

УДК 639.3.053.3

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ОТБОРА И ВВЕДЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРУ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЗМОВ

© 2008 г. В. Б. Вербицкий

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н,  
e-mail: verb@ibiw.yaroslavl.ru

Поступила в редакцию 05.02.2007 г.

Приведен обзор состояния проблемы отбора и введения в аквакультуру пресноводных организмов для целей рыбоводства, токсикологического регламентирования и биотестирования. Рассмотрены требования, предъявляемые к видам – потенциальным объектам культивирования, и проанализированы причины, препятствующие расширению их количества. Изложены экологические основы и методология отбора и введения в аквакультуру новых организмов. На примере ветвистоусого ракообразного *Bosmina longirostris* O.F. Müller продемонстрировано практическое применение предлагаемой методологии.

### ВВЕДЕНИЕ

Культивирование пресноводных беспозвоночных в нашей стране на протяжении XX в. переживало периоды как бурного развития, так и определенного спада. Введение в эксплуатацию в середине века крупнейших гидросооружений, расположенных вблизи устьев рек, изменило условия естественного воспроизводства проходных промысловых рыб – осетровых и лососевых, что потребовало разработки технологий их массового искусственного воспроизводства. В связи с этим и развитием индустриальных методов выращивания карповых рыб и форели новый импульс получила вместе с разработкой рецептур искусственных кормов также разработка методов массового культивирования живых кормов.

В это же время наряду с рыбным хозяйством методы культивирования гидробионтов получили развитие в такой прикладной области гидробиологии, как токсикологическое регламентирование и биотестирование качества водной среды с использованием организмов тест-объектов.

Цель работы – изложение экологических основ и методологии отбора и введения в культуру новых видов гидробионтов для использования в биотестировании, токсикологическом регламентировании и рыбоводстве.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА

Кормовых беспозвоночных для производственных целей разводили в России с конца XIX в. Первые опыты проведены Н.А. Делпом [15] в конце 80-х годов XIX в., который выращивал дафний в небольших прудах. В первой половине

XX в. большой вклад в разработку методов промышленного культивирования кормовых беспозвоночных внесли Н.С. Гаевская, М.М. Исакова-Кео, Г.И. Шпет и др. Во второй половине XX в. эти работы были успешно продолжены М.К. Аскеровым, Т.М. Мешковой, И.Б. Богатовой, И.В. Ивлевой, М.М. Брискиной и А.Г. Журавлевой, Г.Л. Васильевой, Л.П. Максимовой, Н.И. Волхонской, Г.А. Галковской, Н.В. Есиповой, В.Е. Кокковой, Н.А. Тагировой и др. (см. обзоры работ [1, 2, 18]).

Живые корма имеют большое значение для роста и нормальной жизнедеятельности рыб особенно на ранних стадиях развития – в личиночный период, когда включаются собственные ферментные системы. Исследования по выяснению механизма действия живого корма на рыб показали, что эффективность живой пищи связана с наличием так называемого “фактора живого корма”, обусловленного внутриклеточными ферментативными процессами [16, 17, 37 и др.]. Показано, что применение наиболее сбалансированных и дорогих комбикормов дает 50%-ную выживаемость личинок только при наличии живого корма в рационе [38, 39]. В связи с этим с конца 70-х годов XX в. в первые 7–10 сут после перехода на активное питание личинок стали подрачивать с использованием живого корма [19, 20, 24, 30 и др.]. В 80–90-е годы XX в. раскрыт физиолого-биохимический механизм этого явления. Как показано в работах [21–23, 32–34, 40, 41], в первые несколько суток после рождения у личинок рыб пищевые компоненты расщепляются в основном экзоферментами, поступающими из естественной пищи. Это явление, названное А.М. Уголевым [32], индуцированным аутолизом, заключается в индуцировании организмом-ассимилятором процесса расщепления

структур пищевого объекта его собственными ферментами. Несмотря на наличие огромного ассортимента отечественных и зарубежных стартовых кормов для рыб, по-прежнему остается необходимость в получении большого количества живых кормов для использования в качестве обязательной добавки в рацион ранней молоди. Размерный спектр этих кормов должен быть достаточно широк, чтобы удовлетворить потребности разных видов выращиваемых рыб – от карповых до осетровых.

Основной путь массового получения живого корма для индустриального рыбоводства – искусственное разведение гидробионтов с применением методов инкубации и культивирования [2, 3]. При этом, как писала И.Б. Богатова [1, стр. 5], “Для достижения поставленной цели необходимо детальное изучение продукционных свойств гидробионтов, выбранных для искусственного разведения, т.е. прежде всего роста и размножения, летальных и оптимальных значений для того или другого фактора внешней среды. Полученные данные могут быть использованы для создания оптимальных условий разведения кормовых организмов и получения максимальной продукции живого корма...”.

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Набор видов, рекомендуемых к использованию в практике токсикологического регламентирования и биотестирования [27], остается небольшим: это бактерия *Photobacterium phosphoreum* (Cohn) Ford, инфузория *Tetrahymena pyriformis* (Ehrenberg) Schewiakoff, одноклеточная пресноводная водоросль *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb, одноклеточная морская водоросль *Phaeodactylum tricornerutum* Bohlin, ветвистоусые ракообразные *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg и *Daphnia magna* Straus, жаброногий рак *Artemia salina* (Linnaeus) и рыба гуппи *Poecilia reticulata* Peters.

Такое ограниченное количество регламентированных тест-объектов связано с наличием ряда требований к ним, а именно: наличие устойчивых лабораторных культур, все особи которых в сходных условиях должны демонстрировать малый разброс таких показателей, как скорость роста, плодовитость и выживаемость.

Однако в последнее время в связи с накоплением данных, свидетельствующих о недостаточной точности оценки качества воды для всей экосистемы водоема по реакциям ограниченного числа организмов, все большее число исследователей приходит к признанию необходимости расширения списка видов тест-объектов с включением в него организмов разных систематических и эко-

логических групп. Так, например, к этому призывал Дэни Баклер во вступительном слове на Международной конференции “Современные проблемы водной токсикологии” (пос. Борок, Ярославской обл.) в сентябре 2005 г.

В результате в практике токсикологических исследований, кроме названных выше директивно утвержденных видов, исследователи начинают использовать в качестве тест-объектов и другие виды организмов, например моллюсков *Dreissena polymorpha* (Pallas) и *D. bugensis* (Andrusov) [25], личинок хирономид *Chironomus riparius* Meigen [31], коловраток *Brachionus plicatilis* O.F. Müller [28], инфузорий *Paramecium caudatum* (Ehrenberg) [35], высшее цветковое растение ряску малую *Lemna minor* L. [36] и др.

#### ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ВИДАМ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫМ ОБЪЕКТАМ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ (ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОТБОРА И ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ НОВЫХ ВИДОВ)

Указанные выше, казалось бы, очевидные и необходимые требования к потенциальным объектам культивирования слабо реализуются на практике. Если продукционные свойства перспективных объектов аквакультуры становятся объектом пристального изучения, то все, что касается летальных и оптимальных значений факторов внешней среды, чаще специально не изучается, поскольку связано с необходимостью проведения трудоемких экспериментальных работ. Обычно используют собственные или литературные данные по условиям достижения массовой численности в водоеме тем или иным видом.

В то же время прежде чем культивировать конкретный вид, необходимо решить вопрос не только о перспективности его использования в промышленном культивировании, но и насколько он будет оптимален в качестве корма для рыб. А для этого он должен отвечать следующим требованиям: 1) обладать высокой продуктивностью (иметь короткий жизненный цикл, большую плодовитость, высокий темп роста, устойчивое развитие при высоких плотностях); 2) иметь полноценный биохимический состав (содержание и соотношение белков, жиров и углеводов, адекватные потребностям молоди конкретного вида рыб, полноценный аминокислотный состав белка и соотношение аминокислот, полноценное содержание минеральных солей и биологически активных соединений, высокую калорийность); 3) быть устойчивым к факторам внешней среды; 4) доступным для молоди конкретного вида (экологически, морфологически и физиологически); 5) обладать пищевой эффективностью в качестве корма (высоким темпом роста молоди на данном

Условия и результаты эксперимента по культивированию *Ceriodaphnia quadrangula* при различной температуре (°C)

Вариант опыта	Сутки				Численность цериодафний, экз./л
	1–7	8–14	15–21	22–30	
I	15	15	15	15	67 → 15 → 11 → 8
II	15	20	15	15	67 → 7 → 5 → 3
III	15	20	20	15	67 → 10 → 8 → 2
IV	15	25	15	15	69 → 42 → 14 → 18
V	15	20	20	20	71 → 9 → 6 → 14
VI	15	25	20	20	68 → 36 → 27 → 63
VII	15	25	25	15	69 → 50 → 41 → 18
VIII	15	20	25	25	72 → 12 → 6 → 7

корме, эффективностью потребления корма, жизнестойкостью рыб, устойчивостью к болезням и другим повреждающим факторам).

Спектр видов, предлагаемых к использованию в индустриальном рыбоводстве в качестве живых кормов, состоит из пяти видов ветвистоусых ракообразных (*Daphnia magna* Straus, *Moina macroscopa* Straus, *M. rectirostris* Leydig, *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine) и *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller)), двух видов коловраток (*Brachionus calyciflorus* (Pallas) и *Br. rubens* (Ehrenberg)), одного вида нематод (*Panagrellus redivivus* (Linne)), трех видов олигохет (*Enchytraeus albidus* Henle, *Tubifex tubifex* (O.F. Müller) и *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede)) и личинок комаров-звонцов (*Chironomus dorsalis* Meigen, *Ch. plumosus* Linne). При этом широко и массово в рыбоводстве использовали один вид кладоцер (*Daphnia magna*) и один вид олигохет (белый энхитрей). В то же время спектр видов, потенциально пригодных для использования в качестве кормовых объектов, намного шире.

Очевидно, что в качестве живых кормов используются эврибионтные виды, достаточно устойчивые к большому диапазону колебаний факторов среды. Поскольку основные лимитирующие факторы при промышленном культивировании – низкое содержание кислорода в воде и большое содержание органики, то большинство описанных выше видов – эвриоксибионты. Так, *Ceriodaphnia reticulata*, *Moina macroscopa*, *Brachionus calyciflorus* и *Br. rubens* – мезосапробные виды, *Daphnia magna*, *Moina rectirostris* и *Chydorus sphaericus* могут жить в воде, степень загрязнения которой колеблется от  $\alpha$ -мезосапробной до полисапробной, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Eudiaptomus albidus*, *Tubifex tubifex* и личинки хирономид – полисапробы. Все эти виды достигают высокой численности и биомассы в водоемах в условиях высокого содержания органики и хорошего прогрева воды. Закономерно, что именно они в первую очередь привлекли внимание гидробиологов как потенциальные объекты для массового куль-

тивирования. Хотя есть немало и других эврибионтных и мезосапробных видов гидробионтов, которые могут достигать очень высоких численности и биомассы в водоемах в отдельные периоды сезона. Это, например, такие ветвистоусые ракообразные как *Bosmina longirostris* или *Daphnia pulex*, коловратки *Brachionus angularis*, *Br. rubens*, *Keratella quadrata*, некоторые виды *Platytias* и многие другие. Но при введении в промышленную культуру этих и подобных им видов требуются дополнительные экспериментальные исследования для выявления тех особенностей их биологии, без знания которых невозможно решить проблему их массового культивирования.

Насколько непредсказуемыми могут быть требования того или иного вида к режимам культивирования, можно проиллюстрировать на примере ветвистоусого ракообразного *Ceriodaphnia quadrangula*. Из литературных источников [42, 43 и др.] известно, что для этого вида оптимальны температуры от 17 до 23°C. Результаты проведенного эксперимента по культивированию цериодафний в смеси прудового зоопланктона в проточном режиме на фильтрованной от зоопланктона речной воде без дополнительного кормления [13] отражены в таблице.

В вариантах опыта II, III, V и VIII с повышением температуры от 15 до 20°C через неделю наблюдалось снижение численности в >3 раза. В вариантах IV, VI и VII с повышением температуры воды до 25°C подобного падения численности не наблюдалось. Однако более длительное содержание при температуре 25°C (вариант VII) и последующем снижении температуры до 15°C (вариант IV) приводило к угнетению популяций и резкому снижению численности. Относительно высокая численность сохранялась при снижении температуры до 20°C после недельного пребывания при температуре 25°C (вариант VI). Из этого видно, что на развитие вида влияют не только абсолютные значения температуры среды обитания, но и продолжительность действия той или

иной температуры и порядок чередования повышенных и пониженных температур (направленность динамики фактора). Кроме того, наблюдался эффект инерционного действия (или последействия) стимулирующей повышенной температуры (вариант VI).

Аналогичные эффекты, стимулирующие развитие популяции, могут вызываться также, например, уровнем содержания биогенов в воде. Так, эксперименты по оценке непосредственного воздействия биогенными элементами на организмы и сообщества зоопланктона показали, что внесение минерального фосфора в концентрациях 1.45–1.60 мг/л в воду в течение 8 сут оказало в последующие после прекращения внесения 37 сут угнетающее действие на численность крупных ветвистоусых ракообразных *Diaphanosoma brachyurum*, *D. dubia* и *Daphnia longispina*, простимулировало развитие более мелких видов *Chydorus sphaericus* и *Bosmina longirostris* и не оказало видимого воздействия на такие виды ветвистоусых, как *Ceriodaphnia quadrangula*, *Alona rectangula*, *Polyphemus pediculus*, *Scapholeberis mucronata*, и на веслоногих ракообразных *Thermocyclops oithonoides*. У ряда видов, как и в описанных выше экспериментах с различными температурными режимами, наблюдались эффекты отсроченного ингибирующего или стимулирующего воздействия, когда реакция на уровне популяции проявляется через определенное время после начала или окончания действия факторов.

#### МЕТОДОЛОГИЯ ОТБОРА И ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ НОВЫХ ВИДОВ

На основании собственного опыта введения в промышленную культуру нового кормового объекта *Bosmina longirostris* O.F. Müller [5], а также работ с другими видами пресноводного зоопланктона [11, 12] и гаммаридами [8, 44] предложена следующая методология решения задач для введения в культуру нового вида.

1. Выбор видов кормовых объектов, доступных по размеру для конкретного вида рыб на разных стадиях онтогенеза.

2. Определение границ толерантности отобранных видов кормовых объектов по отношению к ведущим абиотическим факторам среды (температуре, содержанию кислорода в воде, pH среды):

– определение значений факторов, при которых прекращается активная жизнедеятельность вида в водоемах;

– экспериментальное определение устойчивости к факторам (определение их летальных значений).

3. Определение оптимальных условий роста, развития и размножения вида по основным абиотическим факторам среды:

– определение значений факторов, при которых вид достигает пиков численности в водоемах;

– экспериментальное определение избираемых значений факторов в условиях их линейного градиента.

4. Нахождение оптимального корма:

– определение спектра питания вида в водоемах по содержанию кишечников;

– экспериментальное определение пищевого избирания в градиентной установке (вид и концентрации корма, пригодного для использования при массовом культивировании);

– экспериментальное определение полноценности и достаточности выбранного корма по результатам лабораторного культивирования в отфильтрованной от кормовой взвеси природной воде (выживаемость, скорость роста и развития, плодовитость).

5. Составление экологического “паспорта” и биотехнологической “карты” вида – руководства по лабораторному культивированию, включающему минимальный необходимый набор требований к условиям среды, режимам кормления и поддержания плотности популяций.

6. Лабораторное культивирование нового объекта.

7. Оптимизация режима лабораторного культивирования.

8. Разработка биотехнологии промышленного культивирования нового объекта.

9. Промышленное культивирование.

10. Оптимизация режима промышленного культивирования.

11. Интенсификация культуры:

– экспериментальный подбор режимов культивирования, повышающих плодовитость, скорость роста и развития;

– проверка и подбор различных добавок, повышающих выживаемость и устойчивость к нарушающим факторам среды.

Приведенная выше схема идеальна и на практике ряд подпунктов может быть выполнен или частично, или исключен. Но только при применении описанного выше принципиального подхода к отбору и введению в культуру новых видов можно реально решить задачу расширения спектра живых кормов и в первую очередь стартовых, столь необходимых для получения полноценной и жизнестойкой молоди рыб.

Предлагаемая схема (пункты 2–7) пригодна также и для отбора и введения в культуру новых организмов для целей биотестирования.

#### ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ

На примере введения в массовую культуру мелкого ветвистоусого ракообразного *Bosmina longirostris* можно показать практическое применение предлагаемой методологии.

До начала исследований данный вид не поддавался культивированию. Однако из литературных данных и собственных исследований [14] известно, что босмины входят в рацион личинок карповых и сиговых рыб с первых дней перехода их на активное питание. В то же время рядом исследователей показано, что босмины из-за их плотных раковин не усваиваются личинками и мальками рыб, а проходят по пищеварительному каналу транзитом и неперевааренными выделяются обратно в водную среду. В связи с этим проанализировали биохимический состав тела босмин [6, 7] и исследовали их пищевую ценность для молоди карпа [4, 9]. Исследования показали, что босмины служат полноценным кормом для личинок и мальков карповых рыб и перспективны для массового культивирования в качестве стартового живого корма.

На следующем этапе экспериментально определили границы толерантности *B. longirostris* по отношению к ведущим абиотическим факторам среды [12] и оптимальные условия роста, развития и размножения вида по основным абиотическим факторам [13].

Для нахождения оптимального корма исследовано содержимое кишечника босмин [26] и проведены эксперименты по их пищевой избирательности, в ходе которых определены оптимальные концентрации и вид корма [29].

На основе исследований составлен экологический “паспорт” и биотехнологическая “карта” вида, которые позволили за счет регулирования абиотических параметров и режима кормления осуществить лабораторное культивирование босмин путем наращивания численности рачков из исходной зарядки, содержащей 2–3% босмин в смеси прудового зоопланктона [5]. После этого методику культивирования босмин в смешанной культуре зоопланктонных организмов апробировали в производственных условиях (на Бисеровском рыбокомбинате Московской обл.), режимы культивирования оптимизировали и в результате разработали биотехнологию промышленного культивирования *B. longirostris* как нового кормового объекта для личинок рыб [10].

Применение данного подхода позволило найти оптимальные режимы культивирования для ряда видов, доминантных в прудовом зоопланктоне и зоопланктоне литорали водохранилищ умеренных широт. В результате стало возможным ведение смешанных культур с использованием в качестве зарядки природного зоопланктона с последующим регулированием его состава путем изменения двух ключевых параметров – режимов кормления и температурного.

Следует отметить, что применение описанных выше принципиальных подходов и критериев отбора и введения в культуру новых видов не огра-

ничивается только областью индустриального рыбоводства и биотестирования качества водной среды. Они применимы также и для отбора и введения в культуру новых крупных пищевых объектов аква- и марикультуры. Кроме того, описанные подходы к изучению экологических требований вида можно успешно использовать при оценке потенциальных возможностей к расселению и завоеванию новых биотопов видами-вселенцами.

Так, в 1999–2000 гг. проведено исследование байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing), интродуцированного в 1960–1970-е гг. в 22 озера и водохранилища северо-западной, центральной и восточной частей России, в которых он успешно натурализовался. Исследование температурных и солевых границ толерантности вида показало, что в естественных условиях вид способен расселяться в солоноватые воды со средним уровнем летних температур и его распространение в солоноватые воды в южных регионах будет лимитироваться повышенными температурами [8, 44]. Действительно, южнее Саратовского водохранилища этот вид не находили. В то же время в 2001 г. гмелиноид был впервые обнаружен в Финском заливе Балтийского моря.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 168 с.
2. Богатова И.Б. Промышленное разведение ветвистоусых ракообразных в СССР // Современные проблемы изучения ветвистоусых ракообразных. СПб.: Наука, 1992. С. 122–129.
3. Богатова И.Б., Тагирова Н.А., Овинникова В.В. Руководство по промышленному культивированию в садках планктонных животных для кормления личинок и молоди рыб. М.: Минрыбхоз СССР; Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1974. 58 с.
4. Вербицкий В.Б. Интенсивность питания и энергетический баланс личинок карпа при кормлении босминами // Создание естественной кормовой базы для повышения продуктивности рыбоводства. М.: Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1984. С. 69–70.
5. Вербицкий В.Б. Способ культивирования босмин (*Bosmina longirostris* O.F. Müller). А. с. 1175412 (СССР). Заявл. 13.02.1984, № 3700735 / 28–13. Опубл. 30.08.1985 // Открытия. Изобретения. 1985. № 32. С. 11.
6. Вербицкий В.Б. Кормовая ценность ветвистоусого рачка *Bosmina longirostris* для личинок рыб. I. Общ. химический состав и калорийность тела // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1990. № 87. С. 38–40.
7. Вербицкий В.Б. Кормовая ценность ветвистоусого рачка *Bosmina longirostris* для личинок рыб. II. Аминокислотный состав белка // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1990. № 88. С. 69–73.
8. Вербицкий В.Б., Березина Н.А. Теплоустойчивость и солеустойчивость бокоплава *Gmelinoides*

- fasciatus* (Stebb.) при разных условиях акклимации // Актуальные проблемы водохранилищ. Борок: Ин-т биологии внутр. вод РАН, 2002. С. 47–48.
9. Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И. Эффективность использования *Bosmina longirostris* O.F. Müller в качестве стартового живого корма для личинок рыб // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 86. С. 41–44.
  10. Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И. Массовое культивирование зоопланктонных организмов для целей рыбоводства // Проблемы развития пресноводной аквакультуры. Рыбное: Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1993. С. 121–124.
  11. Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И. Теплоустойчивость *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1785) (Crustacea: Cladocera) и ее зависимость от температуры среды обитания // Биология внутр. вод. 2000. № 3. С. 62–67.
  12. Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И. Теплоустойчивость *Bosmina longirostris* O.F. Müller (Crustacea: Cladocera) и ее зависимость от температуры среды обитания // Биология внутр. вод. 2002. № 2. С. 55–59.
  13. Вербицкий В.Б., Коренева Е.А., Курбатова С.А., Вербицкая Т.И. Реакция зоопланктона на температурные воздействия: динамика численности и реакции доминирующих видов // Биология внутр. вод. 2001. № 2. С. 85–92.
  14. Вербицкий В.Б., Пиваковская И.В., Мяжкова Г.Н. О взаимосвязи питания сеголетков карпа с развитием естественной кормовой базы прудов // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья. Казань: Казан. ун-т, 1980. С. 101–103.
  15. Денн Н.А. Способ размножения дафний для корма рыбных мальков // Вестн. рыбопромышленности. 1889. № 1. С. 19–21.
  16. Ивашкина Е.Я. Роль естественного живого корма при выращивании сеголетков, двухлетков карпа в хозяйствах индустриального типа // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975. С. 54–55.
  17. Ивашкина Е.Я. К вопросу о влиянии живого корма на активность пищеварительных ферментов сеголетков карпа, выращенных на теплых водах ГРЭС // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975. С. 56–57.
  18. Ивлева И.В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М.: Наука, 1969. 170 с.
  19. Канидьев А.Н., Дементьев М.С. Пути повышения эффективности кормления личинок прудовых рыб // Биологические основы рационального кормления. М.: Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1978. Вып. 21. С. 171–183.
  20. Конрад А.Г., Сахаров А.М. Временные рыбоводно-биологические нормативы выращивания карпа в бассейновых рыбоводных хозяйствах. Л.: Гос. НИИ озер. реч. рыб. хоз-ва, 1977. 6 с.
  21. Кузьмина В.В. Вклад индуцированного аутолиза в процессы пищеварения вторичных консументов (на примере гидробионтов) // Докл. РАН. 2000. Т. 339. № 1. С. 172–174.
  22. Кузьмина В.В., Первозчикова О.Б. Роль экзоферментов в процессах пищеварения рыб // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 80. С. 60–63.
  23. Кузьмина В.В., Цветкова В.А. Индуцированный аутолиз: роль в процессах пищеварения рыб // Биология внутр. вод. 2001. № 3. С. 3–10.
  24. Никольский Г.В., Веригин Б.В., Корнеев А.Н. и др. Современное состояние и перспективы рыбоводства в теплых водах // Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. М.: Наука, 1979. С. 125–138.
  25. Павлова В.В. Использование моллюсков рода *Dreissena* в качестве тест-объектов для оценки токсичности водной среды // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Международ. конф. Борок, 2005. С. 102–103.
  26. Пуцина Л.И., Вербицкий В.Б. О взаимосвязи растительного и животного планктона выростных прудов // Наземные и водные экосистемы. Горький: Горьков. ун-т, 1983. С. 109–117.
  27. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М.: Национальное информ. агентство “Природные ресурсы”, Российское экологическое Федеральное информ. агентство, 2002. 118 с.
  28. Самойлова Т.А. Влияние солености на токсичность тяжелых металлов для коловратки *Brachionus plicatilis* Müller // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Международ. конф. Борок, 2005. С. 121–122.
  29. Сарвино В.С., Вербицкий В.Б. Пищевая избирательность планктонных фильтраторов в проточном градиенте кормов. II. Пищевая избирательность *Bosmina longirostris* O.F. Müller // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 80. С. 50–53.
  30. Солонин В.П. Использование искусственных кормосмесей при подращивании личинок растительных рыб // Индустриальные методы рыбоводства. М.: Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1976. Вып. 26. С. 77–82.
  31. Томилина И.И., Гребенюк Л.П., Комов В.Т. Токсикологическая и тератологическая характеристика донных отложений озер Дарвинского государственного заповедника // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Международ. конф. Борок, 2005. С. 148.
  32. Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л.: Наука, 1985. 544 с.
  33. Уголев А.М., Кузьмина В.В. Роль процессов индуцированного аутолиза в пищеварении гидробионтов // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 1988. Т. 24. № 5. С. 768–771.
  34. Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. 238 с.
  35. Ульяхина Н.А., Лисовенко А.В. Взаимосвязь токсичности производственных сточных вод и их хи-

- мического состава // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Международ. конф. Борок, 2005. С. 149.
36. Цаценко Л.В., Гайдукова Н.Г., Ломакина Г.А. Тест-объект ряска малая (*Lemna minor* L.) в контроле загрязнения воды тяжелыми металлами // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Международ. конф. Борок, 2005. С. 154–155.
37. Яковенко Е.Я., Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. К вопросу о физиологическом значении естественного живого корма при выращивании личинок карпа в условиях промышленных хозяйств // Индустриальные методы рыбоводства. М.: Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1974. Вып. 3. С. 106–112.
38. Anward K., Mende R., Schiumpbergen W. et al. Ergebnisse der Entwicklung und Erprobung von Trockenmischfuttermitteln für die industriemassige Aufzucht von Karpfenbrut in Wärmewasseranlagen // Z. Binnenfisch. 1976. Bd 23. H. 7. S. 194–215.
39. Anward K.W., Schiumpbergen W., Mende R. Untersuchungen über "Anschlussfuttermittel" für Kv.-Z // Z. Binnenfisch. 1976. Bd 23. H. 2. S. 63–64.
40. Dabrowski K., Glogowski J. Studies on the proteolytic enzymes of invertebrates constituting fish food // Hydrobiologia. 1977. V. 52. P. 171–174.
41. Dabrowski K., Glogowski J. The role of exogenic proteolytic enzyme in digestion processes in fish // Hydrobiologia. 1977. V. 52. P. 349–360.
42. Gulyas Pal. The effect of temperature on the most frequent Cladocera and Copepoda species in lake Velence // Aquacultura Hungarica. 1980. V. 2. P. 55–70.
43. Kwick J.K., Carter J.C. Population dynamics limnetic Cladocera in a beaver pond // J. Fish. Res. Board Can. 1975. V. 33. P. 341–346.
44. Verbitsky V.B., Berezina N.A. Effect of salinity-temperature combinations on tolerance in Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) // Амер.-Рос. симп. по инвазионным видам. Борок, 2001. С. 242–245.

## Ecological Bases and Methodology of Selection and Introduction in Water Culture a New Species Organisms

V. B. Verbitsky

*Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742 Borok, Russia*

The review of a problem of cultivation water organisms for the purposes of a toxicological regulation, biotesting and fish culture is given. The requirements showed to kinds which are potential objects of cultivation, are considered and also the reasons preventing expansion of their quantity, are analyzed. Ecological bases and methodology of selection and introduction in aquaculture new organisms are stated. On an example of Cladocera *Bosmina longirostris* O.F. Müller practical application of offered methodology is shown.