

A-31123

**МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА**

На правах рукописи

РАДЕНКО Вера Николаевна

**ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СРЕДЫ
И ПИТАНИЯ ПРИ ЗАВОДСКОМ
ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК КАРПОВЫХ
И СИГОВЫХ РЫБ**

**06.02.04 — частная зоотехния, технология производства
продуктов животноводства
03.00.13 — физиология человека и животных**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук**

МОСКВА 1994.

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте ирригационного рыбоводства РАСХН и на кафедре физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных Московской сельскохозяйственной академии им К А Тимирязева.

Научные консультанты — доктор биологических наук, член-корреспондент РАСХН В. И. Георгиевский, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Ю. А. Привезенцев.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор М. А. Щербина, доктор биологических наук, профессор Ю. Н. Шамберев, доктор биологических наук, профессор Ю. Г. Симаков.

Ведущее предприятие — Краснодарский научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства

Защита диссертации состоится 08/1994 г в 14 часов на заседании специализированного совета Д 120 35 05 Московской сельскохозяйственной академии им К А Тимирязева Корн У (Кузнецов)

Адрес: 127550, Москва, ул Тимирязевская, 49, ученый совет ТСХА С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ТСХА

Автореферат разослан «8» декабрь 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного совета —
кандидат сельскохозяйственных
наук

К. Н. Калинина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

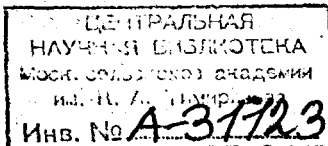
1.1. Актуальность работы. Одним из факторов, сдерживающих увеличение объемов выращивания рыб, особенно новых перспективных видов, является недостаток жизнеспособной молоди. Решить данную проблему невозможно без повсеместного внедрения индустриальных методов получения и подраживания личинок рыб. Эти методы лежат в основе новых направлений в рыбоводстве и, соответственно, новых технологических схем выращивания рыб, позволяющих удлинить вегетационный период и сократить сроки выращивания товарной продукции.

Индустриальный метод подраживания является закономерным развитием метода получения личинок в инкубационных цехах и составляет альтернативу прудовому способу, имеющему ряд недостатков. К последним относится, в частности, полная зависимость от погодных и почвенно-климатических условий, определяющих температурный режим и кормовую базу водоема. Промышленное же подраживание предполагает поддержание оптимальных параметров среды и условий питания, однако сведения о них далеко не достаточны, несмотря на значительное число работ, посвященных данной проблеме (Шкорбатов, 1966; Баранова, 1979; Ризванова, 1980; Бретт, 1983; Константинов и др., 1985, 1986, 1987, 1990; Власов, 1985; Watanabe et al., 1983; Zentzius, Rahman, 1984; Meske, 1985; Dabrowski et al., 1984; Hasan, Macintosh, 1993 и др.).

Так, мало исследовано совместное воздействие абиотических и алиментарных факторов на обмен веществ, темпы роста и жизнеспособность личинок рыб. Слабо изучено влияние температуры на эффективность утилизации живых и искусственных кормов, различающихся по питательной ценности и, особенно, содержанию липидов в них. Недостаточно уделялось внимания изучению влияния световых режимов и плотности посадки на поведение, темпы роста и жизнеспособность личинок.

Одной из наиболее сложных проблем, связанных с индустриальным выращиванием личинок, является проблема стартовых комбикормов, хотя в принципе она была решена для многих видов в т.ч. карповых и сиговых рыб (Остроумова и др., 1980; Скляров, 1983; Канидьев и др., 1984; Пономарев и др., 1985; Князева, 1986; Гамыгин и др., 1987; Dabrowski et al., 1984; Bergot et al., 1986). Однако, предлагаемые комбикорма не лишены, на наш взгляд, недостатков, а практика их промышленного использования обнаруживает нестабильность получаемых результатов, что оставляет открытой проблему их совершенствования.

- I -



1.2. Цель и задачи исследований. Цель наших исследований – вскрытие роли отдельных факторов, влияющих на темп роста и жизнеспособность личинок карповых и сиговых рыб и оптимизация на этой основе условий их выращивания и питания при индустриальном методе выращивания.

В задачи исследований входило:

- определение термоизбирательности личинок толстолобиков и пеляди и изучение влияния разных температурных режимов на их рост и выживаемость при использовании живых и искусственных кормов;
- изучение фотоизбирательности личинок толстолобика и пеляди и влияния различных световых режимов (по интенсивности, периодичности и спектральному составу) на их рост и выживаемость;
- поиск биологически и экономически оправданных величин плотностей посадки и оптимального режима кормления личинок рыб комбикормами (на примере карпа и пеляди);
- определение питательной ценности новых источников белка в составе стартовых комбикормов, уточнение оптимального уровня липидов, исследование эффективности специальных кормовых добавок;
- изучение видовых особенностей и химического состава тела личинок рыб и возможности использования этих показателей для характеристики питательной ценности стартовых кормов;

1.3. Научная новизна. В результате многолетних экспериментальных комплексных исследований изучена роль основных абиотических и алиментарных факторов при индустриальном способе выращивания личинок рыб, определены или уточнены их оптимальные значения.

Впервые изучен термопреферендум личинок пеляди и белого толстолобика на I – IV этапах развития и после предварительной адаптации к различным температурным условиям; установлено, что максимальные показатели темпа роста и выживаемости могут быть достигнуты при температурных режимах, укладывающихся в диапазон избираемых ими температур в термоградиентных условиях.

Впервые изучен фотопреферендум личинок пеляди и белого толстолобика на I–IV этапах развития и после предварительной адаптации к различным световым условиям; выявлено, что для личинок обоих видов достаточный уровень освещенности составляет примерно 100 лк, переменные световые режимы, практически, не имеют преимуществ перед постоянным круглосуточным освещением, а наиболее благоприятен для них свет с преобладанием коротковолнового излучения.

Установлено, что повышение температуры воды и корма способствует

улучшает утилизацию комбикормов с более высоким содержанием липидов, нежели с более низким. Определен оптимальный уровень липидов в стартовых кормах для пеляди, карпа и белого толстолобика.

Дана оценка некоторых новых источников белка в качестве компонентов стартовых комбикормов; показано, что различные продукты переработки подпрессового рыбного бульона и беспанцирная крилевая мука могут полностью или частично заменять рыбную муку и повышать питательную ценность комбикорма.

Изучены видовые особенности химического состава тела личинок пеляди и пестрого толстолобика в связи с питанием различными стартовыми кормами. Установлено, что липиды тела пеляди содержат больше фосфолипидов и ненасыщенных жирных кислот, нежели липиды тела толстолобика; при питании стартовыми комбикормами в теле личинок откладывается больше сухих веществ и липидов, нежели при питании зоопланктоном.

Исследование цитоструктуры печени личинок пестрого толстолобика, питавшихся кормами, имеющими различную питательную ценность позволило уточнить значение данного теста в оценке качества стартовых кормов.

1.4. Практическая ценность работы. Полученные в ходе исследований данные послужили основанием для совершенствования технологии подраживания рыб в индустриальных условиях и нашли отражение в изданных "Рекомендациях по заводскому подраживанию личинок карповых рыб и пеляди с использованием стартовых комбикормов" (М., Агропром, 1988), а также являются основанием для выпуска в промышленных масштабах более совершенных стартовых комбикормов для личинок рыб.

Из работы вытекают также конкретные рекомендации рыбоперерабатывающей промышленности по утилизации и рациональному использованию отходов переработки рыбы.

1.5. Апробация работы. Результаты научных исследований, составляющих основу диссертации, были доложены и обсуждены на ежегодных отчетных сессиях Ученого совета Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства (Московская обл., 1981-1991 гг.), ежегодных координационных совещаниях по решению отраслевых научно-технических заданий и заседаниях секции прудового рыбоводства отделения животноводства ВАСХНИИ (Москва, 1982 - 1990), на IV, V и VI съездах Всесоюзного гидробиологического общества (Київ, 1980, Тольятти, 1986, Вильнюс, 1992), на Всесоюзном совещании по проблемам разведения ситовых рыб (Тюмень, 1983), на

IV Всесоюзном совещании по рыбохозяйственному использованию теплых вод (Курчатов, Курской области, 1990), на Всесоюзном совещании по проблемам онтогенеза (Харьков, 1987), на Всесоюзном совещании по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах (п. Рыбное Московской обл., 1989), на научных конференциях Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева (1991-1992).

I.6. Публикации. Основные положения диссертации изложены в 44 статьях, опубликованных в центральных журналах и сборниках трудов научных учреждений, конференций, симпозиумов. По результатам исследований получено 2 авторских свидетельства.

I.7. Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на стр. машинописного текста, иллюстрирована 65 таблицами и 23 рисунками. Состоит из введения, обзора литературы, методики, 5 разделов собственных исследований, заключения, выводов, рекомендаций и приложений. Список цитируемых литературных источников включает 507 работ, в том числе 289 на иностранных языках.

I.8. Положения, выносимые на защиту.

I. Определяющая роль светового фактора на раннем этапе развития личинок.

Фотоприбирательность личинок к интенсивности освещения и спектральному составу света.

2. Термоприбирательность личинок. Избираемые диапазоны температур, как зона температурного оптимума.

3. Особенности требований к свету и температуре личинок пеляди и белого толстолобика.

4. Оптимальная плотность посадки с биологической и экономической точек зрения.

5. Круглосуточное автоматическое кормление стартовыми комбикормами при постоянной освещенности – наиболее эффективный режим кормления.

6. Повышение питательной ценности стартовых комбикормов за счет включения новых источников белка, поддержание оптимального уровня липидов, внесение специальных добавок.

7. Видовые особенности химического состава тела и их связь с составом стартовых комбикормов.

8. Экономическая и технологическая эффективность зародкового выращивания личинок рыб как результат совместного влияния аб. ст. ческих и алиментарных факторов.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

2.1. Объекты исследований, схема и условия экспериментов.

Основными объектами исследований были личинки пеляди (*Coregonus pulex* Gmelin) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.), наиболее перспективные виды для прудовой поликультуры в регионах с теплым и умеренным или даже холодным климатом, соответственно.

В отдельных опытах в качестве экспериментальных объектов служили личинки карпа (*Cyprinus carpio* L.), пестрого толстолобика (*Aristichthys nobilis* Rich.) и сига (*Coregonus lavaretus* L.).

Общая схема исследований представлена на рис. I, а их объем в табл. I.

Опытные и производственные испытания проведены в период с 1980 по 1992 г. на экспериментально-производственной базе НИИ ирригационного рыбоводства Московской области, в рыбсовхозах "Рассвет" Ставропольского края, "Ергенинский" Волгоградской области, рыбозаводе "Осташковский" Тверской области и рыбопитомнике "Добровский" Липецкой области.

Личинки всех изучаемых видов рыб были получены заводским способом, т.е. в инкубационных аппаратах, и все опыты с ними начинались с момента перехода на плав и начала потребления внешней пищи (этап смешанного питания).

Для выращивания личинок рыб использовали модельные емкости (отношение длины, ширины и глубины 4:2:1) с закругленными углами, рабочим объемом 40 л и прямоточным водоснабжением. Во всех опытах, кроме специальных, плотность посадки личинок составляла 100 шт./л, раздачу корма осуществляли автоматически, из кормораздатчиков через каждые 7-15 минут, круглосуточно, благодаря реле времени. Суточную дозу корма в первые дни подраживания устанавливали на уровне 80-100% от биомассы личинок в емкости, с заведомым превышением потребности с целью приучения личинок к искусственному корму. Затем ее снижали до 20-30%.

Зоопланктон, используемый в некоторых опытах в качестве контроля, отлавливали в прудах сачками из мелкого капронового сита, процеживали для удаления крупных и хищных форм и задавали 2 раза в сутки в дозе 100% от массы личинок.

При сравнении различных опытных стартовых комбикормов исключались попадание в емкости для подраживания любого зоопланктона путем установки фильтров из планктонной сетки.

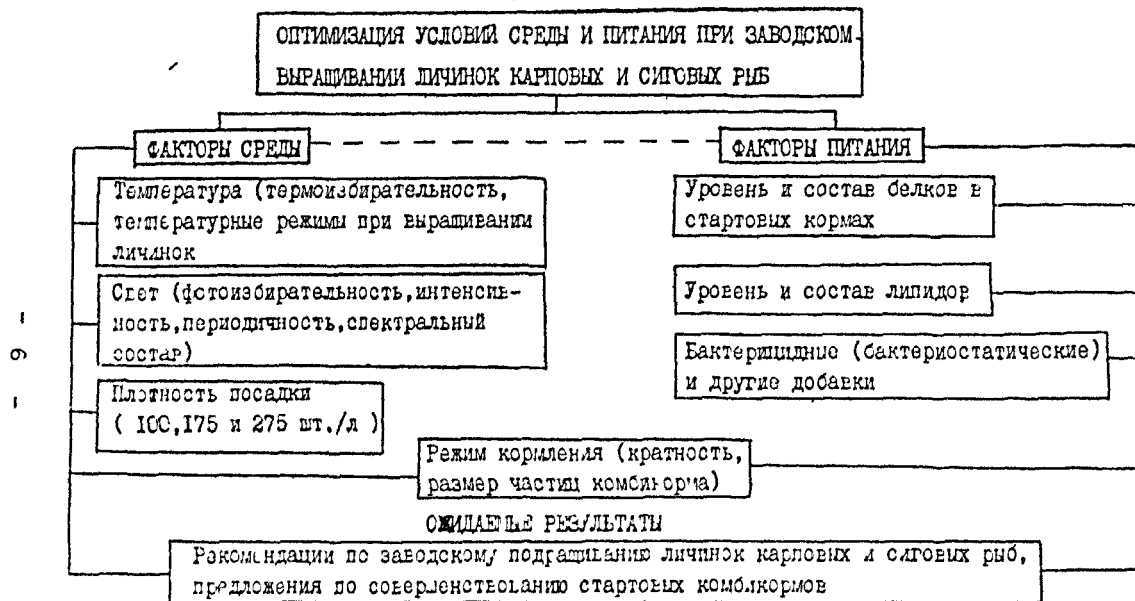


Рис.1.Содяя схема исследований.

Таблица I

Объем выполненных исследований

	Количество
1. Проведение опытов по выращиванию личинок карпа, толстолобиков, пеляди	43
- с общим числом вариантов	242
- в т.ч. разработка и испытание опытных образцов стартовых комбикормов	157
2. Проведение модельных опытов по термо- и фотоизбирательности	96
3. Взвешивание и измерение личинок, определение этапа развития	12100 экз.
4. Проведение общего анализа кормов и тела личинок (общий, белковый, аминокислотный азот, общие липиды, зола, влага)	314 проб
5. Определение классового и жирнокислотного состава липидов тела личинок и стартовых кормов	56 проб
6. Определение фракционного (по растворимости), электрофоретического и аминокислотного состава белков	56 проб
7. Изучение гистоструктуры печени личинок	66 личинок

Во всех других опытах исключалось попадание только крупного (более 200 мкм) зоопланктона подачей воды через капроновое сито № 18-19.

Ежедневно из емкости для подраживания удаляли сифоном погибших личинок, остатки корма и экскрементов. Поролоновой губкой снимали бактериальный налет со стенок.

Во всех опытах общепринятыми методами контролировали температуру воды, интенсивность водообмена, содержание кислорода в воде, темп роста личинок, индивидуальную массу, выживаемость, биомассу личинок в единице объема и расход кормов.

2.1. Морфо-физиологические и биохимические методы исследований.

Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле
$$CW = \frac{\ln M_t - \ln M_0}{t} \cdot 100\%$$
 где M_t и M_0 - масса личинок в начале и конце опытного периода,

t - длительность опытного периода в днях.

Этапы развития карпа определяли по Р.Я.Брагинской (1961), толстолобиков и белого амура - по С.Г.Соину (1963), а пеляди - по В.Д. Богданову (1981) и О.А.Лебедевой (1985).

Для определения термоизбирательности использовали лоток длиной 450 см, шириной 20 и глубиной 15 см. Под лотком во всю длину размещали нагревательные элементы. Вода, поступающая в одном конце лотка, проходя по нему, постепенно нагревалась, тем самым, создавался термоградиент. Скорость тока воды устанавливали на уровне, не побуждавшем личинок к положительному реотаксису.

Фотоизбирательность определяли в том же лотке, но без нагревательных элементов, создавая над ним градиентные условия по интенсивности света или спектральному составу. Градиент освещенности осуществляли с помощью фоторегуляторов, соединенных с лампами накаливания, а различное условно монохроматическое освещение получали, закрывая лампы накаливания в цветные колпаки.

Содержание сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой золы в кормовых компонентах, опытных комбикормах и в теле личинок рыб определяли общепринятыми методами, общих липидов — по Фолчу (Folch et al, 1957), кальция и магния — трилометрическим методом, фосфора — молибдат-ванадатным методом.

Содержание белка в теле личинок и кормах определяли по Лоури (Lowry et al, 1951) и Шеффнеру и Вейсману (Schaffner, Weissmann, 1973). В соответствующих разделах работы есть указания на использованный метод. Фракционирование белков проводили по Фрэнку (Franks, 1987). Разделение белков и их конъюгатов с последующим определением молекулярных весов проводили методом электрофореза в полиакриламидном геле (Лефковитс, Пернис, 1981).

Аминокислотный состав определяли на анализаторе фирмы Хитачи, фракционный состав липидов — методом тонкослойной хроматографии. Жирнокислотный состав липидов исследовали на газожидкостном хроматографе Хром-5 с пламенно-ионизационным детектором. Идентификацию компонентов проводили по наборам жирных кислот — стандартов фирмы "Сигма".

В связи с недостаточной для проведения комплекса анализов индивидуальной массой личинок отбирали групповые пробы массой около 20 г. Затем их замораживали и хранили при -20°C . Перед проведением анализа групповые пробы гомогенизировали и из них отбирали 3 параллельные пробы для всех показателей. В таблицах представлены средние из 3-х определений.

Для гистологических исследований личинок использовали общепринятые методы (Дупла, 1985). Процентное содержание внутрипочечных полостей, образованных вымывшими липидами и клеточными остатками в процессе приготовления препаратов оценивали в 100 микронных полях зрения.

Статистическая обработка данных проведена по Н.А.Плохинскому (1980).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

3.1. Влияние световых условий на поведение, рост и выживаемость личинок рыб.

Пелядь. В шести опытах, проведенных с личинками пеляди, было установлено, что зрительный анализатор играет очень важную роль в поведении и потреблении стартовых комбикормов на ранних этапах постэмбрионального развития.

На первом этапе развития личинки пеляди проявляют ярко выраженный положительный фототаксис, который постепенно ослабевает на последующих этапах. В модельном опыте установлено, что с повышением интенсивности освещения происходит повышение двигательной активности личинок. В фотоградиенте по спектральному составу 5-ти суточные личинки пеляди не отдавали предпочтения какой-либо части спектра, но на последующих этапах развития (II-IV), в II-16-ти суточном возрасте они явно предпочитали сине-зеленую часть спектра, независимо от условий адаптации, т.е. выращивания при различных по интенсивности и спектральному составу световых условиях.

Заслуживает особого внимания поведение личинок пеляди в термо-фото-градиентных условиях. Было обнаружено, что в термоградиенте они избирали зоны с температурой 17-20,5°C. Однако при наложении на термоградиент фотоградиента таким образом, что предпочитаемая ими сине-зеленая часть спектра находилась в разных случаях над водой с разной температурой, установлено, что личинки каждый раз следуют за предпочитаемой цветовой зоной, даже заходя в область высоких температур 27-28°C, где они впадают в шокое состояние. Таким образом, по меньшей мере до III-IV этапа развития (в нашем опыте это приходилось на возраст 16 суток), определяющим фактором в поведении личинок пеляди является свет).

Было установлено, что в темноте личинки пеляди практически не способны потреблять искусственный корм, поэтому выращивание их в таких условиях, за исключением коротких периодов во время чистки бассейнов, привело к тому, что к 17-ти суточному возрасту выжила незначительная часть личинок (7,5%) со средней массой 7,1 мг; некоторый прирост (3,7 мг) средней массы обеспечивался, очевидно, потреблением корма во время чистки бассейна и случайными захватами (табл.2).

Таблица 2
Влияние различных световых режимов на рост и
выживаемость личинок пеляди

№ вари- антов	Характеристика светового режима	Осве- щенность, лк	Средняя масса личинки в воз- расте 17 су- ток, мг	Выжи- вае- мость %	Производ- ство био- массы ли- чинок, г/м ²
<u>Первый опыт</u>					
1	Полная темнота	-	7,14±0,20	7,5	53,6
2	Полная темнота + свет во время выдачи корма		8,64±0,66	30,10	259,2
3	Лампа накаливания 100 вт (подсветка кормового места)	1500	23,70±0,57	97,50	2310,7
4	Лампа дневного све- та ЛБ (контроль)	360	21,27±0,45	97,51	2070,3
<u>Второй опыт</u>					
1	Свет постоянно (контроль)	10000	15,57±0,61	54	841
2	16 час. свет: 8 час. темнота	10000	13,57±0,65	65	882
3	30 мин. свет: 30 мин. темнота	10000	13,71±0,51	54	740
4	30 мин. свет: 30 мин. темнота	20000	17,21±0,64	75	1291
<u>Третий опыт</u>					
1	Лампа накаливания круглосуточно	100	22,41±0,98	60,0	1345
2	"	200	23,52±1,02	62,5	1470
3	"	300	25,17±2,25	57,5	1447
4	"	1000	28,13±3,05	61,5	1628

Дополнительная подсветка поверхности рядом с кормушкой, различные переменные световые режимы, а также повышение интенсивности освещения от 100 до 1000 лк не имеют существенных преимуществ по сравнению с постоянным круглосуточным освещением интенсивностью порядка 100 лк.

Выращивание личинок в условиях различного условно монохроматического освещения показало, что рост личинок и их выживаемость в значительной степени, зависят от спектрального состава светового по-

тока. В трех последовательно проведенных опытах было продемонстрировано преимущество света с преобладанием излучения в коротковолновой (синей) части видимого света и отрицательное влияние на личинок коротковолновой (красной) части спектра.

Люминисцентные лампы, дающие голубоватый свет, приближались по своему воздействию к монохроматическому синему свету и превосходили по показателям роста и выживаемости личинок лампы накаливания, имеющие максимум излучения в желто-зеленой части спектра.

Пестрый и белый толстолобики. Поведение личинок пестрого и белого толстолобиков в фотоградиентных условиях практически совпадает. На этапе смешанного питания они проявляют ярко выраженный фототаксис и избегают зоны с красным и фиолетовым светом. Наложение на термоградиент фотоградиента таким образом, что избираемая ранее личинками температурная зона 31° оказывалась под избегаемым фиолетовым светом приводило к тому, что личинки покидали эту зону и переходили в область более низких температур, находящихся под предпочитаемыми цветовыми зонами.

На последующих этапах развития более важное значение в поведении личинок играет температура, нежели световые условия.

В градиенте по интенсивности освещения от 100 до 1000 лк не обнаружено явного предпочтения той или иной зоны у личинок на II-IV этапах развития.

Адаптация личинок к определенному свету или температуре не влияет на фотоизбирательность ни по интенсивности, ни по спектральному составу.

Повышение интенсивности освещения от 100 до 1000 лк при выращивании личинок белого толстолобика не вызвало достоверного увеличения средней массы личинок, но длительность световых периодов оказывает существенное влияние (табл.3). Чередование света и темноты, особенно, полная темнота приводят к значительному снижению средней массы и, особенно, выживаемости личинок по сравнению с постоянным круглосуточным освещением. Однако, личинки белого толстолобика способны питаться в темноте, но гораздо менее эффективно, чем на свету.

Спектральный состав света оказывает влияние на рост и выживаемость личинок белого толстолобика, но менее заметное, чем на личинках пеляди (табл.3).

Более высокие результаты обеспечивает белый, зеленый и синий цвета, входящие в диапазон предпочитаемых личинками температур.

Таблица 3
Влияние световых режимов на результаты
выращивания личинок белого толстолобика

№ п/п	Световой режим	Средняя масса, мг	Средняя длина, мм	Выжи- ваем- ость, %	Био- масса, г/м ²	Затраты корма
Свет постоянно						
1.	100 лк белый	13,48±1,12	11,54±0,55	91,0	1226,7	1,23
2.	300 "	13,60±0,78	11,60±0,36	89,5	1217,2	1,29
3.	600 "	12,79±0,62	11,34±0,22	87,2	1115,9	1,41
4.	1000 "	14,93±0,94	11,59±0,24	90,7	1354,9	1,16
5.	12ч. свет 100лк: 12ч. темнота	10,04±1,27	10,96±0,27	35,7	359,9	4,84
6.	Темнота посто- янно	9,48±1,31	10,69±0,30	32,5	308,1	5,12
7.	Красный	12,24±2,34	11,18±0,45	56,5	681,6	2,27
8.	Желтый	12,28±1,72	11,23±0,34	60,7	746,0	2,11
9.	Зеленый	14,60±1,78	11,75±0,33	86,5	1262,9	1,25
10.	Синий	13,80±1,62	11,80±0,35	84,5	1178,1	1,34

Красный и желтый цвета вызывают снижение как средней массы, так и выживаемости личинок, хотя желтый цвет является одним из избираемых в фотоградиенте.

Обобщая результаты по данному разделу в целом, можно сказать, что отношение личинок пеляди и толстолобиков к свету имеет как определенные сходства, так и различия. Сходство состоит в том, что интенсивность освещения в диапазоне 100-1000 лк слабо влияет или практически не влияет на рост и выживаемость личинок. Соппадает также положительная реакция личинок на зеленый и синий цвета и отрицательная на красный. Отличие состоит в менее сильном ответе личинок на изменение цветовых условий и в более сложном отношении к красному и желтому цветам, а также к темноте.

3.2. Влияние температурного фактора на поведение, рост и выживаемость личинок рыб.

Пелядь. В серии модельных опытов было установлено, что температурный оптимум для личинок пеляди на I-IV этапах развития находится в диапазоне от 17 до 20,5°C, причем адаптация к высоте (21°) температуре в течение 6-14 дней не приводит к снижению выживаемости.

температур в сторону высоких значений.

В четырех последовательно проведенных опытах было показано, что при повышении температуры от 15 до 23-24°C наблюдается ускорение роста личинок пеляди, как при использовании естественных, так и искусственных кормов, однако различия в темпе роста более существенны при скармливании зоопланктона (табл.4). При использовании стартового комбикорма температура выше 20°C влияет отрицательно на выживаемость личинок, а при скармливании зоопланктона - при значениях выше 16°C. Оставшиеся в живых, устойчивые к высокой температуре особи, проявляют значительную потенцию роста.

При плохом качестве (низкой питательной ценности) стартового корма проявляется энергосберегающий эффект низких температур, что способствует более высокой сохранности личинок (табл.4, третий опыт).

Таким образом, по суммарной оценке, биомассе личинок в единице объема диапазон наиболее благоприятных температур при заводском подращивании личинок пеляди находится в пределах от 17 до 20°C, что практически совпадает с экологическим оптимумом.

Белый толстолобик. На этапе смешанного питания личинки белого толстолобика в термоградиентных условиях локализовались в зоне с температурой около 31°C, на последующих (II-IV) этапах они избирали температуры в диапазоне 31,5-33,5°C. При этом имела место тенденция к сдвигу предпочитаемых температур на 0,5-1,0° в сторону более высоких значений при повышении температур адаптации от 26 до 32°C.

В первом из двух последовательно проведенных опытов было установлено, что повышение температуры воды с 23 до 29°C вызвало 9-ти кратное увеличение средней массы личинок, питающихся зоопланктоном (с 4,2 мг до 37,8 мг). В то же время, средняя масса личинок, питавшихся стартовым комбикормом "Эквизо-1" увеличилась лишь в 3 раза - с 11,2 мг до 33,6 мг, причем различий по массе между личинками, выращиваемыми при 23 и 26°C практически не было.

Во втором опыте было показано, что "зоопланктонные" личинки достаточно хорошо росли при всех 3-х испытанных температурах, 26, 29 и особенно при 32°C, что объясняется ее совпадением с избираемой в термоградиенте. Средняя масса личинок в конце 14-дневного опыта составила 36,3, 37,6 и 48,7 мг, соответственно.

При использовании комбикорма Эквизо-1 конечная средняя масса личинок была в среднем в 3 раза ниже, чем при использовании зоо-

Таблица 4
Влияние температурного фактора на эффективность
выращивания личинок пеляди

№ ва-ри-ан-тов	Средняя температура, °C	Дли-тель-ность опыта, сут.	Средняя масса личинок в конце опыта, мг	Выживае-мость, %	Биомасса личинок в конце опыта	
					г/м³	% от 20°C
<u>Первый опыт (комбикорм)</u>						
1	15,6	15	19,29±0,45	85,0	1641,6	74,5
2	16,8	"	21,27±0,45	97,5	2073,8	94,2
3	20,6	"	23,87±0,44	92,5	2202,4	100,0
<u>Второй опыт (комбикорм)</u>						
1	18,4	"	13,91±0,61 *	82,0	1143,0	98,9
2	20,0	"	15,43±0,53	75,0	1155,0	100,0
3	23,2	"	17,03±0,68	28,0	483,0	41,8
<u>Третий опыт</u>						
1	16	8	6,54±0,16	86	562	114,9
2	18	"	6,29±0,13	86	535	109,4
3	20	"	6,61±0,22	74	489	100,0
4	22	"	6,92±0,22	75	519	106,1
5	24	"	6,99±0,16	66	461	94,3
<u>Четвертый опыт (комбикорм)</u>						
1	17	13	18,09±1,17	83	1514	94,5
2	20	"	18,85±1,09	85	1602	100,0
3	23	"	16,73±1,48	62	1046	65,3
<u>Четвертый опыт (зоопланктон)</u>						
1	17	13	8,65±1,01 *	66	573	201,0
2	20	"	13,15±1,02 *	22	285	100,0
3	23	"	29,12±1,74 *	16	480	108,4

* Разность достоверна по отношению к Т - 20°C при P < 0,05

планктона. Причем различия между температурными вариантами были не существенны.

Обобщая результаты исследований по данному разделу, можно утверждать, что избираемые личинками рыб в градиентных условиях температурные режимы будут в общем оптимальными с точки зрения роста и выживаемости. Поэтому, используя данный простой тест на разных этапах развития, можно избежать проведения длительных опытов по выращиванию личинок в различных температурных условиях.

При этом диапазон избираемых температур может определять минимальные допустимые и желательные, как показано А.С.Константиновым с соавт. (1985,1986,1987,1990), колебания температур в процессе выращивания или служить отправным ориентиром при создании осциллирующего температурного режима.

Следует однако, иметь в виду, что при использовании стартовых кормов с низкой питательной ценностью влияние температурного фактора, в значительной степени, снижается. При этом проявляется энергосберегающее действие более низких температур.

3.3. Влияние плотности посадки и режима кормления на эффективность заводского выращивания личинок рыб

Влияние плотности посадки на эффективность заводского выращивания личинок было изучено на примере пеляди. Было установлено, что повышение плотности посадки от 100 до 175 и 275 шт/л при параллельном увеличении водообмена от 1,5 до 2,6 и 4,1 объемов/час вызвало снижение конечной средней массы личинок на 11,5 и 18,7%, не повлияло на выживаемость, которая во всех вариантах была выше 95% и вызвало значительное увеличение конечной биомассы в единице объема в 1,6 и 2,2 раза, соответственно (табл.5).

— Таблица 5.

Влияние плотности посадки на результаты выращивания личинок пеляди

Плотность посадки, шт/л	Средняя масса, мг	Выживаемость, %	Биомасса		Затраты корма
			г/м ³	%	
100(контроль)	21,27±0,38	97,5	2074	100,0	1,68
175	19,53±1,19	95,7	3270	157,7	1,18
275	17,28±0,75*	96,3	4576	220,6	1,02

* Разность достоверна по сравнению с контролем при $P < 0,05$.

Существенных различий в гидрохимическом режиме между вариантами не установлено. Он в общем был удовлетворительным, чему способствовало использование микрокапсулированного стартового корма, слабо распадавшегося в воде.

Значительное влияние на результаты выращивания оказывает режим кормления. В опыте, проведенном с личинками карпа и пеляди, показано, что круглосуточное (автоматическое, не менее 120 раз/сутки) более чем в 1,5 раза ускоряет рост личинок и в 1,8-2,0 раза увеличивает биомассу в единице объема по сравнению с ручным (9-15 раз в сутки) кормлением. Наблюдается также существенное снижение затрат корма на единицу привеса.

На примере личинок карпа показано также, что скармливание весь период выращивания мелких кормовых частиц (до 250 мкм) тормозит в 1,7 раза рост личинок по сравнению с режимом, при котором по достижении определенной массы мелкий корм заменяется более крупным.

Таким образом, при заводском выращивании личинок пеляди допустимая плотность посадки до IV этапа развития составляет 275 шт/л или около 4,5 г/л. Затраты корма на прирост массы составляют при этом около 1. Необходимо также круглосуточное автоматическое не менее 120 раз в сутки кормление и своевременный перевод личинок на корма более крупного фракционного состава, соответствующего размеру ротового отверстия.

3.4. Влияние различных факторов питания на темп роста, жизнеспособность и показатели биохимического статуса организма.

3.4.1. Биохимический статус и гистоструктура печени личинок рыб в связи с питанием стартовыми кормами, отличающимися по виду, химическому составу и рыбоводной эффективности.

Объектами исследований в данном разделе были личинки пестрого толстолобика и пеляди, т.е. видов, систематически и экологически отдаленных друг от друга, выращенные на различных кормах. Для комплексных исследований были отобраны личинки вариантов, отличающиеся друг от друга по виду корма (исходной зоопланктон - су-

хой комбикорм), по эффективности кормов (хороший - плохой рост, высокая - низкая выживаемость) или по температурному режиму, при котором выращивали личинок.

Помимо накопления новых сведений об объектах нашего исследования, представляющих теоретический интерес, ставилась задача оценить значение того или иного показателя биохимического состава или гистоструктуры печени как теста питательной ценности стартовых кормов и основы для их совершенствования.

При выращивании личинок толстолобика сравнивали пять кормов: зоопланктон, отлавливаемый в прудах, известный шведский корм "Эвос - С-10" (для личинок карповых), промышленно изготовленный отечественный стартовый корм "Эквизо-1" (Остроумова и др., 1980) и 3 опытных корма (ОК), изготовленных в связи с попыткой совершенствования технологии их производства и по рецептуре, сходной с "Эквизо", но с более высоким уровнем рыбной муки.

При выращивании личинок пеляди оценены зоопланктон, "Эквизо-1" и два из тех же ОК (№2 и №3). При этом зоопланктон и ОК №2 скармливали личинкам при 3-х температурных режимах 17, 20 и 23°C.

Получая названные выше стартовые корма, личинки толстолобика и пеляди имели к концу опыта различную среднюю массу и выживаемость. Наиболее высокие темп роста и выживаемость личинок пестрого толстолобика наблюдали при скармливании шведского корма "Эвос". За 14 суток подрашивания они достигли средней массы 56,6 мг при очень высокой выживаемости (92%). Средняя масса личинок, питавшихся зоопланктоном и "Эквизо" в конце опыта была сходной (21,3 и 22,5 мг, соответственно), но в варианте с "Эквизо" наблюдался значительный отход личинок (51%). Наихудшим ОК №3.

На результаты выращивания личинок пеляди оказал влияние как корм, так и температура воды. Сопоставление четырех стартовых кормов при одинаковой температуре (20°C) показало, что средняя масса личинок росла в ряду зоопланктон - ОК №2 - "Эквизо" - ОК №3, а выживаемость была наивысшей на ОК №2 (87%) и сходной (22 и 20%) на зоопланктоне и "Эквизо". По суммарной оценке, биомассе личинок в единице объема, ОК №2 оказался значительно лучше зоопланктона и "Эквизо". Содержание и накопление химических веществ в теле личинок в связи с питанием различными стартовыми кормами приведены в табл. 6 и 7.

Сухое вещество. Содержание сухого вещества на этапе эндоген-

ного питания в теле личинок пестрого толстолобика составляло 11,7%, а в теле личинок пеляди всего 4,9%, что связано с высокой обводненностью последних. У подрожденных личинок обоих видов оно колебалось примерно в одинаковых пределах, от 8,7 до 12,5%, у толстолобика и от 9,1 до 12,0% у пеляди, причем нижние значения данного показателя относятся к личинкам, питавшимся зоопланктоном, что, очевидно, связано со значительно более высокой концентрацией питательных веществ в комбикормах, нежели в зоопланктоне (табл. 6,7). Сопоставление различных вариантов между собой по данному показателю свидетельствует о том, что более интенсивный рост сопровождается переходом на более поздние стадии развития, как, например, при использовании корма "Эвос" и повышением содержания в теле сухого вещества. Особенно наглядно влияние корма проявляется в показателях накопления сухого вещества и его составляющих в теле одной особи (табл. 6,7).

Но при сходном темпе роста более высокая средняя масса не всегда сопровождается более высоким содержанием сухого вещества. При питании личинок пеляди "Сквизо" и ОК №2, последний обеспечивал несколько более низкий темп роста, чем "Сквизо", но способствовал более высокому накоплению сухого вещества в теле, что сопровождалось высокой выживаемостью личинок. При питании же "Сквизо" наблюдалась значительная гибель как личинок толстолобика (51%), так и особенно личинок пеляди (80%).

Белок. Перемешанная на шпатель и не употреблявшаяся в пищу личинки толстолобика и пеляди мало различались по содержанию в сухом веществе белка (61,2 и 57,9%, соответственно). У подрожденных личинок толстолобика имелись его достоверно меньшие (11,5-19,9%), нежели личинки пеляди (55,0-64,2%), что можно объяснить их выживаемостью. Сопоставление показателей содержания и накопления белка в теле внутри видов в связи с питанием различных кормов выявляет те же зависимости, что и по показателю сухого вещества.

Изучение фракционного (по молекулярной массе) состава белков стартовых кормов и тела личинок пестрого толстолобика и толстогобика электрофорезом выявило много общего между ними. Наибольшее количество белка в теле личинок было сосредоточено в низкомолекулярной фракции, состоящей в основном из белков с молекулярной массой до 10 кДа.

Таблица 6

Содержание и накопление основных химических веществ в теле личинок
пестрого толстолобика

Показатели	До нача- ла внеш- него пи- тания	У 17-суточных (варианты питания)					
		Зооплан- ктон	"Эвас"	"Эквизо"	ОК №1	ОК №2	ОК №3
Содержание, %							
Сухое вещество	11,71	8,73	12,54	10,90	10,58	10,56	10,81
Белок (по Лоури)	<u>7,17*</u> 61,23	<u>4,10</u> 46,96	<u>5,58</u> 44,50	<u>5,15</u> 47,25	<u>5,01</u> 47,35	<u>5,13</u> 48,58	<u>5,40</u> 49,95
Общие липиды	<u>2,91</u> 24,90	<u>0,70</u> 8,02	<u>1,90</u> 15,20	<u>1,74</u> 16,00	<u>1,91</u> 18,10	<u>2,25</u> 21,34	<u>1,65</u> 15,26
Накопление, мг в одной личинке							
Средняя масса, мг	0,91	21,3	56,6	22,5	15,0	12,5	7,4
Сухое вещество	0,10	1,85	7,07	2,45	1,66	1,32	0,68
Белок (по Лоури)	0,06	0,87	3,16	1,15	0,75	0,64	0,40
Общие липиды	0,03	0,10	1,07	0,34	0,30	0,28	0,10

* - здесь и далее: Цифры над чертой приведены в расчете на сырое вещество, а под чертой - на сухое вещество.

Таблица 7

Содержание и накопление основных химических веществ в теле
личинки пеляди

Показатели	До на- чала внешне- го пи- тания	У 19-суточных (варианты питания, температура выращивания)								
		Зоопланктон			ОК № 2			Эквива- нт	ОК № 3	
		17°	20°	23°	17°	20°	23°			
Содержание, %										
Сухое вещество	4,9	8,73	9,10	10,20	12,00	11,20	11,80	11,30	12,00	
Белок (по Лоури)	<u>2,80*</u>	<u>4,80</u>	<u>5,13</u>	<u>6,04</u>	<u>7,54</u>	<u>7,03</u>	<u>7,58</u>	<u>7,09</u>	<u>7,70</u>	
	57,9	54,98	56,37	59,27	62,83	62,76	64,23	62,74	64,2	
Общие липиды	<u>1,8</u>	<u>1,07</u>	<u>1,16</u>	<u>1,23</u>	<u>1,60</u>	<u>1,48</u>	<u>1,68</u>	<u>1,74</u>	<u>1,88</u>	
	27,3	12,25	12,81	12,11	13,32	13,23	14,21	15,42	15,69	
Накопление, мг в одной личинке										
Средняя масса, мг	3,40	8,65	13,15	29,12	18,03	18,85	16,73	21,00	5,25	
Сухое вещество	0,17	0,75	1,23	2,970	2,171	2,118	1,97	2,37	0,63	
Белок (по Лоури)	0,09	0,51	0,84	0,69	1,01	1,04	0,97	1,15	0,28	
Общие липиды	0,04	0,09	0,15	0,36	0,29	0,28	0,28	0,36	0,10	

* - здесь и далее: Цифры над чертой приведены в расчете на сырое вещество, а под чертой - на сухое.

В ходе роста и развития личинок произошло уменьшение содержания в теле низкомолекулярных пептидов, снижение высоты индивидуальных пиков и усложнение спектра. Электрофореграммы белков тела подращенных личинок пестрого толстолобика, независимо от того, какими кормами питались личинки, имели сходный вид с полосомами белков в пиках, соответствующих М.м. 340, 154, 135, 90, 75, 58, 45, 40, 31 кДа. Для всех образцов зафиксирован широкий и очень выраженный пик низкомолекулярных пептидов в диапазоне М.м. 30–5 кДа.

Но стартовые корма имели по данному показателю существенные различия. Зоопланктон содержал много низкомолекулярных пептидов со средней М.м. 12 кДа. В "Эквизо" и опытном корме преобладали белки со средней молекулярной массой, а в самом лучшем стартовом корме "Эвос" было относительно более равное представительство белков разной молекулярной массы.

Сопоставление темпа роста личинок пестрого толстолобика с электрофоретическим спектром стартовых кормов позволяет сделать заключение, что для создания хорошего стартового корма нет необходимости излишне насыщать его низкомолекулярными пептидами или исключать высокомолекулярные белки. Достаточно, чтобы спектр белков по молекулярной массе был относительно гомогенным. Это согласуется с мнением других авторов (Ильина и др. 1983, 1989; Пономарев, 1987) о дозированном включении в стартовые комбикорма растворимых и низкомолекулярных белковых веществ.

Общие липиды (ОЛ). Содержание ОЛ в "Эвосе" было 8,2%, в "Эквизо" – 8,0%, зоопланктоне, ОК №1 и №2 примерно одинаково (11%) и максимально в ОК №3 (13%) за счет остатков вазелинового масла, используемого в процессе приготовления корма одним из методов микрокапсулирования.

В теле 3-суточных личинок пестрого толстолобика, не потреблявших внешней пищи, содержание общих липидов составило 24,9% (от сухого вещества). В процессе подращивания уровень липидов в сухом веществе падал. Причем 17-суточные подращенные личинки толстолобиков, потреблявшие сухие стартовые корма содержали существенно больше липидов в теле (15,2–21,3%), чем питавшиеся зоопланктоном (8,0%) (табл. 6).

Различия между вариантами, особенно заметны при расчете массы накопленных липидов в теле отдельной особи.

В теле подрошенных 19-ти суточных личинок пеляди содержание липидов в связи с использованными кормами и температурой воды колебалось менее существенно (от 12,1 до 15,7%), чем в теле личинок толстолобиков, но абсолютное накопление липидов в теле при питании комбикормами было в 2-2,5 раза больше, чем при питании зоопланктоном (табл. 7). В целом личинки, выращенные на зоопланктоне, также как и личинки толстолобика, содержали достоверно меньше ($P < 0,05$) липидов, чем выращиваемые на искусственном корме.

Фракционный состав липидов. В стартовых кормах и личинках методом тонкослойной хроматографии выявлено 17 классов липидов.

В стартовых кормах неполярные липиды (моно-, ди- и триглицериды, свободные жирные кислоты, холестерин и его эфиры, углеводороды) составляли 60,2-81,4%; полярные (фосфатидилинозитол, фосфатидилэтанолламин, фосфатидилсерин, фосфатидилхолин, лизофосфатидилхолин и сфингомиелин) - 18,5-39,7%.

Наиболее широкое отношение, неполярных липидов к полярным (4:1) имел шведский корм "Эвос", наиболее узкое (1,5:1) зоопланктон. "Эквизо" и опытные корма по этому показателю занимали промежуточное положение.

Отличительной особенностью зоопланктона было максимальное содержание свободных жирных кислот (24,3%), высокое содержание эфиров холестерина (более 18%), сфингомиелина (около 13%) и фосфатидилсерина (более 14%). В "Эвосе" в несколько повышенном количестве обнаружен фосфатидилхолин (лецитин).

В теле личинок пеляди и толстолобика до начала их внешнего питания, в отличие от стартовых кормов, было больше полярных липидов (68,2 и 64,1%, соответственно), чем неполярных. В процессе роста доля полярных липидов у толстолобика упала до 45-54%, причем более существенно при питании "Эвосом". В противоположность этому, у личинок пеляди доля фосфолипидов либо повысилась (до 71%), либо осталась на сходном уровне, либо понизилась, но в меньшей степени (до 55-57%). При этом, прослеживается взаимосвязь не с температурой или видом корма, а со средней массой личинок. Чем она выше, тем выше доля полярных липидов в теле.

Таким образом, какой-либо определенной связи между классовым составом липидов кормов и тела личинок толстолобика и пеляди, выращенных на них не прослеживается, но имеют место видовые особен-

ности, причем у личинок толстолобиков по мере увеличения массы доля полярных липидов падает, а у пеляди, наоборот, возрастает.

Отметим также, что несколько повышенное количество фосфатидилхолина в липидах "Эваса" может быть одним из слагаемых его эффективности, так как показано особое значение этого фосфолипида, для роста личинок некоторых морских рыб и креветок Wataru, 1993).

Жирнокислотный состав липидов. Каждый из изученных стартовых кормов количественно отличался от других по соотношению кислот линоленового ($n - 3$), линолевого ($n - 6$) и олеинового ($n - 9$) рядов и в целом по степени насыщенности, за исключением сходства последнего показателя между зоопланктоном и "Эквизо".

У лучшего по рыбоводным показателям корма "Эвас" было наиболее высокое содержание в липидах насыщенных жирных кислот (около 50%), среднее по сравнению с другими кормами содержание кислот $n - 3$ ряда (12,2%) и низкое содержание кислот $n - 6$ ряда (2,1%). По сравнению с естественной пищей (зоопланктоном) во всех изученных нами искусственных кормах была меньше доля кислот $n - 3$ ряда, особенно у "Эквизо" (6,56%). В ОК №3 $n - 3$ жирные кислоты практически отсутствовали, что связано с их "вымыванием" или преобразованием в процессе приготовления корма.

Липиды 3-х дневных личинок пестрого толстолобика отличались чрезвычайно высоким содержанием кислот $n - 3$ ряда (30,9%) и довольно низким $n - 9$ ряда (16,3%). В процессе роста жирнокислотный состав липидов претерпел изменения. Основными признаками для подродных личинок пестрого толстолобика по сравнению с неподродными были существенное снижение доли $n - 3$ кислот (до 13-13%) и повышение доли мононенасыщенных ($n - 7$ и $n - 9$) кислот (до 27-13%), причем, чем выше была средняя масса личинок, тем заметнее были эти изменения (табл. 8). Сравнение жирнокислотного состава стартовых кормов и личинок пестрого толстолобика, выращенных на них, не обнаружало прямой связи между ними и позволяет говорить об отсутствии дефицита для личинок толстолобика кислот линоленового и линолевого рядов.

Более точные данные пеляди имели определенное сходство по жирнокислотному составу липидов с непитающимися личинками пестрого толстолобика. Однако, в процессе роста произошла его утрата (табл. 9).

Таблица 8
Соотношение отдельных групп жирных кислот в общих
липидах тела личинок пестрого толстолобика в за-
висимости от вида корма

Группы жирных кислот	3-суточ- ные, не питавши- еся	Варианты питания		
		Зоопланк- тон	"Эвос"	"Эквизо"
Сумма насыщенных	45,3	50,2	36,8	39,6
Сумма n -9 + n -7	21,1	27,2	52,1	43,7
Сумма n -6	5,3	9,0	3,7	9,0
Сумма n -3	27,2	13,2	3,0	12,6

Таблица 9
Соотношение отдельных групп жирных кислот в общих
липидах тела личинок пеляди в зависимости от вида
корма и температуры воды

Группы жирных кислот	5-ти суточ- ные не питав- шиеся	Варианты питания личинок и температура выращивания						
		Зоопланктон			Опытный корм			Экви- зо
		17°	20°	23°	17°	20°	23°	20°
Сумма насы- щенных	43,8	44,6	41,1	36,5	31,3	34,1	36,2	31,9
Сумма n -9 + n -7	16,3	18,7	16,5	24,6	33,1	38,7	38,7	38,0
Сумма n -6	7,6	6,0	6,8	6,9	12,9	9,1	7,4	8,9
Сумма n -3	30,8	30,8	34,1	31,9	21,7	17,9	22,7	21,0

У подращенных личинок пеляди липиды тела, в общем, были богаче кислотами линоленового ряда (от 15,4% до 33,4%). При этом, по мере увеличения их средней массы в связи с питанием и температурой выращивания снижалась степень насыщенности липидов, но в случае питания зоопланктоном в теле личинок пеляди среди ненасыщенных жирных кислот преобладали кислоты линоленового типа, главным образом эйкозапентаеновая 20:5 n -3, докозагексаеновая 22:6 n -3 и тетракозагексаеновая 24:6 n -3, а в случае питания

комбикормами основное место среди ненасыщенных занимала олеиновая кислота. То есть, в этом случае на жирнокислотный состав липидов тела личинок пеляди оказал влияние таковой потребляемой ими пищи. По всей видимости, имел место недостаток кислот линоленового типа в стартовых комбикормах, который привел к синтезу неспецифичных для вида липидов.

Следует также указать на положительную связь между увеличением доли фосфолипидов в теле обоих видов изученных рыб и повышением содержания в общих липидах ненасыщенных жирных кислот.

Сравнивая уровень, фракционный и жирнокислотный состав липидов стартовых кормов и личинок, питавшихся ими, а также, учитывая темп роста и выживаемость личинок, мы сделали заключение, что фракционный и жирнокислотный состав липидов тела личинок, в значительной степени, предопределен генетически; личинки обоих видов способны трансформировать поступающие с пищей липиды и синтезировать специфические для вида при отсутствии дефицита незаменимых для вида кислот.

Гистоструктура печени личинок рыб изучена нами в связи с имеющимися в литературе сведениями о жировом перерождении печени при питании недоброкачественными или несбалансированными комбикормами.

Исследования показали, что линейный рост личинок сопровождается значительными колебаниями всех показателей ее цитоструктуры (размер клеток, ядер, ядрышек, липидзависимых полостей) на фоне постепенного увеличения размера клеток. Причем установлено, что чрезмерно высокая амплитуда колебаний размера полостей, заполненных липидами характерна для личинок, получавших искусственный корм ("Эквизо"), обеспечивающий низкую выживаемость.

Обнаруженные колебания показателей цитоструктуры печени отражают периодичность роста, дифференциации и синхронной пролиферации клеток в раннем постэмбриогенезе рыб, в определенной мере, сохранившуюся с эмбрионального периода. Если периодичность цитоструктуры не учитывать, то при сопоставлении личинок рыб, выращиваемых в разных условиях, можно получать сильно различающиеся или даже прямо противоположные результаты, в зависимости от случайного попадания в ту или иную фазу колебаний. Усреднение данных для рыб разных длин, но одного возраста, либо одного типа кормления нивелирует большие и информативные различия между опытными группами.

Обобщая результаты исследований по данному разделу в целом, можно констатировать, что нами установлены видовые (для пеляди и пестрого толстолобика) особенности некоторых показателей биохимического статуса и гистоструктуры печени личинок рыб, принадлежащих к различным систематическим и экологическим группам и их изменения в связи с ростом и условиями питания, которые, наряду с темпом роста и выживаемости могут служить дополнительными показателями эффективности и качества стартовых кормов.

3.4.2. Влияние различного уровня липидов в кормах на рост и выживаемость личинок карпа, белого толстолобика и пеляди.

Предлагаемые отечественные и зарубежные коммерческие, а также опытные корма для личинок карповых и сиговых рыб имеют определенные различия по уровню липидов в них (Остроумова и др., 1979; Скляр и др., 1984; Пономарев, Канидьеv, 1988; Гамыгин и др., 1989; Князева, 1991; Zitrow, Millard, 1988; Beltran, Champignelle, 1991).

Кроме того, в связи с нестабильностью состава основных компонентов отечественных стартовых кормов — рыбной муки и продуктов микробиосинтеза, фактическое содержание липидов в кормах, составленных по известным рецептурам, в ряде случаев, как показали наши исследования, сильно различаются. В то же время, учитывая чрезвычайно большую склонность стартовых кормов на основе рыбной муки к порче из-за наличия большого количества высоконенасыщенных жирных кислот, важно, на наш взгляд, определить нижние допустимые значения уровня липидов, обеспечивающие рост и высокую выживаемость личинок.

Поэтому нами проведена серия опытов, в которых личинкам карпа, белого толстолобика и пеляди скармливали стартовые корма с различным уровнем липидов. Базовой служила известная рецептура стартового корма РК-С (Канидьеv и др., 1985). В опытные корма на ее основе не вводили подсолнечное масло; рыбную муку перед использованием предварительно обезжиривали; для получения кормов с различным уровнем липидов вводили свежеприготовленный рыбий жир.

Карп. В серии из двух опытов испытание кормов с уровнями липидов от 4,0 до 15,4% позволило установить, что оптимальное его значение в комбикормах с уровнем протеина около 50% близко к ве-

личине 5%. Повышение уровня липидов до 6,6, 8,7 и 12,7% за счет добавления рыбьего жира привело к достоверному снижению темпа роста личинок рыб, однако между собой указанные варианты не различались (рис. 2).

Полученное нами значение оптимального уровня липидов в кормах для личинок карпа занимает промежуточное положение среди данных, рекомендуемых другими авторами.

Белый толстолобик. Испытание идентичных кормов при выращивании личинок белого толстолобика выявило те же зависимости, что и при выращивании личинок карпа, однако в отличие от последнего наиболее эффективным для личинок белого толстолобика оказался наименее жирный корм (4,0%). Немного худшие результаты получены при использовании корма, содержащего 4,9% липидов (рис. 2).

Это дает основание считать, что потребность личинок белого толстолобика в липидах немного ниже, чем личинок карпа. Практически, для достижения такого уровня не требуется обогащать корма какими-либо жирами, а скорее необходимо обезжиривание компонентов, богатых липидами.

Целюль. В серии из двух опытов были испытаны корма с содержанием липидов от 8,0 до 21,2%. Было установлено, что повышение уровня липидов от 8 до 13-16% при параллельном снижении (от 49,5 до 44,7%) уровня протеина приводит к существенному улучшению показателей темпа роста, выживаемости и эффективности использования кормов. Более "жирные" корма были немного хуже и мало различались между собой по рыбоводным результатам, что свидетельствует, на наш взгляд, об отсутствии существенного отрицательного влияния избытка (до 22%) высококачественных липидов на усвоение других компонентов пищи.

В третьем опыте было испытано 18 рецептурных композиций с разными уровнями липидов, объединенных в три изопротеиновых группы.

Сопоставление всех 18 кормов позволило сделать вывод, что близкие темп роста и выживаемость могут быть получены при различных уровнях протеина и липидов в комбикормах (рис. 3). Повышение уровня протеина от 42 до 52% при одинаковом или близком содержании липидов обнаруживает тенденцию к повышению средней массы, но не выживаемости личинок. В то же время, общим признаком для низко-, средне- и высокопротеиновых кормов является повышение их эффективности с увеличением уровня липидов. Но в каждой из групп

Средняя
масса, мг

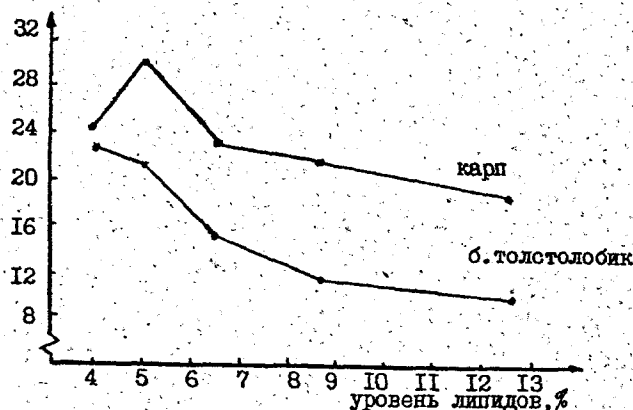


Рис.2. Влияние уровня липидов в комбикорме на темп роста личинок карпа и белого толстолобика.

Средняя
масса, мг

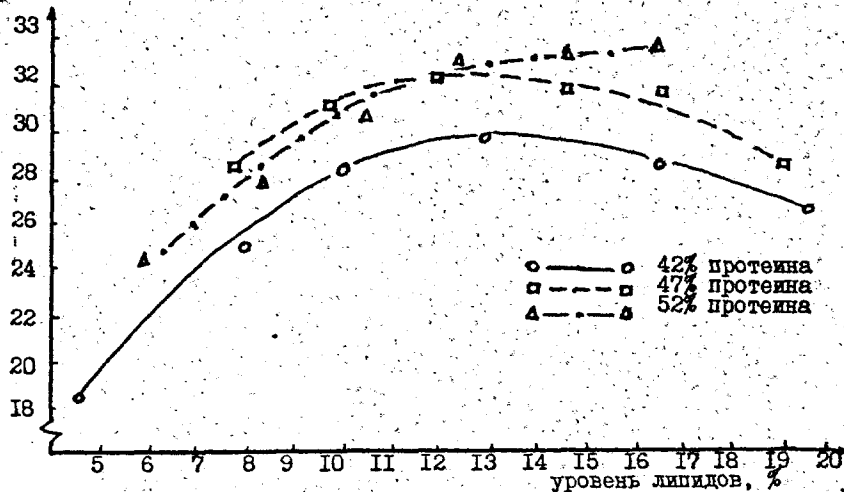


Рис.3. Влияние уровня липидов и протеинов в комбикорме на темп роста личинок пеляди.

кормов обнаруживается некий минимальный уровень липидов, дальнейшее повышение которого уже не столь сильно влияет на улучшение результатов выращивания. Для кормов, содержащих около 42% протеина, этот уровень равен 10%, для 47% протеина – примерно 12%, а для 52% – примерно 14%. То есть для успешной утилизации протеина на каждые 5% увеличения его уровня требуется добавление около 2% липидов.

С точки зрения темпа роста и выживаемости, наилучшим для личинок пеляди из числа испытанных оказался комбикорм, содержащий 52% протеина и 16,5% липидов. Но с точки зрения эффективности использования кормов и протеина на прирост, помимо указанного, в качестве экономически эффективных кормов могут быть указаны все корма, имеющие уровень липидов выше 10–11%. Затраты корма на единицу прироста живой массы составляли при использовании этих кормов от 1,85 до 1,7, а расход протеина – от 0,96 до 1,27. При этом отчетливо прослеживалась белоксберегающая функция липидов. Оптимальное энергопротеиновое отношение в кормах для пеляди составляет по нашим данным около 40 Дж/г протеина.

3.4.3. Совершенствование белкового питания личинок рыб.

Предметами исследований в данном разделе являлись разные источники белка, сырьем для которых служили морепродукты, в частности подпрессовый бульон, получаемый при производстве рыбной муки и продукты его переработки, крилевая мука и рыбный фарш (из ставриды).

Исходными предпосылками выбора продуктов были: 1) концепция необходимости включения в стартовые комбикорма растворимых низкомолекулярных белковых соединений (Ильина и др., 1983; Ильина, Турецкий, 1988; Турецкий, Ильина, 1988; Курлыкин, 1987), 2) возможность повышения биологической ценности стартовых кормов за счет расширения (восполнения) спектра рыбных белков соединениями, утраченными с подпрессовым бульоном при производстве рыбной муки, 3) поиск возможных вариантов замены рыбной муки на равноценные, но более эффективные, 4) достижение природосохранного эффекта за счет снижения выброса рыбных отходов в море.

В серии исследований, проведенных в содружестве с коллективом сотрудников ВНИИ океанологии и рыбного хозяйства изучена

питательная ценность следующих продуктов: 1) белково-липидного концентрата (БЛК), получаемого путем сгущения подпрессового рыбного бульона методом ультрафильтрации; 2) обезжиренного и затем сгущенного бульона (КПБ); 3) плотной части подпрессового бульона (ПЧПБ), полученной при его обезжиривании центрифугированием; гидролизатов плотной части и его производных: плотной массы (ПМ) и жидкой массы (ЖМ).

Замена всеми перечисленными продуктами, кроме БЛК, в базовом комбикорме для личинок карпа и паяды, примерно 1/3, 2/3 или полностью рыбной муки оказала положительное влияние либо на темп роста, либо на выживаемость, либо на то и другое вместе (табл. 10).

Испытание комбикормов, содержащих БЛК, которым заменяли также часть рыбной муки или полностью, показало, что вследствие его высокой жирности (до 40%) допустима замена им только 1/3 рыбной муки, вводимой в комбикорм, что соответствует по абсолютному значению величине 10%.

Установлено также, что удаление части жира из БЛК сказывается положительно на его эффективности и при этом возможно увеличение доли БЛК в стартовых комбикормах вплоть до 36%, однако даже при непродолжительном хранении комбикорма с БЛК быстро подвергаются порче, о чем свидетельствуют результаты повторных испытаний, которые были тем хуже, чем выше была доля БЛК в корме.

Обобщая результаты по данной серии исследований, можно сказать, что подпрессовый рыбный бульон, освобожденный от жира, а также нерастворимые белковые соединения (плотная часть) и растворимые (сгущенный или сухой бульон), получаемые из него, являются ценным заменителем рыбной муки в стартовых комбикормах. Питательная ценность плотной части повышается при частичном гидролизе (до уровня аминного азота около 180 мг%).

Наши исследования также показали, что крилевая мука с пониженным содержанием минеральных веществ (беспанцирная) может полностью заменить рыбную муку в стартовых комбикормах как для карповых, так и для сиговых, причем частичная замена (до 20% по абсолютному значению) более эффективна, чем полная. Предварительное обезжиривание крилевой муки снижает ее питательную ценность.

Гомогенизированный фарш из ставриды при замене им рыбной муки в разных количествах показал отрицательный результат.

Таблица 10
Рыбоводный эффект использования в стартовых кормах для
рыб продуктов переработки отходов при изготовлении
рыбной муки

Опытные корма (% ввода продук- та взамен рыбной муки)	Средняя масса, мг	Выжи- вае- мость, %	Биомасса	
			г/м ³	% к конт- ролю
Пелядь (возраст 19 суток)				
1. Контроль	36,24±2,14	75	2718	100,0
2. 9% КЧБ	57,37±3,14	99	5694	209,5
3. 18% КЧБ	56,97±2,38	71	4016	147,7
4. 18% СМ	63,80±2,57	80	5104	187,8
5. 9% ПМ	38,01±2,29	98	3725	137,0
6. 18% ПМ	47,82±2,26	78	3742	137,6
7. 32,4% ПМ	35,51±2,46	89	3231	118,9
Карп (возраст 17 суток)				
1. Контроль	37,08±1,40	75	3103	100,0
2. 10% ПЧБ	48,21±2,62	71	3857	124,3
3. 17% ПЧБ	39,77±2,57	73	3281	105,7
4. 10% ПЧБ, 4час. гидролиз.	51,84±2,39	76	4406	142,0
5. 10% ПЧБ, 20час. гидролиз.	36,68±0,68	66	2676	86,2
Сиг (возраст 18 суток)				
1. Контроль	35,3 ±0,78	75	2646	100,0
2. 10% БЛК	36,6 ±0,92	97	3555	134,3
3. 20% БЛК	29,1 ±0,99	90	2615	98,8
4. 35% БЛК	30,9 ±1,12	87	2688	101,6
Карп (возраст 17 суток)				
1. Контроль	26,11±0,83	95	2479	100,0
2. 10% БЛК	24,9 ±0,77	90	2241	90,4
3. 20% БЛК	19,9 ±0,66	97	1930	77,8
4. 36% БЛК	17,5 ±0,77	96	1680	67,8

3.4.4. Бактерицидные и бактериостатические вещества в составе стартовых комбикормов.

Предметом исследования в данном разделе были метиленовая синь (МС), поваренная или морская соль, спиртовые экстракты и календулы и аптечной ромашки. Выбор первых двух веществ обусловлен их бактерицидными или бактериостатическими свойствами, вследствие которых они широко используются в рыбоводстве для профилактики и лечения ряда заболеваний (Васильков и др., 1989). Экстракты и настоики календулы и аптечной ромашки широко используются в медицинской практике, в том числе в качестве антисептических и противовоспалительных средств (Цицин, 1962).

В серии исследований, проведенных с личинками карпа и белого толстолобика, было показано, что введение метиленовой сини в комбикорм в дозах от 0,01 до 0,1%, способствует снижению бактериального обростания на стенках выростных бассейнов и повышает выживаемость личинок. В дозе до 0,02% установлен ростостимулирующий эффект метиленовой сини, а в дозе 0,1% — угнетающее влияние на рост личинок.

Поваренная и морская соль, испытанные в дозах от 1 до 4%, оказывают сходный с метиленовой синью эффект. Оптимальный уровень введения составляет около 2%.

Испытание лекарственных трав: ромашки и календулы в составе стартовых кормов в виде цельных измельченных цветков, экстрактов или шротов показало, что они не оказывают заметного влияния на интенсивность бактериального обростания, но в разной степени эффективны как компоненты стартового корма.

Шрот и цельные цветки ромашки в дозе до 10% или экстракт из этого количества цветков оказывают сильное стимулирующее влияние на рост личинок карпа и способствуют повышению их выживаемости.

Относительно цветков календулы можно пока констатировать, что введение их в дозах до 10% не сказывается отрицательно на результатах выращивания личинок карпа и позволяет экономить равное количество эсприна.

3.5. Биологическая и экономическая эффективность заводского подращивания личинок.

Полноценность личинок, подращенных на искусственных кормах

и достигших жизнестойких стадий (D_1 - D_2 для карпа, IV этап для толстолобиков и сиговых) подтверждена в условиях опытно-производственной базы ВНИИР Московской области, рыбсовхоза "Рассвет" Ставропольского края и рыбопитомника "Добровский" Липецкой области. При выращивании личинок до стадии сеголетков их масса и выживаемость достигали нормативных значений, или были не ниже при сопоставлении с сеголетками, полученными от личинок, подрощенных в прудах.

Экономическая эффективность заводского подраживания личинок рыб с использованием искусственных кормов определяется, прежде всего, гарантированным выходом сеголетков при зарыблении прудов жизнестойкими личинками.

На примере указанных выше хозяйств показано, что экономический эффект зависел от базовых технологий выращивания сеголетков, принятых в хозяйстве и составлял в ценах 1990 г. в расчете на 1 млн. подрощенных личинок от 1,3 до 18,6 тыс. руб.

ВЫВОДЫ

1. Изучение темпов роста, жизнеспособности и поведения личинок карповых (белый и пестрый толстолобик, карп) и сиговых (пелядь, сиг) на разных этапах развития в контролируемых условиях показало, что личинки каждой группы проявляют как сходные, так и специфические требования к факторам среды и характеру питания.

2. Световые условия (интенсивность света и спектральный состав) на этапе эндогенного питания являются определяющими факторами поведения личинок всех изученных видов рыб, проявляющих в этот период жизни положительный фототаксис. На последующих (II-IV) этапах постэмбрионального развития ведущим в поведении молодого толстолобика становится температурный фактор, а для пеляди сохраняется важная роль световых условий.

3. Установлено, что у личинок пеляди зрение является основной сенсорной системой, обеспечивающей потребление частиц искусственного корма, они не могут питаться в темноте, поэтому выращивание их в условиях слабого освещения приводит к задержке роста и, в конечном счете, к гибели.

Выявлено, что личинки толстолобиков способны питаться в полной темноте, но их поисковая способность при этом ограничена, поэтому темп роста и жизнеспособность в этих условиях у них понижены.

Повышение интенсивности освещения от 100 до 1000 лк ускоряет темп роста личинок пеляди (до 25%), но практически не влияет на темп роста личинок белого толстолобика. Переменные световые режимы (свет-темнота в разных вариациях) не показали преимуществ перед постоянным освещением той же интенсивности при выращивании личинок обоих видов.

4. Установлено, что не только интенсивность и режим освещения, но и спектральный состав света оказывает влияние на рост, жизнеспособность и поведение личинок всех изученных видов, начиная со II этапа развития. Избираемый в фотоградиенте световой режим является наиболее благоприятным для роста и выживаемости личинок. Избирание в фотоградиенте и благоприятное воздействие на рост и жизнеспособность света с преобладанием излучения в коротковолновой (сине-зеленой, 495-540 нм) области и, наоборот, избегание и неблагоприятное воздействие длинноволнового (красно-оранжевого, 575-615 нм) света являются общей реакцией для личинок всех изученных видов. Отличительным признаком личинок толстолобиков от пеляди является их индифферентное отношение к желтому свету. Эффект спектрального состава света обусловлен не только его физиологическим действием, но и разной контрастностью частиц корма в том или ином свете.

5. Установлено, что как для холодолюбивой пеляди, так и теплолюбивых толстолобиков максимальные темп роста и выживаемость достигаются, как правило, при температурных режимах, укладывающихся в диапазон избираемых ими температур в термоградиентных условиях. В частности, для личинок пеляди он ограничен значениями 17-20°C, а для личинок толстолобиков - 31-33°C.

Для личинок пеляди обнаружена точка на шкале температурной толерантности (около 20°C), превышение значений которой резко снижает выживаемость основной части личинок, но продолжает стимулировать рост наиболее термоустойчивых.

При низкой питательной ценности стартового корма проявляется энергосберегающий эффект низких температур для личинок палуды (16–18°), что обеспечивает более высокую их сохранность.

6. Повышение плотности посадки от 100 до 175 и 275 шт/л при одновременном пропорциональном усилении проточности вызывает снижение конечной средней массы личинок (на 8 и 19%), но увеличение общей биомассы личинок в единице объема к концу 15-суточного возраста на 58 и 120%, соответственно. Допустимая нагрузка при водообмене 4,1 объема в час составляет 4,5–5 г биомассы личинок/л.

7. Показано, что режим кормления существенно влияет на результаты выращивания рыб.

Круглосуточное (автоматическое) кормление (120 раз/час.) при постоянном освещении способствует ускорению роста личинок, что приводит к увеличению биомассы в единице объема в 1,8–2,0 раза.

Аналогичное влияние оказывает одновременный перевод при кормлении на размерную фракцию корма, соответствующую размеру личинок.

8. Испытание различных источников белка в составе стартовых комбикормов показало, что их эффективность может быть существенно повышена за счет включения растворимых и нерастворимых белковых соединений подпрессового бульона, получаемого при производстве рыбной муки, а также за счет частичной или полной замены рыбной муки на крилевую.

Положительное влияние на рост и выживаемость личинок карпа оказывает введение в стартовые комбикорма новых компонентов – муки из лекарственной ромашки (до 10%) или шрота и экстрактов из соответствующего количества травы. Выживаемость личинок рыб может быть повышена за счет добавления в стартовые комбикорма или непосредственно в воду бактерицидных или бактериостатических веществ.

9. Показано, что оптимальный уровень общих липидов в стартовых кормах для личинок белого толстолобика составляет около 4%, для личинок карпа – 5–6%.

Исходный уровень общих липидов в стартовых кормах для пеллери при уровне протеина 42% должен составлять 10%, при 47% – 12% и при 52% – 14%. Избыток высококачественных липидов (до 16–22%) не влияет отрицательно на усвоение других питательных кормов и на

рост личинок.

Ю. Установлены видовые особенности некоторых показателей биохимического статуса организма личинок пеляди и пестрого толстолобика, которые могут служить дополнительными тестами при оценке эффективности и качества стартовых кормов и их изменения в связи с ростом и условиями питания.

II. Экономическая эффективность заводского подращивания личинок с использованием стартовых комбикормов подтверждена результатами научно-хозяйственных опытов, проведенных на опытно - производственной базе ВНИИР Московской области, рыбосовхозах "Рассвет" Ставропольского края и "Ергенинский" Волгоградской области и рыбопитомнике "Добровский" Липецкой области. Величина экономического эффекта зависит от базовой технологии выращивания сеголетков, принятой в хозяйстве.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Достаточный уровень освещенности при заводском выращивании личинок толстолобиков и пеляди составляет 100 лк; в спектральном составе света должно преобладать излучение в коротковолновой части видимого света.

В первые дни выращивания следует дополнительно освещать кормовое место для приучения личинок к искусственному корму, используя их положительный фототаксис.

2. При заводском выращивании температура воды для личинок пеляди должна поддерживаться на уровне 17-20°C, для личинок толстолобика - 31-33°C.

3. При выборе плотности посадки личинок следует исходить из возможности поддержания на оптимальном уровне водообмена; последний должен равняться 0,7-0,9 л/г массы личинок/час; если содержание растворенного в воде кислорода составляет не менее 6мг/л.

4. При использовании стартовых комбикормов обязательным является круглосуточное автоматическое (не менее 4 раз в час) кормление и своевременный переход на фракцию корма, соответствующую размеру личинок рыб.

5. С целью повышения эффективности стартовых комбикормов рекомендуется заменять в их составе рыбную муку белковыми соединениями подпрессовых рыбных бульонов или беспанцирной крилевоушной мукой; контролировать содержание общих липидов и поддерживать его

на уровне оптимальных значений; использовать комбикорма с минимальным сроком хранения.

6. При использовании динамики показателей цитоструктуры печени как теста биологической полноценности стартовых комбикормов необходимо учитывать изменения структурных компонентов, связанные со стадией развития личинок.

7. Наши данные об оптимальных параметрах среды на разных стадиях развития личинок, а также о динамике биохимического состава их тела могут быть использованы в качестве справочного материала в экспериментальной работе по рыбоводству и в преподавательском процессе.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Раденко В.Н. При каких плотностях подрачивать личинок // Ж "РиР", 1981, № 1: М., "Колос", С.7-8.

2. Раденко В.Н. Стартовый корм для толстолобика // Ж "РиР", 1982, № 2, М., "Колос", С.12.

3. Раденко В.Н. Подрачивание личинок карпа, пелчира и пеляди с использованием микрокапсулированных стартовых кормов // Мат. респ.науч.-практ. конф. "Внедрение интенсивных форм ведения рыбного хозяйства внутренних водоемов УССР" Киев, "Наукова Думка", 1982, С.17-18.

4. Раденко В.Н. Микрокапсулированный корм для подрачивания личинок прудовых рыб // Листовка ВДНХ, 1983, МСХ СССР.

5. Раденко В.Н., Терентьев П.В., Филиппов М.Л. Микрокапсулированный стартовый корм // Ж."РиР", 1983, № 8, М., "Колос", С. 8-9.

6. Раденко В.Н., Терентьев П.В., Филиппов М.Л. Подрачивание личинок пеляди и пелчира с использованием естественных и искусственных стартовых кормов.// В сб.науч.трудов ГОСНИОРХ "Промышленным гибридизация рыб" Л., 1983, С.49-54.

7. Раденко В.Н., Аллиев И.А. Искусственные стартовые корма в подрачивании личинок растительноядных рыб // В сб. "Биологические основы и производственный опыт рыбохозяйственного и мелиоративного использования дикорастущих растительноядных рыб" Мат. сб.науч.трудов ГОСНИОРХ "Промышленным гибридизация рыб" Л., 1983, С.15-16.

8. Раденко В.Н. Подращиванием личинок можно управлять // Ж. "Рыб", 1984, № 4, М., "Колос", С.7-8.

9. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Подращивание личинок пеляди с использованием различных стартовых кормов при различных температурных режимах // В сб. "Совершенствование биотехники в прудовом рыбоводстве", 1985, М., ТСХА, С.114-120.

10. Солодовник В.Д., Мешкова Т.А., Раденко В.Н. и др. Способ защиты порошковых кормовых концентратов // АС СССР № 1133707 от 30 июня 1983.

11. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Влияние различной освещенности и спектрального состава света на эффективность выращивания личинок пеляди // Мат. У съезда ВГБО Тольятти, 15-19 сентября 1986, С.132-133.

12. Раденко В.Н. Некоторые способы повышения эффективности стартовых кормов при выращивании личинок растительноядных рыб // В сб. Мат. Всес. координац. совещ. по науч.-техн. прогрессу в рыбоводстве Госагропрома СССР, 12-14 марта 1986, М., С.49-51.

13. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Биологическое обоснование оптимальности основных технологических режимов при подращивании личинок пеляди индустриальным способом // В сб. Мат. Всес. координац. совещ. по науч.-техн. прогрессу в рыбоводстве Госагропрома СССР, 12-14 марта 1986, М., С.57-59.

14. Раденко В.Н., Терентьев П.В., Радищева О.Л. Биологическое обоснование температурного режима при заводском подращивании личинок пеляди // Ж. "Сельскохозяйственная биология", 1988, № 3, С.35-42.

15. Раденко В.Н. Влияние температуры воды на эффективность использования белым толстолобиком стартовых комбикормов с различным содержанием жира // Мат. Всес. совещ. по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах. Окт. 1989, п.Рыбное, Моск. обл., С.56.

16. Мотлох Н.Н., Радищева О.Л., Раденко В.Н. Изменения цитоструктуры печени личинок пестрого толстолобика в процессе их роста на разных кормах // Ж. "Вопросы ихтиологии", 1991, вып. 3, С.270-281.

17. Раденко В.Н., Мотлох Н.Н., Медведев В.И. Кирнокислотный состав липидов личинок пеляди (*Coregonus peled* Gmelin) и пестрого толстолобика (*Aristichthys nobilis* Rich.) выращен-

ных на различных кормах // Рук. доп. в ВНИСРХ, 25.01.89, №996-рх 89. 27 с.

18. Мотлох Н.Н., Радищева О.Л., Раденко В.Н. Цитоструктура печени личинок рыб в зависимости от их длины при выращивании на различных кормах // Сб. науч. трудов ВНИИРХ, 1987, вып. 59, С.107-112.

19. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Влияние различных световых режимов на эффективность заводского выращивания личинок пеляди // Сб. Биология сиговых рыб. М., Наука, 1988, С.216-225.

20. Раденко В.Н., Алимов И.А. Некоторые аспекты заводского подращивания личинок растительноядных рыб // Сб. научных трудов ВНИИР. Повышение эффективности рыбоводства на водоемах сельскохозяйственного назначения. Дубровицы, 1988, С.63-74.

21. Раденко В.Н., Терентьев П.В., Филиппов М.Л. Два методических подхода к расчету норм кормления личинок рыб при заводском подращивании // Сб. научных трудов ВНИИР. Повышение эффективности рыбоводства на водоемах сельскохозяйственного назначения. Дубровицы, 1988, С. 78-84.

22. Раденко В.Н. Рекомендации по заводскому подращиванию личинок карповых рыб и пеляди с использованием стартовых комбикормов // Госагропром СССР, Утв. Отделом по производству и переработке продукции животноводства, 1988, М., 38 с.

23. Раденко В.Н., Алимов И.А. Значение температуры и света для роста и выживаемости личинок белого толстолобика // В. Вопросы ихтиологии, 1991, т. 31, вып. 4, С.655-664.

24. Раденко В.Н., Алимов И.А. Эффективность использования личинками карповых рыб стартовых комбикормов с различным содержанием липидов // Сб. научных трудов ВНИИР, "Рыбохозяйственное освоение водоемов комплексного назначения", М., 1990, С.94-102.

25. Раденко В.Н., Алимов И.А. Влияние температуры воды на эффективность использования белым толстолобиком стартовых комбикормов с различным содержанием жира // Мат. Всес. совещ. по новым аспектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах. (Окт. 1983, п.Рязань, "оск. обл."), М., 1989, С.59.

26. Алимов И.А., Раденко В.Н. Терм- и фотопериодичность личино-гестационного толстолобика // Сб. научных трудов ВНИИР, "Рыбохозяйственное освоение водоемов комплексного назначения", М., 1990, С.9 - 12.

27. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Влияние температуры воды на эффективность использования личинками пеляди стартовых комбикормов с различным содержанием липидов // Мат. IV Всес. совещ. по рыбхоз. использованию теплых вод (окт. 1990, г. Курчатов, Курской обл.), М., 1990, С.152-153.

28. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Рост и выживаемость личинок пеляди (*Coregonus peled*) при разном уровне липидов в комбикормах // Известия ТСХА, 1993, вып. I, С.137-143.

29. Раденко В.Н. О потребности личинок рыб в витаминах // ВНИИТЭИ информ. пакет, 1993, вып. I, С.23-31.

30. Раденко В.Н., Радищева О.Л. Влияние добавок поваренной и морской соли на рост и выживаемость личинок карпа // ВНИИТЭИ информ. пакет, 1993, вып. 3, С.10-15.

31. Раденко В.Н., Терентьев П.В. Эффективность включения новых компонентов в стартовые комбикорма для сиговых рыб // Ресурсосберегающие технологии в рыбоводстве. Сб. науч. трудов, М., Изд-во МСХА, 1993, С.72-79.

32. Раденко В.Н., Радищева О.Л., Алимов И.А. Влияние добавок метиленовой сини в стартовые комбикорма на эффективность заводского выращивания личинок карповых рыб // Ж. "Рыбоводство и рыболовство", 1994, № 5, в печати.

33. Раденко В.Н., Радищева О.Л. Способ приготовления корма для молоди карповых рыб // АС СССР № 1839300, Заявка № 4837464 от 12 марта 1990 г.

34. Раденко В.Н., Радищева О.Л. Лекарственные травы в составе стартовых комбикормов // Ж. "Рыбоводство и рыболовство", 1994, № 5, в печати.

35. Раденко В.Н. Воздействие протеина и липидов на рост и выживаемость личинок пеляди // 1994, Вестник Российской академии с/х наук, № 3 С.55-57.

36. Раденко В.Н., Алимов И.А. Результаты испытания белково-липидного концентрата в качестве компонента стартовых комбикормов для личинок карпа // 1994, Известия ТСХА, вып. I, С.197-204.

Объем 2 ¹ / ₂ п л	Тираж 100	Зак 1516
---	-----------	----------

Типография Московской с-х академии им К А Тимирязева
127550, Москва И 550, Тимирязевская ул, 44

