

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВНИИПРХ)

На правах рукописи

БУРЛАЧЕНКО ИРИНА ВИЛЕНOVNA

УДК 639.373.8:639.3.043.13

ПОТРЕБНОСТИ МОЛОДЫХ КЕФАЛИ В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ КАК  
ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ КОРМОВ

03.00.10 ИХТИОЛОГИЯ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва 1991 г.

Работа выполнена в лаборатории марикультуры Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

Научный руководитель - доктор биологических наук, профессор ДУШКИНА Л.А.

Официальные оппоненты - доктор биологических наук ШУЛЬМАН Г.Е.

кандидат биологических наук ГАМЫГИН Е.А.

Ведущее учреждение - ГосНИОРХ

Защита состоялась заседании специализированного научно-исследовательского института по адресу: г. Рыбное, ВНИИРХ

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Автореферат

Ученый секретарь специализированной комиссии  
Д.А. ДУШКИНА

## ВВЕДЕНИЕ

Марикультура - новое рыбохозяйственное направление, которое во многих странах мира приобрело индустриальный характер. Быстрое и широкомасштабное развитие марикультуры дает возможность получения дополнительной продукции на фоне ограничения рыболовства по экологическим и экономическим причинам (Душкина и др., 1985).

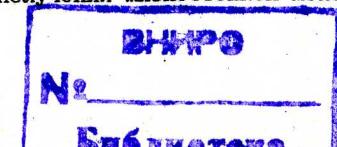
Наша страна благодаря огромной протяженности шельфовых зон имеет мощный потенциал для развития марикультуры. В этой связи особое внимание привлекает Азово-Черноморский бассейн, издавна славящийся ценными видами рыб. Среди них к наиболее популярным промысловым видам относят черноморских кефалей.

Высокая скорость роста кефалей, их способность питаться детритом и донными обрастаниями, отсутствие пищевых конкурентов позволяет им с высокой эффективностью использовать кормовую базу лиманов, являющихся традиционным местом их нагула, и уже к концу второго вегетационного периода достигать товарной массы. Однако, в последние десятилетия численность естественной молоди, заходящей в лиманы, неуклонно снижается. Это вызвано общим ухудшением экологической обстановки.

В то же время высокая плодовитость, быстрый рост, эвригалинность, а также возможность получения товарной продукции без каких-либо затрат во второй год культивирования, ставят кефалей в ряд наиболее перспективных объектов пастбищного рыбоводства. Поэтому большое значение приобретает разработка технологии индустриального получения и подращивания молоди различных видов кефалей.

Первые значительные успехи в разведении кефалей были достигнуты в США, Израиле и на Тайване (Liao et al., 1972, 1977; Linder et al., 1974). В нашей стране работы по искусственному разведению кефалей были начаты в 60-х годах (Виноградов и др., 1968, 1971; Аронович и др., 1978, Апекин, Куликова, 1980; Вальтер, 1980 и др.).

В настоящее время в результате многолетних исследований коллективов сотрудников ВНИРО под руководством Т.М. Аронович и ЮГНИРО под руководством Н.И. Куликовой и Л.Г. Гнатченко, разработаны методы получения жизнестойкой молоди кефалей, которые



изложены в инструкциях по разведению кефали лобана (Аронович и др., 1986) и сингиля (Куликова и др., 1990). Они содержат практическое руководство по работе с производителями, получению и инкубации икры, выращиванию личинок и молоди. Эти работы явились основой создания биотехнологии производства посадочного материала для лиманных хозяйств. Узким местом этой технологии является необходимость обеспечения молоди в период активного роста и зимовки достаточным количеством кормов, соответствующих потребностям рыб.

На современном этапе при выращивании личинок и молоди используют живые корма. Однако, при массовом получении сеголетков и годовиков производство живых кормов в необходимых количествах требует значительных материальных затрат. Так, согласно расчетам только суточный рацион 30 дневного малька лобана включает приблизительно 200 коловраток, 350 науплиев артемии и 1,5 тысячи зоопланктонных организмов (Аронович, Маслова и др., 1986).

Решение этой проблемы возможно путем создания искусственных кормов. В доступной нам отечественной и зарубежной литературе каких-либо сведений о специальных кормах для кефалей обнаружить не удалось. Имеются отдельные сообщения об использовании ряда экспериментальных диет при определении потребности молоди кефалей в белке (Vallet et al., 1970; Ghion, 1976; Papaparaskeva-Papotsegou, 1986).

В связи с этим целью исследований была разработка комбикормов для молоди кефалей на основе изучения потребностей в питательных веществах и оценки физиологического действия кормов на организм рыб. Последнее имеет принципиальное значение, так как речь идет о получении посадочного материала для выпуска в естественные водоемы. В этой связи предстояло решить следующие задачи:

- установить потребности молоди кефали в основных питательных веществах (белках, аминокислотах, липидах и жирных кислотах);

- на основании данных о потребностях подобрать смеси кормовых компонентов различного происхождения в соотношениях, обеспечивающих рост молоди, сходный с ростом на зоопланктоне;

- установить степень физиологической полноценности комбикормов на основе изучения обмена веществ в летний и зимний периоды;

- разработать комбикорм для зимнего содержания сеголетков,

обеспечивающий их нормальное физиологическое состояние.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. В результате выполненных в 1984-1991 гг. исследований впервые охарактеризованы потребности молоди черноморских кефалей - лобана и остроноса (в диапазоне масс от 0,03 до 1,0 г) к уровню в корме белка, аминокислот, липидов и жирных кислот. Установлено, что традиционно используемые при выращивании кефалей культивируемые коловратки и науплии артемии недостаточно полно соответствуют потребностям личинок и молоди в аминокислотах и липидах.

В ходе изучения химического состава икры обнаружено сходство в количественной последовательности чередования аминокислот в икре морских, пресноводных и пресноводных рыб, а также в курином яйце, что дало основание предположить существование общих эволюционно обусловленных закономерностей в сохранении их количественного соотношения в яйцах рыб и птиц.

В соответствии с установленными потребностями в аминокислотах создан сухой гранулированный комбикорм, близкий по характеру физиологического действия к зоопланктону. Дополнительное обогащение корма липидами, жирнокислотный состав которых был близок к потребности в них кефалей, привело к существенному увеличению питательности корма по сравнению с отлавливаемым и культивируемым зоопланктоном.

Выполненные исследования позволили обнаружить видовые различия в требованиях молоди к составу и содержанию белка в пище. В период активного роста уровень белка в кормах для молоди остроноса (масса 110 - 520 мг) должен находиться в пределах 45-48%, причем более предпочтителен животный белок. Молодь лобана (массой 160 - 810 мг) менее требовательна, и уровень белка в корме может быть существенно ниже (около 30%). При этом лобан предпочитает смеси из растительных компонентов, что свидетельствует о возможности его более раннего перехода на питание растительной пищей.

Установлено, оптимальный что уровень жира в кормах для молоди обоих видов может колебаться в пределах 9-13%.

В зимний период требования молоди к уровню белка в корме снижаются приблизительно на 13%, без изменения требований к уровню жира.

Изучение липидного обмена в зимний период позволило

обнаружить видовые отличия в обмене жирных кислот, выражавшиеся в более интенсивном синтезе высоконенасыщенных жирных кислот у лобана, что дало основание предположить его более высокую (по сравнению с остроносом) толерантность к условиям низкой температуры.

Доказана возможность использования искусственных кормов для выращивания физиологически полноценной молоди кефалей и ее успешной зимовки в искусственных условиях.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ.** На основе установленных потребностей кефалей созданы и проверены в экспериментальных условиях, а также при массовом выращивании сеголетков лобана и остроноса комбикорма, обеспечивающие рост более быстрый, чем на зоопланктоне и нормальное физиологическое состояние молоди.

Для зимнего содержания молоди обоснован выбор корма ВБС-РЖ (серийно выпускаемого на комбикормовых заводах Минрыбхоза для сеголетков карпа) при условии его обогащения рыбьим жиром.

**АПРОВАЦИЯ РАБОТЫ.** Основные материалы диссертации докладывались и обсуждались на коллоквиумах лаборатории марикультуры ВНИРО (1985-1991), I и II Симпозиумах по экологической биохимии рыб (Ярославль, 1987, 1990), Конференции молодых ученых (Владивосток, 1988), III Всесоюзной конференции по морской биологии (Севастополь, 1988), Всесоюзной конференции по физиологии морских животных (Мурманск, 1989).

**ПУБЛИКАЦИИ.** По теме диссертации опубликовано 9 работ.

**ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ.** Диссертация изложена на 128 стр. машинописного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов. Текст иллюстрирован 23 таблицами и 7 рисунками. Список литературы включает 102 работы на русском и 79 - на иностранных языках.

#### ГЛАВА 1. ОВЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе представлена сводка литературных данных, характеризующих особенности питания молоди кефалей в естественных условиях, современное состояние исследований по изучению пищевых потребностей кефалей, а также различных видов морских и пресноводных рыб. Приводятся сведения об источниках кормового сырья. Кроме того, с позиций изучения пищевых потребностей рассмотрен ряд вопросов зимовки молоди кефалей.

#### ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Экспериментальная работа, полевые наблюдения, химическая и аналитическая обработка материала были выполнены в течение 1984-1991 гг. Рыбоводная часть была проведена на экспериментальной базе ВНИРО "Б.Утриш" (Краснодарский край) и ЮГНИРО "Заветное" (Керченский пролив).

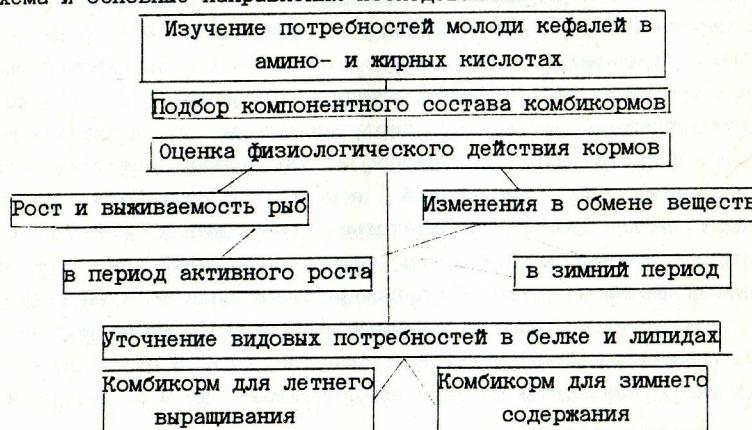
Объектом исследований служила разновозрастная молодь лобана (*Mugil cephalus L.*) и остроноса (*Liza saliens Rissos*) в диапазоне масс от 30 мг до 2 г, отловленная в море и выращиваемая в бассейнах, овулировавшая икра лобана и сингиля, а также комбикорма.

Эксперименты с молодью проводили в проточных бассейнах и аквариумах. Температура воды в ходе ростовых экспериментов колебалась от 15 до 27°, в период зимнего содержания от 7,5 до 14°. Интенсивность роста рыб характеризовали по показателям абсолютного и среднесуточного приростов. Для оценки питательности кормов изучали их химический состав, расчитывали скоры аминокислот, т.е. степень соответствия соотношения аминокислот кормов их соотношению в "идеальном" белке, за который был принят белок икры кефалей, а также изменения в обмене веществ и энергии молоди, происходящие у рыб при питании различными кормами. Ретенцию (или накопление) веществ в процессе роста и их расход при голодании, определяли по формулам, предложенным М.А. Щербиной (1983).

При химических анализах в икре, теле рыб, комбикормах содержание воды определяли после высушивания при  $t=105^{\circ}$  гравиметрически, сырой протеин рассчитывали по общему азоту, определенному по способу Кинга с реагентом Несслера, за белок принимали сумму аминокислот. Общую фракцию липидов выделяли по методу Фолча и определяли гравиметрически, минеральные вещества - методом сухого озоления в муфельной печи (согласно методическому руководству М.А. Щербины 1983). Определения аминокислот проводили на обезжиренных образцах после кислотного гидролиза 6N HCl в течение 24 часов при  $t=105^{\circ}$ , на жидкостном анализаторе "Хитачи 835-50" по прописи фирмы в лаборатории физико-химических исследований ВНИРО. Для определения жирнокислотного состава общих липидов экстракцию проводили по методу Блая и Дайера (Bligh et al., 1959). Метилирование липидов велось с хлористым ацетилом при  $t=105^{\circ}$  в течение

2,5 часов. Жирнокислотный состав липидов анализировали на газовом хроматографе "Янако", анализы на хроматографе выполнены сотрудником лаборатории физико-химических исследований ВНИРО В.Ф.Полуяковым.

Всего за период исследований было проведено 9 серий биологических экспериментов на рыбах, 2600 измерений длины и массы рыб, 560 определений содержания основных групп питательных веществ в икре, теле рыб и комбикормах, 60 определений содержания амино- и 40 жирных кислот. Испытано 23 кормосмеси. Ниже приведена схема и основные направления исследований.



Рыбоводные опыты и химические анализы были выполнены в двух повторностях. Статистическую обработку материала проводили по общепринятым методикам (Плохинский, 1981).

### ГЛАВА III. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ РАННЕЙ МОЛОДИ КЕФАЛИ В АМИНО- И ЖИРНЫХ КИСЛОТАХ

В современной литературе о питании животных существует мнение, что химический состав яиц позвоночных, в частности, количественное соотношение аминокислот в белках, может служить эталоном пищевых потребностей (Покровский, 1974; Черников, 1990 и др.). Критический анализ литературных данных по этому вопросу дан в одной из работ Дж.Кетола (Ketola, 1982), где экспериментально обосновывается объективность подобного методического подхода применительно к рыбам. Аналогичный прием используется и в отношении жирных кислот. По данным G.Castell (1978), В.С.Сидорова (1983) и других,

известно, что икра каждого вида рыб характеризуется своим соотношением жирных кислот, который относительно независим как от липидов пищи, так и от состава жира взрослых особей.

Эти исследования послужили основанием для изучения химического состава икры кефалей с целью получения представлений о потребностях ранней молоди в амино- и жирных кислотах.

Для исследований отбирали пробы икры лобана и сингиля, полученной после гипофизарных инъекций от производителей, которые были отловлены в период нерестовых миграций у берегов Керченского пролива.

Определение содержания основных групп органических и минеральных веществ позволило установить сходство в химическом составе икры обоих видов. Количество сухого вещества колебалось от 15 до 19%. В сухом веществе икры на долю органических соединений приходилось около 95%, из них около половины составляли липиды и одну треть белок. В белках икры количественно было определено 16 аминокислот, 9 из которых относятся к незаменимым. Отмечено преобладание лейцина, аргинина, лизина и валина, на долю которых приходилось более 50% незаменимых аминокислот. В наименьшем количестве содержались метионин и гистидин. Общая сумма незаменимых аминокислот составила около 50%. Среди заменимых аминокислот количественно преобладала глутаминовая кислота (22%), в минимуме содержалась глицин (2%).

Таблица 1.  
Содержание аминокислот в икре различных видов рыб

	Лобан*	Сингиль*	Калкан**	Лососевые**	Карп***	Среднее	Куриное яйцо****
Лейцин	7,7	8,3	9,2	10,0	7,4	8,5	8,5
Аргинин	6,9	5,2	5,1	6,4	6,9	6,2	6,4
Валин	6,2	6,7	6,3	6,5	5,7	6,3	7,2
Лизин	6,1	5,9	6,2	8,2	6,7	6,6	6,9
Изолейцин	5,6	6,3	5,5	6,2	4,2	5,6	6,4
Фенилаланин	5,6	5,5	4,3	5,4	3,6	4,9	5,2
Метионин	3,4	3,2	-	2,7	2,9	3,0	3,1
Гистидин	3,1	2,1	2,6	2,5	2,6	2,6	2,4

(\* - наши данные; \*\* Тимошина, 1974; Ketola, 1982; \*\*\* Щербина, 1988;  
\*\*\*\* Рождественский, Шафаров, 1980)

При сопоставлении данных о соотношении аминокислот в икре кефалей с литературными сведениями по икре пресноводных, проходных и морских рыб обнаружено сходство полученных значений, несмотря на различия в способах отбора проб икры и подготовки их к анализу, методах анализа и местах его проведения. (табл.1). Качественная последовательность изученных аминокислот сохраняется почти во всех случаях. Весьма примечательным оказалось сходство соотношения незаменимых аминокислот в икре рыб и курином яйце, что позволяет говорить об общих эволюционных закономерностях сохранения постоянства качественных соотношений аминокислот в яйцах рыб и птиц.

Опыты по кормлению теплокровных животных (Бергнер, Кетц, 1973; Покровский 1974) и данные Дж. Кетола (1982), получившего усиление прироста массы молоди атлантического лосося на 85% при коррекции диет по аминокислотному составу икры, свидетельствуют о целесообразности использования количественных соотношений аминокислот в белках икры в качестве критерия идеальных потребностей личинок и молоди рыб. Кроме того, экспериментально показана возможность использования этого критерия в практических целях для коррекции аминокислотного состава белков в искусственных кормах.

Учитывая высказанные и литературные данные об уровне полноценного белка в кормах для личинок и молоди рыб (40-50%), можно предположить, что в корме для кефалей количественное выражение потребностей в аминокислотах может иметь следующие значения: лейцин - 3,1 и 3,9; аргинин - 2,8 и 3,5; лизин - 2,4 и 3,0; валин - 2,4 и 3,0; изолейцин - 2,3 и 2,9; треонин - 2,1 и 2,6; фенилаланин - 2,3 и 2,9; метионин - 1,4 и 1,7; гистидин - 1,2 и 1,6 % сухого вещества корма.

С этих позиций анализ соответствия аминокислотного состава используемых при выращивании личинок и молоди кефалей культивируемых коловраток, науплиев артемии и дикой акарции позволил обнаружить в белках первых двух видов дефицит метионина и гистидина, что снижает их пищевую ценность в 2-3 раза. Содержание аминокислот в белках акарции в большей степени соответствовало потребности. Это еще раз подтверждает необходимость сочетания различных видов кормовых организмов.

Исследования жирнокислотного состава общей фракции липидов

икры кефалей показали следующее. На долю насыщенных жирных кислот приходится около 20% общей суммы, преобладают среди них пальмитиновая и стеариновая (7,5 и 8,5%). Мононенасыщенных кислот содержится в 1,8 раза больше, чем насыщенных. В основном это олеиновая и пальмитоолеиновая кислоты (14 и 16% соответственно). На долю полиненасыщенных приходится более 40%, из них наибольшее значение имеет линолевая (6,2%), линоленовая и докозагексаеновая кислоты (5 и 6% и 2,5 и 7% у лобана и сингиля соответственно). При этом, если соотношение основных групп жирных кислот в икре обоих видов достаточно близко, то уровень полиеновых кислот линоленового ряда в икре сингиля в два раза выше, чем у лобана, главным образом за счет докозагексаеновой кислоты. Это, по-видимому, обусловлено более низкой температурой нереста сингиля (18-20° против 22-24° у лобана).

При сравнении жирнокислотного состава липидов икры кефалей и других видов рыб можно видеть, что в отличие от аминокислот, жирнокислотный состав икры более динамичен. При сохранении общей тенденции в количественном соотношении насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот (у кефалей соответственно 21,36 и 43%) содержание отдельных, особенно полиеновых кислот, неодинаково. Это обеспечивает лучшую адаптацию различных видов к особенностям температурного и соленостного режимов водоемов, в которых проходит нерест, а также развитие икры и личинок.

Преобладание в икре кефалей ненасыщенных жирных кислот (80%), среди которых половину составляют полиеновые и обнаруженное соотношение сумм жирных кислот рядов ω3/ω6, равное 2 у лобана и 3 у сингиля, свидетельствует о целесообразности использования в кормах для ранней молоди кефалей жиров с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот и соотношением ω3/ω6 не менее 2,0.

#### ГЛАВА 1У. ПОДБОР СОСТАВА КОМБИКОРМОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЫСТРЫЙ РОСТ И НОРМАЛЬНОЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОЛОДИ КЕФАЛЕЙ

Результаты предыдущей главы позволили получить предварительные представления о потребностях молоди кефалей в аминокислотах и липидах. Широкий спектр кормовых средств, имеющихся в распоряжении отечественной комбикормовой промышленности дает возможность подобрать необходимые компоненты для изготовления искусственных кормов, отвечающих потребностям рыб. Однако,

согласно существующей мировой практике разведения кефалей, личинок на начальных стадиях кормят зоопланктоном. На настоящем этапе биотехники его замена на искусственный корм возможна лишь на 20-25 сутки после перехода личинок на активное питание. Известно, что подобная смена корма может вызвать существенные сдвиги в обмене веществ и привести к значительному ухудшению физиологического состояния рыб, что отразится на их росте и выживаемости.

Одним из способов оценки питательности кормов, т.е. их соответствия требованиям растущих рыб, является изучение обмена веществ и энергии в условиях активного роста и голодания (Шербина, 1975, 1983, 1985; Яржомбек 1981). По интенсивности накопления при питании и расходования в голодном обмене можно судить о физиологической полноценности накоплений.

Поэтому исследования этой главы были посвящены подбору смеси компонентов различного происхождения в таких соотношениях, которые обеспечили бы рост молоди, сходный с ростом на зоопланктоне. Оценка их питательности была построена на основе сопоставления данных о накоплении белка, основных протеиногенных аминокислот, липидов, энергии и их трат при экспериментальном голодаании.

Опыты были проведены в 1985 г. на ранней молоди кефали-остроносца, отловленной в море. Мальков, начальной массой 30 мг, содержали в цилиндрических аквариумах с коническим дном емкостью 10 литров по 30 экз. в каждом. Соленость воды изменялась от 13 до 18‰. За период эксперимента, продолжительностью 30 суток, температура воды колебалась от 17 до 25° (средняя 22°). Схема и результаты опыта приведены в табл. 2. Контролем служили рыбы, которых кормили обычными при применяемыми при выращивании личинок и молоди кефали зоопланктонными организмами (науплиями артемии, коловратками, науплиями и взрослыми копеподами, а также морским зоопланктоном).

Испытывали пять кормосмесей (в том числе и промышленный комбикорм для сеголетков карпа рецепта ВБС-РЖ), различавшихся между собой набором и соотношением компонентов различного происхождения, качественным составом и количеством белка. Подбор аминокислотного состава кормов вели на основе расчета скоров.

Анализ содержания аминокислот в кормах и зоопланктоне и расчет их скоров показал, что по соотношению незаменимых аминокис-

лот (за исключением метионина) все кормосмеси вне зависимости от источников белка оказались относительно близкими и в основном соответствовали потребностям молоди, рассчитанным по икре.

Максимальный ростовой эффект был получен при выращивании молоди на зоопланктоне, а также кормосмеси Б-2, содержащей 45% белка. Его основным источником были компоненты животного и микробиального происхождения в количестве 40 и 30% соответственно. Затем следуют кормосмеси Б-4 и ВБС-РЖ, имеющие более высокий процент компонентов растительного происхождения, также показавшие близкие к контрольному варианту результаты по приросту массы.

Таблица 2  
Схема и результаты эксперимента по выращиванию молоди остроноса

Показатели	Варианты кормления					
	Искусственные корма					Зоопланктон
	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	ВБС-РЖ	
Состав компонентов, %						
Животные	40	40	35	30	9	100
Растительные	30	30	50	55	83	
Микробиальные	30	30	15	15	8	
Химический состав, %						
Сырой протеин	45	44	40	36	28	58
Сырой жир	1	1	1	1	0	8
Зольные элементы	8	8	7	6	6	12
Энергия ккал/100 г	482	479	476	471	451	500
Влага, % нат. массы	11	13	16	11	12	86
Биологический эффект						
Масса рыб, мг ( $\bar{x} \pm \text{пх}$ )	$144 \pm 9$	$185 \pm 13$	$166 \pm 9$	$177 \pm 10$	$174 \pm 14$	$185 \pm 13$
Cw, %	5,5	6,4	6,0	6,2	6,2	6,4
После введения в корм 9% липидов						
Масса рыб, ** мг	$377 \pm 29$	$365 \pm 27$	$366 \pm 24$	$306 \pm 28$	$242 \pm 18$	$262 \pm 13$
Cw, %	4,7	4,7	4,7	4,4	3,9	4,1

\* - начальная масса рыб 29 мг

\*\* - начальная масса рыб 64 мг

Cw - среднесуточный прирост

На основании изучения обмена веществ был сделан вывод, что питание молоди зоопланктоном и комбикормами не оказалось

сколь-нибудь выраженного влияния на соотношение аминокислот в тотальном белке рыб. Дефицит или избыток аминокислот в кормах не вызвали соответствующих изменений в теле молоди.

Что касается остальных органических соединений, то по сравнению с молодью, отловленной в море, во всех вариантах отмечено возрастание уровня сухого вещества, что произошло, в основном, за счет увеличения содержания сырого протеина и липидов (табл.3).

Расчет накопления в теле рыб за период опыта веществ и энергии показал, что по сравнению с зоопланктоном, на комбикормах, где наблюдался более быстрый рост, шел более интенсивный синтез липидов и меньший белка независимо от уровня протеина в корме. Накопление аминокислот шло пропорционально накоплению белка, вне зависимости от уровня аминокислот в кормах. Наиболее близкими к зоопланктону по накоплению веществ и энергии были корма Б-2, Б-4 и ВБС-РЖ.

Таблица 3.

Содержание веществ и энергии в теле дикой молоди остроноса, а также после питания различными кормами и голодания

Вещества, % сырой массы и энергия, ккал/100 г	Дикая молодь	После питания			После голодания		
		Б-1	Б-2	зоопланктон	Б-1	Б-2	зоопланктон
Сухое вещество	20,5	25,8	26,9	24,6	19,7	20,1	21,5
Белок	9,6	11,2	10,1	11,3	9,3	8,8	7,7
Липиды	1,7	4,6	7,9	4,7	1,3	2,0	2,9
Энергия	88,3	124,1	149,1	125,8	78,1	82,2	83,9

Вариант Б-1 - худший ростовой эффект, Б-2 - лучший

После голодания, продолжительностью 14 суток (180 градусо-дней, что приблизительно соответствует периоду, когда в естественных условиях вследствие низкой температуры молодь не питается) у рыб всех вариантов снизилось содержание сухого вещества (табл.3). Это обусловлено обводнением организма в результате образования метаболической воды при расщеплении липидов, белков и углеводов.

Содержание аминокислот в теле голодавших рыб осталось относительно стабильным. Отмечено определенное снижение уровня лейцина, глютаминовой и аспарагиновой кислот и увеличение пролина глицина и  $\alpha$ -аланина. Это связано с активным участием трех первых аминокислот и  $\alpha$ -аланина в тканевой энергетике, которая обеспечивает поддержание жизнедеятельности организма путем использования

наряду с липидами и углеводами энергетических резервов аминокислот с разветвленной цепью. Повышение содержания пролина и глицина, сосредоточенных, главным образом, в костной и соединительной тканях, свидетельствует об увеличении относительной массы опорных тканей за счет преимущественного использования в обмене голодавших рыб мягких тканей. Полученные нами результаты согласуются с данными А.Д.Гершановича (1987), С.Д.Гурьяновой и В.С.Сидорова (1989), приводимыми для рыб, а также В.Г. Яновича и С.Г.Вовка (1989), П.Хочачка и Дж.Сомеро (1988) для высших позвоночных животных (крыс, свиней, овец, крупного рогатого скота и белых медведей). Это свидетельствует о существовании общих механизмов биохимической адаптации различных классов позвоночных животных, выражающихся в поддержании жизнедеятельности организма при голодании за счет равномерного использования всех видов энергетических резервов.

Расчеты трат веществ и энергии на поддержание жизни позволили обнаружить, что более быстрый рост и быстрое накопление сопровождаются в голодном обмене большими потерями. При этом молодь, получавшая комбикорма, в большей степени использовала на поддержание жизни накопленные липиды и в меньшей белок и аминокислоты, чем рыбы, выросшие на зоопланктоне. Эти результаты согласуются с данными А.Е. Касаткиной (1988), изучавшей влияние различных соотношений естественной пищи и комбикорма на интенсивность использования веществ и энергии в голодном обмене зимующих сеголетков карпа.

Количественные значения трат веществ и энергии при голодании, а также размеры остаточных накоплений у рыб на кормах Б-2, Б-4 и ВБС-РЖ оказались сходными с вариантом зоопланктона. При близкой скорости роста дало основание говорить о возможности применения этих кормов для ранней молоди остроноса.

Сопоставительный анализ данных, характеризующих накопление в процессе роста и траты при голодании, позволил сделать вывод, что соотношение незаменимых аминокислот (за исключением метионина) во всех кормах, в основном, соответствует требованиям молоди к аминокислотному составу корма. Кроме того, высокий темп роста рыб на искусственных кормах (такой же, как на зоопланктоне) и отсутствие у молоди признаков недостаточности незаменимых аминокислот, дает основание предположить, что величина потребности в метионине, по

всей вероятности, ниже чем установленная по икре, может быть скорректирована по его содержанию в белках тела молоди.

Обнаруженные в голодном обмене рыб большие траты белка и относительно малые липидов могли свидетельствовать о недостаточности запасов липидов в организме. Теоретически их пополнение возможно путем повышения уровня липидов в корме.

С целью проверки этого предположения была выполнена серия экспериментов, в которой все кормосмеси, использованные ранее, были обогащены жиром. В качестве липидной добавки применяли жир одной из черноморских рыб, содержащий около 80% ненасыщенных жирных кислот, в том числе 45 % полиненасыщенных при соотношении  $\omega_3/\omega_6$  равном 5,5, что выше потребности в жирных кислотах, установленной по икре кефалей.

Сначала была определена доза липидной добавки. Для этого в смесь Б-2 было введено от 3 до 12% жира. Признанная оптимальной 9%-ная добавка липидов была введена во все кормосмеси, испытанные ранее. Контролем вновь служил зоопланктон (табл.2).

В результате 30-ти дневного питания кормами, обогащенными жиром, получена активизация роста молоди в вариантах Б-1-9, Б-2-9 и Б-3-9. В тоже время на кормах Б-4-9 и ВВС-РЖ-9, ранее признанных лучшими, при повышении уровня жира прирост был заметно меньше в сравнении с другими кормами и с контрольным вариантом.

Обогащение кормов жиром привело не только к усилиению роста, но также и синтеза белка и липидов, при одновременном увеличении содержания в теле сухого вещества. Это является новым подтверждением белоксберегающего эффекта липидов, описанного в работах G.Phillips (1969) на форели, G.Adron (1976) на тюрбо, М.А.Шербиной на карпе (1979) и т.д., и свидетельствует о лучшем обеспечении потребностей рыб в энергии.

Сопоставительный анализ трат веществ и энергии на поддерживающий обмен при голодании позволил выделить лучшую кормосмесь Б-3-9 (уровень белка 40%, липидов 9%). Половина ее состава приходится на компоненты растительного происхождения, 35% - животного и 15% - микробиального. Получавшие ее рыбы использовали в энергетическом обмене наименьшее количество белка (его доля в энерготратах составила 26%). Это было близко к варианту с зоопланктоном и дало основание говорить о возможности замены зоопланктона кормосмесью Б-3 с добавлением 9% рыбьего жира.

В естественных условиях к зиме сеголетки остроноса в возрасте 4-х месяцев достигают массы 0,1-1,5 г (редко 4 г). Так как в условиях наших экспериментов прирост молоди за 30 суток составил 300 мг (при средней массе 370 мг, максимальной 570 мг) можно говорить, что испытанные комбикорма обеспечили рост молоди остроноса, сопоставимый с ростом в естественных условиях.

Таким образом, проведенные исследования позволили обосновать возможность создания для ранней молоди кефали корма из отечественного кормового сырья и получить практическое подтверждение его лучших питательных свойств, чем культивируемого и отлавливаемого в море зоопланктона.

#### ГЛАВА У. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КОМБИКОРМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОТРЕБНОСТИ МОЛОДИ КЕФАЛЕЙ В БЕЛКЕ И ЛИПИДАХ В ПЕРИОД АКТИВНОГО РОСТА

Результаты предшествующей главы позволили создать для ранней молоди остроноса корм Б-3-9, который по сравнению с зоопланкtonом, смог обеспечить более интенсивный рост, большее накопление в организме веществ и энергии, и их более экономное расходование при голодании. Уровень белка в корме Б-3-9 составил 40%, жира - 9%.

Согласно литературным данным, оптимальное содержание белка в кормах, которые применялись различными исследователями для выращивания молоди кефали, находилось в диапазоне 25-70% (Vallet et al., 1970; Ghion, 1976; Albertini-Berhaut, 1985; Papaparaskeva-Papotsoglou et Alexis, 1986). Однако из-за малочисленности сведений и их фрагментарности установить какую-либо определенную зависимость между оптимальным уровнем белка в корме, видом и размером молоди кефалей не удалось. В связи с этим представлялось необходимым с физиолого-биохимических позиций выяснить, насколько близки к оптимальным установленные нами потребности молоди двух видов кефалей к уровню белка и жира в комбикормах.

Работа была выполнена на молоди лобана и остроноса. Отловленную в море молодь обоих видов, возраст которой в начале эксперимента составлял 35-45 суток, содержали совместно в бассейнах по 100 экз. в каждом варианте опыта. Плотность посадки - 2 экз./л, скорость водообмена - 1,5 объема в час.

Эксперименты по определению уровня белка в корме проводили на фоне трех кормосмесей, составленных из одного набора сырья на

скорость водообмена - 1,5 объема в час.

Эксперименты по определению уровня белка в корме проводили на фоне трех кормосмесей, составленных из одного набора сырья на основе корма Б-3-9. Компоненты подбирали таким образом, чтобы уровень белка составлял 30, 40 и 45%, при близком (около 13%) содержании липидов. Кормосмеси соответственно получили следующие шифры: Б-6, Б-7 и Б-9. Одновременно испытывали стартовый корм для форели РГМ-6М, содержащий 48% белка (Гамыгин, 1979). Калорийность кормов была от 670 до 760 ккал 100 г. Для изучения влияния уровня липидов была избрана смесь с 30% белка, в которую вводили 5; 9 и 13% рыбьего жира. В результате этого общий уровень липидов в кормах составил 9, 13 и 18%. Эти кормосмеси получили соответственно следующие шифры: Б-9, Б-6 и Б-10. Схема и результаты эксперимента приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Влияние уровня белка и липидов в корме на рост молоди кефалей

Характеристика кормов			Биологический эффект			
на 100 г сухого:			валовая	лобан	остронос	
Вариант	: вещества, %	: энергия, ккал/100г				
кормления	: протеин, г	: жир, г	: ккал/100г	: масса, мг: CW, %	: масса, мг: CW, %	
B-6	30	13	669	790 <sup>±27</sup>	3,0	400 <sup>±24</sup>
B-7	40	13	742	770 <sup>±32</sup>	2,9	440 <sup>±22</sup>
B-8	45	13	766	810 <sup>±30</sup>	3,0	520 <sup>±45</sup>
РГМ-6М	48	8	740	650 <sup>±27</sup>	2,7	520 <sup>±19</sup>
Изменения в уровне белка						
B-9	30	9	631	740 <sup>±27</sup>	2,9	500 <sup>±22</sup>
B-6	30	13	669	790 <sup>±27</sup>	3,0	400 <sup>±24</sup>
B-10	30	18	694	760 <sup>±30</sup>	2,9	440 <sup>±23</sup>
Изменения в уровне жира						

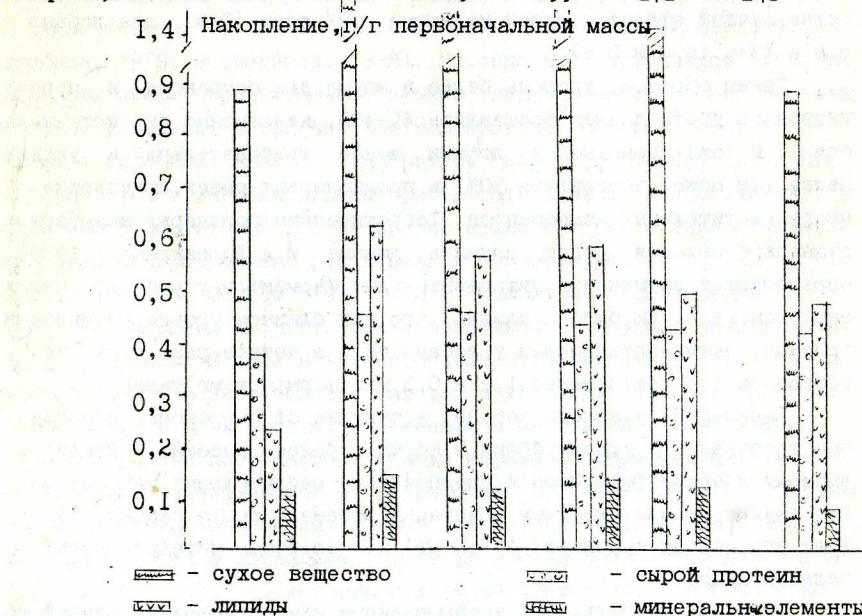
Для лобана лучший ростовой эффект получен на корме с 45% белка (B-8) и близкий с 30% (B-6). Хуже всего мальки лобана росли на корме РГМ-6М. У остроноса максимальный рост отмечен в варианте с высокобелковыми кормами РГМ-6М и B-8, минимальный - в варианте корма B-6. Каких-либо закономерных изменений в химическом составе рыб под влиянием качественных различий в кормах не обнаружено.

молоди обоих видов произошло увеличение содержания сухого вещества, главным образом, за счет повышения относительного уровня липидов, который возрос в 6-11 раз. Уровень белка возрос на 5-15%. На аналогичные изменения в химическом составе тела молоди кефали-губача, наряду со снижением уровня минеральных элементов, указывает Е.Парасекова-Папотсоглу (1986), что в обоих случаях является свидетельством интенсивного роста молоди.

Таблица 5.

Влияние качества кормов на химический состав и накопление веществ в теле молоди лобана

	Химический состав, % натуральной массы					
	РГМ-6М	B-8	B-7	B-6	B-9	B-10
Сухое вещество	27,0	32,3	31,8	31,4	32,4	29,5
Сырой протеин	11,9	11,0	11,8	11,0	11,7	11,6
Сырой жир	7,1	12,6	12,2	12,1	12,6	10,6
Минеральные элементы	3,7	3,6	3,3	3,9	3,7	3,8
Энергия, ккал/100г	222	266	269	259	272	248



О количественных изменениях в ходе обменных процессов можно судить на основании данных о накоплении. Реакция лобана и остроноса на снижение уровня белка в корме от 45 до 30% не была однозначной. У лобана это не вызвало существенных изменений в синтезе веществ и накоплении энергии. В тоже время на РГМ-6М эти процессы шли в 1,5 раза медленнее. У остроноса, напротив, на кормах с высоким содержанием белка (Б-8 и РГМ-6М), независимо от их состава, накопление достигло максимальной величины. А снижение уровня белка в кorme (вариант Б-6) привело к заметному сокращению синтеза сырого протеина (табл.5).

Обнаруженные нами видовые различия в отношении к растительной и животной пище согласуются с литературными данными по анализу содержимого желудков молоди лобана и остроноса из естественных условий. В этот период у молоди лобана встречается довольно много растительных остатков, в тоже время для остроноса предпочтительным остается зоопланктон и другие животные организмы (Замбриорщ, 1962; Ferrari et al., 1981; Albertini-Berhaut, 1985;).

Реакция молоди обоих видов на изменение уровня жира в корме также была различной. Для остроноса при содержании в кorme 30% белка лучший эффект получен на кorme с 9% жира (Б-9), для лобана - с 9 и 13% (Б-9 и Б-6).

Таким образом, уровень белка в кorme для остроноса в период активного роста должен составлять 45-48%, независимо от источника белка. В тоже время молодь лобана менее требовательна к уровню белка (он может составлять 30%) и предпочитает смеси, содержащие много растительных компонентов. Теоретическим подтверждением обнаруженного явления могут служить данные И.А.Логвиненко (1989), определявшей активность пищеварительных ферментов у рыб из наших экспериментов. Ею было показано, что при близком уровне активности протеаз, активность амилаз у лобана была в четыре раза выше, чем у остроноса (соответственно 1,2 и 0,3 мкг фермента мг ткани).

Выявленное у молоди лобана, в отличие от остроноса, пониженное требование к уровню белка в кorme, более высокая активность амилолитических ферментов и предпочтение растительных кормов, могут служить свидетельством адаптации лобана к более раннему переходу его молоди (начиная со 150 мг) на частичное питание растительной пищей.

Следует отметить, что установленные нами требования ранней молоди

кефалей (в большей степени лобана и в меньшей - остроноса) в белке существенно ниже, чем у других морских объектов аквакультуры, особенно таких как лаврак, желтохвост, тюро, морской язык. Это дает основание использовать при промышленном выращивании кефалей комбикорма с относительно низким уровнем белка.

#### ГЛАВА У1. ПОТРЕБНОСТИ СЕГОЛЕТКОВ КЕФАЛЕЙ В ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ И ПОДБОР СОСТАВА КОМБИКОРМОВ.

По температурным условиям Черное море является границей ареала обитания кефалей. Можно предположить, что именно низкая зимняя температура служит основной причиной массовой гибели молоди (от 50 до 95%) в первую зиму, что было отмечено многими авторами.

При искусственном разведении в условиях марихозяйств создается возможность поддержания в зимний период более высокой температуры, однако при этом возникает необходимость кормления молоди.

Каких-либо сведений о потребностях кефалей в питательных веществах в зимний период нами не обнаружено. В тоже время известно, что при низкой температуре в связи со снижением или прекращением роста сокращается потребность в белке, особенно у теплолюбивых рыб и увеличивается в энергии (Halver, 1970; Гамыгин, Канидьев, 1975; Шербина, 1979; Остроумова, 1988). Из основных источников энергии углеводы имеют сравнительно низкую переваримость и в большей степени усваиваются при высокой температуре. Поэтому особое значение в условиях низкой температуры как эффективный источник легкодоступной энергии должны приобретать липиды. Их количество и особенно качественный состав весьма важны с точки зрения обеспечения адаптации организма рыб к низкой температуре.

Ранее П.В. Шекком (1983) и Н.И. Куликовой с соавторами (1987, 1989) установлены энергетические потребности зимующей молоди лобана и остроноса. В тоже время источники этой энергии, равно как и потребности молоди в белках, липидах и углеводах, не были расшифрованы. Поэтому цель работы, изложенной в настоящей главе, заключалась в изучении потребностей молоди кефалей в основных питательных веществах в зимний период и разработке на этой основе состава физиологически полноценных кормов для условий низкой температуры.

Эксперименты проводили с молодью лобана средней массой 970 мг и остроноса 670 мг, которую содержали совместно. Бассейны с молодью были установлены в помещении.

Потребности в белке определяли путем сравнительных испытаний комбикормов, составленных из одного набора компонентов и содержащих 20 и 30% белка (шифры Б-13 и Б-6), а также комбикорма ВБС-РЖ, содержащего 26% белка, при общем уровне жира 13%.

Определение потребности в жире проводили на фоне смеси Б-13 с минимальным уровнем белка. Для этого в корм добавляли рыбий жир в количестве 5; 9 и 13%. В результате этого ровень общего жира в кормосмесях составил 9; 13 и 18% (шифры кормосмесей Б-11; Б-13 и Б-12). Контролем для обеих серий экспериментов служили голодающие рыбы. Продолжительность опытов составила 150 суток (с середины ноября по апрель), средняя температура воды - 11,2°.

В контрольном варианте, где рыбы не питались, в течение ноября - декабря их масса снижалась постепенно, но за январь она резко уменьшилась и к началу февраля (при потере 25-33 % первоначального веса) началась массовая гибель.

У питающихся рыб снижение массы в январе-феврале было значительно меньшим и составило 1-5%. В марте при повышении температуры и активизации питания начался рост молоди. К апрелю лобан достиг массы, близкой к осенней, а остронос несколько меньшей. Выживаемость рыб во всех вариантах была около 97%. Таким образом, применение комбикормов обеспечило не только высокую выживаемость молоди массой менее 1 г, но и позволило предотвратить ее значительное истощение.

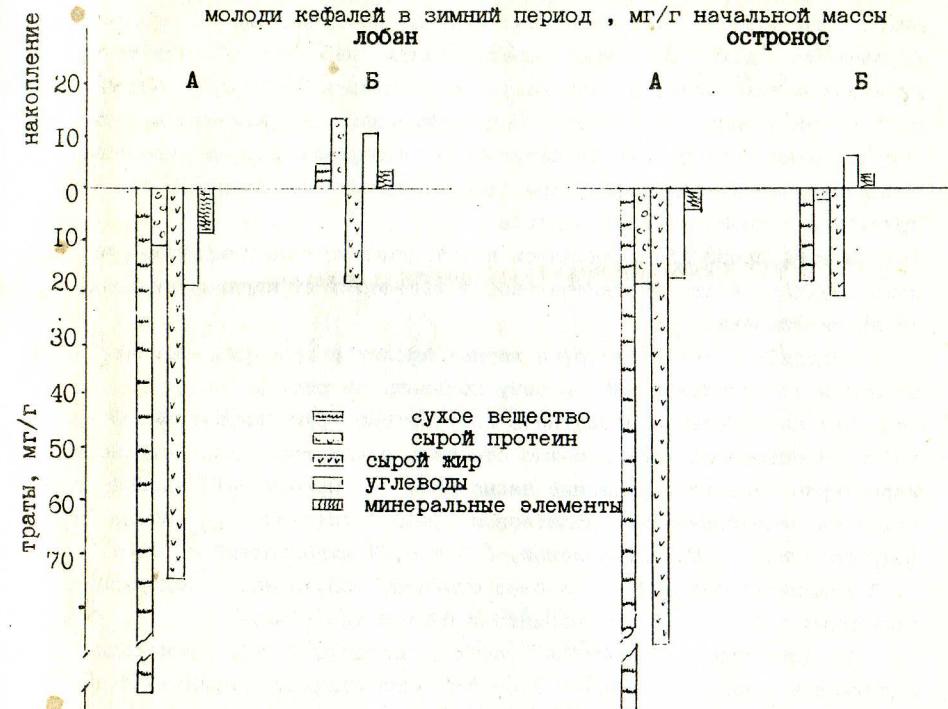
За зимний период в химическом составе тела рыб произошли односторонние изменения. Они выражались в увеличении относительного содержания воды, снижении липидов и углеводов, а также в повышении уровня сырого протеина и минеральных элементов. Эти изменения в значительно большей степени проявились у голодающих рыб.

Анализ потерь веществ и энергии позволил установить, что в течение 770 градусо-дней траты на поддержание жизни составили у голодающих рыб около половины накопленной энергии, 40% белка, 70% липидов и 60% углеводов (рис.1).

Подкормка комбикормами не предотвратила использования собственных запасов на обеспечение жизнедеятельности, но привела к его сокращению в 2-5 раз. При этом доля липидов в общих энергетратах возросла до 90-100% у лобана и до 80-98% у остроноса, а участие белка сократилось соответственно до 1,5-7 и 2-6%.

Рисунок 1

Траты и накопление веществ у голодающей (А) и питающейся (Б) молоди кефалей в зимний период, мг/г начальной массы  
лобан остронос



Снижение уровня белка в кормах с 30 до 20% вызвало у зимующей молоди обоих видов усиление использования белковых запасов организма на энергетические нужды. Траты веществ и энергии (при одинаковом наборе компонентов) на корме с 30% белка были меньше, чем на корме с 20% белка, но больше, чем на ВБС-РЖ (26% белка), что свидетельствует о более благоприятном сочетании компонентов в последнем.

Повышение уровня жира в корме, содержащем 20% белка, выше 9% (корма Б-13 и Б-12) сопровождалось усилением энерготрат. Однако и при содержании в корме 9% жира энерготраты рыб были выше, чем на ВБС-РЖ, обогащенном 13% липидов. На основании результатов этих экспериментов был сделан вывод, что оптимальное содержание белка в корме для зимующей молоди кефали находится между 20 и 30%, жира - между 9 и 13%. По составу и характеру физиологического действия этим требованиям отвечает корм для сеголетков карпа ВБС-РЖ,

при условии его обогащения рыбьим жиром.

Следует обратить внимание, что потери липидов у рыб, питавшихся этим кормом, хотя и заметно меньшие по сравнению с другими вариантами, дали основание предположить неполное соответствие липидной части корма, в частности его жирнокислотного состава, потребностям зимующей молоди. Подтверждением объективности этих предположений могут служить результаты эксперимента, где введение дополнительного количества жира (до уровня 18 % в корме Б-12) не привело к сокращению трат липидов.

В этой связи представлялось необходимым проанализировать как используются липиды организма рыб, в частности их жирные кислоты, во время зимовки.

Содержание основных групп жирных кислот в теле рыб осенью и весной и их использование за зиму показаны на рис. 2.

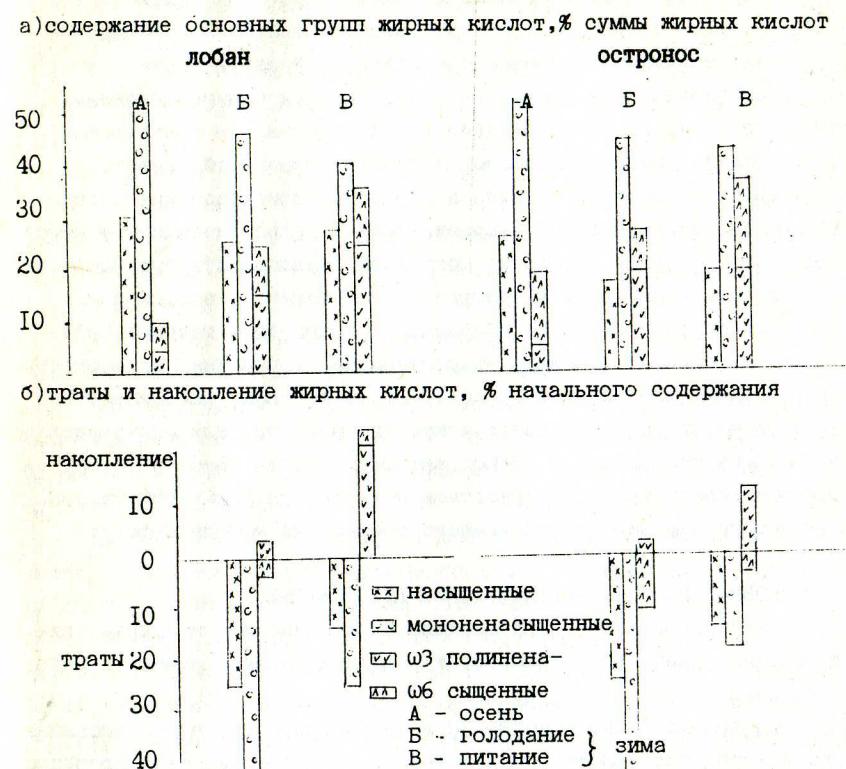
При значительном сходстве в соотношении групп жирных кислот у лобана и остроноса осенью можно отметить следующее: для остроноса характерно меньшее содержание насыщенных и моноеновых кислот и более высокое содержание полиеновых (соответственно у лобана и остроноса 6,0 и 10,7% линолевой, 0,3 и 0,7% линоленовой и 0,01 и 1,5% докозагексаеновой). У лобана отмечено повышенное содержание пальмитиновой (на 26%) и пальмитоолеиновой (на 43%).

За зиму, как у питающихся, так и у голодящих рыб происходили однотипные изменения. Расчет трат позволил получить представление об индивидуальном участии жирных кислот и их групп в липидном обмене зимующей молоди. У голодящих рыб обоих видов в наибольшей степени расходовались мононенасыщенные кислоты, в основном олеиновая и пальмитоолеиновая. При равном у обоих видов уровне потери всех моноеновых кислот у лобана траты олеиновой кислоты были на 20% ниже, а пальмитоолеиновой на 25% выше. Насыщенные жирные кислоты расходовались в равной степени. Максимальными были потери пальмитиновой кислоты (88% от общей суммы расхода насыщенных кислот у лобана и 75% у остроноса).

Траты полиеновых кислот были минимальными. Расходовались в основном жирные кислоты 16 ряда. У остроноса потери линолевой кислоты составили 10%, а арахидоновой - сотые доли процента. В тоже время отмечено накопление жирных кислот 15 ряда (в основном эйкозапентеновой и докозагексеновой), причем у лобана 20:5<sub>ω</sub>3 было накоплено в два, а 22:6<sub>ω</sub>3 - в три раза больше, чем у остроноса.

Рисунок 2.

Зависимость липидного обмена молоди кефалей от условий зимовки



Описанные особенности расходования жирных кислот в общем виде согласуются с многочисленными литературными данными о роли этих соединений в обеспечении организма энергией и их участии в адаптации рыб к низкой температуре с позиций строения и функционирования клеточных мембран.

Наблюдавшееся нами накопление у голодающих кефалей полиеновых кислот при их минимальном начальном содержании и отсутствии пищи согласуется с данными A.Rayser et al.(1963) и подтверждают его вывод о наличии у кефалей механизмов элонгации и десатурации жирных кислот.

Подкормка комбикормами позволила сократить почти наполовину

траты насыщенных и моноеновых кислот. Наиболее интересные изменения отмечены у питающихся рыб в соотношении полиеновых кислот. У остроноса использование в обменных процессах кислот линолевого ряда сократилось на 70%. Жирные кислоты линоленового ряда синтезировались, причем с максимальной активностью докозагексаеновая. У питающегося лобана потеря полиненасыщенных жирных кислот не отмечено. В наибольшей степени шел синтез эйко-запентаеновой, докозапентаеновой и докозагексаеновой кислот.

Выявленные видовые отличия в характере использования высоконенасыщенных жирных кислот, выразившиеся в более интенсивном накоплении кислот  $\omega 3$  ряда у лобана, позволили предположить его большую толерантность к низкой температуре по сравнению с остроносом.

Таким образом, анализ и обобщение собранного в течение 1984-1991 гг. материала позволили охарактеризовать пищевые потребности молоди кефали (массой от 0,03 до 1,0 г) в основных питательных веществах и на их основе создать искусственный корм для индустриального выращивания молоди в период активного роста (Б-6 и Б-8), а также обосновать целесообразность использования корма ВБС-РЖ, обогащенного рыбьим жиром, для зимнего содержания молоди кефали.

#### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Изучение химического состава икры позволило получить ориентировочные значения потребностей молоди кефалей в амино- и жирных кислотах:

-при уровне белка в корме 30 и 45% потребности в незаменимых аминокислотах составляют соответственно (% сухого обезжиренного вещества): лейцин - 2,5 и 3,5; аргинин 2,1 и 3,2; лизин - 1,8 и 2,7; валин 1,8 и 2,7; изолейцин - 1,7 и 2,6; треонин - 1,6 и 2,4; фенилаланин - 1,7 и 2,6; метионин - 1,1 и 1,6; гистидин 0,9 и 1,4.

-потребности в липидах могут быть удовлетворены жирами, содержащими около 80% ненасыщенных жирных кислот, среди которых не менее половины должны составлять полиеновые при соотношении суммы кислот  $\omega 3$  и суммы кислот  $\omega 6$  ряда не ниже 2 и содержании линолевой кислоты в пределах 4-6%, линоленовой - 5-6%.

2. Подбор различных сочетаний растительных, животных и микробиальных компонентов комбикормов в соответствии с установленными потребностями и последующие рыбоводно физиологические исследования позволили выделить кормосмесь Б-3-9, содержащую 40% белка, 35% ком-

понентов животного, 50% растительного, 15 % микробиального происхождения и 9 % рыбьего жира. Ее применение обеспечило активный рост ранней молоди остроноса (начиная с массы 30 мг), превышающий рост на зоопланктоне.

3. На основании физиолого-биохимической оценки результатов испытаний кормосмесей с различным уровнем белка и липидов установлено:

-в период активного роста потребности в белке молоди остроноса (массой более 100 мг) находятся в пределах 45-48%, лобана (массой более 150 мг) - 30% при уровне липидов в корме 9-13%;

в зимний период требования молоди к уровню белка в корме находятся между 20 и 30%, при содержании жира 9-13%.

4. Изучение влияния качественных различий в кормах на обмен веществ ранней молоди остроноса позволило обнаружить:

-питание рыб комбикормами с низким содержанием жира, обеспечивающими близкий к зоопланктону темп роста, активизировало синтез липидов и вызвало торможение образования белка вне зависимости от его уровня в корме;

более интенсивный прирост массы и большее накопление веществ и энергии в период активного роста сопровождалось при голодаании их относительно большими потерями;

-в ходе голодаания в тканевой энергетике наиболее интенсивно используются лейцин, глютаминовая и аспарагиновая кислоты одновременно отмечено повышение уровня а-аланина, пролина и глицина, последнее свидетельствует об увеличении относительной массы соединительной ткани;

-питание комбикормами с низким содержанием жира (1-2%) приводит к меньшему, чем на зоопланктоне, накоплению белка и большему липидов, также как и большему расходованию последних в голодающем обмене;

-введение в комбикорма липидов оказывает белоксберегающий эффект и повышает их питательную ценность для молоди остроноса по сравнению с кормами без жира и зоопланктоном;

5. При изучении зимнего обмена веществ у молоди лобана и остроноса установлено:

-на поддержание жизни в течение 770 градусо-дней у голодающих рыб обоих видов расходуется около половины запасов энергии, 40% белка и 70 липидов, при дальнейшем истощении происходит гибель рыб

- подкормка комбикормами снижает использование собственных запасов организма на обеспечение жизнедеятельности в 2-5 раз и, предотвращая истощение рыб, способствует высокой выживаемости (97%).

6. В ходе проведенных исследований по изучению потребностей молоди кефалей в питательных веществах, особенностей их химического статуса и обмена веществ были установлены межвидовые адаптивные различия и выявлен ряд общих эколого-биохимических адаптаций:

- обнаружено сходство в соотношении и количественной последовательности чередования аминокислот в икре двух видов кефалей, а также ряда морских, проходных и пресноводных рыб и в курином яйце, что позволяет предположить существование общих эволюционных закономерностей в сохранении количественного соотношения аминокислот в икре рыб и яйцах птиц;

- в общих липидах икры лобана и сингиля при сходстве в соотношении отдельных насыщенных, моно- и полиеновых жирных кислот и их сумм выявлены различия в содержании линолевой, докозагексаеновой кислот и отношения сумм кислот линолевого и линоленового рядов ( $\omega_3/\omega_6$ );

- различия выразились в 2-4 раза большем содержании у сингиля докозагексаеновой кислоты и в 1,5-2 раза меньшем линолевой, при соотношении  $\omega_3/\omega_6$  равном 3,3 у сингиля и 2,1 у лобана, что может служить признаком биохимической адаптации сингиля к размножению при более низкой температуре;

- особенности обмена жирных кислот общих липидов у молоди лобана и остроноса в период зимовки, выражавшиеся в более интенсивном накоплении высоконенасыщенных жирных кислот, особенно  $\omega_3$  ряда, позволили охарактеризовать лобана как вид, имеющий более высокую толерантность к низкой температуре, чем остронос;

- у молоди лобана (начиная с массы 150 мг) в отличие от остроноса обнаружены пониженные требования к уровню белка в корме, высокая активность амилолитических ферментов и предпочтение растительных кормов, что происходит вследствие более ранней эколого-биохимической адаптации вида к переходу на питание растительной пищей.

7. Для выращивания молоди различных видов кефали в условиях марихозяйств в летний период рекомендуется применять следующие комбикорма: Б-8 и РГМ-6М, содержащие 45-48% белка и 9-13% жира, для

лобана - Б-6 (30% белка и 9% жира). В зимний период для подкормки целесообразно использовать комбикорм ВБС-РЖ-81, серийно выпускаемый комбикормовыми заводами Минрыбхоза СССР, при условии дополнительного введения в его состав 5% рыбьего жира, содержащего не менее 40% полиненасыщенных жирных кислот и соотношении сумм жирных кислот  $\omega_3$  и  $\omega_6$  рядов не менее 2,0.

#### СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бурлаченко И.В. Опыт применения искусственных кормов для ранней молоди кефалей// Вопросы физиологии и биохимии питания рыб. М.: ВНИИПРХ, 1987.- С.66-75.
2. Бурлаченко И.В. Влияние добавок жира на питательную ценность кормовых смесей для молоди кефалей// Вопросы физиологии морских и проходных рыб.- М.: ВНИРО, 1987.- С.160-168.
3. Бурлаченко И.В. О липидном составе икры двух видов черноморских кефалей.// Тезисы докл. 1 Симпозиума по экологической биохимии рыб. Ярославль, 1987.- С.30-32.
4. Щербина М.А., Бурлаченко И.В., Сергеева Н.Т. О химическом составе икры двух видов черноморских кефалей *Mugil cephalus* и *Liza saliens* в аминокислотах// Вопросы ихтиологии -Т.28, вып.1, 1988.
5. Бурлаченко И.В., Маслова О.Н., Логвиненко И.А. Рост молоди кефали на искусственных кормах с различным содержанием белка.// Тезисы докл. конференции молодых ученых.- Владивосток, 1988.-С.105
6. Логвиненко И.А., Бурлаченко И.В., Маслова О.Н. Активность пищеварительных ферментов у двух видов черноморских кефалей, выращиваемых на искусственных кормах.// Тезисы докл. 111 Всесоюзной конференции по морской биологии. Севастополь, 1988. Киев, 1988.-С.253.
7. Бурлаченко И.В. Интенсивность накопления и утилизации веществ и энергии у молоди кефали остроноса при выращивании на различных кормах и последующем голодании.// Тезисы докл. УП Всесоюзной конференции.- Ярославль, 1989.- С.64-65.
8. Бурлаченко И.В., Вайтман Г.А. Аминокислотный состав тела молоди кефали остроноса при питании зоопланктоном, искусственными кормами и голодании.// Тезисы докл. Всесоюзной конференции "Физиология морских животных".- Апатиты, 1989. С. 118-119.
9. Бурлаченко И.В., Логвиненко И.А. Изменение химического состава и обмен веществ у молоди кефалей в зимний период.// Тезисы докл. II Симпозиума по экологической биохимии рыб.- Ярославль, 1990. С.23.