

УДК 594.124:577.1

С. А. Щербань

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ИНДЕКСОМ РНК/ДНК, СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА И СУХОЙ МАССОЙ У МИДИЙ В УСЛОВИЯХ КРАТКОВРЕМЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Рибонуклеиновые кислоты (РНК) являются необходимым компонентом при синтезе белка, поэтому многие авторы утверждают, что содержание РНК в данный момент (период) жизни отражает скорость синтеза белка: чем выше содержание РНК, тем выше скорость синтеза [3, 4, 6, 7]. Наиболее четко эта закономерность проявляется у молодых и быстрорастущих организмов и у животных, находящихся на самых ранних стадиях онтогенеза [4, 7, 13]. Концентрация РНК у многих организмов также тесно связана со скоростью роста. К примеру, такая взаимосвязь описана для микроорганизмов [10], некоторых насекомых [5, 9], амфипод *Orchestia platensis* [12], копепод *Euchaeta elongata*, *Artemia salina* [6], некоторых креветок и других ракообразных [13]. За скорость роста принималось, как правило, увеличение сухой массы тела за определенный промежуток времени. Однако некоторые исследователи [6, 11] пришли к выводу, что концентрация РНК не всегда может быть использована для определения скорости роста, так как наблюдается значительный разброс числовых значений этого показателя среди особей как одного, так и разных видов. Если иметь в виду, что изменения суммарного количества ДНК в тканях незначительны по сравнению с таковыми РНК, то представляется наиболее удачным использование соотношения РНК/ДНК в качестве стабильного показателя белкового синтеза.

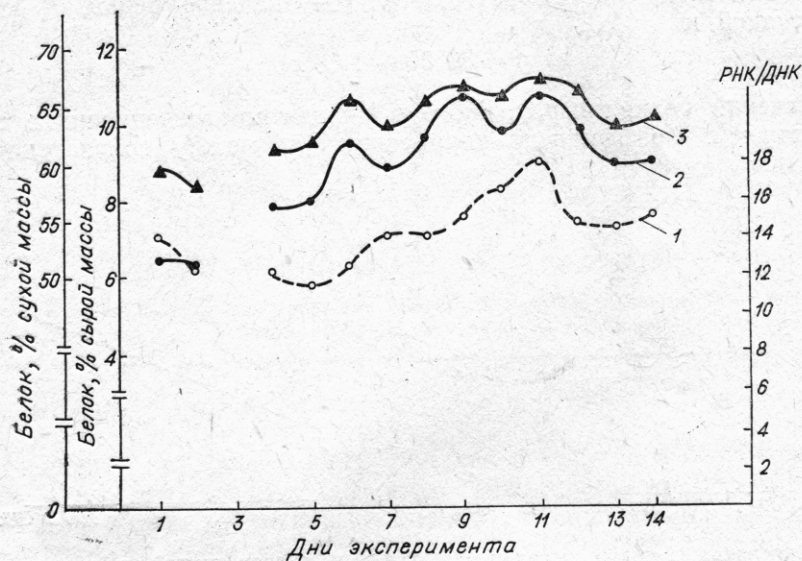
Кроме РНК, для характеристики скорости роста организмов применяются и такие биохимические показатели, как содержание белка, соотношения белок/сухая масса, РНК/сухая масса, РНК/белок [4, 6, 8, 10]. Имеются также единичные работы, выполненные на двустворчатых моллюсках (американская устрица) и личинках рыб, в которых авторы используют соотношение РНК/ДНК в качестве индекса голодания [4, 8].

В связи с изложенным представляет большой интерес выявление зависимостей между индексом РНК/ДНК и содержанием белка, сухой массой и суммарным содержанием РНК, а также между изменением сухой массы и индексом РНК/ДНК у других видов, в частности у двустворчатых моллюсков, обитающих в Черном море.

Цель настоящей работы — установление корреляции между указанными показателями у черноморских мидий в условиях эксперимента.

Материал и методика исследований. В качестве объекта исследований использованы неполовозрелые особи мидий из природных популяций, населяющих жесткие грунты в бухте Казачьей (район Севастополя). Общее количество моллюсков, используемых в эксперименте — 170 экз. Животных подбирали с учетом максимального сходства по длине и массе. Длина тела в среднем составляла $20,0 \pm 1,0$ мм. Для определения начальной общей сырой и сухой массы мягких тканей из общего количества было изъято 30 экз. Сырая масса этих моллюсков.

составляла $1,490 \pm 0,024$ г, сухая масса тканей — $0,055 \pm 0,004$ г. Остальные 140 экз. содержали в проточной аквариальной системе при температуре воды $17-19^\circ\text{C}$ на естественном корме и последовательно подвергали анализу в течение последующих тридцати суток (на 1, 3, 5, 7-й и т. д. дни наблюдений). Общая продолжительность эксперимента — 31 сут.



1. Изменения в содержании белка и динамика индекса РНК/ДНК в процессе эксперимента: 1 — РНК/ДНК; 2 — белок, % сухой массы тела; 3 — белок, % сырой массы тела.

Относительное содержание белка в сырой и сухой массе мягких тканей определяли биуретовым методом, индекс РНК/ДНК — по методу, описанному ранее [2], с некоторыми видоизменениями [1].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты лабораторного эксперимента представлены в таблице и на рис. 1—4. Динамика относительного содержания белка (в сырой и сухой массе) имеет сопряженный характер, с тремя выраженными максимумами на 12-й (белок составляет 61,57 % сухой и 10,57 % сырой массы ткани), 19-й (65,90 % сухой и 10,91 % сырой массы) и 24-й (66,07 % сухой и 11,12 % сырой массы) дни (таблица). К концу эксперимента (26, 29 и 31-й дни) содержание белка снизилось до 9,96 % сырой (59,97 % сухой) массы, что все же выше, чем в начале эксперимента.

Анализ динамики содержания белка, таким образом, выявил тенденцию к постепенному возрастанию начиная с величины, полученной на 3-й день эксперимента, до максимума, достигнутого на 24-й день.

Характер изменений индекса РНК/ДНК имеет ту же тенденцию к увеличению, что и белок, только с одним выраженным максимумом — 18,06 усл. ед. на 24-й день. Общий интервал изменений индекса РНК/ДНК составляет 12,14—18,06 усл. ед.

Минимальные значения указанных показателей приходятся на 3-й день наблюдений: 8,40 % сырой (51,11 % сухой) массы составляет белок и 12,14 усл. ед. — РНК/ДНК. Высокие и близкие по значению величины содержания белка получены на 19, 22 и 24-й дни — соответственно 65,9, 62,55 и 66,07 % сухой массы. Индекс РНК/ДНК в эти дни эксперимента также высок и равен соответственно 15,16, 16,68 и

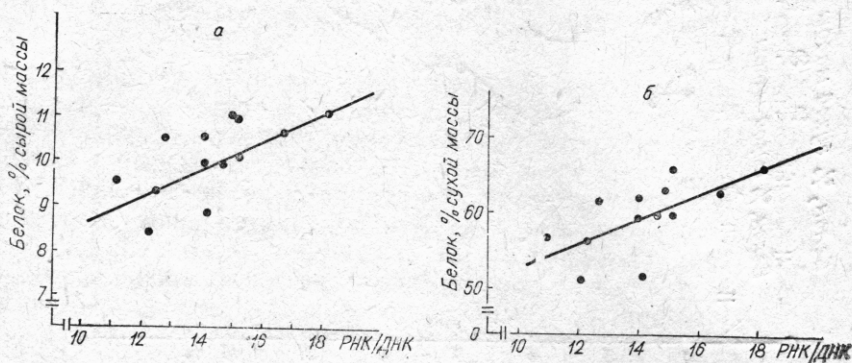
18,06 усл. ед. Таким образом, при сопоставлении величин относительного содержания белка и индекса РНК/ДНК прослеживается определенная коррелятивная связь. Графическое выражение зависимости представлено на рис. 2. Рассчитаны уравнения линейной регрессии:

$$y = 5,84 + 0,29 x, \quad (1)$$

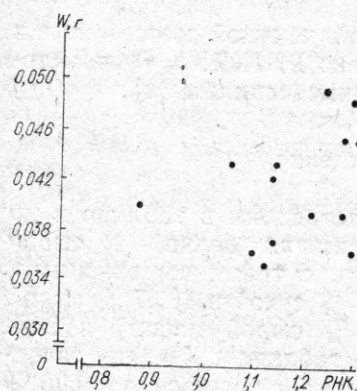
где x — значения индекса РНК/ДНК; y — значение белка, % сырой массы тканей, и

$$y = 36,05 + 1,66 x \quad (2)$$

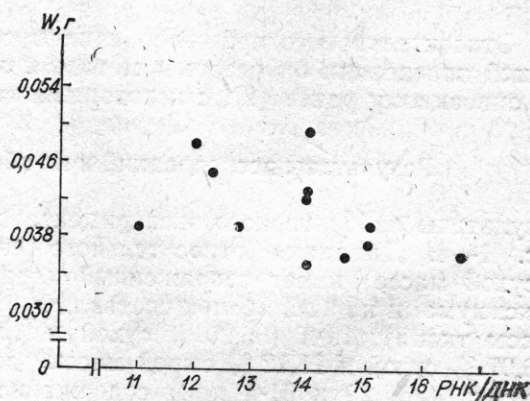
для значений белка, выраженного в процентном отношении к сухой массе тканей. Коэффициент корреляции (r) между показателями в



2. Корреляция между содержанием белка в тканях мидий и индексом РНК/ДНК: а — белок, % сырой массы; б — белок, % сухой массы.



3. Зависимость сухой массы тканей от содержания РНК.



4. Зависимость сухой массы тканей от величины индекса РНК/ДНК.

уравнении (1) равен 0,74, в уравнении (2) — 0,67. Оба коэффициента достоверны при уровне значимости $p=0,01$.

Полученные в ходе эксперимента величины сухой массы тела мидий и содержания в нем РНК представлены на рис. 3, а зависимость сухой массы от изменений величин индекса РНК/ДНК — на рис. 4. Наблюдается достаточно большой разброс числовых данных, не позволяющий говорить о прямой положительной корреляции между двумя изменяющимися признаками (величина r в первом случае равна 0,29).

Биохимические показатели мидий в условиях кратковременного эксперимента

Дни опыта	РНК, % сухой массы	РНК/ДНК	Белок	
			% сырой массы	% сухой массы
1	1,25±0,032	14,08±0,376	8,82±0,261	51,55±1,003
3	1,30±0,059	12,14±0,530	8,40±0,116	51,11±1,226
5	—	—	—	—
8	1,28±0,059	12,35±0,219	9,34±0,160	56,17±1,580
10	1,06±0,033	11,08±0,592	9,50±0,169	56,66±0,861
12	0,89±0,028	12,73±0,178	10,57±0,284	61,57±1,075
15	1,15±0,027	14,06±0,479	9,93±0,245	59,38±1,019
17	1,14±0,050	14,00±0,606	10,55±0,276	62,02±1,030
19	1,23±0,035	15,16±0,646	10,91±0,115	65,90±1,237
22	1,11±0,030	16,68±0,462	10,66±0,153	62,55±0,893
24	1,28±0,038	18,06±0,315	11,12±0,178	66,07±1,081
26	1,13±0,044	14,02±0,411	11,03±0,260	62,93±1,050
29	1,31±0,027	14,63±0,572	9,96±0,136	59,97±1,000
31	1,15±0,035	15,12±0,560	10,10±0,170	59,92±1,360

Примечание. Начало эксперимента—05.06; в каждый день опыта исследовали 10 животных; знак «—» означает отсутствие данных из-за погрешности эксперимента.

Заключение

Сопоставление полученных биохимических показателей белкового роста мидий позволяет сделать вывод о существовании положительной корреляции между величинами индекса РНК/ДНК и содержанием белка в тканях в условиях лабораторного эксперимента.

*

В умовах короткочасного експерименту (30 діб) проаналізовано основні показники білкового росту мідій *Mytilus galloprovincialis*: суху масу тканин (загальну), вміст білка в % сирої та сухої маси, концентрацію РНК, індекс РНК/ДНК та їх динаміку. Встановлено кореляцію між вмістом білка в тканинах та індексом РНК/ДНК: коефіцієнт кореляції дорівнює 0,74. Розраховано рівняння лінійної регресії для зазначених показників: $y = 5,84 + 0,29 x$.

*

The values of basic indices of protein growth of mussels *Mytilus galloprovincialis*: dry weight of tissues (total), protein content in % of fresh and dry weight, RNA concentration, RNA/DNA index and their dynamics have been analyzed under conditions of short-term experiment (30 days). A correlation is established between protein content in mussel tissues and RNA/DNA index ($r=0.74$). The linear regression equation is calculated for the above indices: $y = 5.84 + 0.29 x$.

*

1. Дивавин И. А. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря.— 1980.— Вып. 2.— С. 48—51.
2. Нечаева Е. П. К методике определения нуклеиновых кислот в молодых зеленых растениях // Физиология растений.— 1966.— Вып. 5, № 3.— С. 919—921.
3. Brachet J. K. The biological role of ribonucleic acid.— New York: Elsevier, 1960.— 144 p.
4. Buckley L. Y. Changes in RNA, DNA and protein during ontogenesis in winter flounder (*P. americanus*) and effect of starvation // Fish. Bull.— 1980.— 77.— P. 703—708.
5. Church R. G., Robertson F. W. A biochemical study of the growth of *Drosophila melanogaster* // J. Exp. Zool.— 1966.— 162.— P. 337—352.
6. Dagg M. J., Littlepage J. L. Relationships between growth rate and RNA, DNA, protein and dry weight in *Artemia salina* and *Euchaeta elongata* // Mar. Biol.— 1972.— 17, N 2.— P. 162—170.
7. Dunlop David S., Bodony Richard, Lajtha Abel. RNA concentration and protein synthesis in rat brain during development // Brain Res.— 1984.— 294, N 1.— P. 148—151.

8. Hetzel Erich W., Wright David A. The use of RNA/DNA ratios as an indicator of nutritional stress in the american oyster, *Crassostrea virginica* // *Estuaries*.— 1983.— 6, N 3.— P. 259—265.
9. Lang C. A., Lau H. Y., Jefferson D. J. Protein and nucleic acid changes during growth and agind in the mosquito // *Biochem. J.*—1965.—95.— P. 372—377.
10. Leick V. Ration between contents of DNA, RNA and protein in different microorganisms as a function of maximal growth rate // *Nature*.— 1968.— 217, N 5134.— P. 1153—1155.
11. Pease A. K. The use of estimates of ribonucleic acid to predict the growth rates of zooplankton organisms // *Thesis Univ. of British Columbia*.—1968.— Vancouver, B. C.— P. 107—109.
12. Sutcliffe W. H., Jr. Wrowth estimates from ribonucleic acid content in some small animals // *Limnol. Oceanogr.*— 1965.— 10 (Supl.).— P. 253—258.
13. Sutcliffe W. H., Jr. Relationship between growth rate and ribonucleic acid concentration in some invertebrates // *J. Fish. Res. Br.*— 1970.— 27, N 3.— P. 606—609.

Институт биологии южных морей АН Украины,
Севастополь

Поступила 06.05.89

УДК 591.524.16:594.12:591.471.24:591.12

И. О. Алякринская

РАСТВОРЕНИЕ ГИПОСТРАКУМА РАКОВИНЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ БЕЛОМОРСКОЙ МИДИИ В УСЛОВИЯХ ПОЛНОГО ОПРЕСНЕНИЯ

Мидия *Mytilus edulis* L. характеризуется большой выносливостью в условиях низкой солености морской воды. Обитая на отдельных участках литорали Белого моря в устьях рек и ручьев, моллюск регулярно испытывает влияние значительного опреснения окружающей среды. Вынослива мидия и непосредственно в пресной воде, выживая в ней до 9—13 суток [6, 8].

Высокая жизнестойкость мидии в условиях опреснения поддерживается за счет плотной герметизации раковины, обеспечивающей надежную изоляцию мантийной полости и тем самым — блокирование водно-солевого обмена с окружающей средой. Благодаря такой изоляции скорость потери солей в пресной воде бывает минимальной, а осмолярность внутренней среды вплоть до гибели моллюска сохраняет высокий уровень [5, 6, 11].

Существенное значение для поддержания выносливости мидий в пресной воде имеют происходящие в мышечной ткани, а также во внутренних жидкостях адаптивные биохимические изменения [7, 9, 11]. В частности, в гемолимфе и мантийной жидкости мидий по мере их выдерживания в пресной воде постепенно увеличивается концентрация кальция, поступающего, по-видимому, из внутренней поверхности раковины [12]. Такое предположение основано на результатах наших прежних работ [1, 3, 4], согласно которым некоторые моллюски при неблагоприятных условиях дыхания используют соединения кальция внутреннего слоя раковины в качестве буфера для предотвращения закисления внутренней среды.

Цель данной работы заключалась в наблюдении за состоянием поверхности гипостракума раковины, а также в определении не изученных до сих пор показателей буферной емкости гемолимфы и мантийной жидкости мидий по мере их выдерживания в пресной воде.

Материал и методика исследований. Мидий собирали в октябре с участка литорали Колвицкой губы Кандалакшского залива Белого мо-