

A-31086

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

На правах рукописи

АЛИМОВ Игорь Анатольевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗАВОДСКОГО ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК
КАРПОВЫХ РЫБ**

Специальность 06.02.04 — частная зоотехния, технология
производства продуктов животноводства

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

МОСКВА 1994

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте ирригационного рыболовства

Научный руководитель — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник **В. Н. Раденко**.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Ю. А. Привезенцев**; кандидат сельскохозяйственных наук **Е. В. Липпо**

Ведущее предприятие: Всероссийский научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства

Защита диссертации состоится _____ г.

199__ г в _____ часов на заседании специализированного совета Д 120/35/05 в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева

Адрес: 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49. Ученый совет ТСХА

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ТСХА

Автореферат разослан _____ г. 199__ г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат сельскохозяйственных наук
доцент

К. Н. Калинина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одной из основных причин, сдерживающих интенсивное развитие отечественного рыбоводства является недостаток высококачественного рыбопосадочного материала. Во многом, это следствие нарушения и, в определенной степени, несовершенства применяемых технологий выращивания молоди, и в том числе личинок.

В настоящее время альтернативой традиционному прудовому подращиванию является сравнительно новый способ подращивания личинок карповых рыб в управляемых (заводских) условиях (Канидьев и др., 1984; Dabrowski et al., 1984; Панов, Чертихин, 1987; и др.), который предусматривает контроль и поддержание оптимальных параметров среды и условий питания личинок.

Однако, сведений о них далеко не достаточно для успеха в заводском подращивании, несмотря на значительное число работ, посвященных данной проблеме (Баранова, 1979; Бретт, 1983; Власов, 1985; Константинов и др., 1990; Zentaus, 1984; Mecke, 1985; Nasan, Macintosh, 1993 и др.). Так, мало исследовано влияние световых условий на темп роста и жизнеспособность личинок карповых рыб, недостаточно изучено влияние температуры на эффективность утилизации кормов, различающихся по содержанию липидов в них. Но, наиболее важным, определяющим элементом заводского подращивания, на наш взгляд, является кормление личинок. Причем, в связи с низкой эффективностью процесса культивирования или отлова живой пищи, весьма актуальна проблема замены ее сухими комбикормами. Несмотря на то, что она принципиально решена для личинок карповых рыб (Дементьев, Скляр, 1980; Остроумова и др., 1984; Канидьев и др., 1984; Dabrowski, 1984; Bergot et al., 1986), многочисленные публикации свидетельствуют о том, что стартовые комбикорма пока уступают по своей эффективности живым кормам и, в лучшем случае, обеспечивают лишь удовлетворительные результаты.

Цель и задачи исследований. Цель исследований - оценка влияния отдельных факторов среды и питания на темп роста и

выживаемость личинок карповых (кара, толстолобика) рыб и совершенствование на этой основе заводского метода их подращивания.

Задачи исследований:

- провести сравнительную оценку роста и выживаемости личинок различных видов карповых рыб при заводском подращивании;
- изучить влияние температурных условий на рост, выживаемость личинок;
- оценить значение различных световых режимов при заводском подращивании;
- определить оптимальный уровень липидов в стартовых комбикормах для карпа и белого толстолобика;
- провести исследования по совершенствованию протеинового питания личинок карповых рыб;
- установить влияние процесса микрокапсулирования стартовых кормов на эффективность заводского подращивания.

Научная новизна. Впервые изучена фотоизбирательность (по интенсивности и спектральному составу) личинок белого толстолобика на I-IV этапах развития и после предварительной адаптации к различным световым условиям. Установлено, что достаточный уровень освещенности составляет примерно 100 лк, переменные световые режимы не имеют преимуществ перед постоянным круглосуточным освещением; а наиболее благоприятен для личинок свет с преобладанием коротковолнового освещения.

Впервые изучена термоизбирательность личинок белого толстолобика на I-IV этапах развития и после предварительной адаптации к различным температурным условиям; выявлено, что максимальные темп роста и выживаемость могут быть достигнуты при температурных режимах, находящихся в диапазоне избираемых ими температур в термоградиентных условиях.

Показано, что повышение температуры воды улучшает утилизацию комбикормов с более высоким содержанием липидов, чем с более низким.

Определен оптимальный уровень липидов в стартовых комбикормах для карпа и белого толстолобика.

Дана оценка некоторых новых источников белка в качестве компонентов стартовых комбикормов; показано, что белково-липидный концентрат из подпрессового рыбного бульона и беспанирная крилевая мука могут полностью или частично заменять рыбную муку и повышать питательную ценность комбикорма.

Показано, что некоторые способы капсулирования стартовых комбикормов повышают водостойкость кормовых частиц и эффективность заводского подраживания в целом.

Практическая значимость. 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 рыб.

Апробация работ. Результаты научных исследований, составляющих основу диссертации, были доложены и обсуждены на ежегодных отчетных сессиях Ученого совета Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства (Московская обл., 1983-1991), ежегодных координационных совещаниях по решению отраслевых научно-технических заданий (1983-1990), на Всесоюзной конференции молодых ученых "Методы интенсификации прудового рыбоводства" (п.Рыбное, 1984), на II-ом совещании по рыбохозяйственному освоению растительных рыб (г.Кишинев, 1988), на Всесоюзном совещании по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах (п.Рыбное, Московской области, 1989), на IV Всесоюзном совещании по рыбохозяйственному использованию теплых вод (Курчатов, Курской области, 1990).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 139 страницах машинописного текста, иллюстрирована 35 табли-

пами. Состоит из введения, обзора литературы, материалов и методики, 6 разделов собственных исследований, заключения, выводов, практических предложений и приложений. Список цитируемых литературных источников включает 173 наименования, в т.ч. на иностранных языках 67.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в период с 1983 по 1991 г.г. в ряде рыбодонных хозяйств (рыбосовхоз "Рассвет" Ставропольского края, рыбосовхоз "Ергенинский" Волгоградской области, рыбопитомник "Добровский" Липецкой области) и на экспериментально-производственной базе (ЭПБ) ВНИИР (Московская область).

Общая схема исследований приведена на рис. 1.

Основными объектами исследований служили личинки карпа *Cyprinus carpio* L. и белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* Val. В отдельных опытах были использованы личинки пестрого толстолобика *Aristichthys nobilis* Rich., белого амура *Steopharungodon idella* Val. и гибридов толстолобиков. Эксперименты с ними начинали с этапа смешанного питания, т.е. с начала потребления внешней пищи.

Все исследования проводили в цехах подращивания рыбодонных хозяйств, с водоподачей из прудов-отстойников.

Емкостями для подращивания служили 200-литровые аппараты ВНИИРХ, а также модельные 40-литровые емкости (соотношение длины, ширины и глубины 4:2:1). При производственных испытаниях использовали стеклопластиковые лотки (Ейского судоремонтного завода), а также бассейны ИЦА-2А и ЦЛ-1.

Гидрохимический режим поддерживали на уровне нормативных значений для личинок карповых рыб.

Во всех экспериментах была принята единая плотность посадки - 100 шт./л.

Раздачу корма осуществляли автоматически. Продолжительность подращивания составляла 14 суток.

Термо- и фотоизбирательность личинок изучали в лотке длиной 4,5 м, шириной 0,2 м и глубиной 0,15 м. Диапазон температур устанавливали от 18 до 35°C; уровень освещенности - от

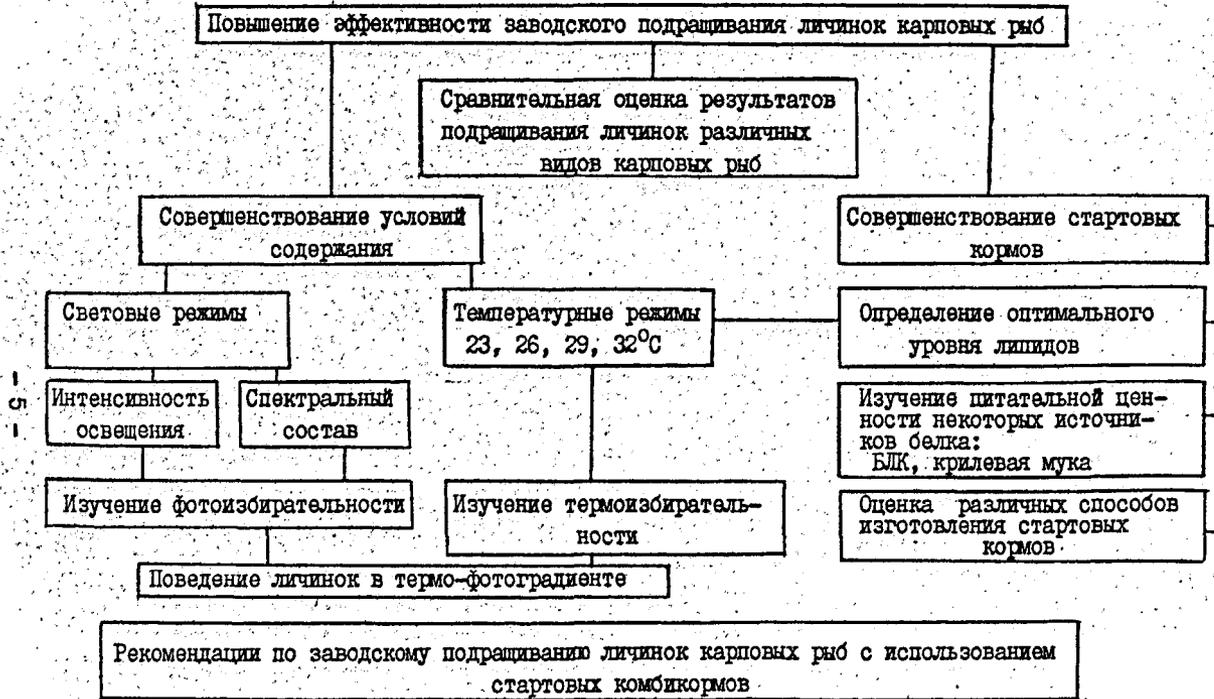


Рис. I Общая схема исследований.

темноты до 1000 лк, а различное (по спектральному составу) освещение — от фиолетового до красного (от 430 до 700 нм).

Опытные корма изготавливали на пилотной установке во ВНИИР. Для обезжиривания компонентов использовали гексан, петролейный эфир. Для изготовления кормов с различным уровнем липидов использовали стабилизированный конолом рыбий жир.

При проведении исследований, направленных на совершенствование протеинового питания предметами исследований были белково-липидный концентрат (БЛК), полученный методом ультрафильтрации из подпрессового рыбного бульона — отхода при производстве рыбной муки и беспанцирная крылевая мука. Эти компоненты были нами получены из ВНИРО.

В разделе исследований, направленных на совершенствование технологии изготовления стартовых комбикормов методом микрокапсулирования проводили оценку кормов, изготовленных:

- методом коагуляции природного связующего в неполярной среде (Солодовник и др., 1983);
- методом рапылительной сушки в псевдоожиженном слое;
- методом экструзии с покрытием.

По завершении периода подращивания определяли выживаемость, среднюю массу и биомассу личинок в единице объема и затраты корма.

Среднюю массу личинок определяли взвешиванием 100 случайно отобранных из каждого варианта личинок индивидуально, на торсионных весах.

Биомассу личинок в единице объема определяли как произведение средней массы, начальной плотности посадки и выживаемости.

Этапы развития личинок определяли по Р.Я.Брагинской (1961), растительноядных рыб — С.Г.Соину (1963).

Определение содержания сухого вещества, сухого протеина, сырого жира, сырой золы в компонентах и теле личинок осуществляли общепринятыми методами (Аликаев и др., 1967).

Общие липиды определяли по Фолчу (Folch et al., 1957), гидрохимический режим — общепринятыми методами (Привезенцев, 1973).

Статистические данные обрабатывались по Н.А.Плохинскому

(1980).

В процессе выполнения работы проведено 18 опытов по подращиванию личинок карпа и растительноядных рыб, с общим числом вариантов - 206, 48 опытов по термо- и фотоизбирательности, взвешено и измерено 10540 личинок, проанализировано 670 проб воды, 240 - кормов и 180 проб тела личинок на химический состав.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнительная оценка роста и выживаемости личинок карповых рыб при заводском подращивании

Для проведения сравнительной оценки эффективности подращивания личинок различных видов карповых рыб использовался один и тот же стартовый комбикорм, содержание сырого протеина в котором составляло 53,0%, жира - 4,4%, углеводов - 28%, золы - 8,0%, клетчатки - 0,6%, влаги - 6,0%.

Для устранения влияния индивидуальных особенностей производителей, личинок каждого вида отбирали от 8 самок.

Было установлено, что на один и тот же стартовый корм личинки различных видов растительноядных рыб и карпа отзывались неодинаково (табл. I).

Таблица I

Результаты подращивания личинок различных видов карповых рыб

| Вид личинок | Средняя масса мг | Выживаемость, % | Биомасса г/м ³ | Затраты корма, |
|---|---------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| Белый амур | 23,11 ± 0,86 | 92,3 | 2132,1 | 1,55 |
| Белый толстолоб. | 10,50 ± 1,02 | 61,9 | 649,9 | 2,04 |
| Пестрый толстол. | 17,12 ± 0,60 | 97,0 | 1658,7 | 1,82 |
| Гибрид пестрого (♀) х белого (♂) толс- толобиков | 21,03 ± 0,74 | 98,2 | 2062,2 | 1,60 |
| Гибрид белого (♀) х пестрого (♂) толс- столобиков | 11,21 ± 0,66 | 97,5 | 1092,0 | 1,89 |
| Карп | 25,40 ± 1,83 | 97,0 | 2463,8 | 1,42 |

Лучшие результаты были получены при подращивании личинок карпа и белого амура. Личинки пестрого толстолобика росли достоверно ($P < 0,001$) лучше чем белого, но уступали гибридам пестрого (φ) и белого (σ^{φ}) толстолобиков. Наиболее сложным объектом при подращивании оказался белый толстолобик и близкий к нему гибрид белого (φ) и пестрого (σ^{φ}) толстолобика, результаты по которым были достоверно ($P < 0,001$) ниже по сравнению с другими видами.

Полученные данные свидетельствуют о том, что потребность в питательных веществах личинок различных карповых и, в частности, растительноядных рыб и, особенно белого толстолобика, неидентична карпу. При этом следует иметь в виду, что белый толстолобик является одним из наиболее важных объектов поликультуры для большинства рыбоводных зон страны. Поэтому для достижения хороших результатов необходима разработка специальных стартовых кормов, отвечающих специфическим потребностям данного вида.

Влияние температурных условий на рост и выживаемость личинок белого толстолобика при заводском подращивании. Термонезбирательность.

Влияние температурных условий на жизнедеятельность личинок рыб изучали с разных позиций. С одной стороны, определяли предпочитаемые (избираемые) личинками на разных этапах развития температуры в условиях термоградиента. С другой стороны, изучали влияние различных температурных режимов на эффективность заводского подращивания в связи с характером и питательной ценностью корма (зоопланктон или сухой комбикорм). И с третьей стороны определяли, влияет ли температура адаптации (выращивания) на избираемые в термоградиенте температуры.

Подращивание личинок осуществляли при четырех температурных режимах: 23, 26, 29 и 32°C.

Было установлено, что отношение личинок белого толстолобика к температуре от I до IV этапа развития изменяется. Личинки белого толстолобика с нерассосавшимся желточным мешком (возраст 5 суток, I этап развития), помещенные в термо-

градиент, в зону 24° (температура выдерживания) после часовой экспозиции перемещались в сторону более высокой температуры, образуя плотное скопление, в центре которого температура воды была 31°C, а по краям отклонялась не более чем на 0,5°C. В дальнейшем на II-IV этапах развития (возраст 8-14 суток), личинки в целом избирали более высокие температуры (до 33,5°C), при этом их скопления не были столь плотными (в пределах 1°C). С возрастом, от 5 до 14 суток, верхняя граница избираемых температур сдвигалась до 33,5°C, при этом была отмечена тенденция к тому, что с повышением температуры адаптации (выращивания) от 23 до 32°C повышается избираемая температура в пределах 0,5 - 1,0°C.

Результаты экспериментов по термоизбирательности личинок белого толстолобика согласуются с результатами подращивания.

В диапазоне изученных температур (23-32°C), в целом, было установлено стимулирующее влияние повышения температуры на эффективность подращивания личинок белого толстолобика (табл. 2).

Установлено, что характер зависимости роста от температуры при использовании комбикорма иной, чем при использовании живого корма. Средняя масса личинок, получавших стартовый комбикорм и выращиваемых при 29° была достоверно выше чем при 23 и 26°C (при $P < 0,05$). Но дальнейшее повышение температуры до 32°C не вызвало существенного изменения изучаемых показателей, хотя и имела место тенденция к некоторому увеличению длины тела личинок при одновременном, очень незначительном снижении массы, что свидетельствует о снижении упитанности личинок при более высокой температуре.

При использовании живого корма - зоопланктона, достигнуты в целом более высокие показатели средней массы, в аналогичных температурных условиях и гораздо более сильное влияние температуры на темп роста личинок во всем диапазоне изучаемых температур 23-32°C.

Проведенные исследования позволили получить данные, интересные как в теоретическом, так и в практическом плане. Подтверждено, что в большинстве случаев, избираемые личинками температурные условия, являются также оптимальными с точки зрения рыбоводных результатов. При этом степень влия-

Таблица 2

Влияние температуры воды и вида корма на эффективность заводского подраживания личинок белого толстолобика

| Температура выращивания, °С | Вид корма | Средняя масса, мг | Общая длина, мм | Выживаемость, % | Биомасса, г/м ³ | Затраты корма |
|-----------------------------|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| 23 | Комбикорм | 10,04 ± 0,85 | 11,20 ± 0,92 | 95,5 | 958,8 | 1,64 |
| | Зоопланктон | 14,16 ± 1,25 | 12,34 ± 0,31 | 90,3 | 1278,4 | - |
| 26 | Комбикорм | 11,18 ± 0,24 | 11,34 ± 0,81 | 97,3 | 1087,8 | 1,47 |
| | Зоопланктон | 29,76 ± 4,72 | 14,08 ± 0,30 | 88,3 | 2627,8 | - |
| 29 | Комбикорм | 13,48 ± 1,12 | 11,54 ± 0,55 | 91,0 | 1226,7 | 1,28 |
| | Зоопланктон | 37,56 ± 2,69 | 15,89 ± 0,58 | 86,5 | 3248,9 | - |
| 32 | Комбикорм | 13,42 ± 0,75 | 12,16 ± 0,35 | 87,0 | 1167,5 | 1,35 |
| | Зоопланктон | 48,66 ± 2,73 | 17,37 ± 0,55 | 86,5 | 4209,0 | - |

ния температурного фактора зависит от питательной ценности потребляемого личинками корма.

Оценка значения различных световых режимов
при заводском подраживании личинок белого
толстолобика

Для проведения оценки различных световых режимов при подраживании личинок белого толстолобика было изучено влияние круглосуточного освещения интенсивностью 100, 300, 600 и 1000 лк, а также полной темноты и переменного режима 12 час. свет - 12 час. темнота. При освещенности 100 лк было также испытано различное по спектральному составу освещение с преобладанием излучения в определенной части спектра, красное - 700 нм, желтое - 580, зеленое - 510, синее - 470 нм.

В возрасте 5, 8, 11 и 14 суток (I-IV этап развития) изучали фотозбирательность в зависимости от уровня освещенности и спектрального состава света в период адаптации (подраживания).

Было установлено, что 5-суточные личинки белого толстолобика, помещенные в фотоградиент по интенсивности освещения, проявляли ярко выраженный положительный фототаксис.

В фотоградиенте по спектральному составу при одинаковой интенсивности освещения (100 лк) личинки относительно равномерно распределялись в зонах с желтым, зеленым и сине-голубым светом.

Как уже отмечалось ранее, в термоградиенте личинки предпочитали зону с температурой воды 31°C. При наложении на термоградиент фотоградиента таким образом, что на зону с температурой 31°C приходилось фиолетовое освещение, личинки переходили в синюю, зеленую и желтую зону, где температура была 28-30°. Аналогичные результаты были получены с красным светом. Следовательно, личинки на I этапе развития избегали красный и фиолетовый цвета, переходя при этом в область более низких температур, чем они предпочитали ранее.

Через три суток после начала подраживания (II этап развития) отношение личинок к свету изменяется. В условиях градиента они располагались в довольно широком диапазоне

освещенности. С возрастом от 8 до 14 суток отмечено повышение нижней границы избираемой освещенности от 150–200 до 400–900 лк и верхней от 400–1000 до 600–1200 лк. При этом чем выше был уровень освещенности при адаптации, тем выше нижняя граница избираемой освещенности, которая была равна или ниже адаптационных значений, и тем выше верхняя граница, которая всегда была выше адаптационных значений, за исключением варианта 1000 лк.

В условиях одинаковой освещенности наибольшее число 8 – 14-суточных личинок предпочитало зону с зеленым освещением, несколько меньше – с синим и еще меньше – с желтым.

Личинки, выращиваемые в красном свете, несколько иначе распределялись в цветоградиенте, но также избегали красную и фиолетовую зону. Исключение из этого составили 14-суточные личинки, выращиваемые при зеленом свете, основная масса которых достигла IV этапа развития, в отличие от личинок из других вариантов, которые к этому возрасту достигли III этапа развития. Они не отдавали предпочтения какому-либо цвету и свободно перемещались вдоль лотка.

Наиболее четкое несовпадение адаптационного и избираемого цвета проявлялось в варианте с красным освещением. Личинки, изымаемые из емкости для подращивания и помещаемые в идентичные условия в градиенте, сразу же покидали красную зону, избирая зеленую, желтую и синюю.

Не было обнаружено какого-либо прямого влияния температуры подращивания на избираемые световые условия (по интенсивности и цвету) личинками белого толстолобика.

При наложении различным образом фотоградиента на термоградиент решающее влияние на поведение личинок на II–IV этапах развития, в отличие от I этапа, оказывала температура воды. При совпадении предпочитаемых личинками цветовых зон (синей, зеленой) с непродвигаемыми температурными условиями они уходили в зону предпочитаемых температур, даже если они совпадали с избегаемым ранее красным цветом. Эта закономерность проявлялась на протяжении всего периода наблюдений для личинок, выращиваемых при любых условиях.

Достоверных различий по влиянию освещенности в диапазоне 100–1000 лк на эффективность заводского подращивания личинок

белого толстолобика не было установлено (табл. 3).

Таблица 3

Результаты подращивания личинок белого толстолобика при различных уровнях и режимах освещения

| Освещенность, лк | Средняя масса, мг | Длина, мм | Выживаемость, % | Биомасса, г/м ³ | Затраты корма |
|------------------|-------------------|------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| Круглосуточно | | | | | |
| 100 | 13,48±1,12 | 11,54±0,55 | 91,0 | 1226,7 | 1,28 |
| 300 | 13,60±0,78 | 11,60±0,36 | 89,5 | 1217,2 | 1,29 |
| 600 | 12,79±0,62 | 11,34±0,22 | 87,3 | 1115,9 | 1,41 |
| 1000 | 14,93±0,94 | 11,59±0,24 | 90,8 | 1354,9 | 1,26 |
| Темнота | 9,48±1,31 | 10,69±0,30 | 32,5 | 308,1 | 5,12 |
| 12 час. 100 | 10,04±1,27 | 10,96±0,27 | 37,8 | 358,9 | 4,84 |

Но было выяснено, что длительность светового дня оказывает существенное влияние на эффективность подращивания. Круглосуточное освещение было более эффективным по сравнению с переменным световым режимом и, особенно, по сравнению с темнотой.

При сопоставлении различного по спектральному составу освещения, установлено отрицательное воздействие красного и желтого света на рост и на выживаемость личинок (табл.4).

Таблица 4

Влияние спектрального состава освещения на результаты подращивания личинок белого толстолобика

| Световой режим | Средняя масса, мг | Длина, мм | Выживаемость, % | Биомасса, г/м ³ | Затраты корма |
|----------------|-------------------|------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| Белый | 13,48±1,12 | 11,54±0,55 | 91,0 | 1226,7 | 1,28 |
| Красный | 12,24±2,34 | 11,18±0,45 | 56,5 | 681,6 | 2,27 |
| Желтый | 12,28±1,72 | 11,23±0,34 | 60,8 | 746,0 | 2,11 |
| Зеленый | 14,60±1,78 | 11,75±0,33 | 86,5 | 1262,9 | 1,25 |
| Синий | 13,80±1,62 | 11,80±0,35 | 85,4 | 1178,1 | 1,34 |

В большей степени негативный эффект связан со снижением выживаемости личинок, чем их темпом роста. По сравнению с лучшим вариантом (зеленый свет) снижение биомассы при красном свете составило 46%, а при желтом - 40,9%. Средняя масса и выживаемость при красном свете были ниже на 16,1 и 36,4%, а при желтом - на 17 и 29,7%, соответственно. Белый и синий свет показали несколько худшие результаты, чем зеленый, но различия между ними были не достоверны.

Условия освещенности являются одним из важных факторов, влияющих на эффективность подращивания личинок. Результаты наших исследований позволяют сделать вывод, что избираемые личинками световые условия являются также и наиболее эффективными при выращивании личинок. Наиболее четко это проявляется в вариантах с зеленым, синим и красным цветом. Совершенно определенное избегание личинками красной зоны фотоградиента не случайно. Этот тип освещения наименее эффективен при выращивании личинок. Зеленый и синий цвета, предпочитаемые личинками, позволяют получить наилучшие результаты при подращивании. Противоречат общей закономерности данные о желтом цвете. Несмотря на то, что во всех модельных опытах часть личинок избирала желтую зону, результаты выращивания в желтом свете были неудовлетворительными и близки к таковым при красном свете. Влияние интенсивности освещения не столь существенно для личинок белого толстолобика, которые практически одинаково растут в довольно широком диапазоне освещенности от 100 до 1000 лк, хотя и предпочитают условия, более близкие к верхнему значению изучаемого показателя.

Влияние уровня липидов в стартовых комбикормах на эффективность заводского подращивания и биохимический состав тела личинок карповых рыб

В двух сериях опытов по данному разделу исследований в качестве базовой была использована рецептура стартового комбикорма РК-С (Канидзев и др., 1985). В контрольном варианте при изготовлении корма использованы стандартные компоненты и, в него не добавляли подсолнечное масло. В состав опытных кормов в I-ой серии опытов вводили рыбную муку предваритель-

но обработанную гексаном (с целью удаления токсичных продуктов распада липидов) и добавляли 4, 8 или 12% стабилизированного свежего рыбьего жира, после чего их суммарное содержание в опытных кормах составило 8, 11,9 и 15,4% соответственно.

Во 2-ой серии опытов при изготовлении опытных кормов предварительно обрабатывали гексаном как рыбную муку, так и эприн, причем в одном из вариантов дважды. При этом, общее содержание липидов в стартовых кормах с использованием данных компонентов составило 4,9 и 4,0%, соответственно. В другие опытные корма добавляли 2, 4, 8% стабилизированного свежего рыбьего жира за счет пшеничной муки и сухого обезжиренного молока, так что суммарное содержание липидов в них составило 6,4, 8,5 и 12,7%, соответственно, а уровень протеина — около 50%.

Испытание кормов в I-ой серии опытов показало, что с увеличением уровня липидов в кормах от 8 до 15,4% достоверно ухудшается темп роста личинок как карпа, так и белого толстолобика. При этом существенно снижается также их выживаемость. Причем, корм, изготовленный на основе необработанной рыбной муки, несмотря на низкое содержание липидов (5,3%) был близок по результатам выращивания к худшим опытным кормам.

Испытание указанных выше опытных кормов при подраживании личинок белого толстолобика в трех разных температурных условиях (26, 29 и 32°) показало, что повышение температуры улучшает степень утилизации всех опытных кормов, особенно наиболее "жирных" (табл. 5).

При изучении биохимического состава тела личинок было установлено, что повышение уровня липидов в стартовых комбикормах приводит к увеличению их содержания в теле личинок при снижении уровня белка.

Во 2-ой серии опытов подтверждены зависимости, установленные ранее, было показано, что наилучшие результаты обес-спечивают корма без добавок рыбьего жира и изготовленные на основе предварительно частично обезжиренных рыбной муки и эприн. При этом, для личинок карпа наиболее подходящим оказался корм с уровнем липидов 4,9%, а для личинок белого толстолобика — 4,0% (табл. 6).

Таблица 5
Влияние уровня липидов в корме на результаты
подращивания личинок белого толстолобика при различной
температуре

| Вид корма, (условные обозначения) | Содержа- ние липи- дов в ко- рме | Средняя мас- са, мг | Выжи- вае- мость, % | Биомас- са, г/м ³ | Затраты корма, г/г |
|---|---|------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 26° | | | | | |
| БР + 4 | 8,0 | 11,18±0,86 | 95,5 | 1068 | 1,64 |
| БР + 8 | 11,9 | 8,92±0,58 | 92,5 | 825 | 1,91 |
| БР + 12 | 15,4 | 6,29±0,90 | 78,5 | 494 | 3,20 |
| Контроль | 5,3 | 9,87±0,51 | 78,3 | 772 | 2,04 |
| Зоопланктон | 2,9 | 26,76±4,72 | 80,5 | 2154 | - |
| 29° | | | | | |
| БР + 4 | 8,0 | 13,48±1,12 | 91,0 | 1226,68 | 1,28 |
| БР + 8 | 11,9 | 11,49±1,59 | 82,5 | 947,93 | 1,66 |
| БР + 12 | 15,4 | 7,82±0,43 | 84,3 | 658,84 | 2,39 |
| Контроль | 5,3 | 11,08±1,14 | 80,5 | 891,94 | 1,77 |
| Зоопланктон | 2,9 | 37,56±2,89 | 86,5 | 3248,94 | - |
| 32° | | | | | |
| БР + 4 | 8,0 | 13,42±0,76 | 87,0 | 1167,54 | 1,35 |
| БР + 8 | 11,9 | 11,77±0,75 | 83,8 | 985,74 | 1,60 |
| БР + 12 | 15,4 | 10,40±0,73 | 75,8 | 787,60 | 2,00 |
| Контроль | 5,3 | 10,42±0,58 | 83,5 | 870,07 | 1,87 |
| Зоопланктон | 2,9 | 48,66±2,73 | 86,5 | 4209,09 | - |

Отметим также, что все опытные корма уступали зоопланктону, содержащему 2,9% общих липидов в пересчете на сухое вещество.

Полученные данные позволяют сделать заключение: что потребность личинок карповых рыб в липидах относительно мала; оптимальный уровень липидов в стартовых кормах для карпа близок к величине - 5%, а для белого толстолобика - 4%.

Таблица 6
 Результаты подраживания личинок карпа и белого толстолобика с использованием кормов с различным уровнем липидов

| Маркировка корма | % липидов | Средняя масса мг | Выживаемость, % | Биомасса, г/м ³ | Затраты корма |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| Карп | | | | | |
| I (контроль) | 8,8 | 15,67±0,70 | 94 | 1473 | 1,63 |
| 2 | 4,0 | 25,19±1,13 | 93 | 2344 | 1,71 |
| 3 | 4,9 | 29,59±1,47 | 95 | 2811 | 1,19 |
| 4 | 6,4 | 23,13±1,17 | 95 | 2197 | 1,20 |
| 5 | 8,5 | 22,50±1,10 | 93 | 2092 | 1,25 |
| 6 | 12,7 | 19,53±0,68 | 93 | 1816 | 1,31 |
| Белый толстолобик | | | | | |
| I (контроль) | 8,8 | 11,68±0,56 | 91 | 1063 | 1,64 |
| 2 | 4,0 | 23,07±1,22 | 95 | 2191 | 1,23 |
| 3 | 4,9 | 21,77±0,99 | 95 | 2068 | 1,39 |
| 4 | 6,4 | 15,55±0,66 | 93 | 1446 | 1,47 |
| 5 | 8,5 | 11,18±0,43 | 93 | 1040 | 1,60 |
| 6 | 12,7 | 10,54±0,26 | 93 | 980 | 1,68 |

Некоторые способы совершенствования протеинового питания личинок карповых рыб

При проведении исследований в направлении совершенствования протеинового питания личинок карповых рыб рассматривали возможность повышения биологической ценности стартовых комбикормов за счет расширения спектра рыбных белков путем частичной или полной замены рыбной муки и эсприна на равноценные, но более дешевые или более эффективные компоненты.

С этой целью в серии из 3-х опытов испытаны белково-липидный концентрат (БЛК) и беспыльная крылевая мука. Оба компонента вводили в состав кормов как в необработанном виде, так и после предварительного обезжиривания. Содержание сырого протеина и общих липидов в БЛК до обработки составляло

56,2 и 36,9%, а после - 71,9 и 15,0, соответственно, а в крилевой муке до обработки - 58,3 и 22,4%, а после - 66,6 и 9,9%, соответственно.

Введение необработанного (жирного) БЛК в дозах 3 и 5% вместо рыбной муки оказало заметное положительное влияние на темп роста личинок, вызвав увеличение конечной биомассы личинок на 29 и 23%, соответственно.

Замена 10% рыбной муки на БЛК оказывала также положительное или нейтральное влияние на результаты подращивания личинок карпа, но замена 20 или 36% (т.е. полная) рыбной муки "жирным" БЛК оказывала явное отрицательное влияние. То есть, в тех случаях, когда в процессе замены уровень липидов в кормах не превышал 6% установлено положительное влияние БЛК, что мы объясняем восполнением спектра рыбных белков за счет утеренных в процессе приготовления рыбной муки.

Это положение было подтверждено при испытании частично обезжиренного БЛК. Замена им рыбной муки во всех случаях была оправдана, но по мере увеличения его дозы от 10 до 36% положительное влияние уменьшалось.

Таблица 7

Результаты подращивания личинок карпа при использовании кормов с крилевой мукой

| Наименование корма | Средняя масса личинок, мг | Выживаемость, % | Биомасса г/м ³ | Затраты корма |
|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|---------------|
| Контроль | 21,03 ± 1,36 | 91 | 1913 | 1,41 |
| 10 ЖКМ | 31,61 ± 1,63 ^{xx} | 83 | 2641 | 1,29 |
| 20 ЖКМ | 25,32 ± 1,98 ^x | 79 | 2000 | 1,40 |
| 36 ЖКМ | 22,71 ± 1,37 | 77 | 1748 | 1,52 |
| 10 ОКМ | 20,14 ± 1,17 | 81 | 1631 | 1,58 |
| 20 ОКМ | 19,60 ± 1,09 | 89 | 1744 | 1,59 |
| 36 ОКМ | 21,38 ± 1,11 | 82 | 1753 | 1,52 |

Примечание: x - достоверно при $P < 0,05$;

xx - достоверно при $P < 0,001$ по сравнению с контролем.

Полная и, особенно, частичная замена рыбной муки на крилевую (ЖКМ) вызвала ускорение темпа роста личинок карпа,

однако частично обезжиренная крилевая мука (ОКМ) была равноценна рыбной (табл. 7). Положительное влияние замены рыбной муки на крилевую можно объяснить присутствием в ней специфических каротиноидов, в основном астаксантина, являющихся биологически активными веществами и обладающих сильной (в 100 раз больше, чем α -токоферол) антиоксидантной активностью (Wataru, 1991).

Таким образом, белково-липидный концентрат может частично заменять в стартовых кормах для личинок карпа рыбную муку, если это не вызывает превышения оптимального уровня липидов, а крилевая мука может заменять рыбную муку как частично, так и полностью.

Микрокапсулирование стартовых кормов как способ повышения эффективности заводского подращивания

В 4-х опытах по подращиванию личинок рыб было установлено, что качество микрокапсулированных комбикормов, изготовленных различными способами очень сильно различается.

Первый, из апробированных нами, способ капсулирования путем диспергирования водной суспензии корма в вазелиновом масле, с последующим отделением масла и отмывкой микрокапсул гексаном, обеспечивал очень хорошую влагуустойчивость гранул (до 2-х час.), высокую сыпучесть, хорошую сохранность питательной ценности корма в течение длительного периода, удовлетворительный рост и высокую выживаемость личинок растительных рыб.

Сопоставление четырех температурных режимов 60, 70, 80 и 90° в процессе капсуляции показало, что наилучший темп роста обеспечивает корм, изготовленный при 90°.

К недостаткам данного способа капсуляции следует отнести его сложность, низкую производительность, пожаро-взрывоопасность и непригодность для приготовления стартовых кормов с высоким уровнем липидов.

Второй из испытанных способов — нанесение полимерного покрытия на кормовую смесь в псевдооживленном слое — оказался не пригодным для изготовления стартовых кормов.

Корма, изготовленные данным способом показали неудовлет-

ворительные результаты в процессе их испытания при подраживании личинок пестрого толстолобика. Микрочастицы обладали слабой влагуостойчивостью и низкой сыпучестью.

Наилучшие результаты получены при испытании кормов, изготовленных методом экструзии через калиброванные под размер частиц стартового корма отверстия (0,3мм) в матрице с дальнейшим высушиванием, дроблением получаемой "вермишели" и покрытием ее оболочкой или без покрытия. Данный метод является предметом разработки ВНИИсинтезбелок и ВНИИ ирригационного рыбоводства. Изготовленные таким образом корма обеспечивали темп роста личинок в два раза более высокий, чем гранулированные (табл. 8).

Таблица 8

Результаты подраживания личинок карпа с использованием микрокапсулированных кормов

| Вид корма | Средняя масса, мг | Выживаемость, % | Биомасса, г/м ³ | Затраты корма |
|---|-------------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| Контроль гранулированный | 26,44±1,26 | 91,0 | 2406 | 1,21 |
| Экструдированный с оттоком асидита | 53,61±2,83 | 87,7 | 4700 | 1,13 |
| Экструдированный с ацетилфталилцеллюлозой | 53,30±2,32 | 89,3 | 4759 | 1,13 |

На основании полученных данных можно рекомендовать данный модифицированный способ экструдирования при производстве микрокапсулированных стартовых кормов для промышленного внедрения.

Биологическая полноценность сеголетков, питавшихся стартовыми комбикормами и промышленное испытание заводского метода подраживания личинок

Биологическая полноценность сеголетков, питавшихся на личиночных этапах развития стартовыми комбикормами подтверждена в опыте, выполненном на ЭПБ ВНИИР. Сеголетки белого толстолобика, питавшиеся в личиночном периоде только старто-

выми кормами не уступали по темпу роста и выживаемости сеголеткам, потреблявшим зоопланктон (табл. 9).

Таблица 9
 Результаты выращивания сеголетков белого толстолобика в опытных прудах

| Опытные пруды | Вид корма при подращивании личинок | Посажено шт. | Выловлено, шт. | Выжи-ваемость, % | Средняя масса, г |
|---------------|------------------------------------|--------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | Зоопланктон | 200 | 196 | 98,0 | 13,71 \pm 2,14 |
| 2 | Зоопланктон | 200 | 197 | 98,5 | 12,92 \pm 2,01 |
| 3 | Стартовый комбикорм | 200 | 200 | 100 | 14,01 \pm 5,23 |
| 4 | Стартовый комбикорм | 200 | 195 | 97,5 | 12,01 \pm 2,83 |

Хотя сеголетки белого толстолобика не достигли нормативной массы, полученные результаты мы расцениваем в целом, как хорошие, учитывая климатические условия Московской области. Причем, следует отметить, что различия по массе, имеющиеся на начало выращивания личинок ("зоопланктонные" личинки были крупнее), в дальнейшем за 70 суток сгладились и сеголетки контрольного и опытного вариантов по средней массе достоверно не различались.

Эффективность заводского подращивания личинок с использованием стартовых комбикормов и биологическая полноценность сеголетков в целом подтверждена в промышленных условиях рыбосовхозов "Рассвет" Ставропольского края и "Ергенинский" Волгоградской области и рыбопитомника "Добровский" Липецкой области. Экономический эффект при внедрении технологии заводского подращивания зависел от базовых технологий выращивания сеголетков, принятых в хозяйстве и составлял в ценах 1990 г. в расчете на 1 млн. подращенных личинок от 1,3 до 18,6 тыс. руб.

ВЫВОДЫ

I. Сравнительная оценка темпа роста и выживаемости личинок карповых рыб (карпа, белого амура и толстолобиков) по-

казала, что наиболее сложным объектом для заводского подрашивания на стартовых комбикормах является белый толстолобик.

2. Изменение уровня освещенности в диапазоне 100-1000 лк не оказывает достоверного влияния на результаты заводского подрашивания личинок белого толстолобика. При этом круглосветное освещение по суммарной оценке, биомассе личинок в единице объема, обеспечивает результаты в 3,4 раза выше, чем переменное (12 час. свет: 12 час. темнота).

3. Спектральный состав света влияет на поведение и темп роста личинок белого толстолобика. Установлено угнетающее воздействие длинноволнового (красного, желтого) и стимулирующее влияние коротковолнового (синий, зеленый) света на темп роста личинок. При этом предпочитаемые в фотоградиенте световые условия являются чаще всего, оптимальными для роста и жизнеспособности личинок.

4. Установлено стимулирующее влияние повышения температуры в диапазоне 23-32° на темп роста личинок белого толстолобика, однако степень влияния температурного фактора в сильной степени снижается при использовании стартовых кормов, обладающих низкой питательной ценностью.

Избираемые личинками в градиенте температурные условия являются оптимальными с точки зрения роста и выживаемости.

5. На I-ом этапе личиночного развития определяющим фактором в поведении личинок белого толстолобика является свет, а на последующих (II-IV) - температура.

6. Оптимальный уровень липидов в стартовых кормах для личинок карпа близок к величине 5%, а для личинок белого толстолобика - 4%. Увеличение содержания липидов приводит к существенному ухудшению результатов.

7. Питательная ценность стартовых кормов для личинок карповых рыб может быть значительно повышена за счет частичной (до 10%) замены рыбной муки белково-липидным концентратом, получаемым из подпрессового рыбного бульона, а также за счет частичной или полной замены ее крилевой мукой.

8. Технология изготовления стартовых комбикормов оказывает влияние на их водостойкость и эффективность с точки зрения роста и выживаемости личинок. Микроэкструдирование со связующими веществами позволяет повысить эффективность стар-

товых кормов в 2 раза по сравнению с гранулированием.

Практические предложения.

1. Достаточный уровень освещенности при заводском подращивании личинок белого толстолобика составлял 100 лк, в спектральном составе света должно преобладать излучение в коротковолновой части видимого света.
2. При заводском подращивании личинок белого толстолобика температура воды должна поддерживаться на уровне 30–32°C.
3. С целью повышения эффективности заводского подращивания с использованием стартовых кормов рекомендуется заменять в их составе рыбную муку белковыми соединениями подпрессовых рыбных бульонов или беспанцирной крилевой мукой, контролировать содержание общих липидов и поддерживать его на уровне оптимальных значений.
4. При изготовлении стартовых кормов в качестве перспективного следует рассматривать метод микроэкструзии со связующими веществами.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Алимов И.А. Сравнительная оценка роста личинок различных видов растительноядных рыб на микрокапсулированном стартовом корме // Методы интенсификации прудового рыбоводства. Тезисы докладов Всесоюзной конференции молодых ученых / ВНИИПРХ-М. 1984, с.57–58.
2. Раденко В.Н., Алимов И.А. Искусственные стартовые корма в подращивании личинок растительноядных рыб // Биологические основы и производственный опыт рыбохозяйственного и мелиоративного использования дальневосточных растительноядных рыб. Тезисы докладов X Всесоюзного совещания по проблемам освоения растительноядных рыб. Славянск. – М. 1984 с.
3. Раденко В.Н., Берзиньш А.А., Афанасьев В.И., Алимов И.А. Некоторые способы повышения эффективности стартовых кормов при выращивании личинок растительноядных рыб // Всесоюзное координационное совещание по научно-техническому прогрессу в рыбководстве Госагропрома СССР. Тезисы докладов. – М. 1986. с.49–51.

4. Раденко В.Н., Мотлох Н.Н., Сирота Н.П., Терентьев П.В., Алимов И.А. Содержание белка, ДНК, РНК в стартовых комбикормах и в подращенных личинках пестрого толстолобика и пеляди // Рукопись депонирована ЦНИИЭИРХ № 892-рх87. 35 стр.

5. Раденко В.Н., Филиппов М.Л., Терентьев П.В., Радищева О.Л., Алимов И.А. Рекомендации по заводскому подращиванию личинок карповых рыб и пеляди с использованием стартовых комбикормов. - 1988, М. Госагропром СССР, 38 с.

6. Раденко В.Н., Алимов И.А. Некоторые аспекты заводского подращивания личинок растительноядных рыб // Повышение эффективности рыбоводства на водоемах сельскохозяйственного назначения: Сб. науч. тр. / ВНИИР - Дубровицы, 1988, с.63-74.

7. Раденко В.Н., Алимов И.А. К вопросу об оптимальности температурного и световых режимов при заводском подращивании личинок пестрого толстолобика // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тезисы докладов II-го совещания г. Кишинев, 1988. М. 1988, с.79-80.

8. Радищева О.Л., Алимов И.А. Изменения цитоструктуры печени личинок толстолобика в связи с характером питания и температурой // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тезисы докладов II-го совещания г. Кишинев 1988 - М. 1988, с.180.

9. Раденко В.Н., Алимов И.А. Влияние температуры воды на эффективность использования белым толстолобиком стартовых комбикормов с различным содержанием жира // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах. п. Рыбное 1989. - М. 1989, с.56.

10. Алимов И.А., Раденко В.Н. Взаимосвязанное влияние температуры воды и липидов корма на рост и выживаемость личинок карповых рыб // Тезисы докладов IV Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. г. Курчатов 1990. - М. 1990, с.159-160.

11. Алимов И.А., Раденко В.Н. Термо- и фотоизбирательность личинок пестрого толстолобика // Рыбохозяйственное освоение водоемов комплексного назначения: Сб. науч. тр. / ВНИИР. - М. 1990. с.90-93

12 Раденко В. Н., Алимов И. А. Эффективность использования личинками карпа ихтиальных комбикормов с различным содержанием липидов. Рыбохозяйственное хозяйство водоемов комплексного назначения (6 науч. тр. ВНИИР — М. 1990) с. 94—102.

13 Раденко В. Н., Алимов И. А. Значение температуры и скорости роста в выживаемости личинок белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix*. Вопросы ихтиологии — М. 1991, т. 34, вып. 4 с. 655—663.

14 Раденко В. Н., Терентьев П. В., Алимов И. А., Радичева О. И., Босва Н. П., Трещева В. И. Повышение эффективности стартовых комбикормов за счет продуктов переработки подросшего рыбного биобоя. Рыбное хозяйство, серия «Корма и кормление», Информпакет ВНИИТЭИ. 1994. М., вып. 4 с. 1—17.

15 Раденко В. Н., Алимов И. А. Результаты испытаний белого липидного концентрата в качестве компонента стартовых комбикормов для личинок карпа. Известия ТСХА. 1994, вып. 1 с. 197—204.

Объем 1^и полу

Заказ 1376

Тираж 100

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

