

Р 77 ОД

- 7 АДГ 1995

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА ( ВНИИПРХ )

На правах рукописи

МХАЙЛОВА МАРИНА ВИКТОРОВНА

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
МОЛОДИ БЕЛОРЫБИЦЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
НА ЖИВЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ

03.00.10 - Ихтиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва, 1995

Работа выполнена в секторе экспериментальной экологии лаборатории пастбищной аквакультуры Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ).

Научный руководитель - доктор биологических наук,  
профессор И.Б. Богатова

Официальные оппоненты - доктор биологических наук,  
профессор М.А. Щербина  
кандидат биологических наук,  
Л.М. Трофимова

Ведущее учреждение - Астраханский государственный технический университет

Защита диссертации состоится " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1995 г. в " \_\_\_\_ " час. на заседании диссертационного совета Д 117.04.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте прудового рыбного хозяйства по адресу: 141821, Московская обл., Дмитровский район, пос. Рыбное.

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1995 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета,  
кандидат биологических наук

С.П. Тряпкина

## Общая характеристика работы.

**Актуальность проблемы.** Каспийский бассейн с его богатейшими биоресурсами и исключительно разнообразным видовым спектром ценных промысловых видов рыб относится к уникальному типу внутренних водоемов планеты.

Особую ценность среди многообразной иктиофауны водоема представляют проходные виды рыб, в частности, каспийская белорыбца. До зарегулирования Волги велся ее интенсивный промысел и объемы вылова достигали свыше 10 тыс. ц (Летичевский, 1983).

После распада СССР с образованием прикаспийских государств и разрушением некогда единой стратегии и тактики ведения рыбного хозяйства на водоеме на грани полного подрыва запасов оказались многие виды рыб, в том числе и белорыбца.

В складывающейся ситуации интересы России требуют поиска более эффективных путей ведения рыбного хозяйства на водоеме. В связи с этим определенная перспектива принадлежит интенсификации воспроизводства каспийской белорыбцы. Этот вид лососевых в отличие от других проходных рыб, характеризуется "устойчивым" хомингом, в меньшей мере подвержен браконьерскому изъятию и отличается высокой пищевой ценностью.

Вопрос об искусственном разведении белорыбцы впервые был поставлен О.А. Гриммом в конце прошлого столетия в связи с резким падением ее уловов (Гримм, 1896, 1898). До 50-х годов работы по выращиванию молоди носили экспериментальный характер и масштабы выпуска поклатников были незначительными (Кучин, 1915; Диксон, 1916; Чадилов, 1938, 1951; Карзинкин, 1942, 1951; Бирянек, 1948, 1950, 1952, 1953). Зарегулирование стока Волги, полностью преградившее доступ

к местам естественного нереста (реки Уфа, Белая) и создавшее опасность исчезновения этой уникальной рыбы потребовало разработки новой биотехники ее разведения и резкого увеличения масштабов производства молоди.

Разработанный под руководством М.А. Летичевского прудовый метод подращивания, основанный на использовании естественной кормовой базы выростных водоемов, является до настоящего времени единственным (Летичевский, 1963, 1970, 1971, 1981, 1983). Однако, на данном уровне заводское воспроизводство в НВХ не может компенсировать убыль естественных популяций. Возникнув в 60-х годах, оно достигло максимальных масштабов в середине 80-х когда выпуск молоди колебался от 19 до 33 млн.шт. в год. В конце 80-х годов выпуск снизился, в среднем, до 14, а в начале 90-х - до 1 млн.шт. (Иванов и др., 1989). В 1994 году из-за срыва осенней заготовки оплодотворенной икры под плотиной Волжской ГЭС, молодь белорыбца на хозяйствах дельты Волги не выращивалась.

Снижение масштабов воспроизводства связано с уменьшением численности личинок, высаживаемых на выращивание, их низкой выживаемостью и недостатками прудового метода. К последним относятся частые похолодания, наблюдаемые в дельте Волги ранней весной, в результате которых задерживается развитие естественной кормовой базы и, поэтому возникает необходимость искусственной задержки выклева заводских личинок, что приводит к значительной гибели икры (20% и более). Кроме того, в период выпуска личинок в пруды нередко отмечается массовое развитие листоногих ракообразных, которые не только опустошают кормовую базу прудов и снижают их рыбопродуктивность, но и сильно замучивают воду, что отрицательно сказывается на фотосинтезе и развитии фитопланктона (Летичевский, 1974).

Одним из путей повышения эффективности выращивания молоди белорыбицы и выхода рыбопродукции может быть зарыбление выростных водоемов подрощенными личинками, что еще в 60-х годах рекомендовал М. А. Летичевский (1966). Однако, эта рекомендация не была реализована в связи с отсутствием научно-обоснованной технологии подращивания личинок и, в частности, кормления. В период подращивания в контролируемых условиях молодь может быть ограждена от влияния неблагоприятных факторов среды и после выпуска в водоемы способна использовать в пищу молодь листоногих раков. Кроме того, исключается необходимость искусственной задержки выклева, что способствует сохранению значительного количества посадочного материала.

Цель и задачи. Исходя из вышесказанного, цель настоящих исследований состояла в изучении эколого-биохимических и рыбопродуктивно-физиологических особенностей ранней молоди белорыбицы для разработки на этой основе технологии индустриального подращивания личинок и комбинированного выращивания полноценного посадочного материала. Для осуществления поставленной цели предстояло решить следующие задачи: 1. Изучить влияние различных температур на рост, выживаемость и развитие ранней молоди белорыбицы; 2. Определить резистентность разновозрастной молоди (до стадии малька) к солености воды; 3. На основании данных о питании молоди белорыбицы в выростных прудах выяснить избирательность и размеры потребляемых кормовых организмов для определения периодов их использования при кормлении в искусственных условиях; 4. Подобрать кормовые рационы, обеспечивающие лучший рост и развитие молоди; 5. Установить степень физиологической полноценности кормовых рационов на основе изучения обмена веществ, морфологических и гистохимических особенностей формирования пищеварительной системы.

Научная новизна. На основе комплекса выполненных в 1988-1995

гг исследований питания, химического состава, обмена веществ, роста, развития и выживаемости ранней молоди белорыбицы разработаны основы технологии индустриального подращивания на живых и искусственных кормах. Изучен фракционный и жирнокислотный составы общих липидов, аминокислотный состав белков молоди белорыбицы, выращенной в прудах, а также их изменения в зависимости от задаваемых кормов.

Установлено, что использование при подращивании только искусственных кормов вызывает адекватный сдвиг в химическом статусе молоди, в частности, изменение природного соотношения жирных кислот в организме, что сопровождается увеличением смертности и задержкой роста и развития молоди, по сравнению с использованием живых кормов. Выяснено влияние различных рационов на формирование пищеварительной системы личинок белорыбицы. В результате изучения интенсивности питания к приросту молоди белорыбицы при разных концентрациях корма определены суточные нормы кормления и рассчитаны показатели, характеризующие степень усвоения рыбой потребленной пищи.

**Практическая значимость.** Представленные материалы являются составной частью комплексных исследований, проводимых в Каспийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (КаспНИИРХ) по теме "Разработать биологические основы индустриализации искусственного воспроизводства промысловых рыб Волго-Каспийского бассейна. Разработанная технология индустриального подращивания личинок белорыбицы и комбинированного выращивания полноценного посадочного материала позволяет повысить масштабы воспроизводства. В 1990 году технология индустриального подращивания успешно прошла производственную проверку. Апробирована и находится в стадии внедрения на рыбоводных заводах Нижней Волги технология комбини-

рованного выращивания молоди белорыбицы.

**Апробация работы.**— Материалы диссертации докладывались и обсуждались на отчетных сессиях Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (Астрахань, 1988-1994 гг.), Всесоюзной научной конференции молодых ученых и специалистов "Оценка состояния, охрана и рациональное использование биологических ресурсов водных экосистем в условиях антропогенного воздействия" (Ростов-на Дону, 1990), Международной экологической конференции "Методы исследования и использования гидрозкоксис-тем" (Юрмала, 1991).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 6 работ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация наложена на 136 стр машинописного текста, содержит 13 таблиц, 22 рисунка, состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических предложений и приложения. Список литературы включает 216 названий работ, в том числе 63 иностранных.

#### ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе представлены краткие сведения о биологии, питании и размножении белорыбицы в естественных условиях. Описано значение температурного фактора в жизнедеятельности ранней молоди рыб. Дана характеристика потребностей рыб в основных питательных веществах и ферментов, осуществляющих процессы пищеварения. Содержатся сведения о современном состоянии индустриального подращивания рыб.

#### ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа, полевые наблюдения, химическая и камеральная обработка материалов выполнены в период 1988-1995 гг.

Объектом исследований служили личинки и мальки проходной белорыбицы (*Stenodus leucichtys leucichthys* Gild.).

Наблюдения за питанием молоди проводили на Александровском

осетровом рыбоводном заводе (АОРЗ) Севкаспрыбова в выращенных прудах при интродукции *D. magna* по методике И.Б.Богатовой (1969). Гидрохимические и гидробиологические анализы выполняли согласно общепринятым методикам (Жадин, 1949; Мордужай-Волтовской, 1956; Шестерин и др., 1984).

При изучении питания молоди рыб использовали весовой метод (Боруцкий, 1955, 1973). Роль каждого компонента в питании рыб определяли по процентному содержанию его в пищевом комке. Для суждения об избирательности личинок по отношению к различным планктонным животным вычисляли индексы избирания (Ивлев, 1955).

Сопоставление размеров планктонных животных из кишечника молоди дало возможность определить доступность различных гидробионтов личинкам белорыбцы с начала перехода на активное питание.

Наблюдения за ростом, развитием и выживаемостью молоди белорыбцы при индустриальном выращивании на различных живых и искусственных кормах проводили в двух модификациях: в условиях проточности и в рециркуляционных установках (РЦС).

В первом случае выращивание проводили в аквариумах и бассейнах ИЦА-1 на экспериментальной базе ВНИИРХа, Александровском (АОРЗ) и Лебяжинском (ЛОРЗ) осетровых рыбоводных заводах Севкаспрыбова. Плотность посадки - 30-100 шт/л, интенсивность водообмена от 1,5 л/мин (ВНИИРХ) до 8-10 л/мин (АОРЗ и ЛОРЗ), концентрация растворенного в воде кислорода не ниже 10 мг/л, pH - 7,3-7,8. Температура воды при проведении ростовых экспериментов на подогретой воде (ВНИИРХ) - 15-17,5°C, в специально изготовленной бассейновой установке (ЛОРЗ) - 18-21°C и, в связи с отсутствием терморегуляции при естественных температурах (АОРЗ) - 8-10°C. Во втором случае условия проведения экспериментов в 125- и 200-л аквариумах лабораторных РЦС на базе КаспИРХа были следующими: плотность посадки - 10 шт/л; температура воды (естественной) -

17,9-20,2°C и (охлажденной) - 13-16°C, содержание кислорода не ниже 6-8 мг/л, pH - 6,8-7,9. Содержание нитритов, нитратов и аммиака не превышало допустимые нормы, разработанные для личинок форели, выращиваемой в замкнутых установках (Инструкция ВНИИПРХа, 1986).

Кормление личинок начинали на 5-6 сутки после вылупления из икры. В качестве живых кормов использовали науплиев и декарпусированные яйца артемии сафина Астраханской расы, а также культивируемых в искусственных условиях коловраток, науплиев и взрослых копепод, дафнию и мюшу. Из искусственных кормов применяли полноценные комбикорма для личинок сиговых рыб РТМ-02, лососевых РТМ-6М, осетровых СТ-07, Ав-04, карпа РК-С, ВЕС-РХ, Эквиво, а также разработанный в 1990 г. корм для личинок белорыбцы (Гамбург, Пономарев и др. 1990).

Искусственные корма в рыбоводные емкости вносили в светлое время суток 1-2 раза в час; живые - каждые 2 часа.

Интенсивность питания (суточные рационы) личинок белорыбцы определяли в зависимости от концентрации корма (25, 50, 100 и 200 мг/л) методом непосредственного учета съеденного количества (по разнице концентраций до опыта и после него).

По полученным суточным рационам и приростам рыб были рассчитаны коэффициенты использования потребленной пищи на рост  $K_1$ .

Оценку питательности кормовых диет проводили на основании изучения интенсивности роста рыб и изменений в обмене веществ. Интенсивность роста характеризовали по показателям абсолютного, относительного и среднесуточного приростов.

Для характеристики обмена веществ использовали способ, предложенный М.А. Шербиной (1983), основанный на наблюдениях за изменением массы рыб и химического состава их тела в период роста.

Для этого рассчитывали величины накоплений питательных веществ в мг на единицу исходной массы.

Химический состав тела рыб и кормов определяли согласно методическому руководству /Иванов, 1963; Щербина, 1983/. Валовую энергию устанавливали расчетным способом, используя коэффициенты Рубнера (для белка - 5,7 ккал/г, липидов - 9,5 ккал/г, углеводов - 4,2 ккал/г) /Щербина, 1983/.

Фракционный состав общих липидов подопытной молодежи и кормов выполнялся способом тонкослойной хроматографии. Пробы фиксировали в смеси хлороформа с метанолом 2:1 /Фолч, 1957/.

Качественный состав и количественное соотношение жирных кислот общих липидов определяли методом газожидкостной хроматографии.

Анализ аминокислотного состава тела рыб и кормов выполнен в солянокислых гидролизатах на автоматическом анализаторе аминокислот III поколения "Хромаспек" /Великобритания/.

Гистологическую обработку материала проводили по общепринятой методике /Волкова, Елещий, 1982/.

Протеолитическую активность желудочно-кишечного тракта белорыбцы определяли по методике Пирса (1962) и Ансона (Anson, 1938) в модификации Р.П. Васильевой и др., 1976)

Статистическую обработку проводили по общепринятым методам /Шохинский, 1981/.

Всего в процессе работы было проведено 12 серий экспериментов, выполнено 2500 измерений и взвешиваний рыб, 80 определений общего биохимического состава, 20 фракционного состава общих липидов, 23 амино- и 37 жирных кислот. Гистологическому анализу подверглось 110 проб личинок и мальков белорыбцы. Для характеристики питания проанализировано 76 проб.

## ГЛАВА III. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ

### БЕЛОРЫБИЦЫ

В задачи главы входило одновременное изучение влияния различных температур на рост, выживаемость и развитие ранней молоди белорыбицы, определение ее резистентности к солености воды, а также видовая и размерная избирательность кормовых организмов разновозрастной молоди белорыбицы для определения на этой основе периодов использования различных гидробионтов при кормлении в искусственных условиях.

На основе результатов выращивания белорыбицы при разной температуре установлено, что оптимум для роста и развития личинок при выращивании на науплиях *Artemia salina* находится в пределах 18-22°C.

В этом температурном диапазоне молодь росла быстрее, чем в других вариантах и к концу опыта достигла массы 0,8 г. Отдельные особи белорыбицы весили 1,2 г. Наиболее высокой была и выживаемость - 97-99 %. Переход в мальковое состояние произошел в возрасте 25 суток. Малюжок образовал два изгиба. В кишечнике имеются развитые пилюрические придатки.

Очевидно, в этих условиях можно укладывать осциллирующий температурный режим, который, по данным Константинова и др. (1987, 1988, 1990), является для роста и выживаемости личинок более эффективным, чем постоянные температуры.

Температура выдерживания сказалась и на сроках перехода личинок на экзогенное питание, сокращая их от 8 до 3 суток при повышении от 14 до 18°C.

Показано, это повышение сказывается стимулирующе только до определенных пределов. При этом влияние температур ниже оптимальных оказывается более благоприятным, чем таковое выше установленных границ:

На температурах 14 и 26°C при одинаковом развитии до III стадии, в дальнейшем стало наблюдаться снижение скорости роста и отставание в формировании внешних морфологических признаков и пищеварительной системы молоди белорыбицы. При выживаемости, соответственно, 83 и 81%, средняя масса белорыбицы, была в 2,2 и в 2,6 раза ниже конечной массы молоди при оптимальных температурах. В 25-суточном возрасте молодь при 14°C перешла на VI этап и до конца опыта находилась на той же стадии развития. Полного перехода на мальковый период не произошло. При температуре 26°C личинки были на начальной стадии VI этапа развития.

Полученные результаты позволили также установить верхнюю летальную границу, которой являлась температура воды 30°C.

Определение резистентности молоди белорыбицы (до стадии малька) к различной солености воды подтвердило имеющиеся ранее сведения о высокой эвригалинности данного вида. Полученные результаты показали, что она возрастает по мере роста и развития рыбы. Определено, что сразу же после выклева из икры эмбрионы свободно переносят соленость 5‰. Молодь весом 80 мг и выше (17 сут. возраст) уже может существовать в воде соленостью 10‰, а после предварительной адаптации при еще большей минерализации, что свидетельствует и о адаптационных возможностях белорыбицы.

Данные такого рода имеют важное значение в связи с тем, что личинки этого вида рыб в ранний период эмбриогенеза сильно подвержены заболеваниям сапролегниозом.

Наблюдения за питанием, проводимые в прудах при обильном развитии зоопланктона в результате интродукции *D. magna*, позволили выявить видовую и размерную избирательность кормовых организмов разновозрастной молоди белорыбицы.

Личинки размером до 15-18 мм и массой 20-43 мг активно набирают коловраток, науплиальные и копеподитные стадии циклопов, а

гаже молодь мойны. Уже в этом возрасте проявляется способность потреблять молодь лептестерии. В прудах с невысокой их численностью личинки белорыбцы способны в короткий срок (5-7 суток) почти полностью истребить листоногих, что играет важную роль в борьбе с этими вредителями. Индекс избирания мелких планктонных животных - +0,9. Индекс избирания D. magna отрицательный (-1,0).

При дальнейшем росте молодь избирает более крупный корм. При длине 36 мм D. magna становится основным компонентом пищевого комка. Индекс избирания - +0,9.

Анализ размерных групп кормовых организмов подтвердил тенденцию перехода личинок белорыбцы от мелкого корма к крупному. Линейные размеры пищевых компонентов изменялись от 0,2 мм в первые дни выращивания до 2,0 - 3,0 мм при питании D. magna и прочими организмами (Табл.1).

Таблица 1.

Линейные размеры кормовых организмов  
в кишечниках равноразмерной молодежи белорыбцы

| Характеристики молодежи |           | Размеры кормовых организмов, мм |      |         |
|-------------------------|-----------|---------------------------------|------|---------|
| длина, мм               | масса, г  | min.                            | max. | domin.  |
| до 15,0                 | до 0,02   | 0,2                             | 1,0  | 0,5-0,6 |
| 15,0-20,0               | 0,02-0,05 | 0,3                             | 4,0  | 0,9-1,2 |
| 20,0-32,0               | 0,05-0,2  | 0,7                             | 10,0 | 0,8-1,5 |
| 32,0-41,0               | 0,2-0,6   | 0,9                             | 5,0  | 2,0-3,0 |
| 41,0-59,0               | 0,6-1,0   | 0,8                             | 3,0  | 2,0-3,0 |

Можно полагать, что при выращивании белорыбцы в искусственных условиях целесообразно использовать в качестве корма на начальных этапах развития молодежи (до массы 0,2 г) коловраток и копепод, а далее, при длине молодежи свыше 30,0 мм, переходить на кормление мойной и дафнией magna.

#### ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ БЕЛОРЫБИЦЫ ПРИ ИНДУСТРИАЛЬНОМ ПОДРАЖИВАНИИ

Поиск кормовых источников, способных обеспечить нормальный рост молоди в ранний постэмбриональный период в условиях индустриального подраживания проводили с учетом вышеуказанных сведений об избираемых в прудах кормовых организмах, а также при использовании науплиев и декапсулированных яиц артемии салина, попадающих в первую размерную группу.

Анализ данных позволил прийти к выводу, что в период первых 10-17 суток личинки активно питались мелкими формами ( коловратки, копеподы ) и хорошо росли и развивались. Молодь за 30 суток выращивания достигла массы 0,8-0,9г. Отход составлял доли процента. Крупные формы живых организмов (дафнии и мoiny) в этот период оказались не пригодными в качестве пищевого источника. Несмотря на то, что в ряде случаев они захватывались большим ртом личинок, узкая глотка препятствовала их заглатыванию. Это подтверждалось и отсутствием их в кишечниках при вскрытии личинок.

При использовании артемии салина ростовой эффект был немного выше, чем коловраток и копепод при сходной выживаемости. При этом живые науплии в качестве корма были более эффективными, чем декапсулированные яйца после сушки и замораживания. По нашему мнению, это может быть связано с биологическими особенностями питания молоди белорыбицы, которая способна захватывать только движущиеся частицы.

В связи с тем, что культивирование животной пищи достаточно дорого и возможные объемы его невелики необходимо было также изучить возможность применения искусственных кормов.

Из испытанных комбикормов, разработанных для различных таксономических группировок рыб, наивысший темп роста, сопровождаю-

ийся лучшей выживаемостью, показал рецепт РТМ-СС.

Более экономичным и в то же время повышающим эффективность выращивания признан комбинированный рацион из живых и искусственных кормов.

На основании данных, полученных при определении оптимально коротких периодов применения живых кормов и момента перевода личинок на комбикорма, различия в сроках включения в рацион артемии в течение 5 и 15 суток составили лишь 16%. Из этого следует, что личинки белорыбцы на живых кормах могут содержаться в течение только первых 5 или 10 суток выращивания. В дальнейшем, постепенно снижая их долю в рационе, молодь можно переводить на питание комбикормами.

В связи с тем, что фактическое выращивание личинок в условиях производства длится также максимум до 10-15 суток, расчет рационов провели для этого периода времени. Все опыты по определению суточных рационов личинок белорыбцы при различных концентрациях науплиусов артемии салина (25, 50, 100 и 200 мг/л) были поставлены нами методом непосредственного учета съеденной пищи.

Концентрация корма оказала влияние на величину суточных рационов. При ее увеличении рацион последовательно увеличивался. По мере роста рыб, независимо от концентрации корма, происходит снижение интенсивности питания.

Среднесуточный рацион по всем опытам оказался равным 48,7%.

Для оценки эффективности задаваемого корма был рассчитан коэффициент использования потребленной пищи на рост ( $K_1$ ). Максимальная величина этого показателя для личинок белорыбцы (48,5-52,8) была получена при концентрации корма 50-100 мг/л. При концентрации науплиев артемии 25 мг/л  $K_1$  был меньше, чем при более высоких концентрациях (30,8-52,8). При 50 и 100 мг/л  $K_1$  держался примерно на одном уровне, при колебаниях от 32,9 до 52,8%.

При более высоких концентрациях использование потребленной пищи на рост снижалось, составив при 200 мг/л в среднем 35%.

В связи с тем, что выклев белорыбицы происходит ранней весной при температурах воды 6-7°C, а материально-техническая база рыбоводных заводов в настоящее время не всегда позволяет организовать водоподогрев, нами была проведена апробация элемента технологии кормления применительно к различным условиям выращивания.

Самые низкие результаты получены при выращивании белорыбицы на проточной воде, поступающей из р. Волги, где температура составляла всего 8-10°C. Несмотря на то, что живые корма в моно- и комбинированных рационах оказывали ростостимулирующий эффект, темп роста был ниже такового при оптимальных температурах /см. рис./

Одновременно с нашими исследованиями в НПО по рыбоводству совместно с КаспНИРХ в 1990 была проведена модификация компонентного состава комбикорма РТМ-СС и на его основе создан новый комбикорм РТМ-ЛБ, специально для молоди белорыбицы массой до 0,5-1,0г, который был нами испыт с целью проверки его эффективности в комбинации с живыми кормами.

Сравнительная оценка продуктивных свойств комбикормов РТМ-СС и РТМ-ЛБ в комбинированных рационах с артемией показала лучший ростовой эффект последнего, достаточно близкий к вариантам использования только живых кормов. Во всех случаях обогащение рациона в первые десять суток артемией дает ростостимулирующий эффект. Однако, конечная масса молоди, получавшей комбинированный рацион с искусственным кормом для личинок белорыбицы, составила 0,9 г, тогда как при использовании РТМ-СС эта величина была равна только 0,6 г. Сведения по выживаемости подтверждают описанные связи. Отход был минимальным в вариантах с монодиетой артемии и составлял не более 1-2%. Самые низкие данные по выживаемости получены

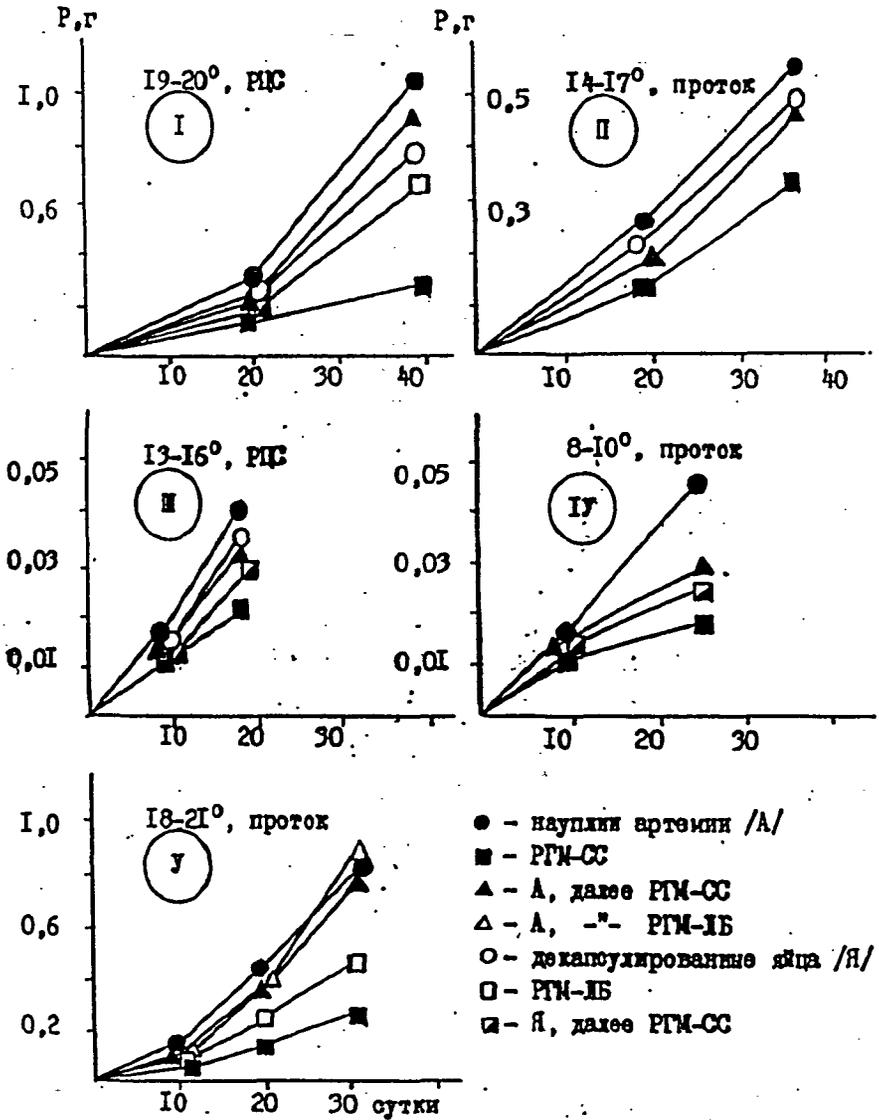


Рис. Рост молоди белорыбцы на живых и искусственных кормах в различных условиях

при использовании в качестве корма РГМ-СС, где отход иногда достигал более 40%.

Для окончательного суждения о питательности испытанных кормов необходимы данные об их влиянии на развитие и физиологическое состояние молоди, описанию которых посвящена следующая глава работы.

#### ГЛАВА V. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ РАЗЛИЧИЙ В ПИТАНИИ НА РАЗВИТИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ У МОЛОДИ

Сведения о накоплении веществ и энергии, являющейся интегральным отражением ростовых и обменных процессов, позволили увидеть, что при питании только комбикормом РГМ-СС (В-1) накоплено наименьшее количество органических и минеральных веществ. Вариант комбинированного применения РГМ-СС и артемии (В-5) по уровню накоплений был близок к варианту с живым кормом (В-2) и отличался несколько худшими показателями для белка и энергии.

Таблица 2.

Содержание веществ и энергии в теле молоди белорыбицы при выращивании на различных кормах и в прудах НВХ (X сухой массы)

| Показатели           | Варианты кормления |      |      |      | Прудовая<br>молодь |
|----------------------|--------------------|------|------|------|--------------------|
|                      | 1                  | 2    | 4    | 5    |                    |
| Вода                 | 86.2               | 85.5 | 81.6 | 81.6 | 85.2               |
| Сухое вещество       | 13.8               | 14.5 | 18.4 | 18.4 | 14.8               |
| Протеин              | 10.5               | 10.6 | 12.4 | 12.1 | 10.5               |
| Липиды               | 0.8                | 1.2  | 1.3  | 1.9  | 1.3                |
| Углеводы             | 1.5                | 1.5  | 1.9  | 2.3  | 1.3                |
| Минеральные вещества | 1.0                | 1.2  | 2.8  | 2.1  | 1.7                |
| Энергия, кал/100мг   | 73.8               | 78.1 | 91.0 | 96.7 | 77.7               |

При сравнительном анализе влияния качественных различий на комбинированных рационах с РГМ-СС и РГМ-ЛВ (В-4) установлено, что синтез белка шел с приблизительно одинаковой скоростью. Различия проявились в обмене липидов и минеральных веществ. Максимальное

накопление отмечено в теле рыб, питавшихся артемией в сочетании с РГМ-ЛБ. Энергия накоплений во всех случаях, в основном, была представлена белком (Табл. 3).

Таблица 3.

Накопление веществ и энергии у молоди белорыбцы при выращивании на различных кормах и в прудах НВХ (мг в особи средней массы)

| Показатели           | Варианты кормления |       |       |       | Прудовая<br>молодь |
|----------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------------------|
|                      | 1                  | 2     | 4     | 5     |                    |
| Масса                | 224.0              | 843.0 | 827.0 | 813.0 | 660.0              |
| Сухое вещество       | 31.0               | 122.0 | 152.0 | 113.0 | 98.0               |
| Сырой протеин        | 23.5               | 89.4  | 102.5 | 74.2  | 69.3               |
| Общие липиды         | 1.8                | 10.1  | 10.8  | 11.6  | 8.6                |
| Углеводы             | 3.4                | 12.6  | 15.7  | 14.1  | 8.6                |
| Минеральные вещества | 0.2                | 10.1  | 23.2  | 12.9  | 11.2               |
| Энергия, ккал        | 165.0              | 658.0 | 753.0 | 593.0 | 513.0              |

Детальная характеристика белкового обмена позволила выявить определенное влияние на соотношение аминокислот тела рыб качественного состава белков в кормах.

У рыб, питавшихся только комбикормом, в отличие от варианта кормления артемией, отмечен более низкий уровень изолейцина, больший гистидина, глицина и  $\alpha$ -аланина. Эти данные согласуются с существенно меньшим содержанием изолейцина в РГМ-СС, по сравнению с артемией салина, большим гистидина и  $\alpha$ -аланина.

Анализ фракционного и жирнокислотного состава общих липидов прудовой молоди позволил установить видовые особенности белорыбцы, для которой характерно более высокое относительное содержание триглицеридов и высоконенасыщенных кислот линоленового ряда ( $\omega 3$ ).

Данные по фракционному составу липидов бассейновой молоди показали, что питание одним комбикормом РГМ-СС вызывает усиление синтеза эфиров стерина и восков (твердых жиров), в основном, за счет фракции триглицеридов. Наиболее близкими по количеству этой

фракции к прудовой молоди были варианты на комбинированных рационах артемии и комбикорма РГМ-ЛБ, а также науплиусами в течение всего периода выращивания.

Таблица 4.  
Фракционный состав общих липидов тела молоди белорыбицы и основных кормов, % от суммы липидов.

| Фракции                     | Прудовая<br>молодь | Бассейновая молодь |      |      |      | Корма              |        |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|------|------|------|--------------------|--------|
|                             |                    | Варианты           |      |      |      | Науплии<br>артемии | РГМ-СС |
|                             |                    | 1                  | 2    | 4    | 5    |                    |        |
| Фосфолипиды                 | 3,0                | 15,9               | 20,0 | 13,3 | 11,6 | 44,1               | 2,7    |
| Диглицериды                 | 0,4                | -                  | -    | 1,0  | 3,2  | 3,8                | 3,0    |
| Стерины                     | 16,0               | 25,1               | 20,1 | 20,1 | 24,6 | 22,6               | 2,2    |
| Свободные жирные<br>кислоты | 0,5                | 2,9                | 2,4  | 1,3  | 2,9  | 1,4                | 0,2    |
| Триглицериды                | 74,7               | 29,0               | 50,8 | 62,9 | 44,5 | 18,1               | 87,0   |
| Эфиры стеринов<br>и воска   | 0,4                | 27,1               | 6,7  | 1,4  | 13,2 | -                  | 4,9    |

Количество фосфолипидов колебалось в широком диапазоне от 8% (у прудовой молоди) до 20% (у выращенных на науплиях артемии). Прямая зависимость между содержанием этой фракции в корме и в теле рыб проявилась только у личинок, выращиваемых на артемии.

Данные по жирнокислотному составу общих липидов прудовой молоди показали, что на долю насыщенных приходится 30% общей суммы. Преобладают среди них пальмитиновая и стеариновая (20,3 и 5,7%). Мононенасыщенных содержится в 1,3 раза больше, чем насыщенных, в основном, это олеиновая и пальмитиновая кислоты (20,5 и 19,3%). Из полиненасыщенных, на долю которых приходится около 24%, наибольшее значение имеет докозагексаеновая (7,8%), затем линолевая (6,3%), эйкозапентаеновая (5,3%) и линоленовая (2,1%) кислоты.

Сравнительный анализ липидов молоди, выращенной на комбикорме РГМ-СС и в прудах, позволил выявить различия в соотношении

всех групп кислот, и, в особенности, полиеновых, уровень которых превышал таковой у молоди на естественных кормах более чем на 80% (Табл. 5).

Из мононенасыщенных наибольшие различия (в 4 раза) отмечены для пальмитоолеиновой кислоты.

При использовании на ранних стадиях развития науплиев артемии салина эти различия становятся незначительными.

Таблица 5.

Изменение содержания основных жирных кислот и их групп  
в теле молоди белорыбцы в зависимости от питания,  
% суммы жирных кислот

| Жирные кислоты            |                 | Прудовая<br>молодь | Вассейновая молодь |       |       |       |
|---------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
|                           |                 |                    | Варианты           |       |       |       |
| Название                  | Код             |                    | 1                  | 2     | 4     | 5     |
| <b>Насыщенные</b>         |                 |                    |                    |       |       |       |
| Мирisticoвая              | 14:0            | 4,63               | 2,54               | 2,63  | 2,77  | 2,29  |
| Пальмитиновая             | 16:0            | 20,26              | 16,02              | 23,80 | 18,82 | 22,67 |
| Стеариновая               | 18:0            | 5,70               | 5,77               | 5,08  | 6,04  | 5,85  |
| Эйкозеновая               | 20:0            | 1,27               | 0,79               | 3,24  | 1,40  | 2,01  |
| <b>Мононенасыщенные</b>   |                 |                    |                    |       |       |       |
| Пальмитоолеиновая         | 16:1 $\omega$ 7 | 19,30              | 4,77               | 11,90 | 7,20  | 8,84  |
| Олеиновая                 | 18:1            | 20,52              | 23,95              | 21,40 | 20,58 | 21,24 |
| Эйкозадециеновая          | 20:1            | 0,69               | 0,82               | -     | 2,20  | 3,70  |
|                           | 22:1            | -                  | -                  | -     | 4,08  | 1,37  |
| <b>Полиненасыщенные</b>   |                 |                    |                    |       |       |       |
| Линолевая                 | 18:2 $\omega$ 6 | 6,34               | 21,34              | 14,47 | 7,99  | 11,11 |
| Линоленовая               | 18:3 $\omega$ 3 | 2,11               | 5,01               | 2,15  | 6,81  | 4,78  |
| Арахидоновая              | 20:4 $\omega$ 6 | 0,20               | 4,32               | 1,31  | 0,18  | 0,29  |
| Эйкозапентаеновая         | 20:5 $\omega$ 3 | 5,31               | 0,98               | 2,05  | 4,21  | 5,11  |
| Докозагексаеновая         | 22:6 $\omega$ 3 | 7,79               | 12,12              | 9,24  | 12,32 | 8,45  |
| $\Sigma$ насыщенных       |                 | 32,00              | 26,12              | 34,87 | 30,66 | 32,96 |
| $\Sigma$ мононенасыщенных |                 | 42,52              | 29,72              | 34,39 | 34,30 | 36,42 |
| $\Sigma$ полиненасыщенных |                 | 23,79              | 43,77              | 30,23 | 33,16 | 30,41 |
| $\omega$ 3/ $\omega$ 6    |                 | 2,19               | 0,71               | 2,45  | 4,21  | 1,82  |

Исходя из соотношения кислот  $\omega$ 3 к  $\omega$ 6 у молоди, выращенной на естественных кормах, можно предположить, что при удовлетворении физиологических потребностей в незаменимых жирных кислотах, орга-

ним молоди белорыбицы должен содержать 16-17% -  $\omega_3$  и около 7% - кислот  $\omega_6$  рядов. Полученное соотношение  $\omega_3/\omega_6$ , равное 2,2 у прудовой молоди, а также 1,82-4,21 в вариантах с использованием артемии соответствует литературным данным, согласно которым физиологической нормой является соотношение  $\omega_3/\omega_6 > 1$ . В липидах молоди, выращиваемой на РТМ-СС, это соотношение составило 0,71, что указывает на несоответствие липидного состава корма потребностям личинок белорыбицы на начальных этапах развития.

Проведенные нами исследования по оценке морфологических особенностей ранней молоди белорыбицы, выращиваемой на качественно различных рационах, позволила выявить нормальную картину печени, желудка и кишечника мальков на рационах с применением живого корма. К 25 суткам у личинок появляется сформированный желудок. Молодь переходит в мальковую стадию развития. Использование комби-корма РТМ-СС без добавки живых кормов вызывает значительную задержку в развитии. Личинки к концу эксперимента находились только на IV-V стадии развития. Желудок и пищеварительные придатки находились в стадии формирования.

Активность пищеварительных ферментов подтвердила факт, что интенсивность обменных процессов повышается при использовании моно- или комбинированных рационов с артемией саина. Оптимальные температуры выращивания также стимулировали эффективность переработки и усвоения пищи. Более высокое содержание кислой фосфатазы при отсутствии в рационе живых кормов свидетельствует о патологии и нарушении нормального обмена в организме молоди белорыбицы.

Таким образом, анализ и обобщение собранного в течение 1988-1995 гг материала дали основание охарактеризовать оптимальные условия, подобрать полноценные рационы питания и на их основе создать биотехнику индустриального выращивания ранней молоди белорыбицы, а также обосновать целесообразность использования ком-

инированных рационов живых и искусственных кормов.

Производственная проверка, результаты которой приведены в табл. 6 подтвердила полученные в ходе исследований данные.

Таблица 6.

Результаты производственной проверки бассейнового выращивания молоди белорыбицы на различных рационах (продолжительность 30 суток, t - 18-21° С)

| Вариант кормления | Длина, мм | М а с с а , м г    |            | Прирост массы   |                | Выживаемость % | Этап развития |
|-------------------|-----------|--------------------|------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
|                   |           | X ± m <sub>x</sub> | lim        | абсолютный, м г | средне-сут., % |                |               |
| РГМ-СС            | 30        | 280± 9,4           | 90 - 130   | 269             | 10,8           | 58,2           | У             |
| Артемия           | 44        | 838± 12,1          | 750 - 1200 | 827             | 14,5           | 98,7           | малек         |
| РГМ-ЛВ            | 37        | 487± 10,1          | 113 - 611  | 476             | 12,7           | 82,4           | VI малек      |
| Артемия<br>РГМ-ЛВ | 46        | 877± 13,0          | 812 - 1340 | 856             | 14,6           | 98,4           | малек         |
| Артемия<br>РГМ-СС | 40        | 613± 14,7          | 581 - 1090 | 602             | 13,4           | 85,1           | малек         |

### Выводы

1. Изучение влияния различных температур на рост, развитие и выживаемость ранней молоди белорыбицы позволило установить:

- оптимальными являются режимы, укладывающиеся в диапазон от 18 до 22°С;
- температура воды 30°С служит верхней летальной границей.

2. При определении резистентности разновозрастной молоди к различной солености воды показано:

- эмбрионы сразу же после выклева из икры переносят соленость 5‰;
- молодь весом 80 мг и выше (17-сут. возраст) уже может существовать в воде соленостью 10‰.

8. На основании исследований, проведенных в прудах, установлено:

- при выращивании белорыбцы в искусственных условиях целесообразно использовать в качестве корма на начальных этапах развития коловраток, науплиальные и копеподитные стадии циклопов с дальнейшим переходом (при длине свыше 30 мм) на кормление мойной и дафнией магна;
- при получении посадочного материала в ранние сроки существует возможность максимально использовать способность подрощенной до 30-50 мг личинки потреблять молодь лептестерии;
- данные о линейных размерах кормовых организмов в кишечниках разновозрастной белорыбцы необходимо учитывать и при выборе крупки в случае использования комбикормов.

4. Поиск кормовых источников, способных обеспечить нормальный рост молоди в условиях индустриального подращивания позволял выделить:

- из живых кормов, наряду с избираемыми в прудах кормовыми организмами, науплиев и декапсулированные яйца артемии салина;
- из комбикормов, разработанных для различных таксономических группировок рыб, рецепт РГМ-СС.

5. При подборе кормовых рационов, наиболее полно удовлетворяющих пищевые потребности с учетом экономической эффективности и возможностей производства показана целесообразность использования

- артемии салина при суточном рационе 30-50% от массы рыб в течение только первых 5-10 суток;
- в дальнейшем переходить на питание комбикормами.

6. Сравнительная оценка продуктивных свойств комбикормов РГМ-СС и РГМ-ЛБ в комбинированных рационах с артемией показала лучший ростовой эффект последнего, достаточно близкий к вариантам использования живых кормов в течение всего периода выращивания.

7. Изучение влияния качественных различий в питании на обмен веществ ранней молоди белорыбицы позволил обнаружить:

- питание только комбикормом РГМ-СС вызывает адекватный сдвиг в химическом статусе молоди, приводящий к снижению накопления органических и минеральных веществ по сравнению с моно- и комбинированными рационами с артемией в 4-5 раз;

- изменения в аминокислотном составе белков, свидетельствующие о несоответствии белкового состава корма РГМ-СС потребностям белорыбицы в первые 10 суток;

- изменения в обмене липидов, приводящие к резкому усилению синтеза твердых жиров (эфиров стерина и восков); в основном, за счет фракции триглицеридов;

- различия в соотношении всех групп жирных кислот, в особенности полиеновых, количество которых превышало уровень в липидах молоди, выращенной на естественных кормах, более чем на 80% при соотношении кислот линолевого и линоленового рядов ( $\omega$  3/ $\omega$ 6) равном 0,71 и 2,19, соответственно, на РГМ-СС и у прудовой молоди, что, вероятно, связано с более низким температурным оптимумом у личинок сиговых рыб;

- введение в рацион артемии солина повышает его питательную ценность для молоди-белорыбицы, по сравнению с использованием комбикорма с начала перехода на активное питание;

- максимальный ростовой эффект при нормальном ходе обменных процессов получен на рационе РГМ-ЛБ при условии введения в начальный период артемии солина.

8. Морфологические и гистохимические исследования пищеварительного тракта личинок и мальков белорыбицы позволили выявить:

- значительную задержку в развитии и снижение активности пищеварительных ферментов, ведущих к снижению интенсивности об-

менных процессов при использовании РГМ-СС без добавки живых кормов;

- повышение активности ферментов и нормальное развитие на моно- и комбинированных рационах с артемией, а также при повышении температуры выращивания до уровня оптимальных.

#### Практические рекомендации

Рекомендуется технология индустриального подращивания молоди белорыбицы бассейновым и комбинированным (бассейн-пруд) методами с использованием живых и искусственных кормов.

Данная технология предусматривает организацию раннего выклева личинок с применением регулируемого температурного режима или при отсутствии искусственного охлаждения воды, увеличивающего отход икры на 20% и более.

Длительность подращивания в бассейнах (около десяти суток) определяется способностью личинок массой 50 мг и более потреблять хищных беспозвоночных и крупные кормовые организмы в начале вегетационного периода (апрель-май). Продолжительность бассейнового выращивания (30-40 суток) определяется переходом молоди белорыбицы массой 1,0-1,5 г. на хищное питание.

Подращивание можно проводить в рециркуляционной установке или на проточности при водообмене 8-10 л/мин. Содержание кислорода должно быть не ниже 7-8 мг/л. Начальная плотность посадки 100 тыс. шт/м<sup>3</sup>. Температурный режим 20±2°C. Предельно допустима соленость - 5-10‰.

При подращивании можно использовать монодиеты живых кормов (науплиев и декапсулированных яиц артемии саalina) или их сочетание с полноценными комбикормами для личинок сиговых (РГМ-СС) белорыбицы (РГМ-ЛВ). В последнем случае личинок в течении первых 5-10 суток кормят только живыми кормами, в дальнейшем, постепенно снижая их долю в рационе, переходят на питание искусственными

смесями.

Повышение результатов выращивания возможно за счет кормления личинок белорыбицы науплиями с улучшенной за счет биокапсуляции биохимической ценностью.

Оптимальная концентрация живых науплиев в бассейнах с рыбами 50-100 мг/л. При этой концентрации потребление корма личинками происходит наиболее эффективно,  $K_1$  достигает 53% при суточном рационе 30-50%.

Периодичность раздачи живых кормов - через 2-3 часа, искусственных - в начале 20-24 раза в светлое время суток, а при настулении малькового периода развития - 8-10 раз. Суточная норма комбикормов - 15-50% от массы тела (Гамзгин, Пономарев, Канидьев и др., 1990).

При оптимальных условиях и правильном кормлении выход физиологически полноценной молодежи не ниже 90%.

По завершении подращивания молодь выпускают в естественные водоемы: в реку для дальнейшего ската, либо (для преодоления пресса хищников) осуществляют перевозку непосредственно в Северный Каспий.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Михайлова М.В., Белоцерковский Ю.В. Технология индустриального подращивания молодежи белорыбицы с использованием живых и искусственных кормов // Экспресс-информация, 1990.
2. Михайлова М.В. Использование различных стартовых кормов при подращивании молодежи судака и белорыбицы // Рыбное хоз-во. - 1991. - №5. - с. 45.
3. Михайлова М.В. Некоторые аспекты экологической характеристики молодежи белорыбицы // Сб. докл. конф. "Методы исследования и использования гидросистем", г. Юрмала, Латвия. - 1991.

4. Михайлова М.В., Белоцерковский Ю.Б., Комаров И.П. Физиолого-биохимическая характеристика молоди белорыбицы, выращенной в индустриальных условиях // Там же.

5. Михайлова М.В., Белоцерковский Ю.Б., Комаров И.П. Выращивание молоди белорыбицы в индустриальных условиях // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ. Вопросы экологии гидробионтов. М. -1991. -В.64. -с.85-89.

6. Белоцерковский Ю.Б., Большакова С.Г., Михайлова М.В., Чакалтана Д., Югай Т.В., Темников В.А. Разработка биологических основ индустриализации искусственного воспроизводства промысловых рыб Волго-Каспийского бассейна // Биологические ресурсы Каспийского моря и пути рационального их использования.- Астрахань.-1993. -с.114-116.

*Михайлова*