



УДК 595.34:582.26/.27(262.5)

Л. О. Аганесова, аспирант

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОК КОПЕПОД *CALANIPEDA AQUAEDULCIS* И *ARCTODIAPTOMUS SALINUS* ПРИ ПИТАНИИ МИКРОВОДОРОСЛЯМИ РАЗНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП

В экспериментальных условиях определены репродуктивные характеристики солоноватоводных копепоид *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus* при их кормлении моновидовыми культурами микроводорослей, относящихся к разным систематическим группам.

Ключевые слова: копепоиды, *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, репродуктивные характеристики, питание, микроводоросли

Изучение репродуктивных характеристик копепоид в экспериментальных условиях необходимо для разработки оптимальных температурных и трофических условий их выращивания. К некоторым основным показателям репродуктивных характеристик относят такие показатели, как плодовитость самок и выживаемость их потомства (в частности, жизнеспособность науплиев при выклеве) [4]. Известно, что трофические условия могут влиять на физиологическое состояние самок, снижая или повышая их плодовитость [2], и, соответственно, продуктивность популяции в целом.

Calanipeda aquaedulcis (Kritsch, 1873) и *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) – виды копепоид, обитающие в Азовском море, в распреснённых участках, лиманах и эстуариях рек, впадающих в Чёрное море [3], а также пресноводных, солоноватоводных, солёных водоёмах и гиперсолёных озёрах Крыма [6]. Эти копепоиды могут быть использованы как кормовые объекты при культивировании личинок морских рыб разных видов.

До сих пор остаётся мало изученным вопрос о влиянии хемотаксономических характеристик микроводорослей, входящих в состав диеты копепоид *C. aquaedulcis* и *A. salinus*, на их репродуктивные характеристики.

Цель данной работы – выявить особенности влияния разных видов микроводорослей на репродуктивные характеристики самок копепоид *C. aquaedulcis* и *A. salinus* в оптимальных температурных условиях.

uaedulcis и *A. salinus* в оптимальных температурных условиях.

Материал и методы. Эксперименты проводили на лабораторных культурах копепоид *C. aquaedulcis* и *A. salinus* при температуре $21 \pm 1.5^\circ\text{C}$ в отделе аквакультуры и морской фармакологии Ин-БИОМ НАН Украины с декабря 2009 по апрель 2010 гг. В качестве корма для копепоид использовали микроводоросли: Bacillariophyceae (*Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, 1897; *Thalassiosira weissflogii* G. Fryxell & Hasle, 1977), Chlorophyceae (*Dunaliella salina* Teodoresco, 1905), Dinophyceae (*Prorocentrum cordatum* Dodge, 1975; *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1833; *Glenodinium foliaceum* Stein, 1883), Prymnesiophyceae (*Isochrysis galbana* Parke, 1949), полученные из лабораторных моновидовых накопительных культур микроводорослей на основе стерилизованной 18 ‰ черноморской воды, обогащённой средой Уолна [7]. Концентрацию пищи поддерживали *ad libitum*.

Из лабораторных культур *C. aquaedulcis* и *A. salinus*, адаптированных к питанию определённым видом микроводорослей, в экспериментальные цилиндрической формы сосуда объёмом 50 мл отсаживали по одной самке с яйцами (10 – 20 повторностей) каждого вида копепоид. Сосуды находились в условиях круглосуточного искусственного освещения люминесцентными лампами. Для экспериментов использовали профильтрованную морскую

воду, прошедшую механическую фильтрацию через картриджные фильтры (10, 5 и 1 мкм) и обработанную ультрафиолетом. Полную смену воды и пищи в экспериментальных сосудах производили каждые 2–3 дня.

Прижизненные наблюдения за копеподами проводили под бинокляром при увеличении 2×8 и 4×8. Определяли размерные характеристики самок (длины просомы и абдомена), диаметр яиц, подсчитывали количество яиц и выклюнувшихся жизнеспособных науплиев.

Табл. 1 Средние значения общей длины самок, диаметра яиц, абсолютной плодовитости и процента выклева (M±SD) *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus* в зависимости от питания микроводорослями разных таксономических групп

Table 1 Females average length, eggs diameter, absolute fecundity and hatching success (M±SD) of copepods *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus* depending on feeding different microalgae diets

Микроводоросли	Средняя длина самок, мм	Средний диаметр яиц, мкм	Абсолютная плодовитость, яиц / самку	Процент выклева, %
<i>C. aquaedulcis</i>				
<i>Isochrysis galbana</i>	1.24±0.02	88±8	24.2±1.8	100
<i>Prorocentrum cordatum</i>	1.22±0.03	84±8	19.8±3.6	100
<i>Dunaliella salina</i>	1.23±0.04	89±10	19.9±3.9	78.3±18.6
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	1.20±0.03	84±8	20.9±3.2	100
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	1.26±0.02	88±5	19.1±2.2	51.1±15.2
<i>A. salinus</i>				
<i>Isochrysis galbana</i>	1.52±0.01	134±5	10.3±1.3	84.9±7.3
<i>Prorocentrum cordatum</i>	1.38±0.03	92±4	16.4±2.4	62.6±10.1
<i>Prorocentrum micans</i>	1.44±0.03	100±7	13.8±2.3	94.6±3.7
<i>Glenodinium foliaceum</i>	1.33±0.03	110±5	12±1.3	85.4±4.7
<i>Dunaliella salina</i>	1.27±0.02	101±10	10.8±0.7	1.7±2.2
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	1.36±0.03	97±1	12.7±2.3	50.6±8

У *C. aquaedulcis* средние величины длины самок и диаметра яиц не зависели от вида пищи, а абсолютная плодовитость незначительно варьировала от 19.8 ± 3.6 (*P. cordatum*) до 24.2 ± 1.8 яиц/самку (*I. galbana*). Доля выклева изменялась от 100 (при питании *P. cordatum*, *I. galbana* и *P. tricornutum*) до 51 % (при питании *T. weissflogii*).

Наши данные по средней абсолютной плодовитости самок *C. aquaedulcis* совпадают с полученным ранее [1], а данные по абсолютной плодовитости *A. salinus* в литературе отсутствуют. Нами впервые получены данные по влиянию вида микроводорослей, которыми пи-

Результаты и обсуждение. В результате экспериментов установлены средняя длина самок копепод (длина просомы с абдоменом), средний диаметр яиц, среднее число яиц, приходящихся на 1 самку (абсолютная плодовитость) и процент выклева науплиусов в зависимости от питания микроводорослями разных таксономических групп (табл. 1).

тались самки *C. aquaedulcis* и *A. salinus*, на их репродуктивные характеристики.

Средняя длина самок *A. salinus* колебалась в зависимости от питания разными видами микроводорослей от 1.3±0.02 (при питании *D. salina*) до 1.5±0.01 мм (при питании *I. galbana*), средний диаметр яиц изменялся от 92±4 до 110±5 мкм (при питании Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Dinophyceae) и 134±5 мкм (при питании Prymnesiophyceae). Абсолютная плодовитость *A. salinus* варьировала незначительно: от 10.3 ± 1.3 (*I. galbana*) до 12.7 ± 2.3 (*T. weissflogii*) и достигала 16.4 ± 2.4 яиц/самку только при питании *P. cordatum*.

Наибольшее влияние трофические условия оказали на процент выклева науплиев *A. salinus*. Минимальный процент выклева (1.7 ± 0.22 %) наблюдался при питании самок копепод микроводорослями *D. salina*, а при питании остальными микроводорослями процент выклева колебался от 50.6 ± 8 до $94.6 \pm$

3.7 %, достигая своего максимального значения при питании самок копепод микроводорослями *P. micans*.

В результате экспериментов выявлены общие закономерности и различия влияния вида микроводоросли на жизнеспособность яиц копепод *C. aquaedulcis* и *A. salinus* (рис. 1).

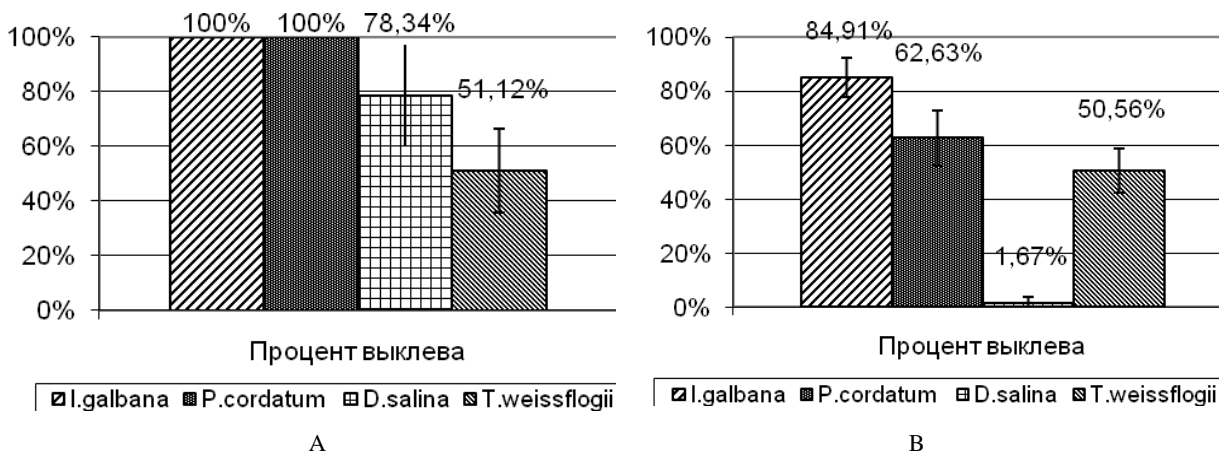


Рис. 1 Сравнительные диаграммы процента выклева у самок копепод *Calanipeda aquaedulcis* (A) и *Arctodiaptomus salinus* (B) в зависимости от питания микроводорослями: *Isochrysis galbana*, *Thalassiosira weissflogii*, *Prorocentrum cordatum* и *Dunaliella salina*

Fig. 1 Comparatives diagrams of the hatching success of females of the copepods *Calanipeda aquaedulcis* (A) and *Arctodiaptomus salinus* (B) depending on feeding microalgae: *Isochrysis galbana*, *Thalassiosira weissflogii*, *Prorocentrum cordatum* и *Dunaliella salina*

Хемотаксономический состав микроводорослей, которыми питались самки копепод, безусловно, оказывает влияние на их репродуктивные характеристики, особенно на жизнеспособность науплиусов при выклеве. Максимальный процент выклева науплиусов наблюдали при питании самок обоих видов *I. galbana*, в то время как одинаковый процент выклева науплиев (50 %) отмечен при их питании *T. weissflogii*. Обнаружены некоторые различия влияния вида микроводорослей на выживаемость науплиев при выклеве. Минимальный процент выклева науплиусов *A. salinus* наблюдался при питании *D. salina*, а *C. aquaedulcis* – при питании *T. weissflogii*. При питании самок динофлагеллятами *P. cordatum* доля выклева науплиусов *C. aquaedulcis* достигала 100 %, тогда как *A. salinus* – 62.6 %. При питании *D. salina* доля выклева науплиусов из

яиц *A. salinus* составила 1.7 %, а *C. aquaedulcis* – 78.3 %.

Репродукционные характеристики самок копепод при питании монокультурой микроводорослей могут служить показателями биохимической адекватности кормового объекта пищевым потребностям самок. Микроводоросли Dinophyceae характеризуются высоким содержанием высоконенасыщенных жирных кислот (докозагексаеновой и эйкозапентаеновой), а Prymnesiophyceae – повышенным содержанием докозагексаеновой жирной кислоты. Напротив, состав микроводорослей Bacillariophyceae характеризуется повышенным содержанием эйкозапентаеновой кислоты и низким – докозагексаеновой. Микроводоросли Chlorophyceae характеризуются полным отсутствием докозагексаеновой и очень низким содержанием эйкозапентаеновой жирной кислоты [8]. Именно содержание и соотношение

этих двух ненасыщенных жирных кислот в составе микроводорослей, предположительно, и является одним из основных факторов, оказывающих влияние на репродукционные характеристики каланоидных копепод [5].

Заключение. Таксономический статус и, соответственно, хемотаксономические характеристики микроводорослей, входящих в состав диеты, безусловно, влияют на репродуктивные характеристики самок каланоидных копепод *C. aquaedulcis* и *A. salinus*. Питание самок микроводорослями *I. galbana* и *P. corda-*

tum обуславливает максимальную долю выклева науплиусов как *C. aquaedulcis* (100 %), так и *A. salinus* (63 – 95 %), тогда как их питание *D. salina* и *T. wesflogii* снижает выклев *C. aquaedulcis* до 78.3 и 51.1 %, соответственно, а *A. salinus* – 1.7 и 50.6 %, соответственно.

Благодарности. Выражаю искреннюю благодарность вед. инженеру Рауен Т. В. за выращивание культур микроводорослей, использованных в экспериментах.

1. Гарбер Б. И. Наблюдения за развитием и размножением *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch (Copepoda: Calanoida) // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1951. – Вып. 11. – С. 3 – 55.
2. Гиляров А. М. Динамика численности планктонных ракообразных. – М.: Наука, 1987. – 192 с.
3. *Определитель фауны Чёрного и Азовского морей в трех томах* (под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского). – К.: Наук. думка, 1969. – Т. 2: Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – 536 с.
4. Сажина Л. И. Изучение роста и размножения пелагических копепод Чёрного моря в ИНБЮМ НАН Украины // Экология моря. – 1996. – Вып. 45 – С. 31 – 38.
5. Ханайченко А. Н. Влияние микроводорослевой диеты на характеристики воспроизводства копепод // Экология моря. – 1999. – Вып. 49 – С. 56 – 61.
6. Шадрин Н. В., Батогова Е. А., Конеика А. В. *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) (Copepoda, Diaptomidae), редкий в северо-западной части Чёрного моря вид, обычен в прибрежных водах Крыма // Морск. экол. журн. – 2008. – 7, 2 – С. 86.
7. Lavens P., Sorgeloos P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. – Rome: FAO, 1996. – 295 p.
8. Zhukova N. V., Aizdaicher N. A. Fatty acid composition of 15 species of marine microalgae // Phytochemistry. – 1995. – 39, No. 2. – P. 351 – 356.

Поступила 18 октября 2011 г.

Репродуктивні характеристики самок копепод *Calanipeda aquaedulcis* і *Arctodiaptomus salinus* залежно від живлення микроводоростями різних таксономічних груп. Л. О. Аганесова. В експериментальних умовах визначені репродуктивні характеристики солоноватоводних копепод *Calanipeda aquaedulcis* і *Arctodiaptomus salinus* при живленні їх моновідомими культурами микроводоростей, що відносяться до різних систематичних груп.

Ключові слова: копеподи, *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, репродуктивні характеристики, живлення микроводоростями

Reproductive characteristics of females of the copepods *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus* fed microalgae from different taxonomic groups. L. O. Aganesova. Reproductive characteristics of brackish water copepods *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus* fed monospecific cultures of microalgae from different taxonomic groups were determined in experimental conditions.

Key words: copepods, *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, reproductive characteristics, microalgae diet