

НЕКОТОРЫЕ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ВЫРАЩИВАНИЯ КРЕВЕТОК В СШАР. М. Оверстрит¹Исследовательская лаборатория Мексиканского залива,
Ошен Спрингс, Миссисипи, США

В настоящее время креветки являются объектом разведения в производственных масштабах в США и других странах. При этом их паразиты и болезни остаются проблемой при большинстве способов выращивания. Представители вирусов, водорослей, бактерий, грибов, инфузорий, микроспоридий, трематод, цестод и нематод оказывают воздействие на выращиваемых креветок, влияют на их хозяев в природных условиях и представляют потенциальную опасность для здоровья человека.

Промышленное выращивание морских ракообразных в США и в других странах в основном связано с креветками, хотя некоторые хозяйства разводят краба *Callinectes sapidus*, американского омара *Homarus americanus* и пресноводных креветок *Macrobrachium* spp. для пищевых целей и некоторые другие виды — для различных научных целей. В статье рассматриваются в основном паразиты креветок пенеид.

В настоящее время отработаны рентабельные методы получения молоди и дальнейшего выращивания *Penaeus stylirostris*, *P. vannamei*, *P. setiferus*, *P. aztecus*, *P. duorarum*, *P. japonicus*. Успешно работают хозяйства как в самих США, так и в Центральной и Южной Америке. В качестве примера высокой продуктивности прудовой культуры креветок можно привести хозяйство Центральной Энергетической Кампании в Техасе, в котором получают от 3 до 4 млн личинок креветок в сутки, количество, достаточное для заселения 10—13 гектар выростных прудов.

Высокую продуктивность обеспечивают и другие методы выращивания, помимо прудов. Например, в Мексике совместными усилиями промышленных кампаний и университетов создана система проточных садков. Подобная система продуктивностью в 62.500 кг товарных креветок с га создана на Гаваях.

В то же время паразитарные и иные заболевания являются существенным препятствием в получении постоянной рентабельной продукции этого ценного объекта марикультуры. В настоящей статье рассматриваются некоторые массовые болезни креветок. Обычно, хотя и не всегда, они бывают связаны с плохим качеством воды в выращиваемых устройствах.

В и р у с ы. Ежегодно у ракообразных описываются все новые вирусы. Некоторые из них, как было показано, вызывают повышенную смертность выращиваемых объектов. Один из них *Baculovirus penaei* поражает ядро клеток гепатопанкреаса. Многогранные тельца включения (PIB) содержат палочковидные, ДНК-содержащие вирионы и размещаются в сильно увеличенном ядре клетки хозяина, что можно обнаружить с помощью светового микроскопа (см. рисунок, 1; см. вкл.). Стресс, вызываемый скученностью, способствует усилению зараженности креветок PIB. Все же исследование, осуществленное

¹ Доклад, заслушанный на Советско-американском симпозиуме по паразитологии и патологии морских организмов (Ленинград, 13—16 X 1981 г.).

после одного случая массового заражения личинок и взрослых креветок, показало наличие эндопаразитических инфузорий рода *Paraauronema* sp. и жгутиконосцев рода *Leptomonas* sp., которые могли совместно с вирусом вызвать повышенную смертность (Couch, 1978).

В о д о р о с л и. Данные о влиянии водорослей на состояние здоровья креветок немногочисленны. Их жабры могут обрастать сине-зелеными, например *Schizothorix calcicola*, токсины которых вызывают заболевание (Overstreet, 1973). Недавно *Sch. calcicola* и другой вид сине-зеленых *Spirulina subsalsa* осложнили гемоцитический энтерит (HE) креветок, выращиваемых совместно с водорослями, которые должны были повышать содержание кислорода и обеспечивать креветок пищей, особенно витаминами (Lightner, 1978). В целом этот прием позволяет профилактировать вторичные бактериальные инфекции. Предполагается также иммунизировать постларвы и молодь креветок при HE скормливанием им дезактивированной культуры водорослей.

Обнаружены в креветках и другие водоросли, например диатомеи — в гемоцеле (Overstreet, Saffort, 1980) и водоросли — в мышечной ткани, но, по-видимому, они не оказывают существенного влияния на популяцию креветок.

Б а к т е р и и. Несколько видов бактерий являются причиной смертности креветок, особенно молоди. В частности, важными возбудителями септицемии среди *Panaeus aztecus*, *P. setiferus* и *P. duorarum* являются *Vibrio anguillarum*, *V. parahaemolyticus* и *V. alginolyticus*. Последнего иногда рассматривают как *V. parahaemolyticus* биотип *alginolyticus*. Лайтнер и Льюс (Lightner, Lewis, 1975) рассмотрели различные аспекты бактериальной септицемии креветок. Следует учесть, что у человека *V. parahaemolyticus* может вызывать кишечный энтерит, а *V. alginolyticus* — воспаление внутреннего уха и заражение ран. Из тканей больных креветок выделены и другие бактерии, но не представляющие опасности здоровью человека. Так, кутикула креветок бывает заражена различными хитинразлагающими бактериями и грибами. Кук и Лофтон (Cook, Lofton, 1973) установили, что *Beneckea* типа I часто встречается у различных ракообразных, вызывая чернопятнистую болезнь (см. рисунок, 2). Эта болезнь ухудшает товарные качества креветок при уплотненных посадках, особенно при температуре выше 30°, а в некоторых случаях вызывает повышенную смертность. Черноузелковое заболевание, поражающее *Macrobrachium* sp. и некоторых других креветок, также, по-видимому, бактериальной природы, хотя пока что это не доказано (см. рисунок, 3).

Для профилактики бактериальных болезней пенеид могут быть использованы вакцины. Предварительные опыты со скормливанием креветкам дезактивированной культуры *V. anguillarum* дают основание предположить, что система иммунитета включает гуморальные факторы, вызывающие быструю, но нестойкую реакцию, и клеточные факторы, способствующие возникновению длительной устойчивости. Личинки пенеид и многих других ракообразных очень подвержены заражению жгутиковыми бактериями такими, как *Leuconiscus*. Штамм этой бактерии, выделенный из *Artemia salina*, отличавшийся от штаммов из других креветок, оказался очень чувствителен к тетрациклину (см. рисунок, 4—6) (Solangi, Overstreet, Gannam, 1979). Болезнь подобного рода возникает при высоком содержании органических веществ, а не в результате высокой плотности популяции.

При использовании антибиотиков против бактериальной инфекции следует иметь в виду, что они понижают устойчивость ракообразных к другим болезням. Так, высокая смертность личинок *Panaeus vannamei* и *P. stylirostris* была вызвана какой-то неопределенной амобой, давшей вспышку численности при использовании антибиотиков. Это хороший пример, показывающий, с какой осторожностью следует использовать антибиотики (Lagomere, Barkate, 1979).

Г р и б ы. Пенеид и других ракообразных заражают некоторые виды грибов; часть из них патогенна для хозяев. Поражение ими жаберных лепестков вызывает «жаберную болезнь» — симптомокомплекс, причиной которого наравне с грибами могут быть другие организмы и стрессорные факторы. При этом либо разрушается жаберный аппарат, либо хозяин подвергается удушью (Lightner, 1975). Одним из двух наиболее опасных возбудителей микозов является *Lagenidium* sp. Он вызывает смертность личинок *P. aztecus* и *P. setife-*

rus. При этом заболевании могут быть использованы малахитовый зеленый аксалаат или трефлан; но представляется более эффективным отделение здоровых науплиусов от больных путем использования яркого освещения. Очень патогенным для ряда креветок является *Fusarium solani*. Поскольку различные пенеиды отличаются разной восприимчивостью к этому возбудителю из группы несовершенных грибов, вероятно, оправдано экономически осуществление отбора устойчивых видов креветок для дальнейшего культивирования. Устойчивость *P. californiensis* к этой инфекции минимальна по сравнению с таковой *P. aztecus* и *P. setiferus*. Последние быстро разрушают небольшие количества спор гриба, попавших на их жабры, в то время как гриб убивает сильно зараженных особей *P. californiensis* (Solangi, Lightner, 1976).

Макроконидии грибов активно проникают через покровы креветок, выращиваемых в цементных бассейнах. Чтобы это предотвратить, рекомендуется на дно таких бассейнов насыпать слой песка, в который креветки зарываются.

Р е с н и ч н ы е и н ф у з о р и и. Описаны инфузории, живущие в гемоцеле различных ракообразных (Couch, 1978; Overstreet, Whatley, 1975), но они, по-видимому, легко размножаются лишь в хозяине в условиях стресса и вряд ли сами по себе могут быть возбудителем болезни. Неопределенный представитель класса *Apostoma* (см. рисунок, 7, 8) может быть другой причиной «жаберной болезни» (Overstreet, 1978). Он может представлять опасность и в условиях аквакультуры, куда может быть занесен из природных условий. Перитриха *Zoothamnium* sp. на жабрах пинеид (см. рисунок, 9), по-видимому, не наносит вреда хозяину в естественных популяциях (Foster e. a., 1978). Однако в скученном состоянии аквакультуры она иногда заражает жабры в больших количествах и отнимает у хозяина кислород, особенно если его содержание сильно понижено (Overstreet, 1973). Подавлять численность *Zoothamnium* sp. на креветках следует путем использования краткосрочных формалиновых ванн, из расчета 25 ppm с внесением формалина непосредственно в пруд (Johnson, 1974).

М и к р о с п о р и д и и. Некоторые виды микроспоридий, поражающие различные органы, придают креветкам нетоварный вид (см. рисунок, 10, 11). Они представляют существенную опасность в аквакультуре, особенно в прудах и небольших замкнутых естественных водоемах, где может замыкаться их жизненный цикл. Предварительные исследования в нашей лаборатории показали, что для профилактики заражения голубого краба микроспоридией *Ame-son michaelis* можно использовать различные химикалии (Overstreet, Whatley, 1975; Overstreet, 1975).

Т р е м а т о д ы. Пенеиды бывают заражены метацеркариями некоторых видов *Orscoelidae* и *Microphallidae*, но они не наносят серьезного вреда своим хозяевам, за исключением случаев массовой зараженности. Но в экспериментальных условиях это происходит редко (см. рисунок, 12). Имеется опасность заражения человека некоторыми видами микрофаллид.

Ц е с т о д ы. Пенеид заражают несколько видов цестод, включая теттаринхид, тетрафиллид и по крайней мере один вид циклофиллид. Метастодные стадии теттаринхид, паразитируя в гепатопанкреасе, привлекают внимание чаще всего, потому что их можно заметить невооруженным глазом просвечивающимися сквозь карапакс креветки. Таких креветок считают «очервленными» и поэтому несъедобными. На самом деле пенеид, зараженных любыми теттаринхидами, можно есть даже в сыром виде, так как они у человека не приживаются. В то же время некоторые другие паразиты и возбудители болезней могут быть опасны для человека, если их съесть в сыром виде.

Наиболее часто в креветках встречаются цестоды *Prochristianella hispida* (см. рисунок, 13, 14). Цикл развития ни одного из видов теттаринхид не расшифрован с достаточной полнотой. Сотруднику нашей лаборатории Тому Маттису (Tom Mattis) почти удалось это сделать в отношении *P. hispida*. По литературным данным, этот вид имеет одного промежуточного хозяина из числа ракообразных. Однако, скорее всего, имеется еще один промежуточный хозяин — это копеподы, через которых заражаются пенеиды и другие креветки. Поскольку окончательные хозяева — скаты хвостокотлы отсутствуют вблизи большинства прудов, теттаринхиды и тетрафиллиды не представляют опасности для выращи-

ваемых креветок. Но и в естественных популяциях креветки редко бывают заражены ими при такой высокой интенсивности, при которой паразиты влияли бы на численность этих ракообразных.

Н е м а т о д ы. Личинки нематод (см. рисунок, 15) не представляют большой опасности для креветок, однако один из видов, паразитирующий в них, может прижиться в пищеварительном тракте некоторых млекопитающих. Это аскаридата *Hysterothylacium* типа MB, которая оказывается в желудке и в двенадцатиперстной кишке макак-резусов через несколько часов после скормливания им зараженных креветок (Overstreet, Meyer, 1981), где вызывает геморрагии слизистой и местную эозинофилию. В Миссисипи креветки заражены тремя различными типами *Hysterothylacium* sp. (Deardorff, Overstreet, 1981), но только один из них, как доказано на опытах с мышами (Norris, Overstreet, 1976), может проникать в ткани млекопитающих. Личинки камалланид *Spirocamallanus cricotus* и некоторых других не аскаридатных нематод также могут заражать различных пенеид, но встречаются редко и не оказывают патогенного влияния на креветок.

Р а з л и ч н ы е с т р е с с о в ы е с и т у а ц и и. Выращивание креветок в условиях высоких плотностей приводит часто к стрессовым ситуациям. Две из них получили название «спонтанный некроз» и «судороги». В первом случае наблюдается дегенерация мышц брюшка, что имеет место при низкой концентрации кислорода или быстрых изменениях условий выращивания (Lakshmi e. a., 1978). Если содержание кислорода удастся поднять до наступления побеления туловища пораженных креветок, последние приходят в норму. «Судороги» креветок, выражающиеся в частичном или полном искривлении брюшка, обычно происходят при низких показателях солености и температуры. Искривление брюшка бывает настолько сильным, что брюшко не может выпрямиться. Пораженные креветки плавают до тех пор, пока сильно не нарушается ионное равновесие, после чего гибнут (Venkataramiah e. a., 1977).

Выращиваемые креветки также могут страдать от газопузырьковой болезни в результате пересыщения воды азотом и кислородом (Lightner e. a., 1974; Supplee, Lightner, 1976).

Многочисленные другие паразиты, а также токсические вещества влияют на пенеид как в США, так и в других районах. Некоторые из них уже представляют опасность или будут опасными в будущем как для естественных популяций, так и в условиях выращивания креветок. Весь имеющийся материал по этому вопросу рассмотрен в обзорных работах (Overstreet, 1973, 1978; Lightner, 1975; Johnson, 1974, 1978; Overstreet, Van Devender, 1978; Couch, 1978, 1979).²

Л и т е р а т у р а

- C o o k D. W., L o f t o n S. R. Chitinoclastic bacteria associated with shell disease in Penaeus shrimp and the blue crab (*Callinectes sapidus*). — J. Wildl. Dis., 1973, vol. 9, p. 154—159.
- C o u c h J. A. Diseases, parasites and toxic responses of commercial penaeid shrimps of the Gulf of Mexico and South Atlantic coasts of North America. — Fish. Bull., 1978, vol. 76, N 1, p. 1—44.
- C o u c h J. A. Shrimps (Arthropoda: Crustacea: Penaeidae). — In: Pollution Ecology of Estuarine Invertebrates. Academic Press, Inc., 1979, p. 235—258.
- D e a r d o r f f T. L., O v e r s t r e e t R. M. Larval *Hysterothylacium* (=Thynnascaris) (Nematoda: Anisakidae) from fishes and invertebrates in the Gulf of Mexico. — Proc. Helminthol. Soc. Wash., 1981, vol. 48, N 2, p. 113—126.
- F o s t e r C. A., S a r p h i e T. G., H a w k i n s W. E. Fine structure of the peritrichous ectocommensal *Zoothamnium* sp. with emphasis on its mode of attachment to penaeid shrimp. — J. Fish Dis., 1978, vol. 1, p. 321—335.
- J o h n s o n S. K. Toxicity of several management chemicals to penaeid shrimp. — Tex. A & M Fish Dis. Diag. Lab. Publ. FDDL-S3, 1974, p. 1—4.
- J o h n s o n S. K. Handbook of shrimp diseases (rev. ed.). — Tex. A & M Univ. Sea Grant Coll. TAMU-SG-75-603, 1978, p. 1—23.
- L a k s h m i G. J., V e n k a t a r a m i a h A., H o w s e H. D. Effect of salinity and temperature changes on spontaneous muscle necrosis in *Penaeus aztecus* Ives. — Aquaculture, 1978, vol. 13, N 1, p. 35—43.

² Автор благодарит Жоан Дерфи и Рену Кроль за оказанную помощь при оформлении статьи.

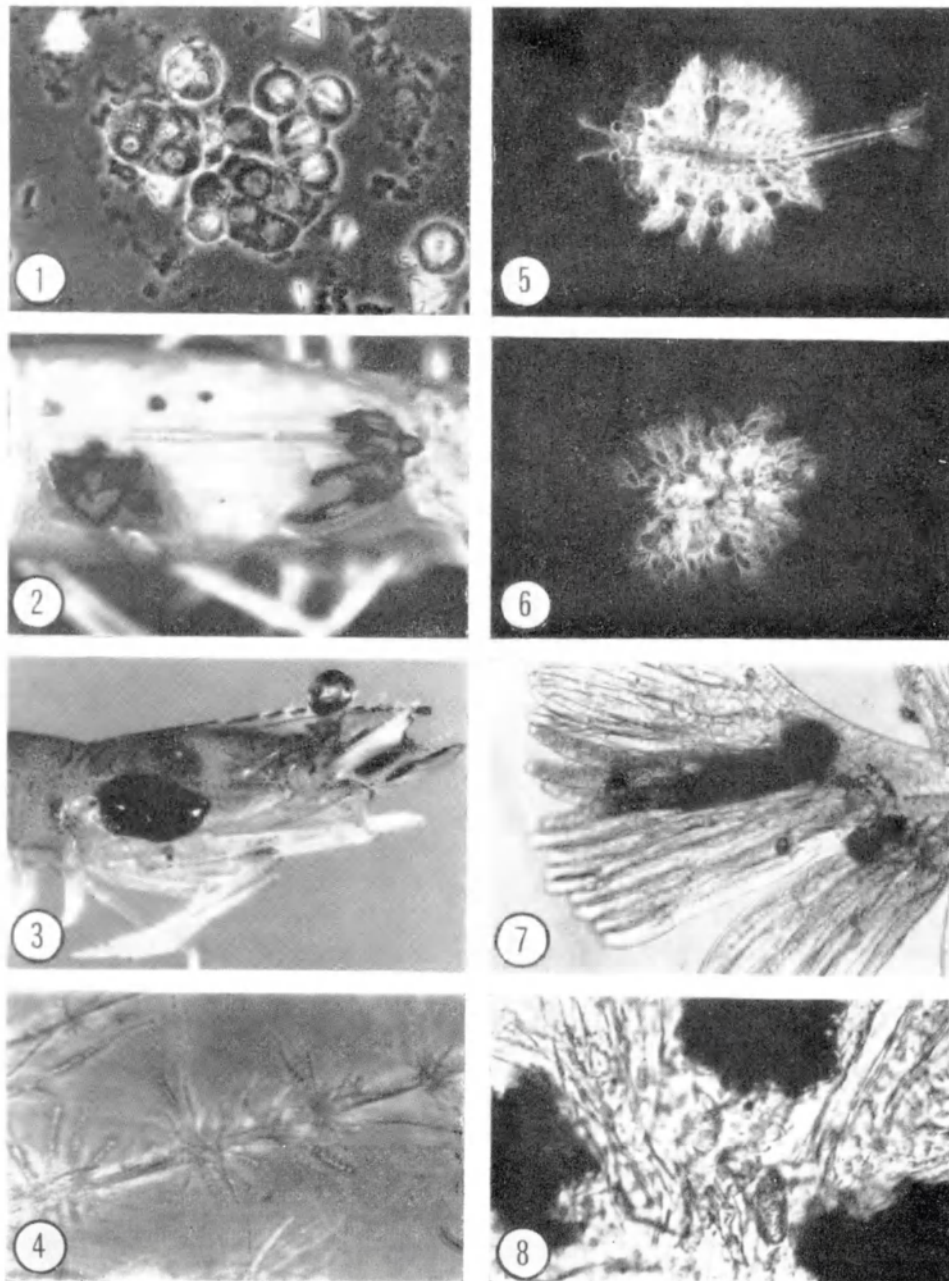
- L a r a m o r e C. R., B a r k a t e J. A. Mortalities produced in the protozoae stages of penaeid shrimp by an unspiciated amoeba. — Tex. A & M Fish Dis. Diag. Lab. Publ. FDDL-S12, 1979, p. 1—7.
- L i g h t n e r D. V. Some potentially serious disease problems in the culture of penaeid shrimp in North America. — In: Proc. 3rd U. S.—Japan Meet. Aquacult., Tokyo, 1975, p. 75—97.
- L i g h t n e r D. V. Possible toxic effects of the marine blue-green alga, *Spirulina subsalsa*, on the blue shrimp, *Penaeus stylirostris*. — J. Invertebr. Pathol., 1978, vol. 32, N 2, p. 139—150.
- L i g h t n e r D. V., L e w i s D. H. A septicemic bacterial disease syndrome of penaeid shrimp. — Mar. Fish. Rev., 1975, vol. 37, N 5—6, p. 25—28.
- L i g h t n e r D. V., S a l s e r B. R., W h e e l e r R. S. Gas-bubble disease in the brown shrimp (*Penaeus aztecus*). — Aquaculture, 1974, vol. 4, p. 81—84.
- N o r r i s D. E., O v e r s t r e e t R. M. The public health implications of larval *Thynnascaris* nematodes from shellfish. — J. Milk Food Technol., 1976, vol. 39, N 1, p. 47—54.
- O v e r s t r e e t R. M. Parasites of some penaeid shrimps with emphasis on reared hosts. — Aquaculture, 1973, vol. 2, N 2, p. 105—140.
- O v e r s t r e e t R. M. Buquinolate as a preventive drug to control microsporidiosis in the blue crab. — J. Invertebr. Pathol., 1975, vol. 26, p. 213—216.
- O v e r s t r e e t R. M. Marine Maladies: Worms, Germs and Other Symbionts from the Northern Gulf of Mexico. — Mississippi-Alabama Sea Grant Consort. Publ. MASGP-78-021, 1978, 1—140 p.
- O v e r s t r e e t R. M., M e y e r G. W. Hemorrhagic lesions in stomach of rhesus monkey caused by a piscine ascaridoid nematode. — J. Parasitol., 1981, vol. 67, N 2, p. 226—235.
- O v e r s t r e e t R. M., S a f f o r d S., Diatoms in the gills of the commercial white shrimp. — Gulf Res. Rep., 1980, vol. 6, N 4, p. 421—422.
- O v e r s t r e e t R. M., V a n D e v e n d e r T. Implication of an environmentally induced hamartoma in commercial shrimps. — J. Invertebr. Pathol., 1978, vol. 31, p. 234—238.
- O v e r s t r e e t R. M., W h a t l e y J r. E. C. Prevention of microsporidiosis in the blue crab, with notes on natural infections. — In: Proc. 6th Ann. Meet. Wld. Maricult. Soc., 1975, p. 335—345.
- S o l a n g i M. A., L i g h t n e r D. V. Cellular inflammatory response of *Penaeus aztecus* and *P. setiferus* to the pathogenic fungus, *Fusarium* sp., isolated from the California brown shrimp, *P. californiensis*. — J. Invertebr. Pathol., 1976, vol. 27, p. 77—86.
- S o l a n g i M. A., O v e r s t r e e t R. M., G a n n a m A. L. A filamentous bacterium on the brine shrimp and its control. — Gulf Res. Rep., 1979, vol. 6, N 3, p. 275—281.
- S u p p l e e V. C., L i g h t n e r D. V. Gas-bubble disease due to oxygen supersaturation in race-way-reared California brown shrimp. — Prog. Fish Cult., 1976, vol. 38, N 3, p. 158—159.
- V e n k a t a r a m i a h A., L a k s h m i G. J., B i e s i o t P., V a l l e a u J. D., G u n t e r G. Studies on the time course of salinity and temperature adaptation in the commercial brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives. — U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, 1977. 308 p.

SOME PARASITOLOGICAL ASPECTS OF SHRIMP CULTURE IN THE UNITED STATES

R. M. Overstreet

S U M M A R Y

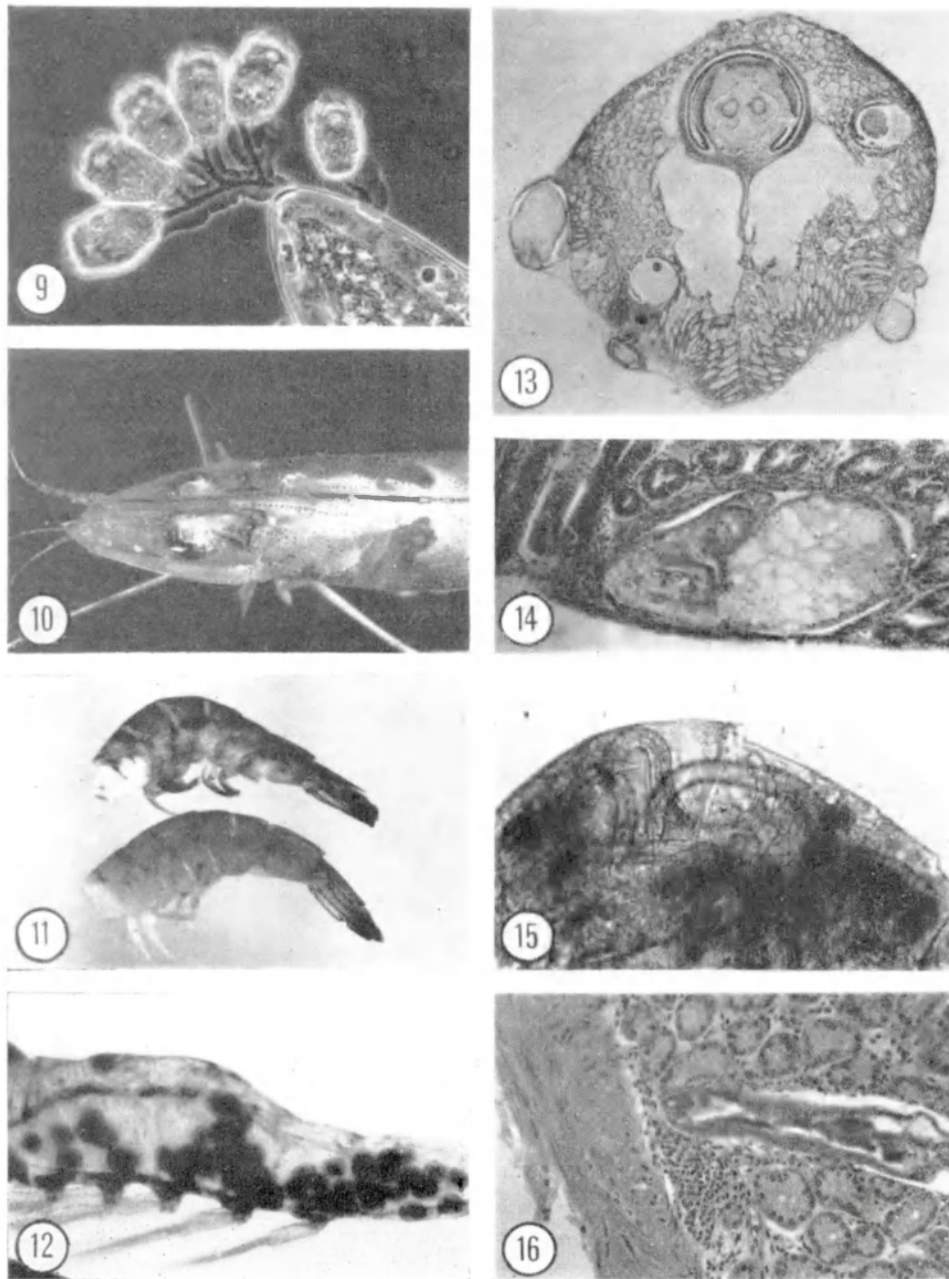
Penaeid shrimps are presently being reared commercially in the United States and elsewhere. Parasites and diseases, however, continue to remain a problem in most rearing facilities. Viruses, algae, bacteria, fungi, ciliates, microsporidians, digeneans, cestodes, nematodes, and miscellaneous conditions include representatives that have an effect on aquaculture, influence hosts in their natural environment, and produce potential public health problems.



Некоторые паразитологические аспекты выращивания креветок в США.

1 — рефрактные тетраэдрические тельца включения, содержащие *Baculovirus penaei*. В ядрах гепатопанкреаса креветки (Оверстрит, 1978). 2 — раковинная болезнь карапакса *Penaeus aztecus* (Жук, Лофток, 1973). 3 — черноузелковая болезнь *Penaeus setiferus* предположительно бактериальной природы. 4—6 — *Leucothrix mucor* с *Artemia salina*: розетки на сетах (4), слабозараженная креветка (5), колония жгутиконосца (6) (Соланг, Оверстрит Ганнам, 1979). 7—8 — апостомная инфузория из *Penaeus aztecus*: синдром «черные жабры», вызываемый отложением меланина (7) (Оверстрит, 1978).

продолжение рисунка к ст. Оверстрита



9 — небольшая колония *Zoothamnium* sp. на вершине жаберного лепестка креветки — пенеиды (Оверстрит, 1978). 10 — микроспоридия *Agmasoma penaei*, заражающая клетки циркуляторной системы *Penaeus setiferus* (Оверстрит, 1978). 11 — брюшко *Penaeus aztecus*. Верхний экземпляр заражен микроспорицией *Ameson nelsoni*. Споры замещают содержимое мышечных клеток (Оверстрит, 1978). 12 — молодые креветки, экспериментально зараженные метасцеркариями *Microphallus turgidus* (Оверстрит, 1978). 13—14 — метастоды тетралинхиды *Prochristianella hispida* из *Penaeus setiferus*: 5 особей, заключенных в одной капсуле и лежащих в гепатопанкреасе (13) (Оверстрит); личинка с 4 вверхнутыми вооруженными хоботками (14). 15 — 3 развивающиеся личинки II стадии *Hysterothylacium reliquens* в гемоцеле гарпактикоидного ракообразного *Tigriopus californicus* (Оверстрит). III стадия этой личинки заражает креветок. 16 — личинка *Hysterothylacium* м.б., мигрирующая в мускулатуру через стенку желудка макаки-резуса через 1,5 ч после заражения. Сильная эозинофилия (Оверстрит и Майер, 1981).