

УДК 595.384.8

ОЦЕНКА ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ПИТАНИЯ И СКОРОСТИ ПЕРЕВАРИВАНИЯ КОРМА У ЛИЧИНОК КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS*

*Н.В. Кряхова, Р.Р. Борисов,
Е.С. Чертопруд, Н.П. Ковачева*

ВНИРО, Москва, borisovrr@vniro.ru

ESTIMATION OF SELECTIVE FEEDING AND DIGESTION RATE FOR RED KING CRAB *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* LARVAE

*N.V. Kryakhova, R.R. Borisov,
E.S. Chertoprud, N.P. Kovatcheva*

VNIRO, Moscow, borisovrr@vniro.ru

Введение

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* является одним из важнейших промысловых видов ракообразных. В настоящее время численность природных популяций этого вида на Дальнем Востоке значительно снизилась из-за интенсивного промысла и ухудшения экологической обстановки. В связи с этим искусственное воспроизводство камчатского краба приобретает все большее значение. Важным элементом создания подобных биотехнологий является обеспечение оптимального кормления гидробионтов, особенно в период раннего онтогенеза. На данный момент, состав пищи личинок камчатского краба из естественной среды изучен недостаточно. В ходе анализа содержимого желудочно-кишечного тракта в пищевом комке чаще всего отмечались диатомовые водоросли и личинки рода *Balanus* [Marukawa, 1933; Зубкова, 1964].

Полученные авторами данные не позволяют в полной мере оценить пищевые предпочтения и избирательность личинок камчатского краба, при выборе пищевых объектов. Не только подбор типа корма, но также его количество и режим внесения имеют немаловажное значение. Однако, обоснования того или иного режима кормления на сегодняшний день в литературе практически отсутствуют. Например, для камчатского краба существуют только единичные работы, посвященные строению желудочно-кишечного тракта личинок [Abrunhosa, Kittaka, 1997a,b; Эпельбаум, 2004]. При этом разработанные режимы внесения корма для данного вида основаны, в первую очередь, на субъективных взглядах исследователей, и не учитывают реальную скорость захвата, переваривания и усвоения пищи организмами.

В рамках данной работы исследованы пищевые предпочтения и оценено время прохождения корма через желудочно-кишечный тракт зоэа камчатского краба, а также предпринята попытка определить оптимальный режим кормления личинок данного вида.

Материалы методика

Исследования проводили на личинках камчатского краба I–IV стадий во ВНИРО в лаборатории воспроизводства ракообразных в 2008 г.

Оценка избирательности питания личинок. В первом варианте эксперимента оценена избирательность питания личинок I стадии по отношению к двум типам корма: науплии *Artemia* sp. и комбикорм с добавлением растительных компонентов Micron (фирма SERA). Зоэа I стадии помещали в емкость объемом 0,8 л, в которой находилась смесь исследуемых кормов. Оба компонента смеси были представлены в избытке, обеспечивающем постоянный контакт личинок с кормом — 50 мг/л комбикорма и 6000 шт/л науплий *Artemia* sp. Через 50 мин личинок извлекали из емкости и просматривали под бинокулярным микроскопом, выделяя среди них четыре группы: желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) заполнен только науплиями; ЖКТ заполнен только частицами корма Micron; в ЖКТ встречаются оба типа корма; ЖКТ пуст. Ввиду того, что науплии и частицы Micron имеют разную окраску (оранжевую и зеленую, соответственно) было возможно провести визуальное разделение личинок по выше перечисленным группам. Эксперимент проведен в трех повторностях, каждая из которых включала по 13–14 личинок.

Во втором варианте эксперимента оценена избирательность питания личинок III стадии по отношению к науплии *Artemia* sp. и обладающему нулевой пищевой ценностью активированному углю. В рамках эксперимента одной группе голодных личинок (30 особей) были предложены науплии *Artemia* sp., а другой мелко измельченный активированный уголь. В емкость с личинками вносили уголь из расчета 50 мг/л, а науплии *Artemia* sp. — 6000 шт/л. Через 40 мин всех личинок просматривали и определяли присутствие корма в ЖКТ. Эксперимент проведен в двух повторностях.

Определение времени прохождения корма через желудочно-кишечный тракт личинок. Для оценки скорости прохождения корма через ЖКТ поставлены эксперименты двух типов.

Во-первых, проведен эксперимент направленный на решение вопроса: сколько времени уходит у голодных личинок на захват и потребление корма, т.е., до того момента, когда пищевые частицы появляются в ЖКТ. В ходе исследований зоэа I стадии помещали в емкость объемом 0,8 л, содержащую науплии *Artemia* sp. в избыточной концентрации (>6000 шт/л). В разных вариантах эксперимента время выдержки корма составляло: 10, 20, 30, 40, 50 и 60 мин. После истечения определенного временного интервала, личинок извлекали из емкости и просматривали под бинокулярным микроскопом, определяя как наличие корма в ЖКТ, так и местоположение пищевого комка. Эксперимент проведен в трех повторностях, каждая из которых включала по 15 личинок.

Во-вторых, оценена непосредственно длительность прохождения через ЖКТ двух типов корма: науплии *Artemia* sp. (у зоэа I–IV стадий) и комбикорма Micron (у зоэа III стадий). В ходе эксперимента 20 личинок оставляли без корма на сутки, после чего помещали на час (время необходимое на захват и потребление корма большинством личинок, определенное в первом эксперименте) в емкость (объем 0,8 л) с науплиями. Концентрация корма была избыточной. После насыщения зоэа кормом, их извлекали из емкости с кормом и рассаживали в отдельные чашки Петри, размещенные в термостатирующей ем-

кости, обеспечивающей температуру 9 °С. Каждые полчаса всех личинок просматривали под бинокляром и определяли положение пищевого комка в ЖКТ. Регулярный осмотр личинок продолжали вплоть до выделения ими пеллет.

Результаты и обсуждение

Избирательность питания. В ЖКТ зоэа I стадии в более чем 75 % случаев обнаружена смесь науплии *Artemia* sp. и частиц комбикорма Micron. У 5 % личинок корма внутри ЖКТ не обнаружено. Кроме того, 18 % от общей численности зоэа в эксперименте поедали исключительно науплиусов, и только 2 % — поглощали исключительно комбикорм Micron. Таким образом, личинки камчатского краба активно поедают как животный, так и растительный корм, и резких предпочтений одного типа пищи другому не выявлено. Однако необходимо отметить, что науплии *Artemia* sp. поглощала бóльшая доля экспериментальных особей, чем комбикорм Micron. Личинки, в ЖКТ которых корм не был обнаружен, скорее всего, находились в предличиночном состоянии, и поэтому не питались. Зоэа III стадии активно поедали как науплии *Artemia* sp., так и молотый активированный уголь. Науплии обнаружены в ЖКТ у 80–90 % личинок, а активированный уголь в ЖКТ у 60–80 % особей.

Таким образом, зоэа охотно поедали все типы предложенных кормов как усвояемых, так и не перевариваемых (активированный уголь). Ранее нами были установлены очевидные различия по выживаемости и приросту личинок при кормлении разными кормами. Наибольшая выживаемость от II до IV стадии зоэа камчатского краба отмечена у личинок, которых кормили науплиями артемии (53,8 %), а выживаемость при кормлении растительным комбикормом Micron очень низка — 9 % [Ковачева и др., 2007]. Низкая выживаемость личинок на корме растительного происхождения отмечалась и другими исследователями. Использование в качестве кормов для личинок камчатского краба монокультур водорослей *Nitzschia* sp., *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros* spp. также приводило к высокой (от 84 до 100 %) смертности особей уже при линьке на II стадию развития [Sato, Tanaka, 1949; Kurata, 1959; Paul et al., 1989]. Единственный успешный пример применения водорослей в качестве основного корма для зоэа — *Thalassiosira nordenskioldii*. Выживаемость личинок до II стадии развития при содержании в монокультуре водоросли составляла 75 % [Paul et al., 1989], однако нет данных о том, что такой уровень выживаемости сохранялся и на последующих стадиях развития.

В целом, можно заключить, что для личинок камчатского краба химический состав корма не является определяющим фактором при захвате и потреблении пищевых частиц. Для питания зоэа необходим протеин животного происхождения. Растительные компоненты в пище, возможно, также необходимы, но их присутствие для нормального завершения метаморфоза не обязательно.

Прохождение корма через желудочно-кишечный тракт. При питании личинок науплиями *Artemia* sp. (концентрация >6000 шт/л) насыщение основной массы особей происходило спустя 60 мин после внесения корма. К этому моменту более 90 % от общей численности личинок заполняли свои желудки кормом, жидкая фракция которого начинала поступать в пищеварительную железу. Таким образом для разового кормления личинок камчатского краба в искусственных условиях оптимальное время выдерживания особей в емкости с высокой концентрацией корма составляет один час.

Статистически достоверных различий между продолжительностью прохождения корма через ЖКТ на разных стадиях личиночного развития не вы-

явлено (рис. 1). Как у зоэа I, так и у зоэа IV первые пеллеты появляются в среднем спустя 105–110 мин после захвата корма.

Кроме того, не обнаружено статистически достоверных различий между временем прохождения животного (науплии *Artemia* sp.) и растительного (Micron) кормов (рис. 2). У личинок III стадии развития при питании обоими типами кормов первые пеллеты появляются спустя два часа после захвата пищи. Однако из этого не следует, что переваривание растительного и животного корма идет с одинаковой скоростью. В проведенном эксперименте мы можем оценить только время, через которое выводятся непереваренные остатки, но не продолжительность ферментативного разложения пищевых частиц в желудке и пищеварительной железе.

Скорее всего, близкое время прохождения корма через ЖКТ на разных личиночных стадиях обусловлено тем, что на протяжении всех четырех возрастных стадий строение личинки камчатского краба практически одинаково. Постепенно увеличиваются линейные размеры всего организма и его отдельных частей, при этом принципиальных перестроек в морфологии и физиологии личинки не происходит [Erelbaum et al., 2006]. Это относится и к ЖКТ, у которого как структура, так и общая длина слабо меняются с возрастом личинки [Эпельбаум, 2004]. Так как вместе с размером организма возрастает объем ЖКТ, то значительно увеличивается и дневной рацион личинок. Так, для зоэа I стадии развития суточный рацион равен 11,3 науплиям *Artemia* sp., а для зоэа IV — уже 41,8 науплий [Эпельбаум, 2004].

Науплии *Artemia* sp. длительное время держатся в толще и остаются доступными для личинок краба. Поэтому их можно вносить в емкости с личинками два–три раза в сутки. Поскольку продолжительность прохождения пищи через ЖКТ не меняется в зависимости от стадии зоэа, нет смысла увеличивать или снижать частоту кормлений. Однако так как рацион личинок возрастает, необходимо увеличивать объем вносимого корма.

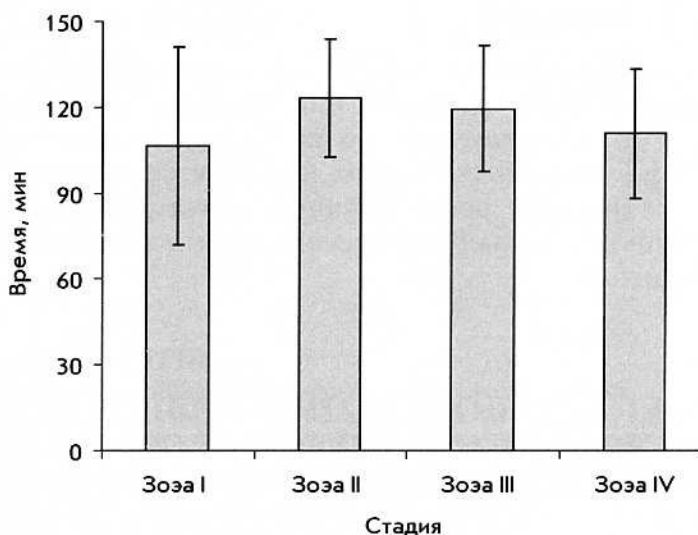


Рис. 1. Изменения времени прохождения корма через пищеварительный тракт в зависимости от личиночной стадии

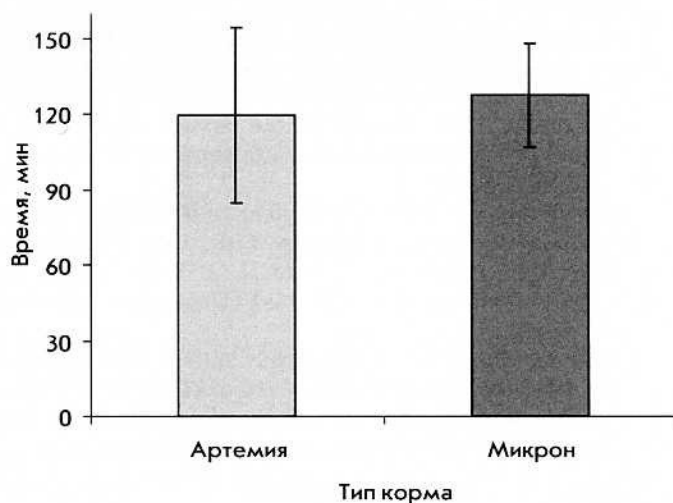


Рис. 2. Изменения времени прохождения корма через пищеварительный тракт личинки (зоэа III) в зависимости от типа корма

Выводы

Для личинок камчатского краба химический состав корма не является определяющим фактором при захвате и потреблении пищевых частиц.

У зоэа камчатского краба продолжительность прохождения корма через ЖКТ на разных стадиях не меняется и практически не зависит от типа корма.

По мере роста личинок камчатского краба следует увеличивать размер рациона, а график внесения корма в течение суток может оставаться без изменений.

ЛИТЕРАТУРА

- Зубкова Н.А. 1964. Опыт содержания камчатского краба в аквариуме // Тр. ММБИ. Вып. 5. № 9. — С. 105–113.
- Ковачева Н.П., Кряхова Н.В., Тертицкая А.Г., Чертопруд Е.С. 2007. Питание личинок камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в искусственных условиях // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. К 70-летию со дня рождения Бориса Георгиевича Иванова: Труды ВНИРО. Т. 147. — М.: ВНИРО. — С. 73–79.
- Эпельбаум А.Б. 2004. Питание камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) на ранних стадиях онтогенеза в искусственных условиях. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: ВНИРО. — 24 с.
- 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. brevipes* and *P. platypus* // Fisheries Science (Tokyo). V. 63. N. 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). V. 63. N. 5. — P. 746–754.
- 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. V. 20. — P. 76–83.
- Marukawa H. 1933. Biological and fishery research on Japanese king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // J. Imp. Fish. Exp. Stat. Tokyo. V. 37. N. 4. — 152 p.
- 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. V. 130. N. 1. P. 55–70.
- Sato S., Tanaka S. 1949. Study on the larval stage of *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). I. About morphological research // Hokkaido Fish. Exp. Stat. Res. Rep. V. 1. — P. 7–24.
- Epelbaum, A.B., Borisov, R.R., Kovatcheva, N.P. 2006. Early development of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* from the Barents Sea reared in the laboratory: morphology and behavior // J. Mar. Biol. Ass. United Kingdom. V. 86. N. 2. — P. 317–333.