

ТРОФОЛОГИЯ ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ

ИТОГИ И ЗАДАЧИ

*Посвящается памяти
профессора
Надежды Станиславовны
ГАЕВСКОЙ*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1973

НОВЫЕ МЕТОДЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ CLADOCERA

И. Б. Богатова

(Всесоюзный н.-и. ин-т прудового рыбного хозяйства)

Интенсивное развитие рыбоводства, расширение масштабов работ по искусственному воспроизводству ценных промысловых рыб, внедрение заводского метода получения икры в практику прудового хозяйства и резкое увеличение количества выращиваемой в прудах молодежи рыб неизбежно связано с расширением исследований по массовому культивированию живых кормов для рыб. Попытки ряда авторов заменить в рационе молодежи рыб естественные корма искусственными имели ограниченный успех только для некоторых пород рыб. Многочисленные наблюдения и практика рыбоводства убедительно показывают, что естественные корма необходимы молодежи, особенно на ранних этапах развития, и их нельзя заменить искусственными кормами даже самой сложной рецептуры.

В связи с этим проблема массового культивирования живых кормов в течение ряда лет остается одной из центральных проблем рыбоводства, решение которой возможно только на основе глубоких знаний биологии культивируемых животных.

Среди водных беспозвоночных наиболее перспективной группой для целей культивирования являются Cladocera, и не случайно большинство опытов массового культивирования проведено с представителями именно этого отряда. Для многих Cladocera характерна высокая продуктивность, связанная с партеногенетическим размножением, быстрым созреванием и высокой интенсивностью роста, а также способность жить в широком диапазоне факторов внешней среды.

Первые опыты массового культивирования Cladocera были проведены в конце XIX в. Наиболее разработанным в то время был, так называемый «русский метод» Н. А. Денпа (1889), который разводил дафний в небольших деревянных чанах объемом около 7 м³. Воду в чанах удобряли птичьим пометом и свежим коровьим навозом или смесью того и другого. В этой работе приводятся нормы внесения удобрений и сроки созревания культуры (2—3 недели). Автор указывал, что для разведения дафний «одинаково годятся ямы, мелкие пруды и всякая деревянная посуда».

Работами Н. Д. Денпа и других авторов были заложены основы так называемого «метода удобрений», который заключается

в том, что *Cladocera* культивируют в непроточной среде, кормом для них служат бактерии и водоросли, которые развиваются на вносимых в культуру удобрениях, а также дотрит. Факторами, стимулирующими развитие *Cladocera* в такого рода системе, являются корм и в первое время благоприятные условия среды, к числу факторов, угнетающих популяцию рачков, следует отнести метаболиты культивируемых животных и кормовых организмов, а также уменьшение содержания кислорода в воде и ухудшение других условий в процессе культивирования под влиянием жизнедеятельности обитающих в культуре организмов.

Эволюция этого метода после Н. Д. Деппа шла, в основном, по линии усовершенствования агрегатов для культивирования и использования новых видов удобрения. Большое развитие получили работы по культивированию *Cladocera* в бетонных бассейнах (Державин, 1938, 1947; Заринская, 1939; Шпет, 1949, 1950; Богатова, 1951, 1963; Брискина, 1954, 1956, 1960; Богатова, Аскеров, 1958; Гордиенко, 1954; Мешкова, 1957; Митяева, 1958, и др.). Некоторые авторы при культивировании *Cladocera* использовали полиэтиленовую пленку, которой выстилали деревянные желоба (Степанова, 1965) или углубления в земле (Gadially, 1958). В последние годы используются также садки из полиэтиленовой пленки, которые устанавливаются в водоеме (Богатова, 1970; Богатова, Лениз, 1969; Тагирова 1969, 1970). Г. М. Жуковский и А. В. Лавров (1954) предложили метод соленцевания дафниевых земляных бассейнов, что уменьшает их фильтрацию.

Л. П. Максимова (1958, 1969) рекомендует использовать для культивирования планктонных животных дюралюминиевые застекленные бассейны. Ею разработана конструкция бассейнов для культивирования живых кормов в закрытом помещении, очень перспективная для районов с холодным летом и для круглогодичного культивирования. Вода в этих бассейнах, расположенных в два яруса, обогревается уложенными на дно трубами парового отопления. Все перечисленные конструкции бассейнов, а также некоторые другие, рассчитаны на культивирование *Cladocera* методом удобрений.

В качестве удобрений многие авторы применяли конский навоз (Державин, 1938, 1947; Шпет, 1949, 1950, и др.), сеной пастой (Мешкова, 1957), минеральные удобрения (Гордиенко, 1954; Богатова, Аскеров, 1958), пекарские дрожжи (Степанова, 1956; Bond, 1934, и др.), кормовую рыбную муку (Богатова, 1951) и пр.

Из всех видов удобрений, использованных при культивировании *Cladocera*, наиболее перспективными, на наш взгляд, являются кормовые дрожжи, впервые предложенные для этой цели М. М. Брискиной (1956) и испытанные сначала М. М. Брискиной и Л. Г. Журавлевой (1958), М. М. Брискиной, Л. Г. Журавлевой и Т. В. Дратенко (1956), а затем и другими авторами. Большим преимуществом кормовых и гидролизных дрожжей по сравнению с другими удобрениями является то, что при правильно выбран-

ной дозировке (10—20 г/м³) они не оказывают существенного отрицательного влияния на режим среды. При удобрении кормовыми дрожжами уменьшается степень отрицательного воздействия на культуру *Cladocera* кормовых микроорганизмов и понижения содержания в воде кислорода под влиянием жизнедеятельности последних. Основными факторами, лимитирующими развитие культуры при удобрении кормовыми и гидролизными дрожжами, остаются выделение продуктов обмена самими культивируемыми животными и уменьшение количества кислорода в результате их жизнедеятельности.

Культивирование *Cladocera* методом удобрений в его современной модификации, т. е. с использованием бетонных бассейнов в качестве агрегатов и кормовых дрожжей в качестве удобрений, начиная с пятидесятых годов вышло в нашей стране за рамки эксперимента и широко применяется на рыбоводных заводах по воспроизводству ценных проходных рыб (осетровые, лососевые и др.). Так, по данным Л. Л. Козловой (1970), ежегодный сбор дафний по всем рыбоводным заводам Главрыбвода составляет 8—9 т. По данным И. Б. Кязимова (1970), рыбоводные заводы Азербайджана за четыре года (1967—1970) сняли и скормили молоди рыб 34 т дафний. Таким образом, величина валовой продукции дафний (главным образом *Daphnia magna*) даже при применении метода удобрений достаточно высока.

При всех своих недостатках метод удобрений сыграл положительную роль в процессе перехода от лабораторных к производственным масштабам культивирования *Cladocera*. Впервые в истории рыбководства культивирование планктонного живого корма в нашей стране приобрело производственный характер и осуществляется не учеными экспериментаторами, а работниками производства. Полученные результаты вполне приемлемы для осетровых и лососевых рыбоводных заводов, но для карпового хозяйства эффективность культивирования оказывается слишком низкой. Высокая величина валового съема продукции дафний достигается в этом случае главным образом за счет больших площадей и объемов дафниевых бассейнов, а не за счет высокой интенсивности культивирования.

В сравнительно недавней работе И. В. Ивлевой (1969) приведен сводка результатов, полученных при полупроизводственном и производственном культивировании *Cladocera* методом удобрений. Приведенная в этой сводке величина суточной продукции с 1 м³ в опытах разных авторов колебалась от 5 до 40 г. Сходные показатели получены при производственном культивировании дафний на рыбоводных заводах. Так, по данным Л. Л. Козловой (1970), съем продукции дафний с 1 м³ в год составляет в среднем около 2,4 кг, по данным И. Б. Кязимова (1970), — 0,3—3,0 кг, в среднем 1,35 кг. Если пересчитать эту продукцию на сутки получается 6,6 и 3,7 г/м³. Стоимость 1 кг дафний (Кязимов, 1970) колеблется от 30 к. до 3 р. 80 к., составляя в среднем 1 р. 34 к.

Если сравнить 1967 и 1970 гг., можно отметить тенденцию к снижению себестоимости дафний (от 1 р. 46 к. до 80 к. за 1 кг), что особенно четко выражено на Усть-Куринском осетровом рыбноводном заводе. По расчетам Г. И. Шпета, О. Л. Гордиенко и Ю. И. Зайдивера (1967), сделанным на основе данных Рогожкпнского рыбноводного завода, 1 кг дафний при культивировании в бетонных бассейнах методом удобрений в лучшем случае стоит 1 р. 07 к., в худшем — 12 р. 30 к.

Получаемая в производстве величина суточной продукции дафний далеко не соответствует производственным возможностям этих, чрезвычайно продуктивных форм. Сравнительно высокая себестоимость получаемой продукции *Cladocera* ограничивает применение метода удобрений только областью выращивания особо ценных пород рыб. Не случайно поэтому D. Barthelmes (1969) в результате анализа достигнутых результатов с позиции карпового хозяйства приходит к выводу об ограниченности применения этого метода при заводском выращивании сеголетков карпа. Нужно, однако, оговориться, что приведенные этим автором расчеты предусматривают выращивание сеголетков на одном естественном корме, при этом не учитывается общепринятая технология выращивания сеголетков карпа с применением искусственных кормов.

Н. С. Гаевская (1940) уже 30 лет назад на основе результатов глубокого изучения биологии культивируемых животных и, прежде всего, характера их питания, подвергла решительной критике метод удобрений. Ей принадлежит и само название этого метода. Н. С. Гаевская отмечала, что при культивировании этим методом животные постоянно «находятся между опасностью голодания и опасностью отравления». Она и ее ученики провели тщательные исследования биологии ряда *Cladocera*, представлявших интерес для культивирования (Гаевская, 1945, 1949; Васильева, 1959). Большое внимание было обращено на фитопланктон (протококковые водоросли).

Проведены исследования по разработке методов их культивирования (Гаевская, 1952, 1953; Гавлена, 1955).

Проведенные Н. С. Гаевской и ее учениками исследования легли в основу разработанного ею метода раздельного культивирования дафний и кормовых водорослей. Этот метод предусматривал раздельное культивирование дафний и протококковых водорослей и внесение водорослей в бассейн с дафниями в количестве, необходимом для удовлетворения пищевых потребностей последних. С учетом количественных показателей питания рачков площадь водорослевых бассейнов должна была составлять 25% площади дафниевых бассейнов.

В отличие от метода удобрений, все основные нормативы которого были получены эмпирически, метод Н. С. Гаевской основан на данных по биологии культивируемых животных и имеет глубокую научную основу. К сожалению, этот метод не нашел долж-

ного применения в производстве из-за отсутствия необходимой бассейновой базы.

Работы Н. С. Гаевской по культивированию *Cladocera* и протокочковых водорослей явились важным этапом в разработке заводских методов культивирования, показали необходимость научного подхода к решению этой проблемы и глубокого знания биологии основных объектов культивирования.

Совершенно очевидно, что из большого количества видов отряда *Cladocera* наиболее перспективными для культивирования являются несколько видов. К их числу относятся такие давние и испытанные объекты культивирования, как *Daphnia magna* и *D. pulex*, *Moina brachiata*¹ и *M. macrocera*, а также новые мелкие объекты — *Chydorus sphaericus* (Константинова, 1957; Богатова, 1963) и *Ceriodaphnia reticulata* (Тагирова, 1969, 1970).

Химический анализ этих *Cladocera* (Богатова, Щербина, Овчинникова, Тагирова, 1971; Богатова и др., 1971) показал, что в нормальных условиях существования в садках и прудах *D. magna* содержит в сухом веществе 47—66% сырого протеина, 2,5—14% сырого жира и 9,9—23% золы. В неблагоприятных условиях питания содержание сырого протеина опускалось до 29,4—34,6%, жира — до 1,6—2,1%, содержание золы увеличивалось до 32,1—38,1%. Наиболее низкое содержание сырого протеина и жира было в том случае, когда популяция *D. magna* в течение 20—30 дней развивалась в прудах при крайне низком уровне численности и биомассы фитопланктона (преобладали диатомовые водоросли при биомассе 0,11—1,84 мг/л). Наиболее высокое содержание сырого протеина наблюдалось в пруду при большом количестве детрита из синезеленых водорослей *Aphanizomenon flos-aquae*, который, как известно из работ М. А. Есиповой (1969а, 1969б, 1969в, 1971а, 1971б), обладает высокой пищевой цепкостью для *Cladocera*. На химический состав *D. magna* оказывает влияние также возраст культивируемых животных.

Из табл. 1, в которую сведены данные по химическому составу *Cladocera* по материалу, приведенному в упомянутых выше работах, видно, что в нормальных условиях культивирования химический состав *Moina macrocera*, *Moina rectirostris*, *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia reticulata* очень сходен по содержанию сырого протеина и жира. У *Chydorus sphaericus* отмечено относительно более высокое содержание сырого протеина (68,7%). Мелкие формы содержат в сухом веществе меньше золы, чем *D. magna*, обитавшие в сходных условиях. В среднем, по данным всех анализов, у *D. magna* содержалось 21,7% золы, у этих же рачков из благоприятных условий 16,9%. У *M. rectirostris*, *M. macrocera*, *C. reticulata* и *Ch. sphaericus* из благоприятных условий содержалось соответственно 11,3; 11,2; 12,3; 8,4% золы. Соответственно изменению химического состава тела в разных условиях питания менялась и кало-

¹ Syn. «*M. rectirostris* Leydig».

Таблица 1

Химический состав некоторых ветвистоусых при разных условиях питания

Вид	Условия содержания	Влага, %	% на сухое вещество				Калорийность, ккал/г	
			сырой протеин	сырой жир	углеводы по разности	зола	сухого вещества	сухого органического вещества
<i>D. magna</i>	Острый недостаток корма, пруды	92,3	31,6	1,8	30,6	36,0	3,22	5,08
<i>D. magna</i>	Обильный корм, преобладали протокомбовые водоросли, культура	90,2	55,5	6,5	22,4	15,6	4,72	5,50
<i>D. magna</i>	Обильный корм, преобладали <i>Arh. Pos-aquae</i> , пруды	91,9	47,3	3,7	23,7	25,3	4,09	5,47
<i>D. magna</i>	Обильный корм, преобладал детрит из <i>Arh. Pos-aquae</i>	89,4	66,2	14,0	9,9	9,9	5,48	6,08
<i>M. macroscora</i>	Обильный корм, культура	95,1	57,5	4,1	27,2	11,2	4,81	5,42
<i>M. rectirostris</i>	То же	93,0	57,4	6,3	25,0	11,3	4,85	5,48
<i>C. reticulata</i>	" "	92,5	57,3	6,9	23,5	12,3	4,88	5,56
То же	Старая культура	91,9	53,1	0,6	26,0	20,3	4,17	5,23
<i>Ch. sphaericus</i>	Обильный корм, культура	87,6	68,7	7,5	15,4	8,4	5,21	5,70

рийность *Cladocera*. Наиболее высокая калорийность была у *D. magna*, питавшейся детритом из *Arhanizomenon Pos-aquae*.

Эти данные очень хорошо согласуются с упомянутыми выше данными М. Е. Есиповой, установившей, что массовые виды *Cladocera* в прудах лучше растут и более интенсивно размножаются на детрите из фитопланктона, чем на живых планктонных водорослях.

Разница калорийности *D. magna*, питавшихся полноценным кормом, и этого же вида, выращенного в плохих условиях, составляла 1 ккал на 1 г сухого органического вещества и 2,26 ккал на 1 г сухого вещества.

После *D. magna* наиболее полноценный химический состав и наиболее высокая калорийность наблюдались у *Ch. sphaericus*, в питании которого детрит также имеет большое значение. В нормальных условиях культивирования калорийность *D. magna*, *M. macroscora*, *M. rectirostris*, *C. reticulata* колебалась в пределах 5,4—5,6 ккал на 1 г сухого органического вещества и 4,1—4,9 ккал на 1 г сухого вещества.

Приведенный материал свидетельствует о том, что при оценке продуктивности отдельных видов, или биоценозов, необходимо

учитывать сложившиеся в водоеме кормовые условия. Эти данные еще раз подчеркивают важность трофологического направления гидробиологических исследований, развитого Н. С. Гаевской (1947, 1948 и др.).

Изменение химического состава тела *Cladocera* в разных условиях питания необходимо иметь в виду при кормлении молоди рыб этим кормом и организации процесса культивирования. Важным и пока еще неиспользуемым резервом повышения продуктивности культивируемых животных, по видимому, может быть кормление *Cladocera* в культуре детритом из планктонных водорослей.

По данным Е. М. Мелицкой (1956), дафнии полиценны по аминокислотному составу, они содержат в два раза больше аргинина, метионина и триптофана, чем энхитреиды. По содержанию витаминов А, В и В₂ дафнии превосходит не только энхитреид, но и личинок хирономид. Сведения по аминокислотному составу дафний и других *Cladocera*, представляющие интерес для культивирования, а также по содержанию в них витаминов, крайне ограничены, и этот вопрос еще требует дальнейшей, более глубокой разработки.

По химическому составу пицевая ценность культивируемых *Cladocera* обуславливается степенью их доступности для молоди рыб. Известно, что первые дни активного питания личинки нуждаются в самом мелком корме. Так, например, молодь карпа начинает питаться дафниями только по достижении длины 1—1,4 см. *Ch. krauseius*, *C. reticulata* доступны личинкам карпа с самых первых дней активного питания. Поэтому на разработку методов культивирования мелких *Cladocera*, несмотря на то что они уступают в продуктивности *D. magna*, в последние годы обращено большое внимание. Разработке методики культивирования мочи посвящены работы М. К. Аскерова (1954, 1959), Л. П. Максимовой (1968, 1969), Р. Н. Степановой (1965) и других авторов. Н. С. Константинова (1957) пришла к выводу о возможности использования *Ch. krauseius* в качестве объекта культивирования. Опыт полупромышленного культивирования этого рачка был проведен нами (Богатова, 1963) в бетонных бассейнах на Выгском рыболовном заводе. Используя отмеченную еще З. С. Прохштейн (1922) способность *Ch. krauseius* питаться фекалиями дафний, мы провели опыт совместного культивирования *D. magna* и *Ch. krauseius*. В 1970 г. на Центральной экспериментальной базе ВНИИРХ было проведено культивирование *Ch. krauseius* в садках. *C. reticulata* предложена для целей массового культивирования Н. А. Тагировой (1969, 1970), которая начиная с 1968 г. провела обстоятельные исследования по изучению биологии этого рачка и опыты по его массовому культивированию.

Продукционные возможности животных наилучшим образом могут быть выявлены в оптимальных для них условиях существования. Температурный оптимум *D. magna*, *C. reticulata*, *Ch. krauseius* лежит между 18 и 24°. Эти животные могут не только

обитать, но и давать партогенетическое потомство в широком температурном диапазоне. Известны опыты культивирования *D. magna* при низких температурах (Аскеров, 1958, 1958а; Брискина, Журавлева, 1958). Наши опыты культивирования *D. magna* в садках на водоеме-охладителе ГРЭС им. Кавсона, проведенных в декабре 1970 г. при температуре воды от 4,2 до 0,2° (средняя температура 0,4°), также показали возможность зимнего культивирования этого рачка, причем были получены количественные показатели культивирования (табл. 2). Зимние условия в водоемах-охладителях хорошо переносят также *C. rotundata* и *Ch.*

Таблица 2

Результаты культивирования *D. magna* (зарида 20 декабря 1969 г.) в водоеме-охладителе ГРЭС им. Кавсона (4,2—0,2°) (объем осадка 0,3 м³)

№ садка	Январь 1970 г.	Длительность культивирования, дни	Выловлено, г	
			в садке за все время	с 1 м ³ в сутки
1	20	31	30	4,8
2	14	10	80	21,4
3	20	31	20	3,2
4	14	10	100	26,3
5	20	31	50	8,1
6	20	31	30	4,8
7	14	10	70	18,5
8	14	10	150	39,5
9	14	10	110	28,0
10	20	31	45	7,2
			Всего 685	Среднее 16,2

krhoecleus. Приведенные данные свидетельствуют о том, что нижний порог культивирования лежит далеко за пределами температур, которые были приняты раньше за нижние границы (12—13°). *M. macrocera* и *M. rectirostris* более теплолюбивы, чем указанные выше виды. Нижняя граница культивирования для этих мотыльков, по данным Н. В. Ильяевой (1969), Л. П. Максимовой (1969), лежит около 14—15°. Л. П. Максимова указывает, что «температура ниже 15° неблагоприятна для размножения мотыльков». Н. В. Ильяева отмечает, что *M. rectirostris* и *M. macrocera* преобладают в теплой воде (не ниже 14°). С этими данными несколько не согласуются данные М. К. Аскерова (1960), который пишет, что *M. macrocera* легко переносит колебание температуры от 5 до 30°. Температурный оптимум этих видов выше, чем у рассмотренных ранее, — 24—28° (Ильяева, 1963). По данным М. К. Аскерова, температурный оптимум *M. macrocera* лежит между 24 и 26°, *M. rectirostris* — в интервале 24—28°.

Температурный оптимум и температурные границы существования *Cladosega* изменяются в зависимости от физиологического состояния животных и условий среды. В табл. 3 приведены данные по верхним летальным температурным границам культивируемых животных, определенные в воде, взятой из интенсивно

Таблица 3

Верхняя летальная температурная граница (в °С) культивируемых *Cladosega*

Вид	«Цветущая» вода			
	прекращается движение		гибель	
	частичное	полное	частичная	полная
<i>D. magna</i>	32,0—33,0	33,0—33,5	33,5—34,0	35,3—35,6
<i>C. reticulata</i>	33,5—34,0	34,0—34,5	34,5—35,0	35,5—36,0
<i>M. rectirostris</i>	—	—	—	—
<i>M. macrocopa</i>	—	—	—	—
<i>Ch. sphaericus</i>	—	—	—	—

Таблица 3 (окончание)

Вид	Водопроводная вода			
	прекращается движение		гибель	
	частичное	полное	частичная	полная
<i>D. magna</i>	37,0—38,5	39,0—38,5	38,5—39,0	39,0—40,0
<i>C. reticulata</i>	37,0—38,0	37,5—38,5	39,0—39,0	39,0—40,0
<i>M. rectirostris</i>	37,0—37,5	37,5—38,5	38,5—39,0	39,0—40,0
<i>M. macrocopa</i>	37,0—38,0	37,5—38,5	39,0	41,0—43,0
<i>Ch. sphaericus</i>	28,0—35,0	35,5	36,0—37,5	38,0

цветущего водоема и период начавшегося отмирания водорослей и в чистой водопроводной воде. Данные по летальным границам *Ch. sphaericus* взяты из опубликованной ранее статьи (Богатова, 1962), в которой дано описание методики постановки опытов. Водопроводная вода в опытах с *Ch. sphaericus* отличалась меньшим содержанием солей, чем водопроводная вода в опытах с другими *Cladosega*. Кроме того, *Ch. sphaericus* до опыта содержались в условиях более низких температур, в то время как остальные виды до опытов культивировались в теплых водах водоема-охладителя.

Из таблицы видно, что *Cladosega* в «цветущей» воде из водоема-охладителя, содержащей, по-видимому, большое количество

метаболитов водорослей, были менее жизнестойкими, чем *Cladocera*, содержащиеся в чистой водопроводной воде. Летальные границы в водопроводной воде были на 4—5° выше, чем в воде с питательными «цветением» водорослей. Если припять за летальную границу температуру, при которой прекращается движение конечностей у части животных в чистой водопроводной воде, то у *D. magna*, *C. reticulata*, *M. macrocera* и *M. rectirostris*, выращенных на теплых водах, он лежит в пределах 37—38°, у *Ch. sphaericus*, выращенного в условиях более низких температур, — 28—35°. Температурный порог культивирования рассмотренных *Cladocera*, которое обычно проводится в среде, богатой органикой, очевидно, лежит при 32—34°. Из данных, приведенных в таблице, видно, что *M. macrocera* проявила большую выносливость к повышенным температурам, чем другие виды. Полная гибель всех особей этого вида наступала при температуре 41—43°.

На основании литературных данных и собственного опыта, мы считаем возможным осуществлять культивирование *D. magna*, *C. reticulata* и *Ch. sphaericus* в интервале температур 5—30°; для животных, адаптированных к высоким температурам, верхняя граница может быть на 1—2° выше. В неблагоприятных условиях среды верхняя граница может быть ниже. По нашим наблюдениям, *D. magna* переносит резкую смену температуры. При проведении опытов по культивированию этого рачка в зарыбленных выростных прудах мы вносили животных без предварительного выравнивания температуры из полиэтиленовых пакетов с температурой воды 23° в пруды, где температура воды в это время была 10°. Животные хорошо переносили такой резкий перепад температуры, сохранили партеногенетические яйца и продолжали интенсивно размножаться.

Способность большинства культивируемых *Cladocera* переносить резкие колебания температуры, расти и размножаться в широком температурном диапазоне связана с особенностями их обитания в природных условиях. Известно, что эти виды являются эврибионтами и обитают нередко в небольших, временных водоемах, подверженных резким суточным колебаниям температуры, особенно весной и осенью.

Этим же объясняется и отмеченная многими авторами способность *D. magna* и других рассмотренных выше *Cladocera* переносить значительное уменьшение содержания в воде кислорода (Herbert, 1954; Богатова, 1963, и др.), увеличение количества CO_2 , повышение окисляемости и содержания солей в воде (Wargel, 1900; Харин, Дахисва, Стрекозова, 1951; Ельцина, 1939; Брагинский, 1956, и др.). Наилучшими световыми условиями для культивируемых *Cladocera* является чередование света и темноты (Edlen, 1943).

Вопрос о питании *Cladocera* был глубоко разработан Н. С. Гаевской и ее учениками (Гаевская 1940, 1945; Васильева, 1959; Гавлена, 1955), а также в ряде работ отечественных и зарубежных

ных авторов. Многочисленными исследованиями установлено, что *Cladocera* питаются фитопланктоном, бактериями, детритом, отчасти растворенными органическими веществами.

Н. С. Гаевская впервые установила наличие избирательности в питании фильтрующих *Cladocera*. В результате остроумно поставленных экспериментов ей удалось показать, что животные при питании отбрасывают непитательные частицы и потребляют только частицы, имеющие пищевую ценность. Дальнейшее развитие исследования этого направления получили в работах Л. М. Суцеди (1959), Н. Б. Богатовой (1965), С. W. Burns (1969) и других авторов. Было установлено, что у *Cladocera* существует избирательность в отношении размеров пищевых частиц. По данным С. W. Burns (1969), дафнии заглатывают крупные частицы более интенсивно, чем мелкие. По нашим данным, *Cladocera* избирают при питании крупные пищевые частицы в рамках, доступных для каждого вида размеров. Так, у *D. longispina* индексы избирания мелких протококковых водорослей были неизменно отрицательными, а более крупных — положительными. *D. magna* способна поедать более крупные пищевые частицы, чем *D. pulex*, а *D. longispina* питается еще более мелким кормом. Было показано, что при совместном обитании различные *Cladocera* в силу расхождения их спектров питания конкурируют за пищу в весьма слабой степени. В частности, объем пищевой конкуренции, определенный по А. А. Шорыгину (1952) у *D. longispina* и *D. pulex*, выражался крайне низкой величиной (5,0—14,6%). Слабое пищевое сходство было отмечено также для обитающих вместе *D. longispina* и *Daphnophora brachyurum* и других *Cladocera* (Богатова, 1969).

Слабая степень пищевого сходства у некоторых *Cladocera* и их способность питаться кормом, в слабой степени усвоенном другими видами, указывает на принципиальную возможность применения поликультуры с целью более полного использования кормовых ресурсов. Проведенный нами опыт совместного культивирования *Ch. sphaericus* и *D. magna* дал положительные результаты и показал перспективность развития работ в данном направлении.

В работах Н. С. Гаевской и ее школы было широко развито количественное направление изучения питания *Cladocera*. Г. А. Васильева (1959) установила суточные рационы для *Cladocera*, представляющих интерес как объекты культивирования. Н. С. Гаевская (1945) впервые определила в полевых условиях кормовой коэффициент *D. magna* при питании протококковыми водорослями. В ее опытах рабочий кормовой коэффициент (РКК), т. е. отношение заданного корма к приросту дафний, оказался равным 4,2, а истинный кормовой коэффициент (ИКК), определенный с учетом изменений, происходящих в контроле, 6,2. Эти данные могут быть положены в основу расчетов кормления дафний в культуре. Впоследствии нами были получены близкие к определенным Н. С. Гаевской величины кормовых коэффициентов *D. magna* (Богатова, 1971а).

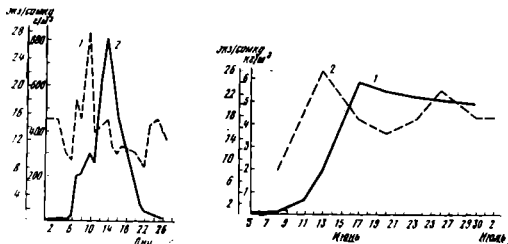
При хорошей разработке вопросов, связанных с питанием *Cladocera*, в литературе сравнительно слабо разбирается вопрос о влиянии на этих животных продуктов обмена, в том числе и метаболитов, выделяемых в окружающую среду самими рачками. Известно, что в процессе обмена *Cladocera* выделяют в окружающую среду большое количество неусвоенной пищи и продуктов обмена.

Совершенно очевидно, что в замкнутом сосуде при высокой биомассе культивируемых животных в культуральной среде накапливается большое количество продуктов обмена, которые действуют угнетающе на популяцию *Cladocera*, приводят к снижению плодовитости и интенсивности роста. В результате кривая развития популяции (численности и биомасса) после подъема идет резко на убыль (рис. 1). Плодовитость животных в этих условиях по мере развития популяции неуклонно понижается, что также видно из рис. 1. Таким образом, продуктивность культур зависит не только от обеспеченности животных пищей, которая вносится в достаточном количестве, но и от своевременного удаления из культуры метаболитов. В связи с этим, последние годы ознаменовались поисками методов, дающих возможность обеспечить нормальные условия в культуре не только путем рационального кормления, но и путем удаления из культуры продуктов обмена. Разработка такой методики применительно к бассейнам представляет известные трудности, поскольку смесь воды в бассейнах неизбежно связана с удалением внесенного в культуральную среду корма.

С этих позиций, на наш взгляд, более перспективной является разработка методов культивирования *Cladocera* в сетчатых садках, устанавливаемых в водоемах с достаточным развитием в последних корма для *Cladocera*.

Первые сетчатые садки были применены В. А. Копец (1961) и О. Д. Ромашевой (1963) для усиления развития в прудах популяции *D. magna*. В опытах этих авторов были использованы садки из металлической (латунной) сетки с ячейей 1 мм, рекомендуемые ими размеры садков — 100 × 60 × 60 см³. Ячейя сетки садка подбиралась с таким расчетом, чтобы молодь дафний могла свободно выходить из садка в пруд, а более крупные партеногенетические самки («маточное стадо») задерживались внутри садка. Таким образом, взрослые дафнии (производители) охранялись от выедания рыбами. Постоянное удаление молоди создавало благоприятные условия для интенсивного размножения рачков. Из садков постоянно удалялись продукты обмена и в них поступали из водоема фитопланктон и бактерии. Авторы не ставили целью получение чистой культуры *D. magna* в садках, в статьях отсутствуют данные по продукции культивируемых животных, которую невозможно было учесть из-за непрерывного удаления части популяции в водоем.

1968 г. была начата разработка методики культивирования *Cladocera* в садках из капронового сита, устанавливаемых в водо-



Р и с. 1. Биомасса и плодовитость *Daphnia magna* при культивировании в бетонных бассейнах (Богатова, 1951)

1 — плодовитость, 2 — биомасса

Р и с. 2. Биомасса и плодовитость *Daphnia magna* при культивировании в капроновых садках на теплых водах

еме. В отличие от садков, примененных В. А. Колец и О. Д. Ромашычевой, капроновые садки полностью задерживают культивируемых животных, разрядка культуры и учет продукции производится при облове. Через ячейку сита в садки свободно проникает из водоема корм для дафний и удаляются в водоем продукты обмена. Подробное описание конструкции этих садков и биотехники культивирования в них *Cladocera* дауи в ряде работ (Богатова, 1970а, 1971; Богатова, Лензо, 1969).

Основной конструктивной особенностью этих садков, по сравнению с садками, использованными в опытах упомянутых выше авторов, является то, что они построены по типу планктонной сетки, имеют внизу горловину, которую при установке садков в воду завязывают, в конце культивирования, когда садки выплывают из воды, развязывают и споласкивают полученных в процессе культивирования животных в ведро или другой приемный сосуд. В зависимости от размеров культивируемых животных при оборудовании садков используют капроновое сито различной плотности: для *D. magna* — 16—20, для мелких рачков используется более частое сито.

Наблюдения показали, что в капроновых садках не происходит накопления аммонийного азота, которое наблюдается при культивировании в полиэтиленовых садках, изолированных от окружающей среды. Капроновые и полиэтиленовые садки различались и по кормовым условиям. В опытах, проведенных в водоеме-охладителе ГРЭС им. Классона, при средней биомассе фитопланктона в водоеме 10—12 мг/л средняя биомасса фитопланктона в капро-

новых садках была 5,0, в полиэтиленовых — 0,4 мг/л. Разница условий оказала влияние на плодовитость и весовой прирост *D. magna* в садках. Средняя плодовитость этого рачка, начиная с 3-го дня культивирования в капроновых садках, была равна 15,2 шт. яиц на одну самку, средняя плодовитость в полиэтиленовых садках в это же время была равна 4,2 шт. яиц на одну самку. Средняя биомасса *D. magna* в садках из капронового сита была равна 306, г в полиэтиленовых садках — 101 г/м³. В садках из капронового сита удалось избежать резкого падения биомассы и плодовитости культивируемых животных, которое было отмечено нами ранее (рис. 1). На рис. 2 показана динамика биомассы и плодовитости *D. magna* в садках из капронового сита на протяжении 27 дней культивирования. Как видно из графика, биомасса культивируемых животных в этом опыте на протяжении двух недель культивирования держалась на уровне 5—6 кг/м³, плодовитость рачков в течение 19 дней не опускалась ниже 15 шт. яиц на одну самку, составив в конце наблюдений 18 шт. яиц. Индивидуальная плодовитость животных в ряде случаев существенно превышала эти средние показатели. Таким образом, кривая динамики и плодовитости здесь носит совершенно иной характер, чем при культивировании в замкнутом агрегате без удаления продуктов обмена животных.

Улучшение условий и физиологического состояния культивируемых животных в капроновых садках дало возможность существенно увеличить продуктивность культуры. Суточная продукция *D. magna* при культивировании в капроновых садках во много раз превышает суточную продукцию этого рачка при культивировании в бетонных бассейнах методом удобрений (табл. 4). Величина максимальной биомассы, полученной при культивировании *D. magna* в капроновых садках (10—11 кг/м³), свидетельствует о том, что достигнутая в опытах полезная (снятая) продукция не является предельной, и при дальнейшем усовершенствовании этого метода она может быть увеличена.

Таблица 4

Полезная продукция *D. magna* при культивировании методом удобрений и в капроновых садках

Метод, агрегат	Полезная суточная продукция, г/м ³		Автор
	макс.	средний	
Метод удобрений, бетонные бассейны	—	25,5	Ивлев (1969), по данным ряда авторов
Метод полупроницаемости, капроновые садки	577	236	Наши данные за 1969 г. (Богатов, 1971)
То же	667	340	Наши данные за 1970 г.

Увеличение продуктивности культур и удешевление самого процесса культивирования радикальным образом меняют себестоимость живых кормов при заводском культивировании. По нашим расчетам (Богатова, 1970), себестоимость одного килограмма *D. magna* при культивировании в капроновых садках выражается 10—20 коп.

В работе Бартельмес (Barthelmes, 1969) дается сравнение продукции *D. magna* в прудах, при заводском культивировании и в сточных водах. Едва ли можно считать правомерным такое сравнение, так как эти методы резко различаются между собой по биотехнике, условиям и пр. Кроме того, при оперировании этими понятиями необходимо различать полезную продукцию, т. е. ту часть продукции культивируемых животных, которая выловлена из культуры и использована для кормления рыб, и общую продукцию, т. е. весь прирост биомассы *D. magna*. При культивировании *D. magna* заводским методом обычно учитывают полезную продукцию. Величина общей продукции достигала в наших опытах 1—2 кг, что сходно с данными Ульманна (Uhlmann, 1967) и примерно превышает величины, полученные Менцель (Menzel, 1963), приведенными в статье D. Barthelmes (1969).

Капроновые садки были использованы также и для культивирования мелких *Cladocera* (Тагирова, 1969, 1970; Богатова, Лещо, 1969). В 1970 г. было проведено культивирование *Ch. sphaericus* в капроновых садках, установленных в прудах с обычным температурным режимом. Опыты были начаты 13 мая и закончены 19 июня. Среднесуточная продукция *Ch. sphaericus* в этих опытах была равна 27,5 г/м³. В опытах Н. А. Тагировой (1970) средняя суточная продукция *C. reticulata* в капроновых садках была равна 45, максимальная — 408 г/м³. Из приведенных данных видно, что капроновые садки дают возможность получать сравнительно высокую продукцию самых мелких *Cladocera*.

Приведенные материалы свидетельствуют о перспективности метода культивирования *Cladocera* в капроновых садках. При использовании этого метода следует однако иметь в виду, что режим культуры в садках в большой степени зависит от режима водоема, в котором установлены садки. В водоемах с низким уровнем развития фитопланктона в культуру необходимо добавлять кормовые дрожжи или другие органические удобрения.

От заводских методов культивирования *Cladocera* резко отличаются методы культивирования в прудах и озерах. Если при заводском культивировании мы имеем дело со сравнительно легко управляемой системой, в которой культивируемые животные изолированы от хищников и конкурентов, а также от выедания рыбой, то в двух последних случаях возможности управления процессом культивирования ограничены, поскольку экосистема прудов и озер включает в себя животных, принадлежащих к разным трофическим уровням. Разработка методов культивирования *Cladocera* в этих условиях должна базироваться не только на глубоком

знании их биологии, но и на понимании всех сложных взаимоотношений между культивируемыми животными и остальными обитателями водоемов. Для правильной оценки этих взаимоотношений большое значение имеют основные принципы трофологии, установленные Н. С. Гаевской, и исследования, проведенные в этом направлении исследователями ее школы.

Культивирование *Cladocera* (главным образом *D. magna*) в зарыбленных прудах успешно проводилось многими авторами (Вельтищева и Солдатова, 1956; Патяк, 1967; Menzel, 1963, и др.). При большом количестве бактериального корма или фитопланктона и детрита *D. magna* обычно заглушает развитие других планктонных животных, уступающих этому виду в продуктивности.

Значительно большие трудности возникают при разработке методов культивирования *Cladocera* в зарыбленных прудах, так как здесь, помимо выедания хищными беспозвоночными и конкуренции со стороны мирных беспозвоночных, развитие популяции культивируемых животных сдерживается выеданием их рыбами. При решении этого вопроса одни авторы (Копец, 1961; Романьчева, 1963) идут по пути пространственной изоляции культивируемых животных от рыб с использованием описанной выше методики полуизоляции маточного стада дафний в металлических садках. Описанный в 1961 г. этот метод еще не нашел применения в производстве, главным образом из-за сложности оборудования металлических садков в тех пропорциях к площади прудов, которые указаны авторами. Помимо этого предложенный метод был испытан только в прудах, где *D. magna* развивалась естественным путем. При переходе к другим условиям, по-видимому, возможно проникновение планктонных хищников и конкурентов в садки и подавление культуры *D. magna*. Разработанный в последние годы метод культивирования *Cladocera* в зарыбленных выростных прудах основан не на пространственном, а на экологическом разделении животных в одном и том же пруду и на создании условий, помогающих культивируемой форме подавить конкурентов и хищников и занять в пруду доминирующее положение. При культивировании этим методом в выростных прудах *D. magna* первые две недели дафнии недоступны личинкам карпа и могут беспрепятственно развиваться. Зарядка культивируемых животных вносится в пруды при их заливке, когда другие планктонные животные еще не получили интенсивного развития, вместе с зарядкой в пруды вносят корм (в наших опытах кормовые дрожжи). Внесенной таким образом зарядки *D. magna* (100—200 г/га) развивается популяция, которая примерно через 20 дней достигает максимальной численности и биомассы порядка 100—200 г/м² в среднем по пруду и нескольких килограммов на 1 м² в местах концентрации рачков. При этом происходит увеличение биомассы культивируемых животных в 10—20 тыс. раз.

Первые опыты культивирования *D. magna* этим методом были проведены в 1967—1968 гг. на прудах сравнительно небольшой

площади — 0,05 — 0,8 га (Богатова, 1969, 1970, 1971а; Богатова, Кузьмичева, Шарт, 1970; Богатова, Овчинникова, Орлова, 1970). В этих опытах была получена устойчивая вспышка развития популяции этого рачка в конце июля — начале июля, биомасса зоопланктона в опытных прудах в это время превышала биомассу зоопланктона в контроле в десятки раз. В среднем за сезон биомасса зоопланктона в опыте превышала в несколько раз биомассу зоопланктона в контроле. Рыбопродуктивность опытных прудов по сравнению с контрольными была увеличена на 3—6 ц/га. В 1969—1970 гг. культивирование *D. magna* этим методом было проведено на производственных прудах площадью 4—11 га (Богатова, 1970). Во всех прудах было получено интенсивное развитие *D. magna*, которая раньше в составе зоопланктона этих прудов не встречалась. Максимум биомассы в среднем по разным прудам составил 67 г/м³. Нужно, однако, иметь в виду, что в прудах большой площади из-за неравномерного распределения дафний и концентрации их главным образом в прибрежной части прудов возможен недоучет биомассы. В целом по рыбопитомнику «Ропша» биомасса зоопланктона при культивировании *D. magna* была увеличена по сравнению с предыдущими годами в 4—5 раз, а продукция зоопланктона — в 9—10 раз. При культивировании дафний за счет увеличения роста сеголетков рыбопродуктивность прудов рыбопитомника «Ропша» общей площадью 106 га была увеличена на 2 ц/га. Сходный результат был получен и при культивировании *D. magna* в этом рыбопитомнике в 1971 г.

Проведенные исследования и внедрение метода культивирования *D. magna* в зарыбленных выращенных прудах площадью до 11 га дают основание для перехода к еще большим площадям. Совершенно очевидно, что культивирование *Cladocera* в прудах должно непременно сопровождаться удобрением прудов. При проведении наших опытов по интродукции *D. magna* в зарыбленные пруды были использованы принятые в производстве методы удобрения, которые на наш взгляд, достаточно эффективны.

Проведенный обзор новых работ по культивированию *Cladocera*, главным образом по результатам отечественных исследований, позволяет говорить о высокой ценности и большой хозяйственной значимости этой группы. Последние результаты исследовательских работ в этой области, основанные на опыте большого круга ученых, дают основание для перехода к широкому производственному освоению разработанных методов и дальнейшего расширения исследований в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- Аскеров М. К. 1954. Разведение *Moina rectirostris* Leydig (*Cladocera*) в качестве живого корма молоди осетровых. Бюл. Канд. дисс.
Аскеров М. К. 1958а. Культивирование дафний в течение круглого года.— Уч. зап. Азерб. гос. ун-та, № 5

- Аскеров М. К. 1958б. Разведение дафний с применением минеральных удобрений и кормовых дрожжей.— Сб. «Биотехника разведения дафний на рыболовных заводах». М., ВНИРО.
- Аскеров М. К. 1958. Перспективы массового разведения мотыля *Moina macrostoma* Straus как корма для молоди осетровых и лососевых рыб.— Уч. зап. Азерб. гос. ун-та, № 3.
- Аскеров М. К. 1960. Биотехника разведения живых кормов на Курицком экспериментальном осетровом рыболовном заводе.— Сб. «Материалов совещания по вопросам рыбоводства». М.
- Богатова И. Б. 1951. Опыт разведения планктонного корма для молоди осетровых.— Труды Саратовск. отд. Касп. фил. ВНИРО, т. 1.
- Богатова И. Б. 1962. Летальные границы содержания кислорода, температуры и pH для некоторых представителей семейства Chydoridae.— Зоол. журн., т. 40, вып. 1.
- Богатова И. Б. 1963. Культивирование дафний и *Chydorus sphaericus* на Выгском рыболовном заводе.— Труды Всес. ин-та прудов. рыб. хоз-ва, т. XII.
- Богатова И. Б. 1965. Питание дафний и диапомусов в прудах.— Труды ВНИИПРХ, т. 13.
- Богатова И. Б. 1969а. Культивирование дафний в выращенных прудах.— Сборник по прудовому рыбоводству. М.
- Богатова И. Б. 1969б. Питание и пищевые отношения *Bosmina longirostris* (O. F. Müller), *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) в прудах.— Сб. в.-н. работ ВНИИПРХ, № 2.
- Богатова И. Б. 1970а. Культивирование ветвистоусых ракообразных в садках на теплых водах. М.
- Богатова И. Б. 1970б. Способ создания естественной кормовой базы в рыболовных прудах. Автор. свид. СССР, № 250598.
- Богатова И. Б. 1970в. Экологический метод увеличения естественной кормовой базы прудовых рыб.— Сб. «Материалы Всесоюзного совещания по культивированию живых кормов». М.
- Богатова И. Б. 1971а. *Daphnia magna* Straus, как объект массового культивирования.— Труды ВНИИПРХ, т. XX.
- Богатова И. Б. 1971б. Питание и пищевые взаимоотношения массовых форм прудового зоопланктона.— Труды ВНИИПРХ, т. XVII.
- Богатова И. Б., Аскеров М. К. 1958. Опыты промышленного культивирования дафний.— Рыб. хоз-во, № 12.
- Богатова И. Б., Лемзо А. П. 1969. Культивирование *Daphnia magna* Straus в садках на теплых водах.— Сб. «Рыбоводство в теплых водах СССР и за рубежом». М.
- Богатова И. Б., Кузьмичева В. И., Шарт Л. А. 1970. Культивирование *Daphnia magna* Straus в выращенных прудах рыбхоза «Якоть».— Сб. в.-н. работ по прудовому рыбоводству, № 3. М.
- Богатова И. Б., Овинникова В. В., Орлова Э. И. 1970. Культивирование *Daphnia magna* Straus в выращенных прудах Латвии.— Сб. в.-н. работ по прудовому рыбоводству, № 3. М.
- Богатова И. Б., Филатов В. И., Садыгов Д. Р. 1971. Химический состав некоторых представителей пресноводного зоопланктона.— Сб. ВНИИ прудового рыбного хозяйства, вып. 6. Вопросы прудового рыбоводства. М.
- Богатова И. Б., Шербина М. А., Овинникова В. В., Тагирова Н. А. 1971. Химический состав некоторых планктонных животных при разных условиях выращивания.— Гидробиол. журн., т. VII, № 5.
- Брагинский Л. П. 1958. Чувствительность донных планктонных Entomostraca к дефициту кислорода.— Докл. АН УССР, № 5.
- Брискина М. М. 1954. Краткая предварительная инструкция по разведению дафний на Чайкендском рыболовном заводе. М.
- Брискина М. М. 1956. Методика разведения вышних ракообразных и гаммарид на Чайкендском рыболовном заводе. Аннотация к работам, выпол-

- веним Всес. п.-п. ин-том морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) в 1955 г., сб. 1.
- Брискина М. М.* 1958. Биотехника промышленного разведения дафний на Чайкендском рыбноводном лососевом заводе с применением в качестве удобрений кормовых дрожжей. Аннотации к работам, выполненным Всес. п.-п. ин-том морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) в 1956 г., сб. 3.
- Брискина М. М.* 1960. Способы обеспечения живыми кормами молоди рыб.— Сб. «Материалы Совещания по вопросам рыбоводства в 1959 г.» М.
- Брискина М. М., Журавлева Л. Г.* 1958. Биотехника промышленного разведения дафний с применением в качестве удобрений кормовых дрожжей. ВНИРО, обмен передовым техническим опытом, М.
- Брискина М. М., Журавлева Л. Г., Дратенко Т. В.* 1956. Опыт разведения дафний на Чайкендском лососевом рыбноводном заводе.— Рыбн. хоз-во, № 5.
- Бронштейн Э. С.* 1922. К вопросу о культурах высших ракообразных.— Русский гидробиол. журн., т. 1, ч. 2.
- Васильева Г. А.* 1959. Исследования по экологии ветвистоусых в связи с выращиванием их как живого корма для рыб.— Труды Моск. техн. ин-та рыбн. промысл. и хоз-ва им. А. Н. Миконина, вып. X.
- Вельтищева И. Ф., Солдатов Е. В.* 1956. Разведение дафний в земляных прудах на рыбноводных заводах.— Рыбн. хоз-во, № 6.
- Гавлена Ф.* 1955. Выращивание водорослевых и дафниевых кормов для пужд рыбного хозяйства. Автореф. канд. дисс. М.
- Гаевская Н. С.* 1940. О методах выращивания живого корма для рыб.— Труды Мосрыбвтуза, вып. 3.
- Гаевская Н. С.* 1945. Опыт установления кормового коэффициента для *Daphnia magna* в полевых условиях.— Зоол. журн., т. 24, вып. 2.
- Гаевская Н. С.* 1947. Некоторые задачи гидробиологии в области рыбного хозяйства.— Рыбн. хоз-во, № 10.
- Гаевская Н. С.* 1948. Трофологическое направление в гидробиологии, его объект, некоторые основные проблемы и задачи.— «Сб. памяти акад. С. А. Зернова». М., Изд-во АН СССР.
- Гаевская Н. С.* 1949. О пищевой адекватности у животных — фильтраторов.— Труды Всес. гидробиол. об-ва, т. 1.
- Гаевская Н. С.* 1952. Опыт применения газосветных ламп для культивирования протококковых водорослей.— Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., т. 57, вып. 4.
- Гаевская Н. С.* 1953. Выращивание массовых культур протококковых водорослей для рыбного хозяйства.— Труды Всес. гидробиол. об-ва, т. V.
- Гордиенко О. Л.* 1954. Опыт применения минеральных удобрений при разведении дафний.— Рыбн. хоз-во, № 8.
- Дейл Н. Д.* 1889. Способ размножения дафний для корма рыбных мальков.— Вестник рыбопромысла, № 2.
- Державин А. Н.* 1938. Опыт по методике интензивного разведения осетровых рыб на Куринском экспериментальном заводе в 1936—1938 гг.— Рыбн. хоз-во, № 2.
- Державин А. Н.* 1947. Воспроизводство запасов осетровых рыб. Баку.
- Ельцина Н. В.* 1939. Влияние морской соли на развитие пресноводных дафний и адаптация их к условиям повышенной солености.— Вопросы экологии и биоценологии, № 4.
- Есипова М. А.* 1969а. Рост и размножение *Daphnia magna* (Straus) и *D. longiripa* (O. F. Müller) при питании детритом.— Гидробиол. журн. № 5.
- Есипова М. А.* 1969б. О возможности использования детрита в качестве корма при культивировании *Simoscephalus vetulus* (O. F. Müller). Рыбоводство в теплых водах СССР и за рубежом. М.
- Есипова М. А.* 1969в. Рост и размножение *Moina rectirostris* (Leydig) и *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller) при питании детритом. Сб. по прудовому рыбоводству. М.

- Есипова М. А.* 1971а. Роль детрита в питании некоторых Cladocera.— Автореф. канд. дисс. М.
- Есипова М. А.* 1971б. Рост и развитие популяции *Daphnia magna*, *D. pulex* и *D. longirepis* при питании детритом.— Труды ВНИИПРХ, т. XX.
- Заринская Е. А.* 1939. Выращивание молоди осетровых и разведение корма для них.— Труды ВНИРО, т. VIII.
- Жуковский Г. М.* и *Лавров А. В.* 1954. Проектирование земляных бассейнов для разведения дафний.— Рыбн. хоз-во, № 11.
- Ивлева И. В.* 1969. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М., «Наука».
- Козлова Л. Л.* 1970. О разведении живых кормов на рыбоводных заводах Главрыбвода.— Сб. «Материалы Всес. совещ. по культивированию живых кормов». М.
- Константинова Н. С.* 1957. Перспективы разведения *Chydorus sphaericus* O. Müller для целей рыбоводства. Аннотации к работам, выполненным ВНИРО в 1955 г., сб. 5.
- Конец В. А.* 1961. Культивирование *Daphnia magna* Straus в сетчатых садках.— Труды Азовск. п.-и. ин-та рыбн. хоз-ва (АзНИИПРХ), вып. 4.
- Кязимов И. Б.* 1970. Культивирование водных беспозвоночных на рыбоводных заводах Азербайджана.— Сб. «Материалы Всес. совещ. по культивированию живых кормов». М.
- Максимова Л. П.* 1968. Биология мопи и коловраток и их разведение в качестве живых кормов для личинок сиговых рыб.— Изв. ГосНИОРХ, т. 87.
- Максимова Л. П.* 1969. Методические указания по разведению планктонного рачка *Moira macroscopa* Straus. Л.
- Маликова Е. М.* 1956. Пищевая ценность некоторых беспозвоночных как корма для рыб.— Биохимия, т. 21, вып. 2.
- Мешкова Г. М.* 1957. Опыт массового разведения дафний (*Daphnia magna*).— Труды Севастопольского гидробиол. ст. АН Арм. ССР, т. XV.
- Митяева Ю. П.* 1958. Опыты применения минеральных удобрений при разведении дафний на Чайкендском лососевом рыбноводном заводе. Аннотации к работам, выполненным Всесоюзным п.-и. ин-том морск. рыбы, хоз-ва и океанографии в 1956 г., сб. 3.
- Патяк Т. Э.* 1967. Способ разведения кормов для мальков и молоди рыб и система прудов для его осуществления. Автор свид. СССР № 106998.— Сб. «Изобретения в рыбной промышленности за 1967 г.»
- Романьчева О. Д.* 1963. О разведении дафний при помощи сетчатых садков.— Рыбн. хоз-во, № 3.
- Степанова Р. Н.* 1965. Живой корм для личинок сиговых рыб.— Рыбн. хоз-во, № 6.
- Суцися Л. М.* 1959. Исследование пищевой избирательности у планктонных ракообразных.— Научн. докл. высш. школы, биол. науки, № 4.
- Тагирова Н. А.* 1969. Опыт культивирования *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine) — на теплых водах ГРЭС.— Сб. «Рыбоводство в теплых водах СССР и за рубежом». М., ВНИРО.
- Тагирова Н. А.* 1970. *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine) — новый объект массового культивирования.— Сб. «Материалы Всесоюзного совещания по культивированию живых кормов». М.
- Харин Н. Н., Дажнова Л. С., Стрекозова И. И.* 1951. Влияние замещения соли-ности на *D. magna*.— Докл. АН СССР, № 78.
- Шорыгин А. А.* 1952. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М., Пищепромиздат.
- Шпет Г. И.* 1949. Указания по разведению живого корма в рыбных хозяйствах (для рыбодоводов). Киев, Изд. ин-та рыбн. хоз-ва.
- Шпет Г. И.* 1950. Разведение дафний, как живого корма в рыбоводстве.— Труды п.-и. ин-та пруд. и озерно-речн. рыбн. хоз-ва, № 7.
- Шпет Г. И., Гордиенко О. Л., Зайдинер Ю. И.* 1967. Технический процесс и эффективность разведения живого корма (дафний) на рыбноводных предприятиях.— Рыбн. хоз-во, вып. 4. Киев, МРХ СССР.

- Barthelmes R. M.** 1969. Möglichkeiten einer industriemässigen Naturnahrungsproduktion in Kombination mit der industriemässigen Karpfenproduktion.— Z. Fischerei NF, Bd. 17, 1—4.
- Bond R. M.** 1934. A culture method for *Daphnia*.— Science, v. 79.
- Burns C. W.** 1969. Particle size and sedimentation in the feeding behavior of two species of *Daphnia*.— Limnol. and Oceanogr., v. 14, N 3.
- Edlen A.** 1943. Wachstum und Milieu bei *Daphnia magna*. Acad. von Akc Edlen, Lund.
- Gadially N.** 1958. Successful method of keeping *Daphnia*.— Fishkeep. and Water Life, v. 13, N 9.
- Herbert M. H.** 1954. The tolerance of oxygen deficiency in the water by certain Cladocera.— Mem. Ist. Ital. Idrobiol., v. 8.
- Menzel H. U.** 1963. Ein Beitrag zur Bewirtschaftung von Karpfenteichen im ersten Zuchtjahr.— Dtsch. Fischerei Ztg, Bd. 10.
- Uhlmann D.** 1967. Beitrag zur Limnologie saprothropher Flachgewässer.— Arch. Hydrobiol., Bd. 63.
- Warren E.** 1900. On the reaction of *Daphnia magna* to certain changes of environment.— Quat. journ. micr. soc., v. 43.