

УДК 639.3.043.2:639.32

**КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЖИВЫХ КОРМОВ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ  
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ МОРСКИХ РЫБ**

Т.М.Аронович  
Л.В.Спекторова

Массовое выращивание живых кормов необходимо при искусственном разведении ценных видов рыб, особенно на ранних стадиях их развития.

В рыбоводстве пресноводных рыб многих видов на разных стадиях их развития, успешно кормят искусственными кормами. Однако при разведении морских рыб и беспозвоночных для их личинок и мальков необходимы живые корма.

В рыбоводной практике уже освоено промышленное разведение некоторых видов пресноводных кормовых беспозвоночных, однако для интенсивного культивирования морских и солоноватоводных беспозвоночных предстоит сделать еще очень много. Прежде всего необходимо правильно выбрать объекты для массового культивирования — они должны быть питательными, быстрорастущими и иметь подходящие для выращиваемой молодежи рыб размеры. Кроме того, необходимо, чтобы они хорошо переносили плотности, намного большие, чем в естественной среде, так как основное условие рентабельного разведения живых кормов — получение максимальной продукции с минимальной производственной площади.

В естественных условиях основной пищей морских рыб служат копеподы. Казалось бы, и нужно было осваивать биотехнику выращивания копепод в искусственных условиях. Попытки введения в лабораторную культуру некоторых копепод были успешными, исследователям удавалось выращивать в культуре копепод в течение нескольких месяцев.

Морфи (Murphy, 1923) содержала *Oithona* на папа в двух поколениях; Бонд (Bond, 1933) выращивал копепод на *Platymonas viridis*; *Calanus* жил на такой пище 2 мес., *Euchaeta* sp. — 5 недель, *Tigropus vulvius* — несколько месяцев, за которые сменилось несколько поколений. Раймонт и Гросс (Raymont и Gross, 1942) изучали питание и развитие *Calanus finmarchicus* в лабораторных условиях.

Размножением и развитием в искусственных условиях черноморских копепод занимались также Чайнова (1950) и Гарбер (1951). Петипа (1959) детально изучала питание *Acartia clausi* как в море, так и в искусственных условиях, а Сажина (1960) — условия ее культивирования в течение нескольких недель в лаборатории. Цанко (1962) изучал кормление личинок артемий и трепангов одноклеточной водорослью *Platymonas viridis*. Кларк и Желлис (Clarke and Gellis, 1935) выращивали *Centropages typicus*, *Centropages hamatus*, *Labidocera aestiva*, *Acartia tonsa*, *Calanus finmarchicus* на водорослях *Carteria* sp., *Chlamydomonas* sp., *Dunaliella marina*, *Dunaliella salina*.

Но копеподы, растущие в культуре, требуют жизненного пространства (20–50 мл на одну особь, следовательно, в 1 л среды может находиться всего 20–50 особей). Чтобы при такой низкой плотности посадки получить биомассу, достаточную для кормовых целей, необходимы очень большие культуральные емкости.

Некоторые пищевые цепи поддерживаются в искусственных условиях. Лузанов с сотрудниками (Loosanoff et al., 1951; 1953; 1957; 1963) в лаборатории промышленного рыболовства в Милфорде занимается массовым разведением водорослей и изучает возможность их использования для двустворчатых моллюсков (*Crossostrea virginica*, *S. rhizophora*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis* и др.). Лабораторией разработан специальный универсальный корм, который приготавливают поточным методом из водорослей. Использование лиофильной сушки позволяет заготавливать впрок большие запасы корма, длительное время сохраняющего свои питательные качества. Разработан водорослевый корм для морских панцирных беспозвоночных. Из фитопланктонных организмов использовали хлореллу, сценедезмус, хламидомонас и другие "обычные" водоросли.

Девис и Юкеле (.Davis and Ukeles , 1961) из этой же лаборатории в специальной установке для культивирования водорослей выращивают хризомонадовые, криптомонадовые, хлорофитовые и диатомовые водоросли, которыми кормят личинок двустворчатых моллюсков. В Австралии с успехом применяли для личинок морских беспозвоночных выращенную ими водоросль *Nitzschia* sp. (Whithely and Purday , 1963).

В Японии выращивают двустворчатого моллюска *Atrina pectinata* на культуре водорослей *Chaetoceros simplex* и *Thalassiosira* sp. Голландский ученый Флюхтер (Fluchter , 1965) выращивал в искусственных условиях личинок морских рыб, в частности, морского языка *Solea solea* на науплиусах артемий, которые в свою очередь питались клетками зеленой водоросли *Tetraselmis tetrabele* (*Tetraselmis*=*Platymonas*).

Иногда культуры морских водорослей также могут служить пищей личинкам искусственно воспроизводимых морских рыб. Гроссу (Gross , 1937) удавалось выращивать личинок сельди на культурах водорослей *Chlamydomonas* sp., *Prorocentrum micans*, *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus radiatum*, *Skeletonema costatum*.

Ласкер и Фидер ( Lasker and Fider , 1970) в опытах по кормлению личинок сардины и Детвиллер и Худе (Detvyller and Houde , 1970) в опытах по кормлению личинок сельди также пришли к выводу, что первоначальным кормом личинок морских рыб являются одноклеточные жгутиковые водоросли *Cymnodinium splendens*, а Худе и Палько (Houde and Palko , 1970) для выращивания личинок сельди в аквариумы добавляют хлореллу.

Иноу (Inoju , 1968) с сотрудниками предлагают использовать хлореллу для кормления личинок тунцов и других морских рыб, предварительно акклиматизировав ее, насколько это возможно, в морской воде.

При выборе пищи для молоди искусственно воспроизводимых рыб можно пойти и другим путем — предложить взамен пищи, которую данные рыбы употребляют в естественных условиях, другие зоопланктонные организмы, легче культивируемые и подходящие по размерам (науплии артемий, баянуса, личинки мидий,

коловратки). Так делают в США, Англии, Японии. Нам этот путь представляется более целесообразным, по крайней мере, в настоящее время. Пищей для этих организмов, выращиваемых в искусственных условиях, служат фитопланктон, культивирование которого освоено в достаточной мере: это водоросли, относящиеся к родам *Platymonas*, *Cyrodinium*, *Proocentrum*, *Peridinium*, *Phaeodactylum*.

В связи с этим наши исследования посвящены изучению одной из сравнительно легко воспроизводимых пищевых цепей (водоросли — артемии) и получению количественных показателей питания и роста артемии при разработке основ биотехники их выращивания.

Из фитопланктонных организмов в качестве корма использовались морская одноклеточная водоросль *Platymonas viridis*. Массовое культивирование этой водоросли разрабатывается (Спекторова, 1969, 1970).

#### Культивирование одноклеточных водорослей

Массовое культивирование морских водорослей пока еще только начинается, хотя с чисто научными целями водоросли выращивались в лабораторных условиях уже полвека назад. Техника их культивирования все еще отстает от техники культивирования микроорганизмов вообще и пресноводных протококковых водорослей типа хлореллы, в частности. Среди морских водорослей до сих пор не нашлось объекта, который бы заинтересовал исследователей настолько, чтобы изучением условий его культивирования занялись целые научно-исследовательские организации, как это произошло с хлореллой. Морские водоросли до сих пор выращивают либо в колбах на окнах, выходящих на север, либо в цементных бассейнах, либо в пластиковых тубах; однако все эти способы еще далеки от интенсивного культивирования. Задачи морского рыбозаведения диктуют необходимость перехода к массовой культуре морских одноклеточных водорослей.

Мы сделали попытку культивирования морских водорослей, используя принцип действия установки для выращивания хлореллы и опыт ее выращивания. Наша установка представляла собой непрерывно действующую систему, обеспечивающую постоянное ос-



вещение суспензии и активное ее перемешивание за счет непрерывного продувания через культуру воздуха, обогащенного 2-3%  $\text{CO}_2$ .

Культиваторы, изготовленные из органического стекла, имели плоско-параллельные стенки и двойное дно. Внутреннее дно имело 50-70 отверстий диаметром 0,5 мм, через которые непрерывно продувалась суспензия смесью воздуха с  $\text{CO}_2$ . Освещенность внутри камер за передней их стенкой составляла 13 тыс.лк, расход смеси воздуха с углекислотой - 2 л/мин на 1 л суспензии. Выращивали морскую флагеллату *Platymonas viridis* Rouch. sp. nov., зеленую водоросль из сем. *Chlamydomonadaceae*. Она имеет правильную эллиптическую форму, снабжена четырьмя жгутиками, ее размеры 10-15x5-10  $\mu$ . *Pl. viridis* размножается очень быстро - до 4 делений в сутки, переносит большие плотности - до 15-20 млн.кл/мл и не выделяет при этом аутоингибиторов в среду, не страдает от механических воздействий при перемешивании и продувании смесью воздуха с  $\text{CO}_2$ . Водоросль выращивали при оптимальных для нее условиях, определенных ранее (температура 26-28<sup>0</sup>, освещенность 10-13 тыс.лк, питательная среда - яна модификация среды Гольдберга).

Состав питательной среды ( в г/л)

$\text{KNO}_3$ .....	0,808
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ .....	0,0284
$\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .....	0,00108
$\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .....	0,00076
$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .....	0,00092

Среду готовили на трижды простерилизованной черноморской воде, выращивание велось альгологически чисто. Начальный засев - 0,2-0,3 млн.кл/мл. При таком способе выращивания (накопительном) через трое суток плотность суспензии достигает 4-5 млн.кл/мл (4-5 г/л сырого веса биомассы клеток), через 6 суток - 7-8 млн.кл/мл (5,5-6 г/л сырого веса биомассы клеток). При достижении максимальной плотности суспензию сливают, культиватор стерилизуют и цикл выращивания начинается сначала.

Более эффективен так называемый проточный способ культивирования водорослей (Бакланов и др., 1964; Терсков и др., 1964). Он был использован для проточного культивирования хлореллы с целью регенерации воздуха в замкнутых объемах. Мы использовали этот метод для выращивания морских водорослей. Если при накопительном культивировании плотность популяции непрерывно увеличивается, пока не достигнет высшей точки, то при проточном культивировании она поддерживается на одном и том же уровне за счет изъятия части суспензии в виде урожая и заполнения выбранного объема свежей питательной средой. За изменением плотности культуры следили по изменению ее оптической плотности. При помощи датчика оптической плотности (фотоэлемента) часть суспензии сливали каждые 10-15 мин, одновременно доливая такой же объем свежей питательной среды. Чтобы выращивать водоросли на проточном режиме, к установке для накопительного культивирования необходимо добавить узел дозатора, представляющий собой фотоэлемент, закрепленный на наружной стенке культиватора, пережимной клапан, препятствующий вытеканию свежей питательной среды в культиватор, емкость со свежей питательной средой и емкость для слива суспензии. Пережимной клапан включается и выключается через узел управления, на который подается сигнал от фотоэлемента.

При выращивании *P. viridis* на проточном режиме культивирования самый высокий урожай удавалось получить при работе установки на плотности 12-14 млн. кл/мл. С 1 л культуры такой плотности ежедневно получали суспензию, дающую 4,8-5,2 г сырого веса биомассы. Для получения 1 г сырой биомассы клеток на плотности 12-14 млн. кл/мл расходуется всего около 125 мл питательной среды.

В качестве корма для *Artemia salina* использовали водоросли, выращенные тем или иным способом. Чтобы в среду с *Artemia salina* по возможности не вносить минеральные соли питательной среды, на которой выращивались водоросли, суспензию водорослей центрифугировали и ресуспендировали в среде из-под артемий.

## Количественные показатели питания *Artemia salina*

Солоноватоводный рачок *Artemia salina* — наиболее приемлемый кормовой объект для личинок морских рыб, так как он быстро растет, обладает высокой питательной ценностью, подходящими размерами и легко поддается массовому культивированию в искусственных условиях (Rollefsen, 1939; Shelbourn, 1964; Fluchter, 1965; Сузена, 1964).

Эксперименты по питанию артемий проводились в 1969 г. в Батуми на станции ГрузНИРО и делились на кратковременные и длительные.

Кратковременные эксперименты по кормлению ставились в специальных стеклянных 20-миллилитровых сосудах, в которые наливали по 2 мл среды для выращивания артемий (соленость 70‰) с ресуспендированными в ней клетками водорослей и вносили 10 или 20 (в зависимости от возраста) особей артемий. Выведение клеток водорослей определяли по разнице между плотностью суспензии до того, как туда были помещены рачки, и плотностью этой же суспензии после пребывания в ней рачков (в течение 2 ч. при кратковременных экспериментах и через сутки — в длительных). Во время длительных опытов животные находились в жидкости объемом 10 мл.

Кормили артемий взвесью мелких жгутиковых водорослей — *Platomonas viridis*. Во время двухчасовых экспериментов клетки платимонаса не оседали, так как клетки не теряли подвижности при перенесении их в среду с артемиями. Количество потребленной пищи определяли по разнице концентрации клеток водорослей в начале и в конце опыта. Клетки подсчитывали в камере Горяева.

Поскольку артемию рассматривали лишь как кормовой объект для личинок искусственно воспроизводимых рыб (например, камбалы-калкана), наибольший интерес для нас представляли самые ранние стадии развития рачка (длина 0,9–1,5 мм) возраст 3–4 дня.

Интенсивность питания определяли при концентрации водорослей от 0,1 до 2,5 млн. шт./мл.

Как видно из рис. I, интенсивность питания артемии (число отфильтрованных клеток) возрастала с увеличением концентраций клеток водорослей. Однако при дальнейшем увеличении концентрации водорослей интенсивность питания замедлялась. Из рисунка видно, что у рачков больших размеров интенсивность питания замедлялась при большей плотности клеток. Для самых мелких личинок артемии, только что перешедших на активное питание (0,96 мм), максимальный рацион достигается при плотности пищевых частиц в среде 1,5 млн. кл/мл, для артемии длиной 1,2 мм - при плотности 1,8 млн. кл/мл, для артемии длиной 1,32 мм - при 2,2 млн. кл/мл.

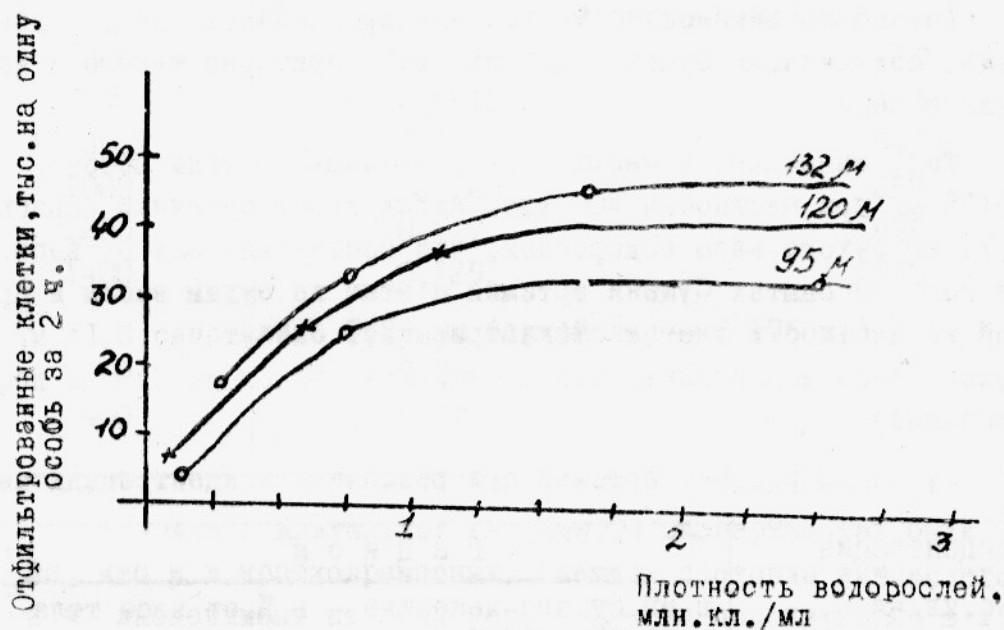


Рис. I. Изменение рациона артемии в зависимости от их возраста и плотности клеток водорослей в среде

Суточные рационы артемии ранее были подсчитаны Сущеной (1958, 1962, 1964), но он, во-первых, артемию кормил дрожжами и солноватоводное водорослью *Dunaliella salina*, а во-вторых, работал с другими возрастными группами рачков - 15-дневной молодью и взрослыми особями. В наших опытах 15-дневные рачки были уже не молодью, а половозрелыми особями, следовательно, мы можем проводить сравнения только по сухому весу. Сухой вес



15-дневного рачка у Суэни составил 0,175 мг, а у нас такого веса рачки достигали уже к 9-дневному возрасту.

При сравнении пищевых объектов не по числу итеток, а по их биомассе можно обнаружить, что, во-первых, с увеличением концентрации пищевых частиц рацион артемий увеличивается, независимо от того, выражен он в мг сухого веса корма на экземпляр или в процентах от веса тела, и, во-вторых, с возрастом артемий рост количества потребленного корма, выраженный в процентах от веса тела, замедляется. Следовательно, наиболее высокой активностью питания обладают самые мелкие артемии - их дневной рацион в 10 раз превосходит вес их собственного тела.

Данные по интенсивности питания артемий совпадают с данными, полученными Суэней для артемий примерно такого же сухого веса.

Так, например, в наших опытах артемия сухим весом 0,175 мг при плотности 400 тыс. кл/мл имеет суточный рацион 0,11 мг сухого веса водорослей, что составляет 62% от веса ее тела. В опытах Суэни артемия с этим же сухим весом и при той же плотности клеток отфильтровывает ежедневно 0,13 мг сухого веса водорослей, что составляет 75% от ее сухого веса (таблица).

Суточные рационы артемий при различных концентрациях пищи

Концентрация водорослей, тыс.кл/мл	Р а ц и о н	
	в мг сухого вещества на экземпляр	в % от веса тела
Длина 0,95 мм (сухой вес - 0,009 мг)		
100 .	0,0038	42,2
200	0,0154	171
400	0,034	377
800	0,072	800
1600	0,0918	1020
2400	0,0945	1050

Продолжение таблицы

Концентрация водорослей, тыс. кл./мл	Р а ц и о н	
	в мг сухого вещества на экземпляр	в % от веса тела
Длина 1,2 мм (сухой вес - 0,0150 мг)		
100	0,0154	102
200	0,0264	176
400	0,050	333
800	0,0864	576
1000	0,1060	700
1200	0,111	740
Длина 1,32 мм (сухой вес - 0,017 мг)		
200	0,0379	223
400	0,0612	360
800	0,0918	540
1000	0,112	657
1200	0,117	688
1400	0,125	735
Длина 5,96 мм (сухой вес - 0,176 мг)		
100	0,04	23
400	0,11	62

Условия в длительных (суточных) экспериментах были такими же, что и в кратковременных. Разница состояла в том, что через 2 ч эксперимент не снимался, а клетки подсчитывали в течение суток еще несколько раз. Пример такого эксперимента представлен на рис.2.

Из рисунка видно, что сразу после помещения артемий в среду с водорослями заметно уменьшается число клеток - артемии отфильтровывают часть водорослей. При подсчете количества водорослей в среде через 5 ч от начала эксперимента получилось, что число клеток осталось на том же уровне (наступило равновесие между количеством отфильтрованных клеток и количеством вновь выросших). Через 9 ч число клеток увеличилось, а через 22 ч оно было значительно больше, чем в исходном случае, причем плот-

ность клеток в конце опыта была тем выше, чем выше была первоначальная плотность.

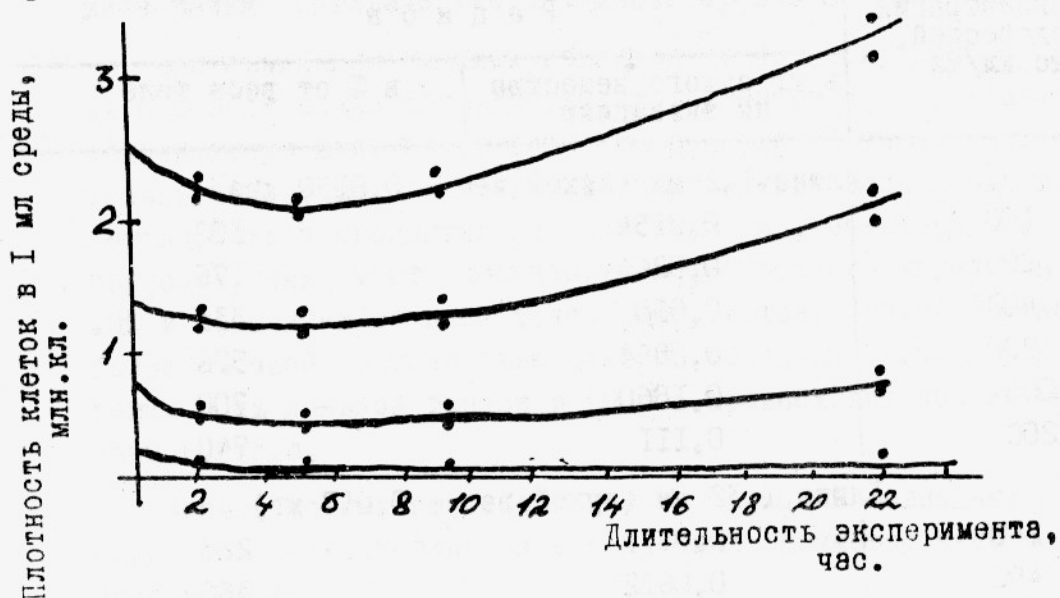


Рис. 2. Изменение плотности водорослей при длительном эксперименте по питанию артемий

По-видимому, водоросль вполне адаптировалась к новым условиям окружающей среды и метаболиты, которые выделялись в культуральную жидкость из-под артемий, способствовали росту клеток платимонаса. Следовательно, вполне возможно совместное выращивание артемий и платимонаса, что важно в рыбободных работах при искусственном разведении живых кормов, причем, по-видимому, вполне достаточно будет провести инокуляцию водорослей одновременно, в начале выращивания артемий, а затем рачки будут питаться за счет прироста биомассы водорослей. Однако это требует дополнительного экспериментального подтверждения в полупроизводственных условиях.

В таблице приведены величины суточных рационов артемий при различных концентрациях пищевых частиц.

Из рис. I видно, что одна артемия длиной 0,95 мм отфильтровывает за 1 ч 15 тыс. клеток водорослей при плотности I-I,5 млн. кл./мл. Следовательно, одна артемия за 24 ч отфильтрует 360 тыс. клеток. Поэтому, чтобы обеспечить кормом I млн.

артемий, надо снимать ежедневно урожай суспензии с плотностью клеток 10 млн./мл — 36 л (при накопительном режиме). Чтобы слить ежедневно 36 л суспензии (при проточном режиме), необходимо, чтобы объем культиватора был 51 л, что практически возможно.

Таким образом, эксперименты по кормлению артемии платимонасом позволили выяснить оптимальные рационы для личинок артемий, а также доказали возможность совместного выращивания платимонаса и артемии, что может быть рекомендовано при развитии работ по морскому рыбоводству в СССР.

### Л и т е р а т у р а

- Бакланов О.Г., Филимонов В.С., Терсков И.А., Гительзон И.И.  
О стабилизации оптической плотности культуры при непрерывном культивировании одноклеточных. Управляемое культивирование микроводорослей. Изд-во "Наука", 1964.
- Гарбер Б.М. Наблюдения за развитием и размножением *Copepoda*. Тр. Каредг. биол. станции. Вып. 2, 1951.
- Петела Т.С. Питание *Acartia clausi* Viesbr и *A. latisetosa* Krieger в Черном море. Тр. Севастоп. биол. станции. Т. 12, 1959.
- Сажина Л.И. Развитие черноморских *Copepoda*. Тр. Севастоп. биол. станции. Т. 13, 1960.
- Спекторова Л.В. Интенсивная культура морской водоросли *Platymonas*. Тезисы II Всес. Симпозиума молодых ученых. Севастополь, 1969.
- Суцеля Л.М. Количественные закономерности фильтрационного питания *Artemia salina*. Тр. Севастоп. биол. станции. Т. 15, 1964.
- Спекторова Л.В. Морская флагеллята *Platymonas viridis* Rouch. sp. nov. как объект для массового культивирования. ДАН СССР. Т. 192, № 3, 1970.
- Суцеля Л.М. Зависимость скорости фильтрации планктонных ракообразных от концентрации пищевых частиц. Тр. Биол. станции на оз. Нарочь, 1958.



- Суценыя Л.М. Количественные данные и баланс энергии у *Artemia salina*. ДАН СССР. Т. 143, № 5, 1962.
- Терсков И.А., Гительзон И.И., Сидько Ф.Я., Ковров Б.Г., Батов В.А., Беянин В.Н. Интенсивное непрерывное культивирование хлореллы в плотностном режиме при различной освещенности. Управляемое культивирование водорослей. Изд-во "Наука", 1964.
- Цапко А.С. Искусственное разведение водорослей в КНР. Труды Всесоюзного совещания работников водорослевой промышленности СССР. Т. I, 1962.
- Чаянова . Размножение и развитие пелагических *Copepoda* Черного моря. Тр. Карадэг.биол.станции. Вып. 10, 1950.
- Bond, B. A contribution to the study of the natural food-cycle in aquatic environments with particular consideration of microorganisms and dissolved organic matter. Bull. Bindham Oceanogr. Coll. 4/art. 4/, 1933.
- Davis, H., Ukeles, R. Mass culture of phytoplankton as foods for Metazoans. Science, v.134, No.3478, 1961.
- Detwyler, R., Houde, E. Food selection by laboratory reared larvae of the scaled sardine *Harengula pensacolatae* (Pisces, Clupeidae) and the bay anchovy. Mar. Biol., v.7, No.3, 1970.
- Flüchter, J. Versuche zur Brutaufzucht der Seezunge *Solea solea* in kleinen Aquarien. Helgolander wiss. Meeresunters. Bd.12, No.4, 1965.
- Gross, F. Notes on the culture of some marine plankton organisms. J. Mar. Biol. Ass. U.K., No.21, 1937.
- Houde, E., Palko, B. Laboratory rearing of the clupeid fish *Harengula pensacolatae* from fertilized eggs. Marine Biol., v.5, No.4, 1970.
- Inoue, M., Aoki, M., Tanaka, U. Acclimatization of *Chlorella* to seawater. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol.34, No.5, 1968.
- Lasker, R. and Feder, H. Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. Mar. Biol., Vol.5, No.4, 1970.

- Loosanoff, V.L. Culturing phytoplankton on a large scale. Ecology. Vol.32, 1951.
- Loosanoff, V.L., Davis, H.C. Chanley, P.S. Food requirements of some bivalve larvae. Proc.Natl.Shellfisheries Assoc. 45, 1953.
- Loosanoff, V. Control of certain forms of zooplankton in mass algal cultures. Science, v.125, No.3257, 1957.
- Loosanoff, V., Davis, H. Rearing of bivalve mollusks. In: Advances in Marine Biology, v.5, No.136, 1963.
- Murphy, H. Life cycle of *Oithana nana* reared experimentally. Univ.Calif.Publ.Zool., v.22, No.449, 1923.
- Raymont, E., Gross, F. On the feeding and breeding of *Calanus finmarchicus* under laboratory conditions. Proc.Roy. Soc.Edinburg, Section B. (Biology), v.LXI, 1949.
- Rollefsen, G. Artificial rearing of fry of sea water fish. Preliminary communication. Rapp.Comm.int.Mer.Medit. 1939, v.109, No.3.
- Wisely, B., Purday, C. A culture method for marine Diatoms and Flagellates. Tuatara, v.11, 1963.
- Riley, J. Marine fish culture in Britain. VII Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) post-larval feeding on *Artemia salina* L. nauplii and the effects of varying feeding levels. J.Cons.30, No.2, 1966.
- Shelbourne, J. Marine Fish culture in Britian IV. High survivals of metamorphosed plaice during salinity experiments in open circulation at port Erin, Isle of Man., 1961. J.Cons., 28, No.2, 1963.

CULTURE OF FOOD ORGANISMS IN CONNECTION WITH THE  
PROBLEM OF ARTIFICIAL PROPAGATION OF YOUNG STAGES  
OF MARINE FISHES

T.M.Aronovich and  
L.V.Spektorova

S u m m a r y

Food chains (algae-Artemia) have been studied and quantitative indices obtained of the nutrition, and growth rate of Artemia, when developing the principles of rearing techniques. The rate of feeding of Artemia sp. nauplii on the unicellular alga, Platimonas, has been determined at a cell concentration of 0.1 to 2.5 mill.cells/ml.

The feeding rate of Artemia increased with the higher concentration of algal cells, but that only to a certain extent. The maximum feeding rate of the smallest nauplii, that have just started feeding (0.96 mm), is achieved at the density of 1.5 mill.cells/ml., that of 1.2 mm long Artemia occurs at the 1.8 mill.cells/ml. density, and of 1.32mm long Artemia, at the density of 2.2 mill.cells/ml.

The smallest Artemia are distinguished for the highest grazing rate, their daily food intake exceeding tenfold their body weight.

Feeding experiments, in which Artemia were fed Platimonas, have made it possible to establish the optimum food rations for Artemia sp. nauplii. They have also shown that Platimonas and Artemia can be reared jointly.