        |      |                      |
| Туапсе<br>6.06.87     | 1,47 ± 0,07 | 0,012 ± 0,002         | 41,37 ± 1,53                     | 13,11 ± 0,59 | 81,94 ± 3,69 | 3,68 | 4,14                 |
|                       | 2,42 ± 0,11 | 0,051 ± 0,006         | 42,54 ± 0,49                     | 11,36 ± 0,05 | 71,00 ± 0,31 | 4,37 | 4,25                 |
|                       | 6,39 ± 0,59 | 0,472 ± 0,150         | 39,20 ± 0,17                     | 12,15 ± 0,28 | 75,94 ± 1,75 | 3,74 | 3,92                 |
| Тарханкут<br>11.06.87 | 1,40 ± 0,03 | 0,013 ± 0,002         | 42,63 ± 0,50                     | 12,04 ± 0,57 | 75,25 ± 3,56 | 4,15 | 4,26                 |
|                       | 2,32 ± 0,03 | 0,056 ± 0,008         | 44,47 ± 0,87                     | 11,61 ± 0,07 | 72,56 ± 0,44 | 4,47 | 4,45                 |
|                       | 6,28 ± 0,22 | 0,700 ± 0,200         | 44,24 ± 0,33                     | 10,29 ± 0,51 | 64,31 ± 3,19 | 5,01 | 4,42                 |
| Варна<br>24.06.87     | 1,53 ± 0,04 | 0,018 ± 0,001         | 37,02                            | 10,03 ± 0,42 | 62,69 ± 2,62 | 4,34 | 3,70                 |
|                       | 2,49 ± 0,06 | 0,077 ± 0,009         | 43,84 ± 0,98                     | 9,98 ± 0,51  | 62,37 ± 3,17 | 5,14 | 4,38                 |
|                       | 4,57 ± 0,04 | 0,536 ± 0,085         | 42,70 ± 0,35                     | 10,70 ± 0,12 | 66,88 ± 1,19 | 4,67 | 4,27                 |
|                       | 6,05 ± 0,07 | 1,008 ± 0,200         | 42,26 ± 1,26                     | 10,57 ± 0,53 | 66,06 ± 3,29 | 4,68 | 4,23                 |
| Румыния<br>29.06.87   | 2,59 ± 0,09 | 0,111 ± 0,050         | 40,42 ± 0,61                     | 9,27 ± 0,63  | 57,94 ± 3,94 | 5,08 | 4,04                 |
|                       | 4,73 ± 0,14 | 0,506 ± 0,100         | 41,19 ± 0,87                     | 9,59 ± 0,70  | 59,94 ± 4,38 | 5,03 | 4,12                 |
|                       | 6,15 ± 0,10 | 0,726 ± 0,140         | 39,45 ± 1,21                     | 9,94 ± 1,05  | 62,13 ± 6,95 | 4,63 | 3,95                 |

рода в тканях снижается после нереста, а также в осенне-зимний период [9,10, 16].

Как было показано для многих моллюсков, содержание белка в мягких тканях максимально в преднерестовый и в начале нерестового периода. У *M. edulis* его содержание в это время составляет от 43 [16] до 73 % [12] сухой массы тела, у *M. galloprovincialis* — от 52 до 68,7 % [2, 3], у *A. alba* и *L. hians* — соответственно 69 и 67,7 % [9,10]. Согласно нашим данным содержание белка половозрелых мидий в начале нереста составляет 60—73 % сухой массы тела. Однако высокие показатели содержания белка (71—75,9 %) получены и у отнерестившихся мидий в районе Туапсе. В данном случае относительное увеличение содержания белка при расчете на сухое вещество может быть объяснено не действительным его повышением, а уменьшением содержания углеводов в тканях отнерестившихся моллюсков [3].

Максимальные показатели C/N-отношения наблюдаются у моллюсков в летний период перед нерестом — 4,5, минимальные в зимний период — 3,8 [9,10]. Однако уменьшение или увеличение C/N-отношения иногда может быть и не связано с нерестом. Так, у *M. edulis* C/N-отношение в пе-

риод нереста (май) составляет 4,5—5,0, в то время как в июле—августе этот показатель увеличивается до 6, а в зимний период снижается до 3,8—4,0 [16]. Снижение уровня С/Н-отношения в зимний период может быть связано с уменьшением энергетических резервов (гликогена), как это было отмечено ранее для *M. edulis* из Балтийского моря [13, 17]. Возможно, уменьшением энергетических резервов можно объяснить некоторое снижение показателей С/Н-отношений у отнерестившихся мидий в районе Туапсе. В других местах эти отношения довольно высоки (4,5—5,1), что, как было показано выше [9, 10, 16], характерно для моллюсков в нерестовой период.

Полученные величины калорийности тканей мидий (3,7—4,5 ккал·г<sup>-1</sup> сухого вещества) несколько ниже известных в литературе. Калорийность *M. edulis* (побережье северного Уэльса, Англия) составляет 4,92 ккал·г<sup>-1</sup> сухого вещества [12]. У черноморских мидий Керченского пролива калорийность тканей изменяется от 3,12 до 5, а для района Севастополя (бухта Казачья) — 3,9—5,5 ккал·г<sup>-1</sup> сухого вещества, достигая максимума к нерестовому периоду [3, 7]. Таким образом, калорийность иловых мидий несколько ниже, чем ракушечниковых [2, 3] и скальных [7].

### Выводы

1. На обширном материале показано, что независимо от места обитания содержание сухого вещества, органического углерода и азота в теле одноразмерных мидий, находящихся на одних стадиях репродуктивного цикла, практически одинаково.

2. Полученные зависимости могут быть предложены как экспресс-метод расчета по линейным размерам и массе створок некоторых продукционных характеристик популяций черноморских иловых мидий.

\*\*\*

*Визначено вміст сухої речовини органічного вуглецю та азоту в тілі мідій із мулових поселень у період розмноження в різних районах Чорного моря. Встановлено тісну кореляцію цих параметрів з лінійними розмірами та масою стулук. Показано, що незалежно від місця поселення вміст сухої речовини органічного вуглецю та азоту в тілі однорозмірних мідій, що перебувають на однакових стадіях репродуктивного циклу, практично однаковий. Визначено зв'язок між віком мідій та висотою, товщиною і масою їх стулук.*

\*\*\*

*The content of dry substance, organic carbon and nitrogen in the body of *Mytilus galloprovincialis* from mud settlements in the period of their reproduction from different regions of the Black Sea is determined. A tight correlation of these parameters with linear sizes and weight of valves is established. It is shown that irrespective of the habitat the content of the dry substance, Organic carbon and nitrogen in the body of one-size *M. galloprovincialis* at similar stages of reproduction cycle is practically the same. Age of *M. galloprovincialis* is shown to correlate with height, thickness and weight of valves.*

\*\*\*

1. Алимов А.Ф., Голиков А.Н. Некоторые закономерности соотношения между размерами и весом у моллюсков // Зооб. журн. — 1974. — 53, № 4. — С. 517—530.
2. Горомосова С.А. Годовые и сезонные изменения веса тела, химического состава и калорийности черноморских мидий // Тр. Аз ЧерНИРО. — 1968. — Вып. 27. — С. 103—111.
3. Горомосова С.А. Сезонная динамика химического состава черноморской мидии // Тр. АзЧерНИРО. — 1969. — Вып. 26. — С. 173—180.
4. Зашка В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К. Митилиды Черного моря. — Киев : Наук. думка, 1990. — 205 с.
5. Золотарев В.Н. Склеро-хронология черноморских двустворчатых моллюсков. — Киев : Наук. думка, 1989. — 125 с.

6. Иванова Л.М. Связь размерных и весовых показателей у каспийских моллюсков-среднеземноморских вселенцев // Гидробиол. журн. — 1969. — 5, № 2. — С. 52—56.
7. Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И. Экологическая энергетика черноморской мидии // Биоэнергетика гидробионтов. — Киев : Наук. думка, 1990. — С. 32—72.
8. Шурова Н.М. Состояние естественных поселений мидий северо-западной части Черного моря // Экология моря. 1989. — № 32. — С. 64—68.
9. Ansell A.D. Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Abra alba* from the Clyde Sea Area // Mar. Biol. — 1974. — 25, № 1. — P. 13—20.
10. Ansell A.D. Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Lima hians* from the Clyde Sea Area // Mar. Biol. — 1974. — 27, № 2. — P. 115—122.
11. Bressan M., Marin M.G. Seasonal variation in biochemical composition and condition index of cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Imk) in the Lagoon of Venice (North Adriatic) // Aquaculture. — 1985. — 48, № 1. — P. 13—21.
12. Dare P.J., Edwards D.B. Seasonal changes in Flesh weight and Biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L) in the conwy Estuary, North Walles // J. exp. mar. Biol. Ecol. — 1975. — 18, № 2. — P. 89—97.
13. De Zwaan A., Zandee D.J. Body Distribution and seasonal changes in the glycogen content of the common sea mussel *Mytilus edulis* // Comp. Biochem. Physiol. — 1972. — 43, № 1 a. — P. 53—58.
14. Griffiths C.L., King J.A. Energy expended on growth and gonad output in the ribbed mussel *Aulacomya ater* // Mar. Biol. — 1979. — 53, № 3. — P. 217—222.
15. Jorgensen C.B. Growth efficiencies and factors controlling size in some Mytilid Bivalves, especially *Mytilus edulis* L. : Review and interpretation // Ophelia. — 1976. — 15, № 2. — P. 175—192.
16. Rodhouse P.G., Roden C.M., Hensey M.P., Ryan T.H. Resource allocation in *Mytilus edulis* on the shore and in suspended culture // Mar. Biol. — 1984. — 84, № 1. — P. 27—34.
17. Zandee D.J., Kluytmans J.H., Zurburg W., Pieters H. Seasonal variation in biochemical composition of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis // Netherlands Journ. of Sea Research. — 1980. — 14, № 1. — P. 1—29.