

УДК 595.384.8

**ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК КАМЧАТСКОГО КРАБА
(*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Н.П. Ковачева, Н.В. Кряхова, А.Г. Тертицкая,
Е.С. Чертопруд (ВНИРО)*

**FEEDING OF LARVAE RED KING CRAB
(*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) IN ARTIFICIAL CONDITIONS**

N.P. Kovatcheva, N.V. Kryahova, A.G. Tertitskaya, E.S. Chertoprud (VNIRO)

Two kinds of artificial fodder with different composition were tested for rearing the early life stages of the red king crab up to the glaucotoe stage: MICRON (produced by 'Sera' Co Ltd.) and TROCO (produced by 'Coppens' Co Ltd.). The control group of crab larvae was fed by *Artemia sp.* nauplii. The digestion time for both fodders was approximately equal, varying in from 160 min. to 310 min. Crab larvae actively fed on both kinds of fodder but their survival rate on the artificial fodders was 9–10%, whereas survival of larvae feeding *Artemia* nauplii was 53,8%. Dry biomass and average size of artificially-fed larvae were also significantly lower than those of the larvae fed by *Artemia*. Some recommendations on optimization the red king crab artificial culture are discussed.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с сокращением численности природных популяций искусственное воспроизводство камчатского краба приобретает все большую значимость. Качественный и количественный состав пищи является одним из основных факторов, определяющих выживаемость, рост и развитие личинок крабов [Sulkin, Epifanio, 1975; Incze, Paul, 1983; Sulkin, McKeen, 1999 и др.]. Исследователи отмечают усиление каннибализма у личинок камчатского краба при несбалансированном кормлении [Sato, Tanaka, 1949; Nakanishi, 1987 и др.]. А.Дж. Пол с соавторами называет основной причиной смертности личинок камчатского краба на ранних стадиях развития недостаточный запас энергии, который они получают с кормом [Paul et al., 1989].

При выращивании личинок камчатского краба в искусственных условиях в качестве живых кормов использовали диатомовые водоросли, трохофоры полихет, науплии *Artemia sp.*, личинки усонюгих раков рода *Balanus* [Sato, Tanaka, 1949; Kurata, 1959; Paul et al., 1979, 1989]. Однако важным элементом технологии культивирования гидробионтов является возможность применения искусственных комбикормов, сбалансированных по необходимым питательным веществам и технологически удобных в использовании при отсутствии живого корма.

В лаборатории воспроизводства ракообразных ВНИРО с 2002 года проводится тестирование различных комбикормов, разработанных для личинок рыб и креветок, и их сочетания с науплиями артемии. Эксперименты с личинками камчатского краба I и II стадий показали непригодность для их питания сухих ком-

бикормов серии Wean Ex и принципиальную возможность использования кормов серии Start (DANA FEED, Дания) [Эпельбаум, Ковачева, 2004]. Однако при кормлении личинок кормами серии Start отмечена низкая выживаемость, связанная со слабой плавучестью этих кормов [Эпельбаум, 2004].

Кроме того, при всей важности выбора наиболее подходящего корма большое значение имеет кратность внесения пищи, которая в числе прочего определяет скорость переваривания.

Согласно вышеизложенному, для настоящей работы нами были сформулированы следующие задачи:

оценить поедаемость и длительность переваривания комбикормов различного состава личинками камчатского краба;

сравнить выживаемость, рост и массу личинок при кормлении науплиями *Artemia* sp. и несколькими видами комбикормов;

оценить уровень каннибализма при кормлении различными кормами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2007 г. в лаборатории воспроизводства ракообразных Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) на личинках камчатского краба I–IV стадий.

Оценивали поедаемость и длительность переваривания личинками I и IV стадий трех видов кормов (табл. 1): комбикорма с добавлением растительных компонентов Micron (фирма SERA); комбикорма на основе рыбной муки Troco (фирма COPPINS) и науплий артемии.

Таблица 1. Биохимический состав используемых кормов

Table 1. Biochemical composition artificial fodders

Корм	Содержание, %			
	белок	жир	волокна	зола
MICRON (Sera)	50,2	8,1	4,2	11,9
TROCO 4944 (Coppens)	63,0	15,0	0,3	10,0
Науплии <i>Artemia</i> sp.*	50,6	23,2	6,0	14,7

*По данным Ивлевой И.В. [1969]

Для экспериментов использовали искусственную постоянно аэрируемую морскую воду соленостью 33 ‰.

Оценка длительности прохождения кормов через пищеварительный тракт. Личинок, полученных от одной самки, содержали в аквариуме объемом 200 л, при термостатировании воды на уровне 10 °С и гидрохимическом контроле качества воды. Из общей массы отлавливали 20–25 личинок и оставляли без корма на сутки. Затем всех особей просматривали под микроскопом на наличие корма в кишечнике. Личинок, не содержащих пищевых частиц в пищеварительном тракте, отсаживали в емкость объемом 0,8 л и задавали корм. Через час всех личинок еще раз просматривали, определяли процентное соотношение личинок с просвечивающим кормом внутри, 10 из них отсаживали в емкость объемом 0,1 л. Отсаженных особей просматривали каждый час, отмечая передвижение корма по пищеварительному тракту и образование фекалий.

Оценка выживаемости и причины смертности личинок. Для эксперимента на выживаемость отбирали наиболее подвижных особей II стадии зоеа. Личинок рассаживали по 40 штук в емкости объемом 0,8 л. Емкости располагали в аквари-

уме объемом 80 л, который термостатировали на уровне 10 °С. Ежедневно проводили полную замену воды и удаление погибших особей с определением причин смертности по следующим категориям: «каннибализм» — у особи повреждены или отсутствуют конечности или части тела; «неудачная линька» — у особи сохранилась часть старого экзuvia или отмечено начало образования нового карапакса под предыдущим; «не определены» — особь без видимых морфологических отклонений и повреждений. Опыт с каждым вариантом корма проводили в трех повторностях. Корм вносили 1 раз в сутки.

Через четыре дня после перехода личинок на четвертую стадию определяли массу и длину карапакса всех оставшихся живых личинок.

Для статистической обработки данных использовали программы Excel и STATISTICA 6.0. Достоверность различий рассчитывали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сухая масса и длина карапакса личинок максимальны при кормлении науплиями артемии, а для сухих комбикормов достоверно ниже (на IV стадии различия статистически достоверны: $p = 0,0034$ (MICRON-науплии *Artemia* sp.), $p = 0,0017$ (TROCO-науплии *Artemia* sp.) для значений и сухой массы, и длины карапакса и незначительно отличаются между собой (рис. 1, 2).

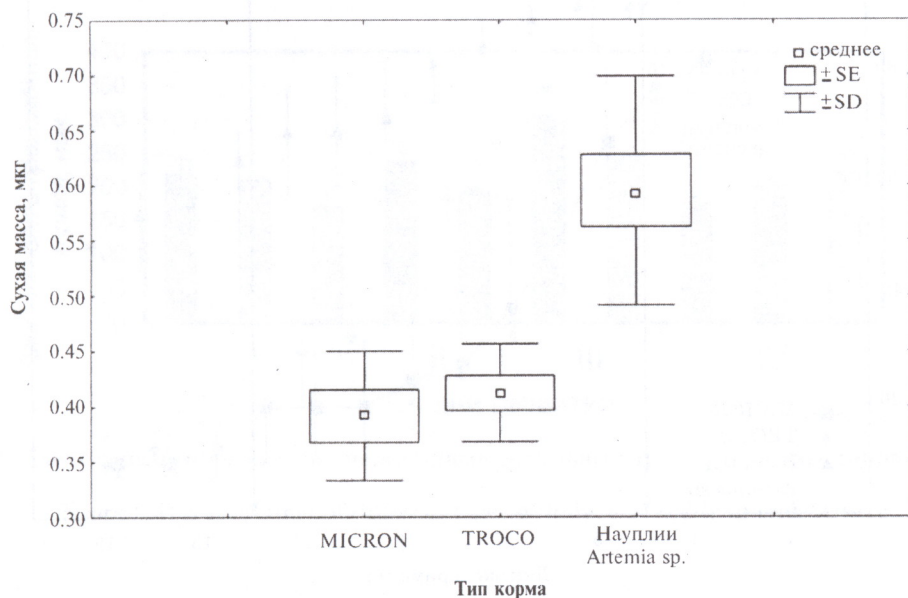


Рис. 1. Сухая масса личинок при кормлении различными кормами

Figure 1. Dry weight of larvae fed by different fodders

Наибольшую выживаемость к концу IV стадии зоэа отмечали у личинок, которых кормили науплиями артемии (53,8%). Выживаемость при кормлении комбикормами была очень низкой — 9–11% (рис. 3). Для оценки выживаемости на рисунке приведены значения медиан.

Следовательно, согласно полученным результатам, испытанные комбикорма не могут заменить науплии артемии в питании личинок камчатского краба.

Основной причиной гибели является каннибализм. Интенсивность каннибализма достоверно ниже при кормлении науплиями артемии и составляет 5,1, 51 и 27,5% при кормлении науплиями артемии, комбикормами MICRON и TROCO соответственно (рис. 4).

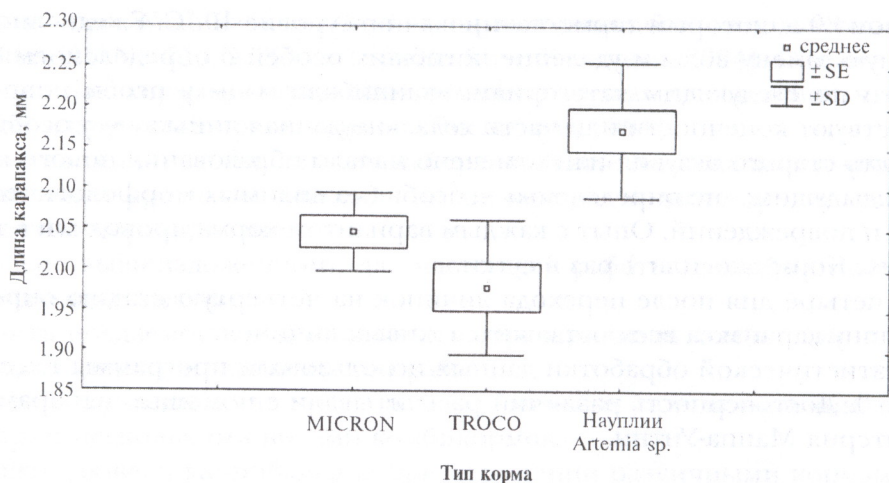


Рис. 2. Длина карапакса личинок при кормлении различными кормами

Figure 2. Carapace length of larvae fed by different foddres

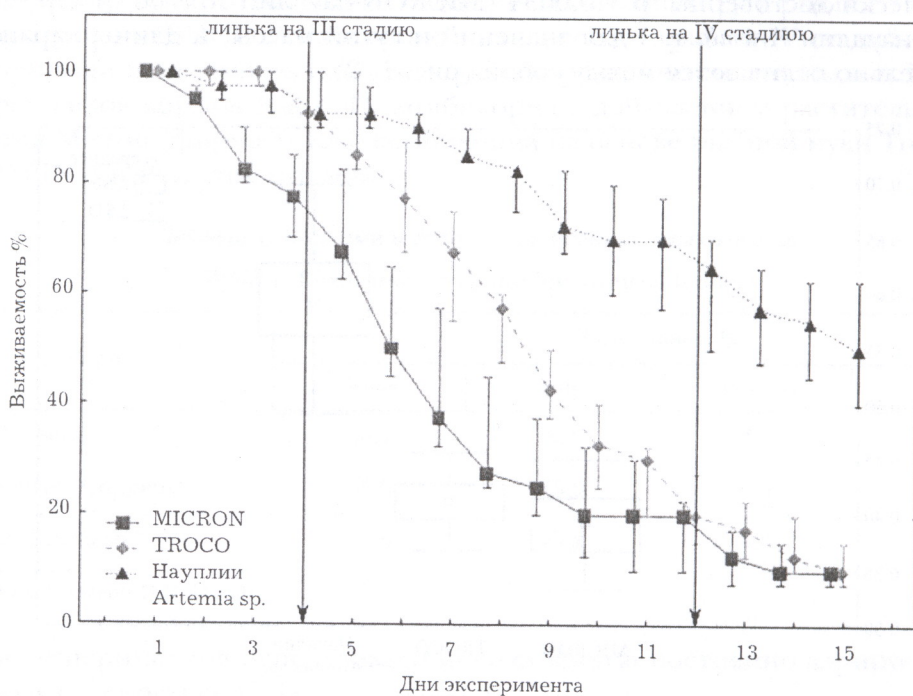


Рис. 3. Выживаемость личинок при кормлении различными кормами

Figure 3. Survival rate of larvae during fed by different foddres

Время нахождения корма в пищеварительном тракте личинок составило от 160 до 310 мин. При этом основную часть времени корм находится в желудке и гепатопанкреасе, а через кишечник проходит менее чем за 30 мин. Достоверных различий между продолжительностью переваривания корма на различных стадиях развития не получено. Отмечена тенденция более длительного прохождения комбикорма с добавлением растительных компонентов (MICRON) по сравнению с кормами животного происхождения (TROCO, науплии *Artemia* sp.) на I–III личиночных стадиях и обратная тенденция у личинок последней IV стадии (рис. 5).

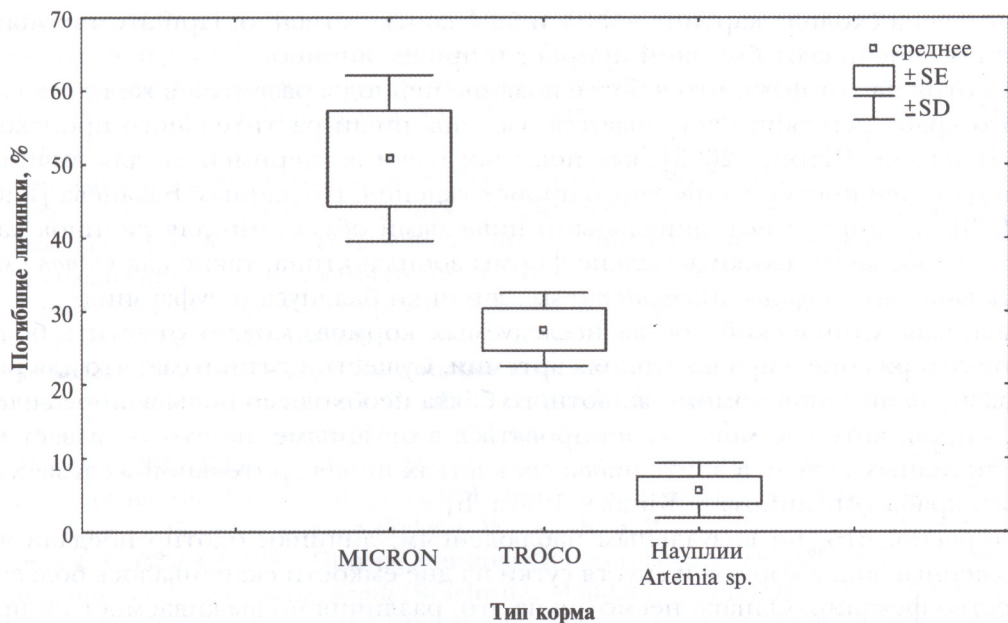


Рис. 4. Доля личинок, погибших от каннибализма при кормлении различными кормами (%)

Figure 4. Mortality (%) of larvae as a result of cannibalism during feeding by different fodders

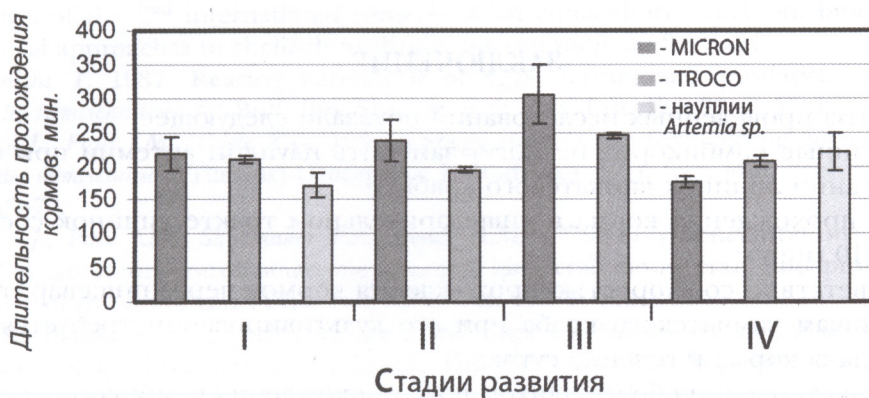


Рис. 5. Длительность прохождения через пищеварительный тракт различных типов кормов

Figure 5. Digestion time of different types of fodder by red king crab larvae

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеются немногочисленные сведения о кормлении личинок краба искусственными кормами, содержащими яичный желток и сухое молоко, пищевые дрожжи; стандартным кормом для морских креветок; сухим мясом крабов [Sato, Tanaka, 1949; Зубкова, 1964; Культивирование..., 1987; Ковачева, 2002, 2003; Иванов, Щербакова, 2005], а также желатиновыми микрокапсулами с питательными веществами [Levine et. al., 1982]. Специально разработанных для камчатского краба комбикормов в настоящее время не существует.

Результаты исследований ВНИРО [Эпельбаум, 2004; Ковачева, 2005] показали принципиальную возможность использования сухих комбикормов. Однако выживаемость особей при этом была низкой. В конце второй личиночной стадии выживаемость личинок при питании комбикормами DANA FEED составила около 15%, а при питании науплиями *Artemia* sp. – более 60%. По результатам нашей ра-

боты получена сходная картина – 11% и 50% соответственно. При этом науплии артемии обеспечивают больший прирост и привес личинок.

Несмотря на тот факт, что в более поздние периоды развития в желудках камчатского краба регулярно встречаются частицы пищи растительного происхождения [Елецкая, Штрик, 2006], как показали наши эксперименты, для личинок предпочтителен протеин животного происхождения. По данным Баканева [Баканев, 2003], в природе потенциальными пищевыми объектами для личинок камчатского краба могут служить мелкие формы зоопланктона, такие как *Oithona similis*, *Pseudocalanus elongatus*, *Microcalanus* sp., личинки балянуса и эуфаузиид.

Сравнивая химический состав исследуемых кормов, можно отметить более высокое содержание жира в науплиях артемии. Существует гипотеза, что для роста и развития личинок помимо животного белка необходимо повышенное содержание жиров, которые могут депонироваться в организме, на что указывает наличие липидных капель в эпителиальных клетках пищеварительной железы камчатского краба [Abrunhosa & Kittaka, 1997a, b].

Интересно, что, по визуальным наблюдениям, личинки охотно поедали все предложенные виды кормов и спустя сутки на дне емкости скапливалось большое количество фекалий. Однако несмотря на это, различия по выживаемости и приросту личинок при кормлении различными кормами очевидны.

Результаты оценки длительности прохождения корма через пищеварительный тракт свидетельствуют о необходимости кормления личинок камчатского краба не менее двух раз в день.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показали следующее:

- испытанные комбикорма не могут заменить науплии артемии при искусственном питании личинок камчатского краба;
- время прохождения корма в пищеварительном тракте личинок составляет от 160 до 310 минут;
- в соответствии со скоростью прохождения кормов через пищеварительный тракт личинкам камчатского краба при его культивировании требуется многократная подача корма в течение суток;
- отмечена тенденция более длительного прохождения комбикорма с добавлениями растительных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

- Баканев С.В.** 2003. Личинки камчатского краба в прибрежных районах и крупных заливах Мурманска // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: Изд-во ПИПРО. С. 122–133.
- Елецкая М.В., Штрик В.А.** 2006. Питание молоди камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в прибрежной зоне Баренцева моря // Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами. Мурманск. С. 29–32.
- Зубкова Н.А.** 1964. Опыт содержания камчатского краба в аквариуме // Труды Мурманского морского биологического института. Вып. 5(9). С. 105–113.
- Иванов П.Ю., Щербакова Н.В.** 2005. Опыт и проблемы выращивания камчатского краба в контролируемых заводских условиях // Известия ТИПРО. Т. 143. С. 305–326.
- Ивлева И.В.** 1969. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М.: Наука. 170 с.
- Ковачева Н.П.** 2002. Биотехнология искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в системе с замкнутым циклом водоснабжения // Материалы Международной конференции. Южно-Сахалинск: СахНИРО. Т. 3. С. 300–308.
- Ковачева Н.П.** 2003. Способ воспроизводства ракообразных (камчатский краб) // Патент РФ № 2200386. Россия. Бюлл. № 8.

Ковачева Н.П. 2005. Камчатский краб как новый объект марикультуры // Обзорная информация. ВНИЭРХ, серия Марикультура. М. 40 с.

Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей: Сборник научных трудов. 1987 / Ред. В. Г. Марковцев, Ю.Э. Брегман, В.Ф. Пржеменецкая и др. М.: Агропромиздат. 192 с.

Эпельбаум А. Б. 2004. Питание камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* на ранних стадиях онтогенеза в искусственных условиях // Дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М. 138 с.

Эпельбаум А.Б., Ковачева Н.П. 2004. Использование различных кормов при искусственном выращивании личинок камчатского краба // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы V научной конференции. Петропавловск-Камчатский: «Камчатпресс». С. 200–203.

Abrunhosa F.A., Kittaka J. 1997a. Functional morphology of mouthparts and foregut of the last zoea, glaucothoe and first juvenile of the king crabs *Paralithodes camtschaticus*, *P. brevipus* and *P. platypus* // Fisheries Science (Tokyo). Vol. 63. № 6. P. 923–930.

Abrunhosa F.A., Kittaka J. 1997b. Morphological changes in the midgut, midgut gland and hindgut during the larval and postlarval development of the red king crab, *Paralithodes camtschaticus* // Fisheries science (Tokyo). Vol. 63. № 5. P. 746–754.

Incze L.S., Paul A.J. 1983. Grazing and predation as related to energy needs of stage I zoeae of the tanner crab *Chionoecetes bairdi* (Brachyura, Majidae) // Biol. Bull. Vol. 165. P. 197–208.

Kurata H. 1959. Studies on the larva and postlarva of *Paralithodes camtschatica*. I. Rearing of the larvae, with special reference to the food of the zoea. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. Vol. 20. P. 76–83.

Levine D., Heukelem M.L. V., Sulkin S.D. 1982. The use of microencapsulated diets on the study of the nutritional requirements of larvae of the mud crab, *Eurypanopeus depressus* (Smith). Proceedings of the 2nd international conference on aquaculture nutrition: biochemical and physiological approaches to shellfish nutrition, Special publ. № 2. P. 424.

Nakanishi T. 1987. Rearing conditions of eggs, larvae, and postlarvae of king crab *Paralithodes camtschaticus* // Bull. Jpn. Sea Nat. Fish. Res. Inst. Vol. 37. P. 57–161.

Paul A.J., Paul J.M., Coyle K.O. 1989. Energy sources for first-feeding zoea of king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) (Decapoda: Lithodidae) // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 130. № 1. P. 55–70.

Paul A.J., Paul J.M., Shoemaker P.A., Feder H.M. 1979. Prey concentrations and feeding response in laboratory-reared stage-one zoeae of king crab, snow crab, and pink shrimp // Transaction of the American Fisheries Society. Vol. 108. P. 440–443.

Sato S., Tanaka S. 1949. Study on the larval stage of *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). I. About morphological research // Hokkaido Fish. Exp. Stat. Res. Rep. № 1. Vol. 1. P. 7–24.

Sulkin S.D., Epifanio C.E. 1975. Comparison of rotifers and other diets for rearing early larvae of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathburn // Estuar. Coast. Mar. Sci. Vol. 3. P. 109–113.

Sulkin S.D., McKeen G.L. 1999. The significance of feeding history on the value of heterotrophic microzooplankton as prey for larval crabs // Mar. Ecol. Progr. Ser. Vol. 186. P. 219–225.