

Пров. 1980

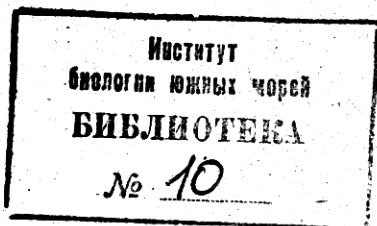
ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Выпуск I

Черноморская камбала-калкан
Scophthalmus maeoticus maeoticus (Pallas)
как объект искусственного разведения



ИЗДАТЕЛЬСТВО « НАУКОВА ДУМКА »
КИЕВ - 1975

водоросли и мелких животных (размером до 100 мк), а позже науплиусы артемии. Наиболее сложный этап работы - массовое разведение мелкого животного корма: коловраток, науплиальных стадий копепод, велигеров мидий и т.д.

Л и т е р а т у р а

1. Тен В.С. О трофическом взаимодействии примитивных пар хищник-жертва у водных организмов. - В кн.: Структура и динамика водных сообществ и популяций. "Наукова думка", Киев, 1967, стр.13-43.
2. Шелбурн Дж.Е. Искусственное разведение морских рыб. М., "Пищевая промышленность", 1971.
3. Nordeng H., Bratland P. Feeding of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and cod (*Gadus morhua* L.) larvae. - J. Conseil, 1971, vol. 34, N 1, p. 51-57.
4. Yasunaga Y. Studies on the feeding habit and growth of the plaice *Paralichthys olivaceus*, in the larval stage. - Bull. Tokai reg. fish. res. lab., 1971, vol. 68, p. 31-44.
5. Yasunaga Y. The development of the digestive gland of the plaice larva, *Paralichthys olivaceus*. - Bull. Tokai reg. fish. res. lab, 1972, vol. 69, p. 75-90.
6. Wyatt T. Some effects of food density on the growth and behaviour of plaice larvae. - Mar. Biol., 1972, vol. 14, N 3, p. 210-216.

ПЕРСПЕКТИВА МАССОВОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ КОПЕПОД В КАЧЕСТВЕ ЖИВОГО КОРМА ДЛЯ РЫБ

Л.И.Сажина

(ИНБЮМ АН УССР, Севастополь)

Культивирование водных беспозвоночных получило широкое развитие в связи с возрастающей потребностью искусственного разведения рыб. Введение в эксплуатацию крупнейших гидросооружений, расположенных в непосредственной близости от устьев рек, возрастающее радиоактивное, нефтяное и бытовое загрязнения - все это изменило условия естественного воспроизводства рыбных запасов. Поэтому необходимо создавать искусственные водоемы и рыбозаводы для выращивания морских рыб, что требует мощной кормовой базы. Многолетняя практика прудового и форелевого хозяйства показала, что наиболее высокие результаты можно достичь применяя живые корма.

"Мы можем ожидать значительных успехов как в экспериментальном, так и в полевом культивировании морских организмов в текущем десятилетии", - сказал Отто Кинне. Он считает, что все морские организмы рано или поздно могут служить объектами искусственного разведения.

Неудачи следует объяснить или плохой разработкой методики, или недостаточностью финансирования этих работ [9].

Трудность культивирования животных в массовом количестве заключена в переходе от многочисленных удачных экспериментов лабораторного содержания к промышленному разведению. Особенно трудно культивировать веслоногих рачков — основного корма рыб-планктофагов вследствие крайней чувствительности к малейшим изменениям окружающей среды. Трудность содержания копепоид в лаборатории — большое препятствие для изучения их экологических и биологических особенностей, поэтому культивирование этих организмов в массовых масштабах крайне затруднительно.

В настоящее время выявлены общие принципы содержания и разведения рачков в лабораторных условиях. Эти принципы способствуют выработке технологии массового разведения планктеров для использования их в качестве живого корма личинок рыб в морских рыбоводческих хозяйствах. Полученный сдвиг в культивировании можно охарактеризовать как переход от чашечного метода содержания организмов на уровень сложных установок с контролируемыми условиями среды. Особенно хорошо это видно при сравнении работ, представленных в методике культивирования беспозвоночных животных, изданной в Нью-Йорке в 1937 г. (*Culture methods for invertebrate animals, New York, 1937*) и работ, доложенных в Киле в 1969 г. Если раньше беспозвоночные содержались в чашках с объемом воды 250–500 см³ и длительность культивирования не превышала нескольких дней, то объем камер для содержания животных в установках, разработанных в последние годы, увеличился до 100–200 л, а длительность наблюдений возрасла до 3–6 лет.

В 1958 г. длительное содержание копепоид в лабораторных условиях считалось неразрешимой проблемой. Так, Рае [12] доказывал невозможность длительного культивирования типичных океанических копепоид из-за возникших проблем смены воды, обеспечения пищи, массовой гибели во время линек. А в 1966 г. Цяллу и Вильсон [14] опубликовали сообщение о годичном содержании в лаборатории *Acartia tonsa* и последовательном получении 12 генераций. Муллин и Бруко [10] смогли получить 7 генераций *Rhincalanus nasutus* и *Calanus helgolandicus*. Наконец, в 1968 г. Коркетт и Урри [7] опубликовали данные о шестилетнем содержании *Pseudocalanus elongatus* при различных температурах и концентрациях пищи.

Дальнейшие многочисленные наблюдения показали, что температура, соленость, свет, кислород оказывают решающее влияние на выживае-

мость и репродукционную активность копепод в культивируемых условиях. Кроме того, большие затруднения в разведении пелагических копепод оказывает чрезмерное развитие микроорганизмов в культурах. Для устранения микроорганизмов, в культуры добавля- ют антибиотики или применяют предварительную стерилизацию посуды. Оказалось, что некоторые материалы, употребляемые для постройки аквариумов и протоков, отрицательно влияют на выживаемость морских копепод. Бисокотоксичными оказались поливиниловые хлориды и натуральная резина. В контакте с морской водой нейтральными оказались стекло-пирекс, полиэтилен, полипропилен, тефлоны, поликарбонаты, полистеролы [6].

В настоящее время имеются сведения об удачном культивировании копепод в лабораторных условиях.

Методика культивирования, примененная Муллином и Бруксом, сравнительно проста. Рачков содержали в 19-литровых сосудах с профильтрованной морской водой при 12°C. Для питания регулярно добавляли смесь диатомовых водорослей: *Cyclotella nana*, *Thalassiosira fluviatilis*, *Ditylium brightwellii*, иногда *Coscinodiscus walleisii*, из расчета от 1 до 5 мг С/л. В пищевую смесь, употребляемую копеподитными стадиями и взрослыми особями, добавляли чистую культуру науплиусов *Artemia salina*. Вода в сосудах перемешивалась винтом, прикрепленным около дна и вращающимся со скоростью 2 об/мин. Одновременно в воду проводили пузырьки воздуха для аэрации. Ежедневно сифоном сливали большую часть воды из каждого сосуда. Оставшуюся воду вместе с организмами выливали в кристаллизатор, определяли под микроскопом стадии развития рачков и вместе с водой перемещали в чистый сосуд со свежей средой. Развитие бактерий предотвращали введением сульфата стрептомицина или пенициллина "G" в количествах 50 мг/л. Исходным материалом при культивировании послужили 50-60 рачков III и IV копеподитных стадий. Всего получено 7 генераций, установлена продолжительность развития одной генерации, определены плодовитость, скорость роста, темп выедания водорослей.

Не менее интересные результаты получены Катонем [8]. Выведение культуры *Eurytemora affinis* он начал с 20 половозрелых самок, взятых из планктона залива Вудс-Холл. Рачков содержали в 3-литровых сосудах при 15 и 22°C. В данном случае оправдал себя метод изолирования самок, выдержанных некоторое время в стерильной среде. Пищей служили водоросли, очищенные от бактерий из расчета 100 тыс. клеток/мл: *Isochrysis galbana*, *Cyclotella nana*, *Platymo-*

nas sp., *Skeletonema costatum*. С количественным ростом популяции организмы отсаживали в другие сосуды. За два года популяция достигла 10 000 экз., помещающихся в нескольких 5-литровых сосудах. Каждые две недели рачков отфильтровывали, меняли воду, добавляли новую пищу. Выяснены продолжительность развития одной генерации, плодовитость и влияние температуры и солености на процессы размножения.

Итальянский ученый Нассонье [11], культивируя пелагическую гарпактициду *Euterpina acutifrons* 6 лет, получил 100 генераций. Рачков помещали по 10-15 экз. в колбы Эрленмейера объемом 20 л. *E. acutifrons* обладает высоким темпом размножения, коротким периодом развития (23 дня) и в конце культивирования концентрация в каждом сосуде достигала 10 000 экз./л. Пищей служили: *Flagellata* - *Platymonas suecica*, *Dicrateria* sp., *Platymonas* sp., *Dinoflagellata* - *Gymnodinium* sp., *Diatomea* - *Phaedactylum tricornutum*. Морскую воду профильтровывали через бумажный фильтр, автоклавировали при 12°C и 0,5 ат, добавляя антибиотики (0,1 мг/л пенициллина или 37 мг/л компонента ЕДТА). Воду аэрировали с помощью электрической помпы. В термостатной комнате, где были установлены сосуды, 12 ч поддерживали постоянную температуру (18°C) и слабое освещение. Среду культуры меняли регулярно раз в неделю или в месяц, отсасывая сифоном. Определяли влияние концентрации пищи на скорость роста и развития.

Наиболее удачный метод культивирования применен Циллу [13] с помощью разработанной им замкнутой циркуляционной системы. Схема этой установки довольно проста. Рачков *Acartia clausi* и *A. tonsa* длительное время содержали при высокой плотности. Морская вода, очищенная через фильтр, поступает в 2 культуральных танка объемом по 100 л. Из танков она поступает в башню (foam separation), в которой насыщается воздухом и растворенным органическим веществом. Далее через стеклянный фильтр она поступает в нижний резервуар, откуда помпой накачивается в верхний резервуар, снова протекая через два фильтра (15 и 0,45 мкм). Пищу давали два раза в неделю в виде смеси *Phadomona baltica* и *Isochrysis galbana* в количестве 100 тыс. экз./л. Температура была постоянной и равна 15°C, освещение 1500 лк. Культивирование, начатое с 40 экз. в каждом танке, за 10-14 мес. привело к увеличению численности до 38 000 экз./л. Одно погружение 190 см³ кристаллизатора захватывало около 1000 рачков различных стадий.

Таким образом, для успешного культивирования копепод необходимо следующее.

1. Достаточный объем воды (не менее 30-50 мл на организм).
2. Постоянный температурный, солевой, кислородный и световой режимы.
3. Обеспеченность пищей.
4. Отсутствие бактерий (стерильность среды).

В Институте биологии южных морей АН УССР разработана методика длительного содержания в лабораторных условиях черноморских копепод [2] и созданы установки с автоматически контролируемыми температурами. Знание жизненных циклов черноморских копепод [3-5] позволяет рекомендовать для массового культивирования три вида: *Pontella mediterranea*, *Acartia clausi*, *Oithona nana*.

Pontella mediterranea Claus

Крупный рачок интенсивной синей окраски обитает в гипонейстоне Черного моря летом. В процессе онтогенеза длина тела науплиусов последовательно изменяется от 0,16 до 0,88 мм, копеподитов - от 0,88 до 2,16 мм. Средняя длина самок 2,85, самцов 2,44 мм. Половозрелые самки откладывают яйца непосредственно в воду по 35-40 шт. с интервалом в двое суток. Яйца светлые, гладкие, диаметром 0,13-0,14 мм. Максимальная продолжительность половой активности самок не менее 1,5 мес., поэтому число кладок одной самкой не превышает 22, и ее индивидуальная плодовитость в среднем равна 880.

Продолжительность полного цикла развития рачка в экспериментальных условиях определена при 21-23°C. В условиях Черного моря *P. mediterranea* Claus образует 4-5 генераций, если предположить, что интенсивность размножения теплолюбивых видов равномерна на всем протяжении существования популяции в море. Потенциальная плодовитость *P. mediterranea* равна $7 \cdot 10^{10}$. Под потенциальной плодовитостью принимается общее число потомков, которое может появиться от одной самки и ее потомства на протяжении 1 года, если условия размножения популяции оптимальные и гибель практически отсутствует, а соотношение полов 1:1. Средний вес тела одной самки, умноженный на потенциальную плодовитость (350,7 тыс.) дает представление о колоссальных возможностях получения орой биомассы. Приведенная цифра безусловно завышенная, она только определяет порядок величин, так как какой-то процент гибели популяции, конечно, будет. С наступлением неблагоприятных условий самки *P. mediterranea* откладывают

покоящиеся яйца. Плотная оболочка, окружающая яйцо, предохраняет его от влияния неблагоприятных условий и способствует выживанию вида с улучшением их.

Acartia clausi Giesbrecht

Массовый рачок эвипланктонного комплекса обитает в море круглый год. Наибольшая численность рачка в летние месяцы достигает 8020 экз./м³, сохраняется высокой весной (4428 экз./м³), осенью и зимой.

Длина тела науплиусов последовательно увеличивается от 0,12 до 0,24 мм, копепоидов от 0,24 до 0,99 мм. Средняя длина тела самок 1,20, самцов 1,18 мм. Каждая половозрелая самка откладывает около 20 яиц с 5-6-дневной периодичностью. Яйца светлые, гладкие диаметром 0,08 мм. Максимальная продолжительность половой активности самок 2,5-3 мес., в течение которого она делает 13-15 кладок. Следовательно, индивидуальная плодовитость *A. clausi* составляет 260 яиц. Длительность развития одной генерации около 1 мес. в лабораторных условиях при 20-22°C. В Черном море *A. clausi* образует 9 генераций. Длительность отдельных генераций неодинакова в году. Каждая новая генерация летнего и осеннего периодов появляется через 1 мес., зимнего - через 2, весеннего - через 1,5 мес. Потенциальная плодовитость этого рачка выражается числом $21 \cdot 10^{18}$, при пересчете на биомассу она дает 103-110 т сырого вещества в год.

Oithona nana Giesbrecht

Мелкий циклопоидный рачок эвипланктонного комплекса круглогодично обитает в планктоне Черного моря. Это наиболее многочисленный представитель планктона, достигающий максимального количества в период осеннего размножения (15 743 экз./м³). Зимой численность его снижается до 6194 экз./м³, оставаясь довольно высокой в другие времена года. Длина тела науплиусов последовательно изменяется от 0,05 до 0,15 мм, копепоидов от 0,15 до 0,46 мм. Средняя длина тела самок 0,52, самцов 0,49 мм. Самки вынашивают яйца в двух мешках, прикрепленных к генитальному сегменту. Число яиц в одном мешке в среднем равно 10. Яйцевые мешки образуются через 5-6 суток. Продолжительность половой активности самок равна 2,5 мес. и, как правило, не превышает 3 мес., в течение которых самка образует 13 пар яйцевых мешков. Индивидуальная плодовитость рачка равна 260. Продолжительность развития одной генерации 1,5 мес. в экспериментальных условиях при 11-14°C. В Черном море рачок образует 7-8 генераций. В летнее время генерации образуются через каждый месяц, осенью и вес-

ной через 40 дней, зимой через 2 мес. Потенциальная плодовитость вида выражается $12 \cdot 10^{14}$, что в пересчете на сырой вес равняется 360 т сырой биомассы.

Основное значение в питании личинок черноморских рыб, как правило, имеют только 2-3 вида. У большинства видов "излюбленные" формы - науплиальные личинки копепод, копеподитные и половозрелые формы *Oithona pama*. Суммарные рационы личинок разных видов колеблются от 4 до 48% от веса тела. Самой высокой интенсивностью питания характеризуются личинки ставриды. Максимальное потребление корма личинкой ставриды длиной 5 мм равно 44,7% от веса тела, что составляет 0,21586 мг сырого веса [1]. С ростом личинок относительное потребление пищи уменьшается.

Таким образом, ракообразные, сравнительно благополучно переносящие экспериментальные условия, обладают высоким темпом воспроизводства и могут быть прекрасным кормом для рыб-планктофагов.

Л и т е р а т у р а

1. Дехник Т.В., Дука Л.А., Калинина Э.М., Овен Л.С., Салехова Л.П., Синюкова В.И. Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза. "Наукова думка", Киев, 1970.
2. Сажина Л.И. Методика лабораторного содержания массовых пелагических *Copepoda*. - Зоол. журн., 1968, т. 47, № 11.
3. Сажина Л.И. Плодовитость массовых пелагических *Copepoda* Черного моря. - Зоол. журн., 1971а, т. 50, № 4.
4. Сажина Л.И. Годичный цикл развития массовых *Copepoda* в Черном море. - Гидробиол. журн., 1971б, т. 7, № 5.
5. Сажина Л.И. Соотношение полов и продолжительность жизни черноморских веслоногих рачков - *Copepoda* (Crustacea) в лабораторных условиях. - Вестн. зоол., 1972, № 3.
6. Bernhard M., Zotteri A. The importance of avoiding chemical contamination for a successful cultivation marine organisms. - Helgoländer Wiss. Meeresunt., 1970, vol. 20.
7. Corkett C.J., Urry D.L. Observations on the keeping of adult female *Pseudocalanus elongatus* under laboratory conditions. - Journ. Mar. Biol. Ass., 1968, vol. 48, N 1.
8. Catona S.K. Growth characteristics of the *Copepoda Eurytemora affinis* and *E. herdmani* in laboratory cultures. - Helgoländer Wiss. Meeresunt., 1970, vol. 20.
9. Kinne O. International Symposium "Cultivation of marine organisms and its importance for marine biology". Opening and closing address. - Helgoländer Wiss. Meeresunt., 1970, N 1-4.
10. Mullin M., Brooks E. Laboratory culture, growth rate and feeding behavior of a planktonic marine Copepod. - Limnol. and Oceanogr., 1967, vol. 12, N 4.
11. Nassogne A. Influence of food organisms on the development and culture of pelagic copepods. - Helgoländer Wiss. Meeresunt., 1970, vol. 20.

12. Rae K.M. Parameters of the marine environment. Perspectives in marine biology. Univ. Calif. Press, Berkeley, 1958.

13. Zillioux E.J. A continuous recirculating culture system for planktonic copepods. -Marine Biol., 1969, vol. 4, N 3.

14. Zillioux E., Wilson D. Culture of a planktonic Calanoid Copepod through multiple generations. - Science, 1966, vol. 151, N 3713.