



УДК 639.3.041.2

ДИНАМИКА РОСТА ПОПУЛЯЦИЙ КОПЕПОД (ПОДОТРЯД CALANOIDA) В БАССЕЙНАХ И ПРУДАХ ПРИ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ ИЗ ВОД КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

© 2019 Н. В. Новоселова, В. Н. Туркулова

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: novoselova_n_v@azniirkh.ru*

Аннотация. Изучена динамика наращивания плотности копепод при разной температуре культуральной среды. Культивирование копепод проводили с применением в качестве корма питательных смесей на основе органических и неорганических удобрений, микроэлементов и витаминов. Исходя из состояния популяции, рассчитывали объем вносимой питательной смеси. Культивирование проводили в стеклопластиковых емкостях и земляных прудах. В качестве культуральной среды использовали морскую воду из Керченского пролива. Выборку данных по температуре культуральной среды проводили для одного и того же количества дней культивирования от 48 до 56 суток. Представлены данные по динамике плотности копепод в бассейнах и прудах при разной температуре культуральной среды. Результаты были получены в процессе массового культивирования копепод для кормления личинок морских рыб. При культивировании копепод пищевой фактор (кормление) выступал как основной показатель изменения плотности копепод во время выращивания при любой температуре водной среды. Одним из важных показателей, определяющих увеличение плотности, был также фактор экологических условий выращивания, которые являются для каждого вида строго индивидуальными. Обнаружено, что при одинаковом интервале температуры копеподы быстрее наращивают плотность в прудах, а не в бассейнах. Исследование показало, что увеличение плотности копепод происходит и при неоптимальной температуре культуральной среды (12–19 °С), и при оптимуме режима температуры (20–24 °С).

Ключевые слова: Calanoidea, копеподы, культивирование, температура, трофический фактор

GROWTH DYNAMICS OF COPEPODS (SUBORDER CALANOIDA) POPULATIONS IN BASINS AND PONDS AT DIFFERENT TEMPERATURES OF CULTURE MEDIUM FROM THE KERCH STRAIT WATERS

N. V. Novoselova, V. N. Turkulova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: novoselova_n_v@azniirkh.ru*

Abstract. Copepods density dynamics at different temperatures of culture medium was studied. Cultivation of copepods was carried out using formula feeds, based on organic and inorganic fertilizers, micronutrients and vitamins. Based on the population state, volume of the introduced formula feed was calculated. For the culture purposes fiberglass vats and ground-excavated ponds were used. The sea water from the Kerch Strait served as culture medium. The data sample on the temperature of culture medium was taken for the same number of cultivation days (48–56). Data on density dynamics of copepods in vats and ponds at different temperatures of culture medium are given. Results were obtained in the process of mass cultivation of copepods as live feed for marine fish larvae. During their cultivation, a food factor (their feeding) served as the main indicator of changes in density of copepods in the context of their cultivation at any temperature of aquatic medium. Another important indicator, giving evidence of the density increase, was represented by the factor of the culture environmental conditions, which are highly specific for each species. Under the same temperature range, copepods increase their density in ponds more rapidly than in tanks. Studying the copepods density dynamics at different temperatures of culture medium has shown that the increase in copepod density occurs even under suboptimal temperature of culture medium (12–19 °C), as well as under optimal temperature regime (20–24 °C)

Keywords: Calanoida, copepods, culture, culture media, temperature, trophic factor

ВВЕДЕНИЕ

Веслоногие ракообразные, или копеподы (отряд Copepoda) — наиболее распространенная группа зоопланктона пелагиали морей и океанов. Это естественная группа, обладающая филогенетическим единством. Во многих пелагических экосистемах им принадлежит определяющая роль в продукционных процессах и трофических цепях водоемов [1].

Большому влиянию веслоногих ракообразных на выживаемость и рост морских рыб в естественных условиях и при рыборазведении посвящен целый ряд работ зарубежных авторов в 80–90 гг. XX века. В своих работах исследователи пишут о том, что копеподы являются основным и излюбленным кормом личинок, молоди и взрослых особей многих видов планктоноядных морских рыб [2–4].

По рассмотренным литературным данным можно заключить, что культивирование коловраток и артемий применяется в рыбоводстве довольно широко, а разведение морских веслоногих ракообразных остается малоосвоенным [5, 6].

Культивирование копепод — весьма сложный и трудоемкий процесс. Низкий уровень выживаемости планктонных копепод в лабораторных условиях оказался большим препятствием на пути к изучению биологических циклов и, в свою очередь, их промышленному культивированию [7–14].

В процессе разработки способов культивирования копепод в 80-е гг. XX века некоторые исследователи выяснили, что наиболее подходящими видами для питания личинок морских рыб являются веслоногие ракообразные р. *Acartia*, *Harpacticus* и *Calanipeda*. Эти же виды рачков, по мнению

ученых, можно использовать и для массового культивирования как наиболее пригодные по многим физиолого-биолого-экологическим параметрам [15–18].

К 2000-м гг. появляются разработки способов культивирования каланоидных копепод. Изобретения относятся к области морской аквакультуры и могут быть использованы как для проведения экспериментальных работ по морской биологии, физиологии и биохимии, так и для биологического тестирования в области морской токсикологии [19], а также для получения живых кормов при промышленном выращивании личинок ценных морских рыб [20, 21].

На текущий момент в литературе не встречается описание способов промышленного культивирования веслоногих ракообразных, которые бы удовлетворяли потребности хозяйств, занимающихся искусственным рыборазведением. В более поздний период (XXI век) появляются материалы по культивированию веслоногих ракообразных. Работы по искусственному культивированию живых кормов для морских рыб остаются на сегодняшний день актуальными [22–24].

Из литературных источников также известно, что интенсивность размножения копепод определяют как абиотические факторы, в частности температура, так и биотические, а основным является уровень пищевой обеспеченности рачков. Л.И. Сажина (1987) отмечает, что у *A. tonsa*, обитающей в водах Африканского шельфа, развитие кладок завершается за 10–12 часов при температуре 15 °C, а в менее продуктивном районе — воды Бенгельского течения — развитие кладок занимает 12–14 часов, несмотря на более высокую темпера-

туру (24 °С). Сопоставление Л.И. Сажиной (1987) величин кладок с температурой у веслоногих ракообразных также показало отсутствие связи между ними, а сопоставление величин кладок с первичной продукцией (развитием фитопланктона) выявило наличие прямой зависимости [18].

Анализ литературных данных позволяет заключить, что продукционные показатели при размножении копепод зависят и от температурного режима, и от состояния кормовой базы [18, 25, 26].

Целью исследований было изучение динамики плотности копепод при выращивании на питательных смесях при разной температуре культуральной среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материала для культивирования служили веслоногие ракообразные подотряда Calanoida: *Diaptomus salinus* E. Daday, 1885 и *Acartia tonsa* Dana, 1849. Оба вида культивируемых копепод выдерживают большие плотности заселения, по типу питания являются полифагами, успешно потребляют и растительную, и животную пищу соответствующих форм и размеров [27].

Научно-исследовательские работы по массовому культивированию веслоногих ракообразных проводили на НИБ «Заветное», расположенной на берегу Керченского пролива.

Для культивирования использовали стеклопластиковые емкости объемом от 6 до 16 м³ и солоноватоводные земляные пруды площадью 0,01 га. В качестве культуральной среды для бассейнов использовали морскую воду из Керченского про-

лива. Периодическую подачу морской воды из Керченского пролива в пруды осуществляли через бассейн-накопитель.

Выращивание проводили под навесом и на открытом пространстве в условиях окружающей среды.

Для поддержания кислородного режима в бассейнах применяли аквариумные компрессоры и пластиковые распылители. Барботаж сжатым воздухом культуральной среды в бассейнах осуществляли круглосуточно, каждые 3–4 дня проводили замену 1/3 части культуральной среды на свежую морскую воду, проводили частичную чистку дна емкостей. Гидрохимические показатели среды изменялись незначительно. Содержание растворенного в воде кислорода составляло 5–7 мг/л; pH — 8,1–8,3. Соленость водной среды по NaCl в пруду и бассейнах колебалась в пределах от 14 до 20 ‰.

Первоначальная плотность веслоногих рачков во всех прудах и бассейнах составляла 0,1–0,16 экз./мл.

В качестве корма для копепод применяли питательные смеси на основе органических и неорганических удобрений с добавлением микроэлементов, витаминов, аминокислот, пищевых добавок. Исходя из состояния популяции, рассчитывали объем вносимой питательной смеси: как правило, при численности рачков более 1200–1300 экз./л концентрацию корма увеличивали в 0,5 раза.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приводятся результаты по динамике плотности копепод *D. salinus* при градиентах температуры в

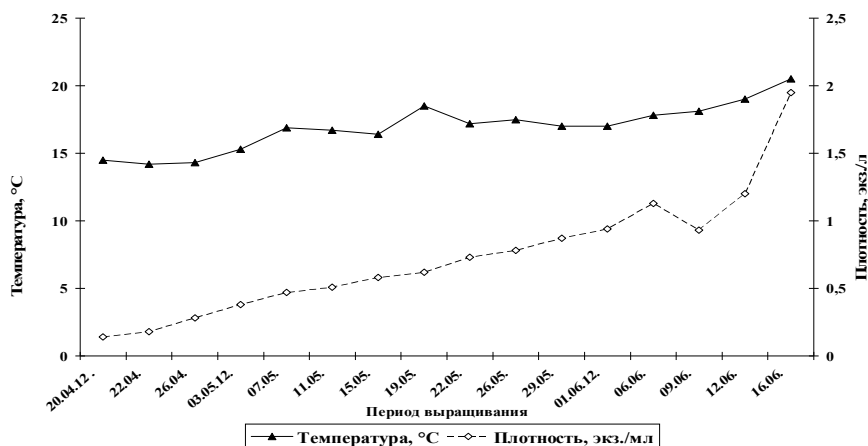


Рис. 1. Динамика плотности *D. salinus* в зависимости от температуры. Площадь пруда — 0,01 га, апрель–июнь, НИБ «Заветное», 2012 г.

Fig. 1. Density dynamics of *D. salinus* depending on temperature. Pond area — 0.01 ha, April–June, SRB “Zavetnoe”, 2012

2012 г. от 14,5 до 20,5 °С и от 12,2 до 20 °С в 2014 г. (рис. 1, 2). Культивирование производилось в пруду. Период выращивания — апрель–июнь.

Нарастание плотности копепод происходило независимо от неоптимального температурного режима водной среды. Режим температуры и в 2012 и в 2014 гг. был примерно одинаковый, но составы питательной смеси для кормления веслоногих рачков отличались. В 2012 г. в смесь добавлялись кормовые витамины группы В, а в 2014 г. в кормовую смесь вводился микроэлементно-витаминный комплекс Orthomol Immun. Максимальная плотность веслоногих ракообразных в 2012 г. составила 1,98 экз./мл, а в 2014 г. — 3,71 экз./мл.

Показаны результаты по изменению плотности копепод *D. salinus* в зависимости от температуры при культивировании в бассейне. Градиент колебания температуры был оптимальным и составлял в 2012 г. от 19,2 до 25 °С, а в 2014 г. — от 19,5 до 24 °С, соответственно. Период выращивания — июнь–июль (рис. 3, 4).

На приведенных рисунках, несмотря на оптимальный режим температуры, при выращивании в бассейнах плотность копепод увеличивается не более чем до 1,54–1,74 экз./мл. А при культивировании в пруду при неоптимальном режиме температуры плотность рачков нарастала до 1,98 и более 3 экз./мл (рис. 1, 2). Также больший объем культу-

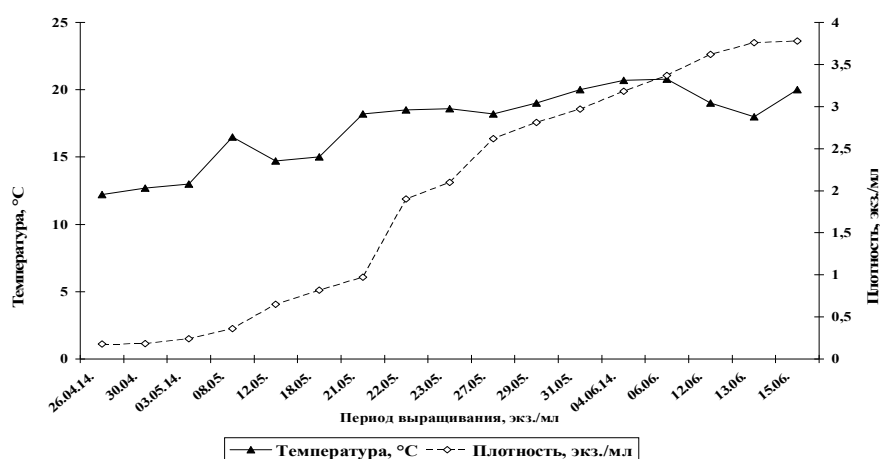


Рис. 2. Динамика плотности *D. salinus* в зависимости от температуры. Площадь пруда — 0,01 га, апрель–июнь, НИБ «Заветное», 2014 г.

Fig. 2. Density dynamics of *D. salinus* depending on temperature. Pond area — 0.01 ha, April–June, SRB “Zavetnoe”, 2014

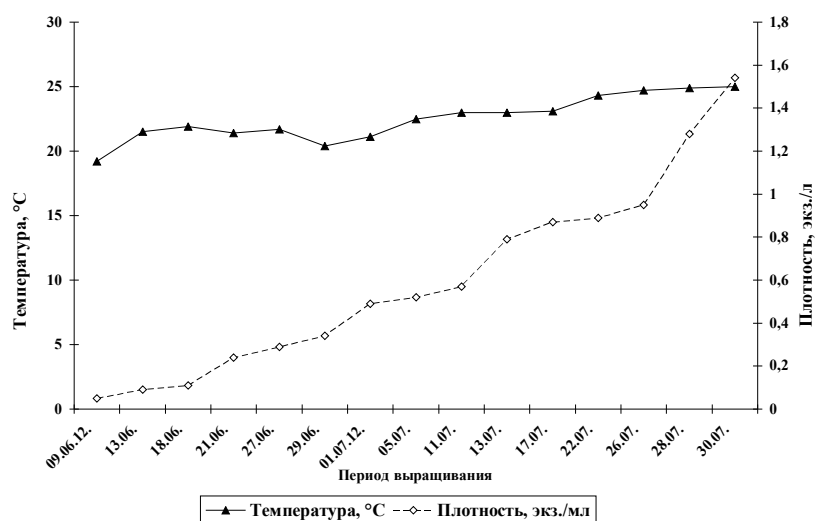


Рис. 3. Динамика плотности *D. salinus* в зависимости от температуры. Бассейн, объем культуральной среды — 5 м³, июнь–июль, НИБ «Заветное», 2012 г.

Fig. 3. Density dynamics of *D. salinus* depending on temperature. A vat, volume of culture medium — 5 m³, June–July, SRB “Zavetnoe”, 2012

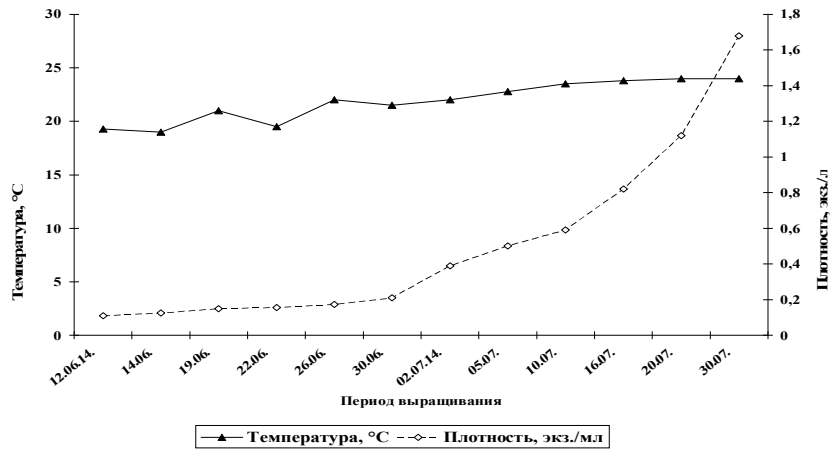


Рис. 4. Динамика плотности *D. salinus* в зависимости от температуры. Бассейн, объем культуральной среды — 15 м³, июнь–июль, НИБ «Заветное», 2014 г.

Fig. 4. Density dynamics of *D. salinus* depending on temperature. A vat, volume of culture medium — 15 м³, June–July, SRB “Zavetnoe”, 2014

ральной среды (15 м³) в 2014 г. позволил получить максимальную плотность рачков — 1,74 экз./мл. Максимальная плотность рачков в 2012 г. при выращивании *D. salinus* (объем водной среды — 5 м³) составила 1,54 экз./мл.

Приводятся результаты по изменению плотности копепод *Acartia tonsa* в бассейнах разного объема. Режим температуры для выращивания был почти одинаковым: температура колебалась от 13,2 до 21,7 °С. Период выращивания — май–июнь (рис. 5, 6).

Влияние кормового рациона и объема культуральной среды на увеличение численности веслоногих ракообразных подтвердилось при выращива-

нии в бассейнах рачков вида *Acartia tonsa* в 2014 и 2016 гг. В питательную смесь для кормления вводился микроэлементно-витаминный комплекс Orthomol Immun. Плотность веслоногих рачков за период культивирования увеличилась от 0,1 до 3,75 экз./мл в бассейне с объемом культуральной среды 15 м³, а в бассейне с объемом водной среды 5 м³, также с использованием в качестве кормовой добавки комплекса Orthomol Immun, плотность веслоногих ракообразных увеличилась только до 1,79 экз./мл.

Из приведенных рисунков хорошо прослеживается, что увеличение температурного режима способствует увеличению плотности копепод



Рис. 5. Динамика плотности *A. tonsa* в зависимости от температуры. Бассейн, объем культуральной среды — 15 м³, май–июнь, НИБ «Заветное», 2014 г.

Fig. 5. Density dynamics of *A. tonsa* depending on temperature. A vat, volume of culture medium — 15 м³, May–June, SRB “Zavetnoe”, 2014

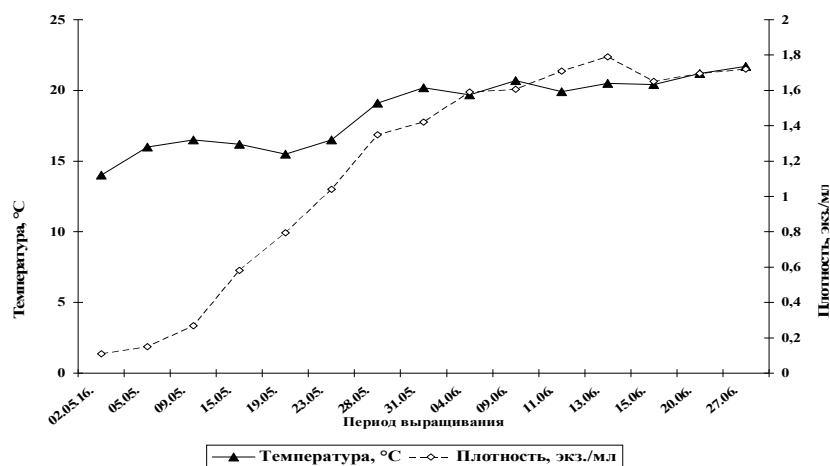


Рис. 6. Динамика плотности *A. tonsa* в зависимости от температуры. Бассейн, объем культуральной среды — 5 м³, май–июнь, НИБ «Заветное», 2016 г.

Fig. 6. Density dynamics of *A. tonsa* depending on temperature. A vat, volume of culture medium — 5 m³, May–June, SRB “Zavetnoe”, 2016

(рис. 1–6). Однако различный кормовой рацион и разные условия выращивания также оказывают влияние на наращивание плотности.

По имеющимся литературным данным Н.В. Шадрин и Л.О. Аганесовой, интенсивность потребления пищи и размножение копепод зависят от двигательной активности, которая определяется значениями температуры. При температуре ниже оптимальных значений интенсивность питания и размножения определяются только концентрацией пищи [26, 28].

По данным автора, в процентном содержании жизненных стадий в популяции копепод при массовом культивировании всегда преобладают науплиальные и копеподитные стадии ракообразных, независимо от условий температурного режима [29]. Этот факт отмечают и другие исследователи: Л.И. Сажина (1987) пишет, что основное влияние на длительность развития генерации копепод оказывает не температура, а физиологическое состояние популяции, поэтому в молодых несбалансированных системах процессы жизнедеятельности организмов протекают более интенсивно, чем в «старейших» стабильных [18].

ВЫВОДЫ

Копеподы быстрее наращивают плотность в прудах, а не в бассейнах. При одинаковом составе кормовой смеси наращивание плотности интенсивнее происходит в бассейне с большим объемом культуральной среды.

Изучение динамики плотности копепод при различной температуре культуральной среды пока-

зало, что увеличение плотности копепод происходит на фоне повышения температурного режима. Однако главными факторами увеличения численности копепод, по мнению авторов, являются условия их содержания, а определяющее значение из многих экологических условий имеет трофический фактор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные // Определитель фауны Черного и Азовского морей : в 3 т. / Под общ. рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. К.: Наукова думка, 1969. Т. 2. 535 с.
2. Писаревская Б.И., Аксенова Э.О. Питание черноморских кефалей в период раннего онтогенеза // Рыбохозяйственные исследования в Азово-Черноморском бассейне : сб. науч. трудов. М.: Изд-во ВНИРО, 1987. С. 56–68.
3. Klein Breteler W.C.M. Continuous breeding of marine pelagic copepods in the presence of heterotrophic dinoflagellates // Marine Ecology Program Series. 1980. Vol. 2, no. 3. Pp. 229–233.
4. Mullin M.M. The role of copepods in fisheries. Introductory remarks // Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries. 1991. Vol. 37, no. 2. Pp. 217–228.
5. Hirata H.J. An attempt to apply an experimental microcosm for the mass culture of marine rotifer *Brachionus plicatilis* Müller // Memoirs of Faculty of Fisheries-Kagoshima University. 1974. No. 23. Pp. 163–172.
6. Культивирование коловраток *Brachionus plicatilis* в Европе. URL: <http://aquavitro.org/2013/05/21/kultivirovanie-kolovratok-brachionus-plicatilis-v-evrope> (дата обращения 25.12.2018).

7. Rae K.H. Parameters of the marine environment perspectives in marine biology. Berkeley: University of California Press, 1958. No. 18. Pp. 35–47.
8. Corkett C.J., Urry D.L. Observations on the keeping of adult female *Pseudocalanus elongatus* under laboratory conditions // Journal of the Marine Biological Association of the UK. 1968. Vol. 48, no. 1. Pp. 97–105. doi: 10.1017/S0025315400032458.
9. Петипа Т.С. Питание планктонных организмов и их пищевые взаимоотношения // Биология моря. К.: Наукова думка, 1971. Вып. 24. С. 176–187.
10. Сажина Л.И. Особенности размножения копепод Атлантического океана // Экология моря. 1982. № 11. С. 21–28.
11. Saiz E.M., Alcaraz M., Paffenhafer G.A. Effects of small-scale and gross-growth efficiency of three *Acartia* sp. // Plankton Resources. 1992. Vol. 14, no. 8. Pp. 1085–1097.
12. Omori M. Cultivation of marine copepods // Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries. 1971. Vol. 20, no. 1. Pp. 3–11.
13. Iwasaki H. Problems in the cultivation and mass culture of marine copepods // Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries. 1973. Vol. 20, no. 1. Pp. 72–73.
14. Kitajima C. Experimental trials on mass culture of copepods // Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries. 1973. Vol. 20, no. 1. Pp. 54–60.
15. Støttrup J.G., Richardson K., Kirkegaard E., Pihl N.J. The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae // Aquaculture. 1986. Vol. 52, no. 3. Pp. 87–96.
16. Kahan D., Uhlig G., Schwenzer D., Horowitz L. A simple method for cultivating arcticoid copepods and offering them to fish larvae // Aquaculture. 1982. Vol. 26, no. 3–4. Pp. 303–310.
17. Maeda M., Liao I.C. Microbial processes in aquaculture environment and their importance for increasing crustacean production // Japan Agricultural Research Quarterly. 1994. Vol. 28, no. 4. Pp. 283–288.
18. Сажина Л.И. Размножение, рост, продукция морских веслоногих ракообразных. К.: Наукова думка, 1987. 155 с.
19. Ханайченко А.М. Способ культивирования каланойдных копепод *Calanus euxinus* (черноморского калануса). URL: <http://www.findpatent.ru/patent/254/2541458.html> (дата обращения 25.12.2018).
20. Новосолова Н.В. ДСТУ 8156 : 2015 Зоопланктон морський. Живі корми. Основні вимоги до вирощування. Введ. 01.01.2017.
21. Новосолова Н.В. Спосіб культивування веслоногих ракоподібних : пат. 34843 А01К 61/00. ПівденНІРО. № 1771-III; заявл. 13.07.1999; опубл. 15.03.2001 (ред. 01.06.2001). Бюл. № 2 URL: <http://uapatents.com/4-34843-sposib-kultivuvannya-veslonogikh-rakopodibnikh.html> (дата обращения 25.12.2018).
22. Бурлаченко И.С., Котенев Б.Н. Зарубежный опыт развития прибрежной, морской и океанической марикультуры и ее приоритетные задачи в Российской Федерации // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 1. С. 52–56.
23. Никоноров С.И. Формирование современной нормативно-правовой базы аквакультуры // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 1. С. 3–9.
24. Banse K. On weight dependence of net growth efficiency and specific respiration rates among field population of invertebrates // Oecologia. 2009. Vol. 38, no. 2. Pp. 111–126.
25. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. К.: Наукова думка, 1983. 205 с.
26. Шадрин Н.В. Влияние температуры и условий питания на динамику популяций копепод : автореф. дис. канд. биол. наук. Севастополь: Изд-во ИнБЮМ, 1982. 16 с.
27. Новоселова Н.В. Влияние абиотических факторов среды на рост и питание личинок кефалевых и камбаловых рыб // Рибе господарство : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Київ: КМ Академія, 2009. Вип. 67. С. 151–157.
28. Аганесова Л.О. Длительность развития копепод *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus* при разном температурном режиме культивирования // Морской экологический журнал. 2013. № 12 (1). С. 19–25.
29. Новоселова Н.В. Массовое культивирование некоторых видов веслоногих ракообразных — объектов питания личинок морских рыб // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России : матер. совещания (г. Ростов-на-Дону, август 1996 г.). М.: Изд-во ВНИРО, 1996. С. 211–216.

REFERENCES

1. Svobodnozhivushchie bespozvonochnye. Rakoobraznye [Free-living invertebrates. Crustaceans]. In: *Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey: v 3 tomakh* [Identification key for fauna of the Black and Azov Seas: in 3 volumes]. F.D. Mordukhay-Boltovskoy. (Ed.). Kiev: Naukova Dumka [Scientific Thought], 1969, vol. 2, 535 p. (In Russian).
2. Pisarevskaya B.I., Aksenova E.O. Pitaniye chernomorskikh kefaley v period rannego ontogenenza [Feeding of the Black Sea mullets during early ontogenesis]. In: *Sbornik nauchnykh trudov: Rybokhozyaystvennyye issledovaniya v Azovo-Chernomorskom bassejne* [Fisheries research in the Azov and Black Sea Basin. Collection of research papers]. Moscow: VNIRO Publ., 1987, pp. 56–68. (In Russian).
3. Klein Breteler W.C.M. Continuous breeding of marine pelagic copepods in the presence of heterotrophic

- dinoflagellates. *Marine Ecology Program Series*, 1980, vol. 2, no. 3, pp. 229–233.
4. Mullin M.M. The role of copepods in fisheries. Introductory remarks. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1991, vol. 37, no. 2, pp. 217–228.
 5. Hirata H.J. An attempt to apply an experimental microcosm for the mass culture of marine rotifer *Brachionus plicatilis* Müller. *Memoirs of Faculty of Fisheries-Kagoshima University*, 1974, no. 23, pp. 163–172.
 6. Kul'tivirovanie kolovratok *Brachionus plicatilis* v Evrope [Cultivation of rotifers *Brachionus plicatilis* in Europe]. Available at: <http://aquavitro.org/2013/05/21/kultivirovanie-kolovratok-brachionus-plicatilis-v-evrope> (accessed 25.12.2018). (In Russian).
 7. Rae K.H. Parameters of the marine environment perspectives in marine biology. Berkeley: University of California Press, 1958, no. 18, pp. 35–47.
 8. Corkett C.J., Urry D.L. Observations on the keeping of adult female *Pseudocalanus elongatus* under laboratory conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 1968, vol. 48, no. 1, pp. 97–105. doi: 10.1017/S0025315400032458.
 9. Petipa T.S. Pitaniye planktonnykh organizmov i ikh pishchevye vzaimootnosheniya [Feeding of planktonic organisms and their trophic relationships]. In: *Biologiya morya* [Biology of the sea]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1971, issue 24, pp. 176–187. (In Russian).
 10. Sazhina L.I. Osobennosti razmnozheniya kopepod Atlanticheskogo okeana [Peculiarities of the Atlantic Ocean copepod reproduction]. *Ekologiya morya* [Marine Ecology], 1982, no. 11, pp. 21–28. (In Russian).
 11. Saiz E.M., Alcaraz M., Paffenhafer G.A. Effects of small-scale and gross-growth efficiency of three *Acartia* sp. *Plankton Resources*, 1992, vol. 14, no. 8, pp. 1085–1097.
 12. Omori M. Cultivation of marine copepods. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1971, vol. 20, no. 1, pp. 3–11.
 13. Iwasaki H. Problems in the cultivation and mass culture of marine copepods. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1973, vol. 20, no. 1, pp. 72–73.
 14. Kitajima C. Experimental trials on mass culture of copepods. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1973, vol. 20, no. 1, pp. 54–60.
 15. Støttrup J.G., Richardson K., Kirkegaard E., Pihl N.J. The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae. *Aquaculture*, 1986, vol. 52, no. 3, pp. 87–96.
 16. Kahan D., Uhlig G., Schwenzer D., Horowitz L. A simple method for cultivating harpacticoid copepods and offering them to fish larvae. *Aquaculture*, 1982, vol. 26, no. 3–4, pp. 303–310.
 17. Maeda M., Liao I.C. Microbial processes in aquaculture environment and their importance for increasing crustacean production. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 1994, vol. 28, no. 4, pp. 283–288.
 18. Sazhina L.I. Razmnozhenie, rost, produktsiya morskikh veslonogikh rakoobraznykh [Reproduction, growth and production of marine copepods]. Kiev: Naukova Dumka [Scientific Thought], 1987, 155 p. (In Russian).
 19. Khanaychenko A.M. Sposob kul'tivirovaniya kalanoidnykh kopepod *Calanus euxinus* (chernomorskogo kalyanusa) [Method of cultivation of calanoid copepods *Calanus euxinus* (the Black Sea copepods)]. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/254/2541458.html> (accessed 25.12.2018). (In Russian).
 20. Novos'olova N.V. DSTU 8156:2015. Zooplankton mors'kiy. Zhivi kormi. Osnovni vimogi do viroshchuvannya. Vved. 01.01.2017 [State Standard Specification 8156:2015. Marine zooplankton. Live feeds. Key requirements of their cultivation. Effective from 01.01.2017]. (In Ukrainian).
 21. Novos'olova N.V. Sposib kul'tivuvannya veslonogikh rakopodibnikh [Method to cultivate copepod crustaceans]: pat. No. 34843 A01K 61/00. PivdenNIRO [Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography]. No. 1771-III; appl. 13.07.1999; publ. 15.03.2001 (amended 01.06.2001), Bul. No. 2. Available at: <http://uapatents.com/4-34843-sposib-kultivuvannya-veslonogikh-rakopodibnikh.html> (accessed 25.12.2018). (In Ukrainian).
 22. Burlachenko I.S., Kotenev B.N. Zarubezhnyy opyt razvitiya pribrezhnoy, morskoy i okeanicheskoy marikul'tury i ee prioritetnye zadachi v Rossiyskoy Federatsii [On the foreign experience in development of coastal, offshore and oceanic mariculture and on its first-priority objectives in the Russian Federation]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Fish and Fisheries], 2008, no. 1, pp. 52–56. (In Russian).
 23. Nikonorov S.I. Formirovanie sovremennoy normativno-pravovoy bazy akvakul'tury [Creation of the modern legislation for aquaculture]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Fish and Fisheries], 2008, no. 1, pp. 3–9. (In Russian).
 24. Banse K. On weight dependence of net growth efficiency and specific respiration rates among field population of invertebrates. *Oecologia*, 2009, vol. 38, no. 2, pp. 111–126.
 25. Zaika V.E. Sravnitel'naya produktivnost' gidrobiontov [Comparative productivity of hydrobionts]. Kiev: Naukova Dumka [Scientific Thought], 1983, 205 p. (In Russian).
 26. Shadrin N.V. Vliyanie temperatury i usloviy pitaniya na dinamiku populyatsiy kopepod [Influence of temperature and feeding conditions on the population dynamics of copepods]: avtoref. dis. kand. biol. nauk [Extended abstract of Candidate's (Biology) thesis]. Sevastopol: IBSS Publ., 1982, 16 p. (In Russian).
 27. Novoselova N.V. Vliyanie abioticheskikh faktorov sredy na rost i pitaniye lichinok kefalevykh i kambalovykh ryb

- [Influence of abiotic factors of the environment on growth and feeding habits of mullet and flounder fish species]. In: *Ribne gospodarstvo: mizhvidomchiy tematichtniy naukoviy zbirnik* [Fisheries: interdepartmental thematic collection of research works]. Kiev: KM Academia, 2009, issue 67, pp. 151–157. (In Russian).
28. Aganesova L.O. Dlitel'nost' razvitiya copepod *Calanipeda aquaedulcis* i *Arctodiaptomus salinus* pri raznom temperaturnom rezhime kul'tivirovaniya [Development times of the copepods *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus* at different temperatures]. *Morskoy ekologicheskiy zhurnal* [Marine Ecological Journal], 2013, no. 12 (1), pp. 19–25. (In Russian).
29. Novoselova N.V. Massovoe kul'tivirovanie nekotorykh vidov veslonogikh rakoobraznykh — ob'ektov pitaniya lichinok morskikh ryb [Mass cultivation of some species of copepods, feeding targets of marine fish larvae]. In: *Sostoyanie i perspektivy nauchno-prakticheskikh razrabotok v oblasti marikul'tury Rossii: materialy soveshchaniya (g. Rostov-na-Donu, avgust 1996 g.)* [State and prospects of research and practical projects in the area of Russian aquaculture. Proceedings of the meeting (Rostov-on-Don, August 1996)]. Moscow: VNIRO Publ., 1996, pp. 211–216. (In Russian).

Поступила 26.12.2018

Принята к печати 11.03.2019