

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИСТ И НАУПЛИУСОВ КРЫМСКИХ АРТЕМИЙ *ARTEMIA* SPP. (BRANCHIOPODA: ANOSTRACA)

Д. Ю. Смирнов, Л. О. Аганесова

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, РФ,
mitsmirnov@gmail.com

Определены размерные характеристики сухих, гидратированных и декапсулированных цист и ортонауплиусов и метанауплиусов I крымских артемий (*Artemia* spp.). Метанауплиусы, питавшиеся микроводорослью *Gymnodinium wulffii*, имели большую ширину тела, чем питавшиеся *Isochrysis galbana* и *Prorocentrum micans*; при питании *Isochrysis galbana* и *Prorocentrum micans* достоверные различия отсутствовали.

Ключевые слова: артемия, цисты, размеры, микроводоросли, насыщение, аквакультура, Крым

В технологическом процессе разведения всех морских рыб обязательным звеном является выращивание живых кормов. По ряду причин биологического характера (малый размер рта, слабо выраженный охотничий инстинкт и др.) личинки многих видов рыб, перспективных для марикультуры, таких как кефали, камбалообразные, серрановые, не могут употреблять инертные (искусственные) корма, а питаются только живыми организмами. В качестве стартового живого корма используют науплиусов и метанауплиусов жаброногого рачка *Artemia* spp. (Branchiopoda: Anostraca), к достоинствам которых можно отнести технологичность культивирования, высокое содержание белка и липидов [1], стандартизованные малые размеры науплиусов и легкость захвата их личинками. Для улучшения биохимического состава артемий их насыщают микроводорослями (например, *Isochrysis galbana* и *Tetraselmis suecica*) и специализированными искусственными смесями, содержащими незаменимые для личинок рыб компоненты [2, 3]. Целью настоящей работы было проведение сравнительного анализа характеристик цист и науплиусов артемий при питании разными видами микроводорослей.

Материал и методы. Для получения живых артемий в экспериментальных исследованиях использовали промышленно законсервированные цисты артемий из крымских солёных озёр компании “Artemia cysts”. В связи с тем, что видовая принадлежность данных артемий не выяснена, в дальнейшем употребляется термин «артемия». Перед декапсуляцией сухие цисты артемий гидратированы путём помещения их в холодную дистиллированную воду на 1 ч. В качестве декапсулирующего раствора использован бытовой химический препарат «Белизна», изготовленный на основе гипохлорита натрия. Декапсуляцию цист проводили в стакане под визуальным контролем (при сжигании наружной оболочки цисты приобретали желтовато-серый цвет) до появления розовато-оранжевого цвета, параллельно отслеживая обрабатываемые цисты под биноклем [4]. Декапсулированные цисты артемий инкубировали при температуре 28 °С в сосудах с подготовленной морской водой (прошедшей грубую очистку, отстаиванной, затем механически очищенной последовательной фильтрацией через картриджные фильтры с размером пор 10, 5 и 1 мкм и стерилизованной с помощью ультрафиолета), которые постоянно аэрировались и находились в условиях круглосуточного искусственного освещения.

Пик выклева (максимальная численность науплиусов) зафиксирован через 19–20 ч, после чего выклюнувшиеся науплиусы в равных частях поделены на 4 группы (в двух повторностях), в 3 из которых добавлены монокультуры микроводорослей, 4-я

была контрольной (без добавления микроводорослей). В экспериментах использовали микроводоросли Prymnesiophyceae: *Isochrysis galbana* (Parke, 1949), Dinophyceae: *Prorocentrum micans* (Ehrenberg, 1834) и *Gymnodinium wulffii* (J. Schiller, 1933), полученные из лабораторных моновидовых накопительных культур, выращенных на основе стерилизованной 18 ‰ черноморской воды, обогащённой средой Уолна. После появления первых метанауплиусов (следующей стадии развития артемий) исследованы морфологические характеристики метанауплиусов артемий, насыщенных разными видами микроводорослей, под биноклем при увеличении 2×8, 4×8. Достоверность различий между средними значениями определяли по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Средний диаметр сухих цист составляет 0,230, гидратированных – 0,253 и декапсулированных – 0,230 мм (табл. 1). Значения коэффициентов вариации (CV) по размерам цист очень низки и практически одинаковы – от 6,42 до 8,00 %. Отмечены достоверные различия между средними размерами сухих цист и гидратированных, а также между гидратированными и декапсулированными ($P < 0,05$). Полученные данные очень близки к результатам исследования партеногенетических артемий (*Artemia* spp.) от разных популяций, собранных в водоемах Алтая (Россия), Китая и о. Лебос (Греция) [5]. Так, средний диаметр сухих цист колеблется от 0,230 (Алтай и о. Лебос, Греция) до 0,239 мм (озеро Аиби, Китай) [5], в нашем эксперименте диаметр сухих цист крымских артемий составил 0,230 мм.

Табл. 1 Диаметр цист крымских артемий до и после декапсуляции (CI, 95 %)

Цисты	Количество измерений, N	Диаметр цист, мм	Коэффициент вариации CV, %
Сухие	25	0,230 ± 0,007	7,69
Гидратированные	25	0,253 ± 0,007	6,42
Декапсулированные	25	0,230 ± 0,007	8,0

Науплиусы артемий после выклева (ортонауплиусы) не питаются, а используют для роста собственные энергетические ресурсы [4]. Средние размеры науплиусов крымских артемий (0,484 мм) характеризовались такой же низкой вариабельностью (5,72 %), как и размеры цист (табл. 2), и оказались крупнее, чем науплиусы артемий из алтайских популяций (Россия) – 0,4503 мм, сопоставимы с науплиусами артемий из озера Аиби (Китай) (0,4830 мм) и науплиусами из популяций артемий о. Лесбос (Греция) (0,4938 мм) [6].

Спустя 8 часов науплиусы переходят на вторую стадию развития (метанауплиус I) и начинают питаться сразу же после открытия пищеварительного тракта. Достоверные различия между средними размерами длины метанауплиусов I, питавшихся предложенными видами микроводорослей, и контролем отсутствовали ($P > 0,1$) (табл. 2). Напротив, выявлены достоверные различия между средними значениями ширины метанауплиусов, питавшихся крупноразмерными *G. wulffii*, и особей из контроля ($P < 0,05$) (0,167 и 0,148 мм соответственно); но при питании мелкоразмерными *I. galbana* и крупноразмерными *P. micans* эти же показатели статистически достоверно не отличались от контроля. Большой размер метанауплиусов при насыщении их микроводорослями *G. wulffii* может снижать возможность их поимки личинками рыб с небольшими размерами рта, и, соответственно, их не следует использовать для кормления личинок на ранних стадиях развития, в отличие от метанауплиусов, насыщенных *I. galbana* и *P. micans*.

Табл. 2 Морфометрические показатели I–II стадии науплиусов крымских артемий, насыщенных разными видами микроводорослей (CI, 95 %)

Стадия развития	N	Длина, мм	CV, %	Ширина, мм	CV, %
Ортонауплиусы	25	0,484 ± 0,012	5,75	–	–
Метанауплиусы I					
Не питавшиеся	40	0,624 ± 0,021	10,78	0,148 ± 0,004	9,24
<i>I. galbana</i>	40	0,641 ± 0,023	11,24	0,157 ± 0,006	12,21
<i>P. micans</i>	40	0,612 ± 0,028	14,63	0,154 ± 0,007	13,67
<i>G. wulffii</i>	40	0,634 ± 0,029	14,21	0,167 ± 0,010	18,73

В связи с разноразмерными характеристиками метанауплиусов при питании исследованными видами микроводорослей может быть рекомендовано последовательное введение в рацион личинок метанауплиусов, насыщенных сначала микроводорослями *P. micans*, *I. galbana*, и затем *G. wulffii*. Все 3 вида микроводорослей содержат значительное количество ДГК (докозагексаеновой жирной кислоты) [7, 8], незаменимой для личинок морских рыб, отсутствующей в составе артемий, в отличие от часто используемой для насыщения метанауплиусов микроводоросли *Tetraselmis suecica*, в составе которой определяют незначительное количество ДГК [2, 3].

1. Emmerson W. D. Predation and energetics of *Penaeus indicus* (Decapoda, Penaeidae) larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Artemia* nauplii // Aquaculture. 1984. Vol. 38. P. 201–209.
2. Léger P., Bengtson D. A., Simpson K. L., Sorgeloos P. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source // Oceanogr. Mar. Biol. 1986. Vol. 24, P. 521–623.
3. Merchie G. Use of nauplii and meta-nauplii // Manual on the production and use of live food for aquaculture / Eds. P. Lavens, P. Sorgeloos; Rome, 1996. P. 137–163. (FAO Fisheries Tech. Pap.: 361).
4. Stappen Van G. Use of cysts // Manual on the production and use of live food for aquaculture / Eds. P. Lavens, P. Sorgeloos; Rome, 1996. P. 107–136. (FAO Fisheries Technical Paper: no. 361).
5. Голубев А. П., Шевцова С. Н. Биометрическая характеристика размеров цист в популяциях жаброногих раков рода *Artemia* с разной плоидностью // Сахаровские чтения 2006 года: экологические проблемы XXI века: материалы 6-ой Междунар. научн. конф. (Минск, 18–19 мая 2006 г.). Минск, 2006. С. 300–303.
6. Голубев А. П., Шевцова С. Н. Морфометрическая характеристика яиц и науплисов из партеногенетических и двуполых популяций жаброногих раков рода *Artemia* // Сахаровские чтения 2005 года: экологические проблемы XXI века: материалы 5-ой Междунар. научн. конф. (Минск, 20–21 мая 2005 г.). Минск, 2005. С. 193–194.
7. Reitan K. I., Rainuzzo J. R., Øie G., Olsen Y. Nutritional effects of algal addition in first-feeding of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae // Aquaculture. 1993. – Vol. 118, iss. 3. P. 257–275.
8. Makri A., Bellou S., Birkou M., Papatrehas K., Dolapsakis N. P., Bokas D., Aggelis G. Lipid synthesized by micro-algae grown in laboratory and industrial scale bioreactors // Eng. Life Sci. 2011. Vol. 11, iss. 1. P. 52–58.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CYSTS AND NAUPLII OF CRIMEAN BRINE SHRIMP, *ARTEMIA* SPP. (BRANCHIOPODA: ANOSTRACA)

D. Yu. Smirnov, L. O. Aganesova

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, RF, mitsmirnov@gmail.com

The dimensional characteristics of dry, hydrated and decapsulated cysts and of nauplii and metanauplii I of the Crimean brine shrimp were determined. Significant differences between the average width of artemia metanauplii I fed microalgae *Gymnodinium wulffii*, and control were found; fed *Isochrysis galbana* and *Prorocentrum micans* no significant differences.

Key words: brine shrimp, cysts, size, microalgae, enrichment, aquaculture, Crimea