

V  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. О. В. КУУСИНЕНА

---

A-24001

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

Л. Г. МОТЕНКОВА

ПИТАНИЕ И ПИЩЕВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ  
ЛИЧИНОК РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ  
И ЧЕРНОГО АМУРА В СВЯЗИ  
С ПОДРАЩИВАНИЕМ ИХ В МАЛЬКОВЫХ  
ПРУДАХ

(Специальность 03-100 — ихтиология)

Диссертация написана на русском языке

АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОискание УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Петрозаводск — 1972

Рабба - Корсунские

14.2.85

3.7.85

19.1.87<sub>2</sub>

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. О. В. КУУСИНЕНА

---

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

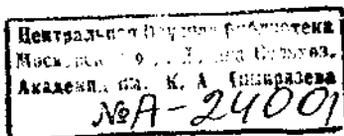
Л. Г. МОТЕНКОВА

ПИТАНИЕ И ПИЩЕВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ  
ЛИЧИНОК РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ  
И ЧЕРНОГО АМУРА В СВЯЗИ  
С ПОДРАЦИВАНИЕМ ИХ В МАЛЬКОВЫХ  
ПРУДАХ

(Специальность 03-100 — ихтиология)

Диссертация написана на русском языке

АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК



Петрозаводск — 1972

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (ВНИИПРХ).

Научный руководитель — заслуженный деятель науки РСФСР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Ф. Г. Мартышев.

Официальные оппоненты:

1. Доктор биологических наук, профессор **Веселов Е. А.**
2. Кандидат биологических наук **Смирнов А. Ф.**
3. Ведущее предприятие — Кишиневский Госуниверситет.

Автореферат разослан « 28 » *августа* 1972 г.

Защита диссертации состоится « 10 » *октября* 1972 г. на заседании Совета по естественным наукам Петрозаводского Государственного университета им. О. В. Куусинена.

Ваши замечания и заключения по автореферату просим прислать в двух экземплярах по адресу: г. Петрозаводск, проспект Ленина, дом 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

**Ученый секретарь Совета: доцент М. Н. РУСАНОВА**

Одним из важных методов повышения продуктивности водоемов является выращивание рыб в поликультуре. Большой интерес представляет поликультура, включающая карпа и рыб дальневосточного комплекса растительноядных: белого амура — *Stenopharyngodon idella* (Val.) и белого толстолобика — *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) зоо- и фитопланктофага пестрого толстолобика — *Aristichthys nobilis* (Val.) и моллюскоеда черного амура — *Mylopharyngodon piceus* (Rich.). Ценность растительноядных рыб заключается в том, что они потребляют первичную продукцию, обильно развивающуюся в интенсивно эксплуатируемых прудах, которая не используется карпом.

После успешной разработки промышленной биотехники получения личинок растительноядных рыб началось их хозяйственное освоение (Алиев, 1961; Виноградов и др., 1963, 1965; Виноградов и др., 1966; Приходько и Носаль, 1963). В первое время выростные пруды зарыбляли личинками растительноядных рыб при переходе на смешанное питание. При этом наблюдался низкий выход сеголетков, особенно в рыбхозах центральных районов страны, в основном из-за несоответствия качественного и количественного состава зоопланктона требованиям личинок. В связи с этим возникла необходимость подращивания личинок до жизнестойких стадий, обеспечивающих лучшее выживание за счет более широкого спектра питания и устойчивости к хищным беспозвоночным.

Питание растительноядных рыб в личиночный период развития описано рядом авторов. Б. В. Веригин (1950), Р. Я. Брагинская (1951), Токузо Хасимото (1961), Ни Да-шу (1962) изучали их питание в естественных условиях; Д. Инаба, М. Номура, М. Накамура—Inaba D., Nomura M., M. Nakamura (1957), А. И. Суханова (1967)—в аквариумах; М. Д. Розманова (1966)—в садках, М. Д. Линчевская (1966), Р. А.

Савина (1966), А. И. Суханова (1967) Л. И. Лулачева (1967, 1970), Р. Е. Муравлева (1968, 1969а), Ю. П. Боброва (1968), Е. Р. Суханова и А. И. Стрелова (1970) — в прудах. Указанными авторами качественный и количественный состав пищи личинок растительноядных рыб освещался в основном применительно к условиям определенного водоема. Эти материалы не дают полного представления о пищевых потребностях личинок, что очень важно при акклиматизационных работах, т. к. без таких данных невозможно оценить степень удовлетворения потребностей изучаемого объекта в пище в естественных водоемах и направленно формировать кормовую базу в прудах.

В задачу наших исследований входило:

1) выяснение пищевых потребностей личинок — определение оптимальной и пороговой концентрации корма; изучение питания личинок в прудах при различном качественном и количественном составе кормовой базы; определение скорости прохождения пищи через кишечник; определение суточных рационов и суточного ритма питания; выяснение связи между обеспеченностью пищей, скоростью развития, темпом роста и выживаемостью личинок.

2) изучение влияния абиотических условий среды на личинок — температуры воды, содержания растворенного кислорода, окисляемости и углекислого газа, активной реакции среды в воде прудов; и биотических — качественного и количественного состава зоопланктона водоемочника и прудов при различных способах их удобрения.

Материалы исследований использованы для разработки технологической схемы подращивания личинок в мальковых прудах.

Диссертация изложена на 151 стр. машинописного текста, иллюстрирована 15 рисунками и фотографиями, содержит 29 таблиц в тексте. Работа состоит из введения, 5 глав, выводов, списка использованной литературы, включающей 218 наименований, в том числе 18 иностранных авторов и приложения.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа выполнена в 1967—1970 гг. на Читукском рыбо-разводном заводе Краснодарского края, некоторые экспериментальные исследования проводились в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

Материалом для исследований служили личинки растительноядных рыб и черного амура. Личинок подращивали в моно- и поликультуре при разных плотностях посадки. При изучении питания пробы брали, как правило, ежедневно. По суточному ритму питания материал собирали в 1967—1968 гг. на II, III и IV этапах развития в течение суток через каждые 3 ч. При обработке материала кишечник разделяли на передний, средний и задний отделы. Личинок фиксировали сразу же после вылова 4%-ным формалином. Всего собрано и обработано на питание 6680 кишечников личинок, в том числе 780 кишечников по суточному ритму.

Обработку материала по питанию личинок проводили по общепринятой методике (Боруцкий, 1955; Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях, 1961).

При камеральной обработке измеряли длину тела личинки от начала рыла до конца хорды (1) под бинокуляром МБС-1 и взвешивали на торсионных весах с ценой деления 0,2 мг.

Для определения реконструированного веса организмов пользовались таблицами стандартных весов (Мордухай-Болтовской, 1954; Боруцкий, 1960 и др.). Определяли среднее количество организмов, приходящихся на 1 личинку, общие индексы потребления пищи (в процедицимилле), полученные в результате отношения реконструированных весов организмов, обнаруженных в кишечнике личинки, относили к ее весу (Фортулатова, 1964).

Одновременно со сбором материала по питанию личинок проводили изучение кормовой базы прудов (фито- и зоопланктон). При сборе материала пользовались общепринятыми гидробиологическими методиками. Наблюдения за абиотическими факторами среды включали определение температуры воды, кислорода, окисляемости, углекислого газа, активной реакции среды (рН).

В 1968—1970 гг. были проведены аквариальные опыты по определению скорости прохождения пищи через кишечник личинок белого амура и белого толстолобика на II, III, IV этапах развития. В качестве «прокладки» использовали: в одних случаях коловраток, в других босмин или копеподит. За скорость прохождения пищи принимали время, в течение которого «прокладка» полностью продвинет корм через кишечник. Температура воды в опытах составляла 14, 18, 20, 22, 25 и 30 градусов. Всего было поставлено 36 опытов.

При определении пищевой ценности различных видов

корма (на примере личинок белого толстолобика, II этап развития) использована радиоуглеродная методика (Сорокин, 1966).

В опытах по определению влияния концентраций корма на величину потребления пищи личинками была применена методика, предложенная Б. С. Грезе (1939), а затем усовершенствованная Д. И. Логвинович (1955) и Д. А. Пановым (1966), что позволило установить оптимальные концентрации корма для личинок каждого вида растительноядных рыб.

Величина пороговой концентрации, при которой приход пищи в тело личинок равен ее расходу на обмен, для личинок растительноядных рыб впервые была установлена В. С. Ивлевым (1961) путем математических расчетов. В дальнейшем, с помощью радиоуглеродной методики, Д. А. Пановым и Ю. И. Сорокиным (1963) определены все элементы балансового равенства, предложенного Г. Г. Винбергом (1956).

Все показатели: потребление, усвоение пищи и траты на обмен рассчитывали в единицах углерода. Потребление пищи при разных концентрациях корма определяли по выше описанной методике с последующим пересчетом на углерод. Траты на обмен определяли скляночным методом по величине потребления кислорода (по дыханию). Количество потребленного кислорода пересчитывали на единицы углерода по дыхательному коэффициенту, равному единице ( $1 \text{ mgO}_2 = 0,375 \text{ mgC}$ ).

Нами сделана попытка установить величину пороговой концентрации для личинок растительноядных рыб с помощью более простого метода. В его основу положены те же показатели (потребление, усвоение пищи и ее расход на обмен), но при этом в опыте мы определяли лишь два из них: потребление пищи и траты на обмен. Величина усвояемости пищи взята из литературных данных (Казарян, 1952; Панов, Сорокин, 1966).

## УСЛОВИЯ ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК

Подращивание личинок растительноядных рыб проводили в мальковых прудах (площадью 0,5—1,0 га, средней глубиной 0,8—1,0 м) в два тура при различных плотностях посадки, как в моно-, так и в поликультуре. Подращивать их начинали обычно в конце мая, с наступлением устойчивой температуры воды в 22—23°C. Однако, в отдельные годы

(1967 и 1969) в этот период наблюдалось понижение её до 15—17°C. Наиболее высокая температура воды +31°C отмечена 26—27 июня 1968 г.

**Гидрохимический режим** (содержание в воде  $O_2$ ,  $CO_2$ , pH) в период подращивания личинок в большинстве прудов, как правило, был благоприятным.

Активная реакция среды была нейтральной, с небольшим сдвигом к щелочной после внесения удобрений. Концентрация водородных ионов в прудах колебалась от 7,3 до 8,2.

Характерным для химического режима воды прудов является высокое содержание в ней органического вещества, о чем можно судить по окисляемости, которая достигала в некоторых прудах 30 мг $O_2$  в 1 л. Среднее содержание  $CO_2$  было в пределах 4,5—10,4 мг/л.

**Гидробиологический режим.** Основное внимание при подращивании личинок растительноядных рыб было уделено обеспечению их необходимыми живыми кормами с учетом меняющихся потребностей при переходе с одного этапа на другой. Для создания благоприятной кормовой базы пруды подвергали летованию и удобряли. На положительный эффект кратковременного летования указывает А. И. Батенко (1965, 1967) подчеркивая, что даже частичное летование (в августе-сентябре) повышает плодородие почвы прудов. В наших опытах предварительное летование оказало положительное влияние на развитие зоопланктона. При невысоких плотностях посадки личинок, после летования в псевдобранных прудах № 5 и 6 (I тур подращивания) концентрации зоопланктона увеличились с 145—244 экз/л до 1084—779 экз/л соответственно.

В пруды вносили в основном органические удобрения в различных видах и количествах: сухой конский навоз (0,3—0,5 т/га), навозную жижу (0,64—3 т/га), компост—0,3 т-га, гидролизованную массу по методу Л. Л. Бишева (1965) в количестве 0,1 т/га, подвяленную растительность — 0,1—0,5 т/га, которая служила также и хорошим субстратом для кладок хирономид и способствовала развитию бактериальной флоры. Минеральные удобрения вносили в небольших количествах, чтобы не допускать интенсивное развитие фитопланктона. Нормы внесения суперфосфата и аммиачной селитры составляли 20—50 кг/га и 10—60 кг/га соответственно. Пруды удобряли по сухому ложу и по воде. Органические удобрения вносили чаще всего в жидком виде (компост,

навозная жижа) и в смеси с минеральными удобрениями. Для их внесения использовали агрегат конструкции ВНИИПРХ, применяемый при дезинфекции прудов.

Определенное значение в формировании качественного состава зоопланктона прудов имел источник водоснабжения. Читукское водохранилище, в котором ведущее место принадлежало коловраткам и молодежи веслоногих рачков. Из коловраток здесь встречены: *Brachionus angularis* (Gosse), *Br. plicatilis* (Müller), *Keratella cochlearis* (Gosse), *Polyartia trigla* (Ehrub), *Filinia longisetata* (Ehrub), *Asplanchna priodonta* (Gosse), *Lecana luna* (Müller), *Monostyla bulla* (Gosse). Из веслоногих рачков обнаружены нехищные виды, преимущественно *Microscyclops*, *Mesocyclops*. Ветвистоусые ракообразные были развиты слабо и представлены 9-ю видами: *Daphnia longispina* (Müller), *D. magna* (Straus), *Bosmina longirostris* (Müller), *Moina rectirostris* Leydig, *Ceriodaphnia quadrangula* (Müller), *Alona rectangula* (Sara), *Chydorus sphaericus* (Müller), *Sida crystallina* (Müller).

Зоопланктон прудов в основном сходен с его составом в водохранилище, но представлен большим количеством видов, так как некоторые из них отсутствовали в пробах зоопланктона ввиду незначительной численности. Так из 15 видов коловраток, встреченных в прудах, 6 видов были характерными только для них: *Brachionus calyciflorus* (Brehm), *B. quadridentatus* (Ehrub), *Keratella quadrata* (Müller), *Colurella* sp., *Trichocerca iernis* (Gosse), *Conochilus patans* (Sel.). Из веслоногих и ветвистоусых рачков встречены те же виды. Ведущими формами в прудах были ветвистоусые ракообразные. Видовой состав зоопланктона в прудах на протяжении четырех лет существенно не изменялся. Значительные отклонения были лишь в его численности, что можно объяснить рядом причин; резкими колебаниями температуры, плотностями посадки личинок, воздействием комплекса интенсификационных мероприятий и интенсивностью развития зоопланктона в источнике водоснабжения.

Применение органических удобрений при различных сочетаниях и способах внесения оказывало положительное влияние на увеличение концентраций зоопланктона в прудах. Так, например, в 1967 г. концентрация зоопланктона в первые дни залития достигала 234 экз/л при биомассе 2,6 мг/л, после внесения удобрений (навоз) она увеличилась до 2000 экз/л, а биомасса до 6,0 мг/л. Довольно эф-

эффективным оказалось внесение навоза и гидролизованной массы, что способствовало повышению количества зоопланктона до 4000 экз./л. Наибольшее увеличение численности кормовых организмов происходило при комплексном внесении органических удобрений с зеленой растительностью и минеральными удобрениями. Важным моментом следует считать способы внесения органических удобрений, эффективным было внесение их по сухому ложу. В прудах, удобренных лишь подвяленной растительностью, уровень развития зоопланктона был значительно ниже.

Большое влияние на эффективность применения удобрений оказывала температура воды. При понижении ее до 15-17°C, что имело место в 1967 и 1969 гг. развитие зоопланктона было замедленным.

Фитопланктон источника водоснабжения был развит слабо. Средняя биомасса его достигала 1,2-1,1 мг/л. Основными формами являлись: из вольвоксовых — *Chlamidomonas reticulata*, из синезеленых — *Anabaena spiroides*, из диатомовых — *Melosira granulata*. Фитопланктон прудов представлен шире: зелеными, диатомовыми, синезелеными, протокочковыми, эвгленовыми, десмидневыми и вольвоксовыми водорослями.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЛИЧИНОК РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПИТАНИЯ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ ПРИ ПОДРАЩИВАНИИ В ПРУДАХ

Сведений о пищевых потребностях личинок растительноядных рыб, кроме работы А. И. Стреловой (1967), нами в литературе не обнаружено. Между тем, при акклиматизационных работах определение пищевых потребностей нового объекта особенно необходимо, так как зная их можно представить, насколько условия водоема подходят для его вселения, а при формировании кормовой базы прудов позволяют вести этот процесс направленно.

Критерием для оценки пищевых потребностей в известной степени могут служить индексы потребления пищи. Однако эти показатели неустойчивы — они меняются не только в зависимости от состава и количества имеющейся в водоеме пищи, но и от других факторов среды: темпера-

туры, кислорода и прочих. Как установлено Б. С. Грезе (1939), Д. Н. Логвинович (1955), Д. А. Пановым (1960), более устойчивыми показателями являются величины оптимальной (нормальной) и пороговой концентраций кормовых организмов и их пищевая ценность. Эти показатели использованы нами для определения пищевых потребностей личинок растительноядных рыб.

Определение пищевой ценности различных видов кормов, их оптимальных и пороговых концентраций впервые было проведено с личинками белого толстолобика на II этапе развития с помощью радиоуглеродной методики (балансовые опыты). В качестве корма использовали *Bosmina longirostris*, *Rotatoria*, смесь нескольких видов зеленых, синезеленых и диатомовых водорослей. При этом определены основные элементы балансового равенства (Винберг, 1956). Результаты опыта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Потребление и усвоение животного, растительного и бактериального корма личинками белого толстолобика на II этапе

Вид корма	Потребление, Р	Усвоение, А	Усвояемость %	Расход пищи на прирост, П	Коэффициенты расхода пищи на прирост	
					K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
<i>Bosmina longirostris</i>	0,99	0,63	63	-1,07	—	—
<i>Rotatoria</i>	5,90	4,0	68	+2,30	39	57
Пленочки метаноокси- ляющих бактерий	1,57	0,91	58	-0,79	—	—
<i>Nitzschia</i> sp.	0,44	0,08	18	-1,62	—	—
<i>Chlamidomonas</i>	0,06	0,02	33	-1,68	—	—
<i>Scenedesmus</i>	0,21	0,02	9	-1,68	—	—
<i>Synchococcus</i>	0,06	0,02	33	-1,67	—	—
<i>Anabaena variabilis</i>	0,49	0,19	40	-1,51	—	—

Примечание. Продолжительность опыта 2 ч., температура воды 18°C, вес личинок 3 мг, траты на обмен 1,7  $\mu$  С/экз/2ч.

Эти показатели позволили вычислить количество пищи, расходуемое на прирост в единицу времени и усвояемость кормов, т. е. отношение усвоенной части пищи ко всей потребленной.

K<sub>1</sub> — коэффициент использования потребленной пищи на прирост, K<sub>1</sub> = П.100/Р (%);

$K_2$  — коэффициент использования усвоенной пищи на прирост,  $K_2 = \Pi \cdot 100/A$  (%).

Таким образом, полноценным кормом для белого толстолобика на II этапе личиночного периода развития были лишь коловратки. Этот вид корма обеспечивал личинкам «положительный» прирост, в то время как потребление водорослей и бактерий не могло покрыть даже энергетических затрат.

Одновременно с определением пищевого значения разных видов корма, проводили опыты по установлению оптимальных и пороговых концентраций корма для личинок.

На основании полученных данных строили кривые зависимости между усвоением пищи и ее концентрациями в среде (рис. 1, 2), которые характеризуются крутым подъемом в области низких концентраций и более плавным пе-

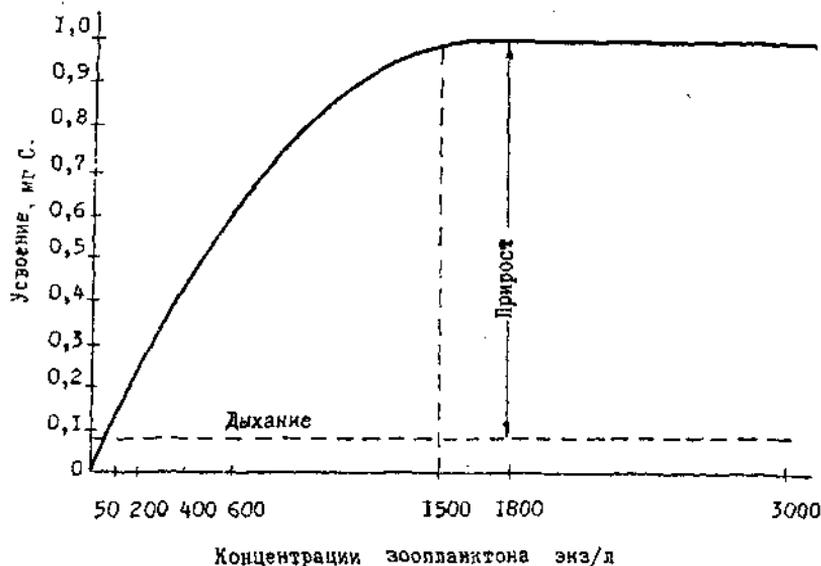


Рис. 1. Зависимость между усвоением пищи и ее концентрациями в среде.

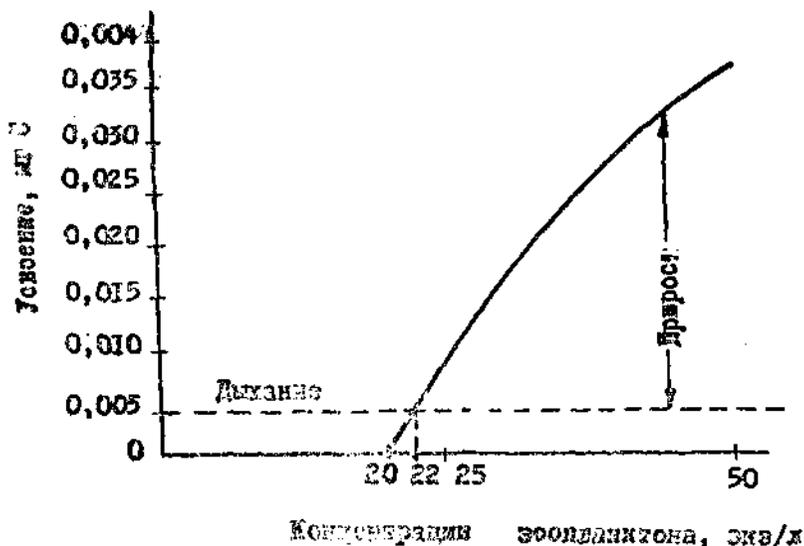


Рис. 2. Пороговая концентрация зоопланктона для личинок пестрого толстолобика на III этапе развития

реходом от средних к высоким, затем кривая идет параллельно оси абсцисс. Выход на плато свидетельствует о том, что дальнейшее повышение концентраций не приводит к увеличению потребления пищи личинками. Этот участок и характеризует оптимальную концентрацию пищи, а его начало — нижнюю границу оптимума. На IV этапе развития для личинок белого амура оптимальные концентрации определены в пределах — 1000 экз/л, для белого толстолобика — 1400 экз/л и для пестрого толстолобика — 1500 экз/л.

Помимо оптимального количества кормовых организмов экспериментальным путем определили их пороговые величины, при которых приход пищи в тело личинки, равен ее расходу на обмен. Для этого определяли усвоение пищи при разных концентрациях и траты ее на обмен (интенсивность дыхания личинок, выраженная в единицах углерода). Условно приняли, что она не меняется в зависимости от концентраций корма, поэтому изобразили ее в виде прямой, параллельной оси абсцисс. Концентрация корма, при кото-

рой усвоение пищи равно се потерям на дыхание и соответствует пороговой величине. При этом приход пищи в тело личинок становится равным ее расходу на обмен. Для личинок белого толстолобика на III этапе развития пороговая концентрация корма (копеподиты размером 0,5-0,6 мм) лежит в пределах 22-30 экз/л, для пестрого толстолобика — 45 экз/л, для белого амура — 70 экз/л.

Данные по оптимальной и пороговой концентрациям пищи позволили нам в дальнейшем оценить условия питания личинок при подращивании в прудах.

**ПИТАНИЕ** личинок растительноядных рыб изучали на I-IV этапах развития в прудах с различным качественным и количественным составом кормовой базы.

**БЕЛЫЙ ТОЛСТОЛОБИК** на ранних этапах развития — I и II этапы, при длине 6-7 мм, питается мелкими формами зоопланктона, главным образом, коловратками. Лишь начиная с III этапа при длине 8-8,5 мм и весе 4-5 мг он переходил на потребление более крупных форм (босмина, молодь копипеда, мoina). Некоторые сравнительно крупные формы зоопланктона (циклопы, дафнии) остаются малодоступными для белого толстолобика на протяжении всего периода личиночного развития. На IV этапе, при длине 10,5 мм, ведущее место в питании белого толстолобика продолжают занимать мелкие формы зоопланктона; коловратки и веслоногие ракообразные науплиальных стадий. Характерной особенностью питания личинок белого толстолобика на IV этапе развития является значительное потребление растительной пищи, состоящей из протококковых водорослей — *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Cosmarium*, вольвоксовых — *Pandorina*, *Eudorina*, синезеленых — *Gloeosarpha*, диатомовых — *Synedra*.

**БЕЛЫЙ АМУР.** Первопищей личинок на I этапе развития были коловратки — до 100% от веса пищевого комка. На II этапе белый амур помимо коловраток стал потреблять также молодь ветвистоусых рачков, а в отдельных прудах личинки переходили на более крупные организмы — личинок хирономид, которые составляли до 41% от общего веса пищи. Помимо зоопланктона, на двух первых этапах в кишечниках белого амура обнаружены единичные экземпляры водорослей (*Pandorina*, *Eudorina*, *Pediastrum*, *Navicula*). Общие индексы потребления пищи достигали 85 — 134%00.

Начиная с III этапа развития отмечен более заметный

переход личинок на питание сравнительно крупными формами зоопланктона. Основными пищевыми объектами в I ту-ре подращивания стали ветвистоусые рачки, главным образом, *Bosmina longirostris* и *Moina rectirostris* — от 22 до 70% от общего веса пищи. Во II ту-ре взрослые формы веслоногих рачков—до 80%, а также ветвистоусые рачки и коловратки. Индексы потребления пищи составляли 71,7—134,8%00.

Характер питания белого амура на IV этапе развития идентичен с питанием на III этапе. В этом возрасте личинки потребляли преимущественно крупные формы — ветвистоусых и веслоногих рачков, личинок хиропомид. Однако, встречены и мелкие организмы — коловратки, которые составляли от 27 до 76% от веса пищи, в то время как в составе зоопланктона прудов преобладали веслоногие рачки. Следовательно, можно считать, что переход белого амура на потребление мелких форм был не вынужденный, а закономерный. Общие индексы потребления пищи достигали 95—175%00.

**ПЕСТРЫЙ ТОЛСТОЛОБИК.** На I этапе развития в ищевом комке питавшихся личинок обнаружены единичные экземпляры вольвоксовых и эвгленовых водорослей (до 8 клеток на I кишечник). Главной пищей пестрого толстолобика на II этапе служили коловратки — до 81—95% от общего веса пищи, но в кишечниках отдельных личинок встречено помимо коловраток до 56% молодн ветвистоусых рачков и небольшое количество водорослей — до 57 клеток на I кишечник. Общие индексы потребления в 1968 г. составляли 42%00, а в 1969 г. они были значительно выше—274%00, что объясняется более низкими концентрациями зоопланктона в 1968 году. Питание личинок на III и IV этапах развития было идентичным, т. е. основной пищей являлись мелкие формы зоопланктона — коловратки и молодь веслоногих рачков. В кишечниках отдельных личинок обнаружена растительная пища — до 815 клеток на I кишечник. Очевидно, потребление водорослей носило вынужденный характер, т. к. концентрации зоопланктона в этих прудах были низкие. Общие индексы потребления составляли: на III этапе развития — 5,3%00 (1968 г.) — 119,1%00 (1969 г.), на IV этапе—4,7%00 (1968 г.)—59,9%00 (1969 г.).

**ЧЕРНЫЙ АМУР.** Литературные данные о питании черного амура немногочисленны. Материалов о питании его личинок в прудах не обнаружено. На I этапе развития ли-

чинки питались ветвистоусыми рачками в основном *Moina* и *Bosmina* — 65,9 — 82,5% от общего веса пищи. В меньшем количестве встречались коловратки — 12,5 — 42,4%. Общие индексы потребления пищи составляли от 26,0 до 32,7%00 — были выше почти в 5 раз по сравнению с индексом потребления у белого амура в этом же возрасте.

На II и III этапах развития при длине 8,3 — 10,6 мм в пище личинок преобладали веслоногие и ветвистоусые рачки. Кроме того, в кишечниках личинок уже на II этапе обнаружены личинки хирономид — до 5,6% от общего веса пищи. Общие индексы потребления пищи составляли на II этапе развития 72,2 — 209,1%00 и на III этапе — 217,3%00.

На IV этапе развития, при длине 11,4 — 13,0 мм, спектр питания черного амура стал значительно шире. В пище личинок кроме веслоногих и ветвистоусых рачков, коловраток встречались хирономиды — 17,4 — 21,9% от веса пищевого комка, а также личинки стрекоз — 59,0% и поденок — 17,3%, которые не были обнаружены в питании растительноядных рыб. Переход черного амура на потребление крупных личинок насекомых, как на более доступный корм, вероятно, можно объяснить снижением концентраций зоопланктона до 139 — 45 экз/л.

Наряду с животной пищей в кишечниках черного амура, начиная с I этапа и до конца личиночного периода развития, обнаружены единичные формы фитопланктона: от 4 до 9 клеток на один кишечник — на II этапе, и от 25 до 35 клеток — на III и IV этапах развития.

В питании личинок белого амура, белого и черного толстолобиков, особенно на ранних этапах развития, обнаруживается много общих черт: потребление мелких животных организмов, главным образом, коловраток и расширение спектра питания с III этапа развития за счет использования более крупных форм зоопланктона (веслоногих и ветвистоусых рачков, личинок хирономид). Вместе с тем в питании личинок растительноядных рыб и черного амура имеются существенные различия: личинки белого и черного амуров способны переходить на потребление сравнительно крупных форм зоопланктона в более раннем возрасте, чем личинки толстолобиков; белый амур с III этапа в значительном количестве потребляет личинок хирономид, которые в этом возрасте могут быть его основной пищей; личинки черного амура на IV этапе развития потребляют личинок стрекоз и поденок; для личинок белого и черного

амуров характерно более интенсивное потребление пищи, чем личинками толстолобиков; в питании личинок белого толстолобика с III-IV этапов развития все большее значение приобретает растительная пища; на протяжении всего личиночного периода развития главной пищей белого и пестрого толстолобиков служат мелкие формы зоопланктона и частично фитопланктона.

### **СКОРОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ПИЩИ, СУТОЧНЫЕ РАЦИОНЫ И СУТОЧНЫЙ РИТМ ПИТАНИЯ**

**СКОРОСТЬ** прохождения пищи через кишечник определяли с целью установления суточных рационов питания. В зависимости от температуры воды она колебалась от 3 ч. 40 мин. до 1 ч. При низких температурах (14°C), скорость прохождения пищи у личинок растительноядных рыб на IV этапе развития неодинакова; для белого амура она составила 3 ч. 25 мин., а для белого толстолобика 2 ч. 25 мин. При повышении температуры воды скорость прохождения пищи для обоих видов выравнивается и составляет 1 ч 15 мин.—1 ч. 20 мин. при температуре 22—26°C и 1 ч. при температуре воды 30°C.

**СУТОЧНЫЙ** ритм питания личинок белого амура на III-IV этапах проявлялся двояко: в одних случаях у личинок (III этап развития) отмечено два периода интенсивного питания — утром—9 ч и вечером—от 18 до 21 ч., что выражается на графике двумя пиками (рис. 3, I). В дневное время питание личинок несколько ослабевает, а в ночные часы оно вообще прекращалось. В других случаях, максимальное потребление пищи личинками белого амура — III этап, наблюдалось лишь в вечерние часы—21 ч (рис. 3, II). На IV этапе в суточном ритме питания отмечено 2 периода интенсивного потребления пищи: утром —9 ч. и вечером — 21 ч. Ночью питание прекращалось (рис. 3, III).

В **СУТОЧНОМ** ритме питания личинок белого толстолобика на II и IV этапах развития обнаружена та же закономерность, что и у белого амура: повышение интенсивности питания в утренние и вечерние часы, снижение его в дневное время и почти полное прекращение питания ночью (рис. 4).

Характерным для личинок растительноядных рыб, как и для личинок леща (Панов, 1960) является увеличение пот-

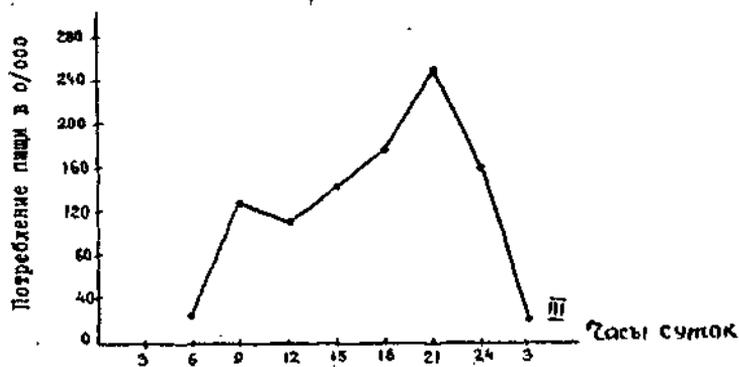
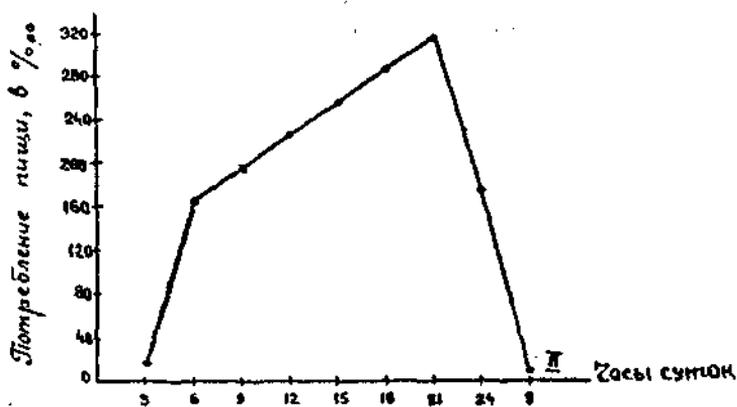


Рис. 3. Суточный ритм питания личинок белого амура I, II — на III

Нейтральном, развитая, III — на

Московский гос. университет, биологический факультет

Академик проф. К. А. Гиллيرова

№А-24001

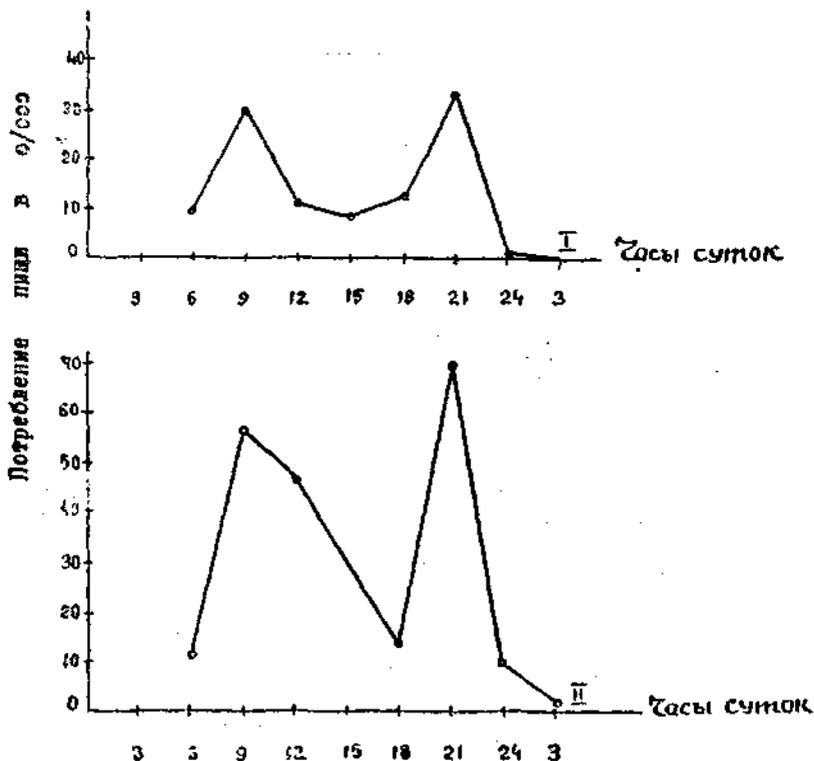


Рис. 4. Суточный ритм питания личинок белого толстолиба: I — на II этапе развития; II — на IV этапе развития.

ребления пищи на единицу веса с I по III этап с незначительным снижением в конце III-начале IV этапов.

Данные по среднесуточному наполнению кишечника, суточному ритму питания и скорости прохождения пищи через кишечник, позволяют рассчитать суточный рацион по формуле Байкова (Baikov, 1935).

$$D = A \cdot \frac{24}{n}, \text{ где}$$

Д — суточный рацион одной личинки, экз. или мг;

А — среднесуточное наполнение кишечника, экз. или мг;

п — скорость прохождения пищи через кишечник, час.

В нашем случае личинки питались не круглые сутки, а 17 ч. Скорость прохождения пищи через кишечник при температуре 25°C составила 1 час. Подставляя в формулу данные по среднесуточному наполнению кишечника и скорости переваривания пищи, получим суточные рационы. Рассчитанные таким способом суточные рационы для личинок белого амура (III и IV этапы) и белого толстолобика (II—IV этапы), представлены в табл. 2.

Таблица 2

Суточные пищевые рационы личинок белого амура и белого толстолобика при подращивании в мальковых прудах

Вид рыбы	Этап развития	Средний вес личинки, мг	Среднесуточное наполнение кишечника пищей		Суточный пищевой рацион		
			мг	экз.	мг	экз.	% веса личин.
Белый амур	III	7,2	0,021	40	0,357	680	4,0
—»—	IV	12,1	0,087	42	1,479	700	12,2
Белый толстолобик	II	2,2	0,008	9	0,136	150	6,2
—»—	III	7,0	0,024	34	0,408	580	5,8
—»—	IV	11,8	0,061	39	1,037	650	8,7

Собраный материал о развитии кормовой базы в прудах и питании личинок позволил нам сделать расчет наиболее приемлемой для данного хозяйства плотности посадки. Для этого использованы следующие данные: величина оптимальной для личинок концентрации кормовых организмов; темп развития кормовой базы прудов после их заливания до посадки личинок и в первые дни после зарыбления, когда выедание кормовых организмов незначительно; суточные пищевые рационы личинок, находящихся на IV этапе развития (длина 11—12 мм, вес 20—25 мг), то есть непосредственно перед окончанием их подращивания. Темп развития кормовой базы (суточный прирост численности кормовых организмов) был установлен путем взятия гидробиологических проб в различных участках прудов после их заполнения водой, составлял от 22 до 70%. Для наших расчетов приняли суточный прирост равным 30% (величина

близкая к минимальной). С помощью этого показателя определяли суточную продукцию зоопланктона по достижении им оптимальных концентраций (1500 экз/л). Она составляет 500 экз/л. Такое количество корма может ежедневно потребляться личинками и при этом концентрация зоопланктона будет оставаться на стабильном оптимальном уровне. Суточный рацион личинок составил 600—700 экз/л. Следовательно в 1 м<sup>3</sup> может прокормиться примерно 700 личинок. Учитывая, что за период подращивания отход личинок в среднем составляет 30%, на 1 м<sup>3</sup> воды можно посадить до 1000 личинок. При средней глубине пруда в 0,6—0,7 м плотность посадки может быть доведена до 6,0—7,0 млн. шт/га.

Расчитанные таким путем плотности посадки личинок испытывали на Читукском рыбопроизводном заводе. В дальнейшем нормы посадки были уточнены для каждого тура подращивания. В первом туре посадку доводили до 6—7 млн. шт/га, во втором и третьем — до 3—4 млн. шт/га.

Метод определения плотностей посадки личинок растительноядных рыб может быть использован в хозяйствах, расположенных и в других почвенно-климатических зонах при этом необходимо учитывать температурные условия.

### **ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПИЩЕЙ ЛИЧИНОК РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ В ПРУДАХ И ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОДРАЩИВАНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ВЫЖИВАНИЕ**

Оценку условий питания личинок проводили по показателям обеспеченности пищей (удовлетворение потребностей в ней), их росту, развитию и выживанию. Наиболее приемлемым методом определения обеспеченности пищей является метод, основанный на установлении оптимальных концентраций. Приняв потребление пищи при оптимальной концентрации за 100%-ную обеспеченность пищей графически можно определить обеспеченность пищей при любой другой концентрации. Данные по обеспеченности пищей личинок растительноядных рыб представлены в табл. 3.

Личинки всех трех видов растительноядных рыб находились на IV этапе развития.

Данные, характеризующие обеспеченность личинок пищей, полученные экспериментальным путем, послужили ос-

Таблица 3

Обеспеченность личинок растительноядных рыб пищей при различных ее концентрациях.

Белый амур		Белый толстолобик		Пестрый толстолоб.	
концентр. корма, экз-л	обеспеч. пищей, %	концентр. корма, экз-л	обеспеч. пищей, %	концентр. корма, экз-л	обеспеч. пищей, %
900	100	1200	100	1500	100
500	85	500	77	1000	92
300	75	300	65	500	65
250	70	250	59	300	45
200	60	200	56	250	38
100	45	100	45	200	30
50	30	50	35	100	22
25	15	25	24	50	13
				25	7

новой для определения обеспеченности их пищей в прудах.

Материалы по питанию личинок растительноядных рыб, пищевым потребностям и степени удовлетворения их в различных условиях питания позволили определить параметры оптимального гидробиологического режима при подращивании в прудах. Установлено, что животные организмы в составе кормовой базы должны преобладать над растительными; в первые дни подращивания зоопланктон должен состоять из мелких форм, лучше всего — коловраток, недопустимо появление в зоопланктоне хищных видов и интенсивное развитие фитопланктона, которое может привести к сокращению численности зоопланктона (Эрман, 1967); во второй половине подращивания желательное появление в составе зоопланктона сравнительно крупных форм; концентрации зоопланктона должны быть не ниже 1000—1500 экз/л.

РОСТ личинок растительноядных рыб и черного амура в основном зависит от интенсивности развития зоопланктона и температуры воды в период подращивания. При интенсивном развитии кормовой базы в монокультуре у личинок белого амура наблюдался более интенсивный рост по сравнению с личинками белого и пестрого толстолобиков. В поликультуре, наоборот, последние опережали в росте белого амура.

Данные по питанию личинок позволяли установить этап,

когда спектр питания их становился более широким и личинки начинают потреблять как мелкие, так и крупные в том числе и хищные формы зоопланктона. Такой переход отмечен на IV этапе развития. Сроки достижения этого этапа могут изменяться в зависимости от условий питания. Так, при понижении температуры воды до 15-17°C в 1967 г. (пруды № 1, 3, 4, — I тур) и в 1969 г. (пруды № 1, 2, 6, 7 — II тур) продолжительность подращивания составила 17 суток. При благоприятных условиях сроки подращивания были обычно в пределах 8-10 суток. Помимо температуры, большое влияние на сроки подращивания личинок оказывает обеспеченность личинок пищей.

Исследования показали, что условия питания в пределах тех изменений, которые наблюдались в прудах, на выживание личинок оказывали менее существенное влияние, чем, например, наличие хищных беспозвоночных в прудах в момент зарыбления. Интенсивность развития хищных форм зоопланктона находится в тесной зависимости от сроков залятия прудов: чем больше эти сроки, тем обильнее бывают представлены хищные виды.

Испытывали различные сроки залятия прудов — от нескольких часов до нескольких суток. Установлено, что выход личинок при заполнении прудов за 6—8 суток был низким, и составлял в некоторых прудах 6%. В то время, как при сокращении этого срока до 1—4 суток выживание личинок достигало 60—70%, а в отдельных прудах — 85—92%. Отрицательное воздействие на выживание личинок оказывало наличие крупной молодежи белого амура, остающейся в прудах от предыдущего тура, которая интенсивно выедала зоопланктон и хищничала. Выживание личинок при этом составляло от 0 до 22%.

Личинки, подрощенные на Читукском рыбопроизводном заводе, используются в качестве посадочного материала в рыбхозах Центральной зоны РСФСР, некоторых южных районов и экспортируются в ряд стран Европы.

## ВЫВОДЫ

1. При разработке биологических основ подращивания личинок растительноядных рыб экспериментальным путем изучены их пищевые потребности. На ранних этапах развития полноценным кормом для личинок являются мелкие

формы зоопланктона, главным образом, коловратки. Оптимальные концентрации кормовых организмов для личинок растительноядных рыб составили: белый амур — 1000 экз/л; белый толстолобик — 1400 экз/л; пестрый толстолобик — 1500 экз/л.

Пороговые концентрации определены в пределах — 22 — 70 экз/л.

2. Исследовано питание личинок в прудах при различном качественном и количественном составе кормовой базы. Общим в питании личинок растительноядных рыб и черного амура является потребление мелких форм зоопланктона — преимущественно коловраток и науплиусов веслоногих рачков. По мере роста и развития личинок в составе их пищи появляется все большее количество сравнительно крупных форм, в начале — молоди ветвистоусых и веслоногих рачков, а затем взрослых форм.

Особенностью питания белого толстолобика является повышенная требовательность к мелким формам зоопланктона по сравнению с другими видами, а также потребление фитопланктона начиная с ранних этапов развития. На IV этапе развития их основной пищей могут служить водоросли, а при недостатке зоопланктона переход на водорослевое питание может осуществляться уже со II этапа, при этом рост личинок резко снижается.

В отличие от белого толстолобика личинки пестрого толстолобика, белого и особенно черного амуров потребляют более крупные формы зоопланктона. Так, в составе пищи пестрого толстолобика и белого амура, начиная с III этапа развития появляются ветвистоусые и веслоногие рачки, а у черного амура со II этапа, т. е. с момента перехода на внешнее питание. В питании личинок амуров, помимо зоопланктона существенное значение имеют планктонные стадии личинок хирономид, а у черного амура кроме того личинки поденок и даже стрекоз.

3. Величина потребления пищи личинками меняется в зависимости от их видовой принадлежности и степени развития кормовой базы. Наибольшие индексы потребления наблюдаются у личинок белого и черного амуров (260—816‰).

Проведена оценка обеспеченности личинок пищей в различные по кормности годы, наиболее высокая обеспеченность пищей установлена в 1967 и 1969 гг., наименьшая — в 1968 г., когда в отдельных прудах концентрации корма

опускались до пороговых величин, что было связано с высокими плотностями посадки личинок.

4. Определен суточный рацион личинок. Установлено, что личинки растительноядных рыб питаются главным образом в светлое время суток — 17—18 часов. Скорость прохождения пищи через кишечник при температуре воды 26—30°C составила 1 час.

Для личинок белого амура (IV этап развития — вес 12 мг) суточный рацион составил 700 экз или 1,479 мг, для личинок белого толстолобика (вес 11,8 мг) — 650 экз или 1,037 мг.

5. На основе данных по суточному рациону, оптимальным концентрациям кормовых организмов и величине их продуцирования за сутки (30% от исходного количества) установлены допустимые для Читукского рыбозавода плотности посадки, которые составили: в I туре — 6-7 млн/га, во II туре — 3-4 млн. га.

Этот способ расчета плотности посадки личинок на подращивание может быть использован и для рыбхозов, расположенных в других почвенно-климатических зонах с учетом температурных условий.

6. Материалы по питанию и пищевым потребностям личинок позволили установить параметры оптимального гидробиологического режима прудов (концентрации кормовых организмов и их последовательную смену по мере перехода личинок с одного этапа на другой), которые использованы при формировании кормовой базы прудов.

7. Большое значение при стимулировании развития кормовой базы имеет летование мальковых прудов, которое способствует разложению органических веществ до легкодоступных соединений, обеспечивающих вспышку развития кормовой базы в кратчайший срок.

При больших плотностях посадки личинок на подращивание (6-7 млн/га) необходимо вносить в пруды удобрения. Наибольший эффект дает применение органических удобрений (компост, навоз из расчета — 4—5 т/га) в сочетании с минеральными (аммиачная селитра, суперфосфат, в соотношении 1:1) вносимыми по сухому ложу пруда.

8. Существенное влияние на результаты подращивания личинок оказывали сроки залития прудов, которые определяются качественным и количественным составом кормовой базы источника водоснабжения. При наличии в водосточнике хищных форм беспозвоночных, главным образом цик-

лопов, заполнение прудов следует производить непосредственно перед посадкой личинок (от нескольких часов до 1 суток), а воду пропускать через сороуловитель с ячейей не ве более 0,5 мм.

Если в источнике водоснабжения нет хищных беспозвоночных или они представлены в незначительном количестве, то сроки заполнения прудов можно увеличить до 3—4 суток.

9. При определении этапа, до которого следует подращивать личинок в специализированных хозяйствах, необходимо учитывать их жизнестойкость и возможность транспортировки на большие расстояния.

Повышение жизнестойкости личинок происходит на IV этапе развития (длина 10—12 мм; все 20—25 мг), когда спектр их питания расширяется и они начинают потреблять как мелкие, так и крупные в том числе хищные формы зоопланктона.

В неспециализированных хозяйствах подращивание личинок целесообразно проводить до более крупных размеров если развитие кормовой базы остается на высоком уровне.

10. Сроки подращивания личинок при благоприятной температуре воды (22—27°C) и высокой обеспеченности пищей колебались от 8 до 10 суток, а при неблагоприятных условиях они увеличивались до 14—17 суток.

Небольшие сроки подращивания (10 суток) позволяют использовать одни и те же пруды последовательно для содержания двух или более партий личинок, т. е. проводить подращивание их в два или три тура. Подращивание в два тура позволяет получать с одного гектара до 5 млн. подращенных личинок при среднем выходе не менее 60—70%.

#### Содержание работы изложено в статьях:

1. Подращивание личинок растительноядных рыб (Совместно с Д. А. Пановым, В. К. Виноградовым, Л. В. Хромым). Рыбоводство и рыболовство., I, 1969.

2. Экспериментальное изучение питания молоди толстолобиков. (Совместно с Д. А. Пановым, Ю. И. Сорокиным), Вопросы ихтиологии., т. 9, выпуск I, 1969.

3. Питание черного амура. Сборник научно-исследовательских работ. ВНИИПРХ (3), 1970.

4. Пищевые потребности и питание личинок растительноядных рыб при подращивании их в прудах. Биологические процессы в морских и континентальных водоемах. Тезисы докладов 11 съезда ВГБО, 1970.

5. О питании и росте личинок растительноядных рыб при подращивании их в мальковых прудах. Сборник ВНИИПРХ, 5, 1970.

6. Многократное использование мальковых прудов. Рыбоводство и рыболовство., 1, 1971.

7. Правильный расчет плотности посадки личинок. (Совместно с Д. А. Пановым, Л. В. Хромовым). Рыбоводство и рыболовство., 1, 1971.

Технический редактор **Н. И. Четверякова**

---

Принято в набор 11.7.72 г. Подписано к печати 11.7.72 г.  
МА 03212. Объем 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>. Формат 60x84 1/<sub>16</sub>. Заказ 4525. Тираж 200.

---

Краснодарская фабрика офсетной печати (Н. Т.)  
г. Краснодар, ул. Красноармейская, 69.

