

УДК 639.371.5

ПИОНЕРНЫЙ ЭТАП РАЗРАБОТКИ ЗАВОДСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК КАРПОВЫХ РЫБ

Дементьев М.С.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: info@ncfu.ru

Проведен аналитический обзор начального этапа разработки заводской технологии выращивания личинок карповых рыб (1970-1996 годы). Приведено обоснование необходимости внедрения этой технологии. Рассмотрена сущность критических этапов развития личинок рыб. Определены основные подходы к оптимизации абиотических параметров среды (емкости, температура, освещение, гидрохимия, проточность и т. д.). Наиболее подробно рассмотрена история создания стартовых комбикормов – от использования порошкообразных до гранулированных, гидролизированных, микрокапсулированных, сбалансированных комбикормов в соответствии с потребностями личинок рыб. Отмечена необходимость продолжения исследований в ожидании возрождения масштабного карпового рыбоводства.

Ключевые слова: личинки карповых рыб, заводское подращивание, абиотические условия, кормление

PIONEER STAGE OF DEVELOPMENT FACTORY THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF LARVAE OF CYPRINID FISH

Dementiev M.S.

North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: info@ncfu.ru

An analytical review of the initial development phase of the plant technology of cultivation of carp fish larvae (1970-1996 years). The substantiation of the need to implement this technology. The essence of the critical stages in the development of fish larvae. The main approaches to the optimization of the parameters of the abiotic environment (capacity, temperature, lighting, hydrochemistry, flow, etc.). The most detail the history of the starting compound feed – from the use of powder to granulated, hydrolyzed, microencapsulated, complete feed to the needs of fish larvae. There was a need to continue research in anticipation of a large-scale revival of carp fish farming.

Keywords: carp fish larvae, factory cultivation, abiotic conditions, feeding

В связи с существенными потерями при выведении рыб в начальный период их жизни теория и практика рыбоводства еще в начале прошлого века поставила вопрос о необходимости широкого внедрения искусственного рыборазведения (Вернидуб, 1949). Эта задача была, в основном, решена к середине 20 века, когда была разработана, и несколько позже освоена, технология заводского получения личинок рыб, в том числе, карповых. Считалось, что этим полностью решена проблема обеспечения рыбопосадочным материалом нужд рыбоводства. Однако очень скоро выяснилось, что эффективность заводского производства рыб существенно снижается из-за последующих их массовых потерь в начальный период их жизни. Фактически промышленники были вынуждены сознательно осуществлять перепроизводство личинок рыб, так как их выживаемость до возраста годовиков не превышала в среднем по стране 10-15% (Кривцов, Панов, 1985). Недостаточная жизнестойкость личинок в естественных условиях обитания привела к осознанию необходимости выделения в рыбоводстве особого технологического этапа производства – подращивания личинок рыб до жизнестойких стадий (Смирнов, 1973).

Первоначально для подращивания личинок рыб, в том числе карповых, была разработана и освоена промышленностью прудовая технология. В дальнейшем оказалось, что эта технология по целому ряду причин, не получила широкого и повсеместного распространения. Например, в 1985 году, когда впервые в СССР наблюдался устойчивый и максимальный рост производства прудовой рыбы, из 3,5–4,0 млрд. полученных в заводских условиях личинок объем их подращивания не превысил 0,3 млрд.

Во-первых, недостаточному освоению промышленностью прудового подращивания личинок препятствовали различные экономические и социальные причины (дефицит пригодных для этого земель и источников водоснабжения, большая стоимость строительства и эксплуатации мальковых прудов, низкий уровень механизации процессов выращивания, высокая стоимость рабочей силы и так далее).

Во-вторых, есть основание предполагать, что предел интенсификации прудовой формы подращивания личинок рыб практически уже был достигнут. Например, даже при самых благоприятных условиях выращивания плотности посадки личинок в пруды не превышают 3–10 млн. экз./га (Панов

и др., 1975), что в принципе не соответствовало необходимым масштабам производства.

Третий, и самый значительный, недостаток прудового подращивания личинок рыб – это трудность прогнозирования и нестабильность его результатов. Это связано с неспособностью человека управлять погодными условиями среды, которые именно в весенний период отличаются резкими переменами. Правда, уже были известны попытки строительства прудов с тепловодным снабжением или с защитой пленочными покрытиями (Иванова, 1980). Но это только частичное решение проблемы, так как не устраняются другие недостатки прудового выращивания личинок.

К недостаткам прудового подращивания следует отнести и массовую гибель личинок от хищников (Суханова, 1968; Панов, 1977; Дементьев, 1994) и болезней (Чугалинская, 1978), борьба с которыми в прудах осложнена. Особенно опасны болезни, так как с выращенной молодью возможен перенос различных заболеваний в другие водоемы при ее последующей перевозке (Никольский, Веригин, 1968).

В конечном счете, все вышеперечисленные недостатки означают, что прудовое подращивание молоди вообще, часто оказывается экономически не эффективной. Например, согласно данным Н. И. Чижова и А. П. Королева (1977) прудовое подращивание личинок необходимо из-за низкой выживаемости сеголетков от неподрощенной молоди (не более 45%). При этом выживаемость подращиваемой молоди должна быть не менее 70%. Однако на большинстве территории нашей страны подобный результат не реален из-за неподходящих климатических условий. Поэтому в рыбоводстве в те времена сложилась практика подращивания личинок в прудах на юге страны и последующая их перевозка севернее (часто на самолетах), что связано со значительными расходами.

Таким образом, сложность дальнейшего развития прудовой формы выращивания личинок карповых рыб стимулировала во всем мире интенсивные поиски возможностей промышленного освоения их заводского выращивания. В этих условиях личинки могут быть защищены от всех неблагоприятных воздействий погодных условий, хищников и болезнетворных организмов. Также появляется возможность механизации и даже автоматизации технологических процессов.

Главное преимущество заводского выращивания состоит в возможности получения рыбопосадочного материала за счет использования тепловодных источников практически в любое время года (Жиляев и др., 1973; Корнеев и др., 1974; Демченко, 1977), что

удлиняет вегетационный период выращивания и приводит к увеличению посадочной массы мальков (Конрадт и др., 1978; Титарева, 1978). Было доказано, что укрупненный рыбопосадочный материал может использоваться либо для получения даже товарных сеголетков (0,5-1,0 кг) либо для получения годовиков массой до 200 грамм для зарыбления экстенсивных хозяйств и естественных водоемов (Георгиев, Петров, 1966; Стрельников, 1966).

Перспективность этого направления была очевидна. Возможно, поэтому попытки заводского выращивания молоди были известны практически для большинства культивируемых человеком водных организмов. По данным В. Ихингран и Б. Гопалакришман (Ihingran, Gopalakrishman, 1974) во второй половине 20 века в мире культивировали 429 видов водных животных, из них 249 представителей рыб. Наиболее успешно в заводских условиях выращивали личинок: форели (Halver, 1976; Канидьев, Гамыгин, 1977), сиговых (Богданова, 1965), белорыбицы (Летичевский, 1966, 1967), хариуса (Тугарина, Топорков, 1967), осетровых (Мильтштейн, 1972), омуля (Топорков, 1967), шуки (Анпилова, 1975; Вдадовская. Гамаш, 1980), американского канального сома (Галасун, Канидьев, 1974; Sneed, 1975; Галасун, Грусевич, 1977; Грусевич, 1978), угря (Балан и др., 1978), различных мелких водохранилищных рыб (Volele, Heard, 1967), морских рыб (Стрекалова, 1966; Bowers, 1966; Blaxter, 1969; Hanson et. al., 1974; Борисенко, 1976; Smith, 1976; Prasadam, Gopinathan, 1977) и, конечно, карпа и растительноядных рыб о которых ниже еще будет сказано.

Первоначально внедрению заводского выращивания, как наиболее дорогого, препятствовала теория о неизбежности гибели значительной части личинок карповых рыб в любых условиях обитания. Было общепринято, что низкая выживаемость личинок в принципе объясняется существованием «критических» периодов их развития (Расс, 1948; Вернидуб, 1949; Привольнев, 1949; Владимиров, 1975; Sekiguchi Hideo, 1975; Малькольм, 1976). Главенствовали две точки зрения на причины гибели личинок – от внутренних или внешних причин (Hjort, 1914, 1926, цит. по Владимирову, 1975). Первую точку зрения отражало следующее положение: «...Критическими периодами мы называем такие определенные моменты дифференцировки организма, по достижению которых зародыш и личинки, имеющие морфо-физиологические дефекты, полученные от родителей или возникшие под воздействием неблагоприятных условий на эмбриональных и постэмбриональных стадиях

уже не способны к дальнейшему развитию и погибают. Гибель является внешним проявлением критических периодов развития. Это свойство популяционное, а не индивидуальное. ...» (Владимиров, 1975). Это явление наблюдается даже в условиях высокой обеспеченности кормом, а значит, зависит от внутренних причин (Вернидуб, 1949).

По версии М.Ф. Вернидуба (1949) главная причина гибели – низкая регуляторная способность зародышей, которые не могут в критический период жизни приспособиться к изменению условий среды. Т.И. Привольнев (1949) отмечает, что в момент критического периода наблюдается депрессия роста и повышенная гистологическая дифференцировка. Точка зрения о неравномерном росте в течение личиночного развития рыб подтверждается и другими (Кауфман, 1966; Penaz et. al., 1975). При этом утверждается, что этапы усиленного морфогенеза и ускоренного роста характеризуются качественно различным физиологическим состоянием личинок: соотношением интенсивности синтеза и аэробного окисления (Вернидуб, 1950), интенсивностью дыхания (Петрова, 1956; Jchibushi, 1974), химическим составом тела (Мороз, Лужин, 1976), интенсивностью обмена (Кудринская, 1972), обводненностью организма (Бризинова, 1958; Калинин, 1971; Penaz et. al., 1976) и другими показателями.

В противоположность этому считалось, что рост личинок карповых рыб имеет асимптотический характер и это является их приспособительным свойством достижения своего особого предельного размера в любых условиях окружающей среды (Никольский, 1974; Ройс, 1975). Объясняется это тем, что в ювенальный период жизни энергия пищи в первую очередь идет на рост. При этом предполагается, что в стабильных и хороших условиях личинки способны расти с постоянной и высокой скоростью (Баранова, 1979) и не представляется возможным выделение мелких стадий различий в росте в течение всего личиночного периода (Купинский и др., 1983). Наиболее достоверно рост личинок в этом случае лучше всего описывается экспоненциальным уравнением (Турецкий, 1980; Дементьев, 1984; Стрельцов, 1984; Князев, 1986; Сахаров, 1986). Даже было введено понятие монотонного разгона массы личинок (Купинский и др., 1983). Отдельные особенности роста и развития личинок на отдельных этапах в этих случаях не рассматриваются.

Таким образом, всеобщая поддержка теоретических представлений о критических периодах в конкретном смысле не имела

однозначной трактовки. В частности, только переход с эндогенного на внешнее питание практически всеми признавался как критический период (Никольский, 1974; Владимиров, 1975; Sekiguchi Hideo, 1975; Малькольм, 1976 и очень многие другие). Действительно, в этот период у личинок происходит самая серьезная в их жизни морфо-физиологическая перестройка организма.

По отношению к дальнейшему периоду жизни личинок мнения существенно расходились. В.И. Владимиров (1975) вторым критическим этапом для личинок карпа считал 21-22 день после их выхода из икринок и 4-6 день – для личинок растительноядных рыб. По З.И. Петровой (1956) в целом имеется 4 критических периода (3, 6, 11, 23 сутки), а по В.А. Кузнецову (1972) наблюдается всего два (этапы В-С1 и Д1-Д2). М.Ф. Вернидуб (1971) вообще считал критическими все моменты образования и дифференцировки новых органов (образование плавников, окостенение позвончиков, дифференциация половых желез и т.д.). С критическими периодами развития личинок так же связывают формирование ферментных систем (Kawai, 1973), дифференциацию кишечника (Brezeanu, 1977), развитие органов дыхания (Петрова, 1956), становление кровотока (Головина, 1975) и т.д.

В процессе конкретного изучения личиночного периода жизни рыб, были выявлены также критические периоды, вызванные непосредственно внешним воздействием. В первую очередь, речь идет о доступности личинок хищникам. Например, по данным Е.Р. Сухановой (1968) до 26 стадии личинки растительноядных рыб доступны для поедания циклопам. На этапе В циклопы способны повреждать и личинок карпа (Дементьев, 1994). А.С. Богословский (1955) описывает случаи нападения на личинок карпа коловраток, живущих на дафниях. Имеются многочисленные описания случаев поедания личинок рыб насекомыми и земноводными (Житенева, Сокольская, 1971; Никольский, 1974; Карпевич, 1975; Панов, 1977; Чижов, Королев, 1977 и очень многие другие). Особенность этих периодов заключается в том, что личинки рыб являются жертвами только до определенного момента жизни, после завершения, которого они сами поедают этих хищников.

Р.А. Савина (1967) отмечает особую чувствительность личинок в период наличия у них плавниковых складок к механическим повреждениям даже в случае простого взбалтывания воды. А из-за наличия «расщеп» на этапах Д2 – Е в этот период жизни И.К. Москалькова и М.П. Никольская (1991) не рекомендовали даже пересадку личинок.

Естественно, что каждый этап развития личинок отличается своими особенностями по отношению ко всему разнообразию внешних факторов среды, о чем будет сказано подробнее ниже. Позже было установлено, что отклонения от экологического оптимума практически любого фактора внешней среды (обеспеченность кормом, температура, качество воды и т. д.) вызывают торможение в росте и развитии с последующей гибелью личинок (Дементьев, 1984, 1996 а, б), что по своей сути и является критичным для личинок рыб. В этой связи очень многими авторами критическим признается весь период личиночного и даже малькового развития.

В соответствии с этим до сих пор нет какого-либо общего мнения о том, с какого периода личинок считать жизнестойкими. Например, с момента полной элиминации личинок с дефектами развития или с момента, когда они становятся малодоступными хищникам или же с момента, когда широта спектра питания позволяет максимально использовать возможности кормовой базы. Суммируя эти моменты, чисто эмпирическим путем, очень многие пришли к выводу, что жизнестойкими личинки становятся в возрасте 10-12 дней, длиной 11-12 мм и массой 15-20 мг (Виноградов, 1975; Панов, 1975; Крючков, Гиреев, 1983; Канидьев, 1985 и другие). Однако есть мнение, что эти показатели недостаточны и называют величину в 30-50 мг, что достигается за 15-20 дней (Бризинова, 1956; Титарева, 1971; Скляр, Дементьев, 1979; Littak et al., 1979; Демьянко и др., 1984; Ефимова и др., 1992; Панов, Чертихин, 1992, Дементьев, 1996 а, б.). Существовало также мнение, что личинки становятся наиболее жизнестойкими при массе 100-200 мг (Чертихин, 1978; Schmidt, 1981; Купинский, 1983; Костылев, 1984). И, наконец, некоторые считали, что максимальная жизнестойкость достигается при массе 2-3 грамма, когда рыба уже находится на мальковом этапе развития (Brezeanu, 1977; Титарева, 1978).

Долгое время развитие работ по промышленному выращиванию молоди рыб в емкостях сдерживалось всеобщим признанием теории о факторе замкнутого пространства. Считалось, что в искусственных емкостях (в ограниченном пространстве воды) рыба всегда будет расти хуже, чем в естественных условиях среды (Senbuch u. a., 1967; Brown et al., 1971; Wunder et al., 1971; Lasserre, 1975; Katze et al., 1979).

Позднее выяснилось, что проблема заключалась не столько в существовании замкнутого пространства, сколько в накоплении в окружающей среде выделяемых

личинками метаболитов, играющих информационную и регуляторную роль для их роста и развития (Титарева, 1971; Meske, 1971; Добрянская, Следь, 1974; Лебедева, 1974; Константинов, Буховец, 1980; Буховец, 1984; Дубровин, 1985; Константинов, 1987; Парфенова, 1991; Константинов, Яковчук, 1993 и очень многие другие). Отрицательный эффект метаболитов, в основном, проявляется во влиянии на эффективность кормов (Gurzena, 1965; Albrecht, 1970; Абросимова, 1986; Линник, 1986), что приводит к существенной дифференцировке личинок по их массе с ассиметричным расположением этого признака (Пястолова, 1972; Буховец, 1980; Парфенов, 1991).

Первоначально негативный эффект экзометаболитов было принято устранять только сменой воды в емкостях для выращивания. Этим приемом эмпирически удалось довести плотность посадки с 10-100 тыс. экз./м³ (Гордеева, 1966; Титарева, 1970; Баранова, 1974, 1975; Корнеев и др., 1974; Конрадт, 1976; Яковлев, 1986; Люкшина, 1987) до 150-200 тыс. экз./м³ (Овинникова, 1978; Баранова, 1980; Корнеев, 1980; Баскакова, 1983; Белобородова, 1983; Раденко, 1983; Ширяев, 1985; Студенцова, 1986; Бондаренко, 1987; Канидьев, 1987, Дементьев, 1996 а, б). В отдельных случаях рекомендовались и более высокие плотности посадки – свыше 0,5 млн. экз./м³ (Соболев, 1974; Мамина, Саламатина, 1981; Дементьев, 1994). Максимальная плотность посадки личинок рыб в бассейны, среди встреченных в литературе, составляла около 5 млн. экз./м³ (Das, 1965), что в 2000 раз больше, чем в естественных условиях обитания.

Повышение плотности содержания личинок достигается значительным увеличением водообмена – до 20-24 раз в час (Albrecht, 1970; Солонин, 1977; Буховец, 1980, 1981, 1984; Константинов, 1980; Константинов, Рогов, 1980; Абросимова, 1986 и другие). А это существенно ограничивает возможность водоподготовки – подогрев, охлаждение, очистка, насыщение газами и солями, уничтожение паразитов и хищников и т. д. (Дементьев, 1996 а, б).

В этой связи начали активно разрабатывать методы выращивания в замкнутом цикле водоснабжения, а также ингибирование экзометаболитов с помощью оксигенации воды (Бойко, Филатов, 1983; Ширяев, 1985; Лавровский и др., 1988). Однако было установлено, что, в конце концов, водообмен ограничен таким уровнем, при котором появляется течение, превышающее для личинок допустимую величину.

Другим авторам выход виделось в разработке оптимальных с гидротехнической

точки зрения, емкостей для выращивания рыб. В естественных условиях личинки карповых рыб обитают в поверхностных слоях воды, что и определяет первичные требования к емкостям для их выращивания – небольшая глубина (до 0,5 м), необходимость удаления фекалий в более нижние слои воды и принудительная циркуляция воды для удаления экзотомболитов. Этим условиям частично отвечали различные бассейны, применяемые для выращивания осетровых и лососевых рыб в виде желобов, каналов, ванн, широких и низких цилиндров (Гофман, Кожин, 1948; La Vieben, 1958; Богданова, 1965; Schlumpberger, Liebenan, 1978; Панов, Чертихин, 1987). Позже подобные емкости стали изготавливать в промышленных масштабах специально для личинок карповых рыб. Их наиболее распространенный размер 4,5 x 0,7 x 0,5 м или 2 x 2 м. Также изготавливали емкости меньшего размера, после чего их устанавливали в виде этажерки с целью экономии заводских площадей (Вовк, Алексеенко, 1976; Алексеенко, 1982; Коханов и др., 1986; Kohlmorgen, 1987; Дементьев, 1995, 1996).

Для всех этих емкостей характерно дно с малым уклоном или, вообще, без него, из-за чего в течение очень короткого времени на дне происходит накопление фекалий, остатков корма, а также взвесей из поступающей воды. Собственно говоря, эти емкости являются типичными отстойниками проточных систем. Накопление осадков в емкостях ухудшает гидрохимический режим и благоприятствует развитию болезнетворных организмов. Это обстоятельство потребовало введения в технологию выращивания личинок рыб специальных методов очистки этих емкостей. Это оказалось наиболее трудоемким и само по себе сложным из-за большой плотности посадки рыб. Автоматизации этот процесс, к сожалению, не поддается.

В этой связи дальнейшее совершенствование технологии выращивания было связано с увеличением плотности посадки в связи с применением искусственных кормов. Мелководные плоскостные емкости в этих обстоятельствах стали неприемлемыми. Поэтому, дальнейшее развитие проблемы пошло по пути создания вертикальных емкостей с конусообразным дном (Helms, 1981; Hexing, 1983; Knosche, 1984; Кривцов, Панов, 1985; Natke, 1986). В таких емкостях за счет накопления отходов в конусе значительно легче проводить чистку. Кроме того, за счет вертикального тока воды удается поддерживать комбикорма во взвешенном состоянии.

Наиболее интересны в этом отношении аппараты ВНИИПРХа (100 – 200 л), где

можно выращивать личинок при плотности посадки около 500 тыс. экз./м. Недостатком этого типа емкостей является их относительно малый объем и нерациональность их размещения на площади цехов из-за их круглой формы. Этому недостатку лишен аппарат для одновременного инкубирования, выдерживания и подращивания личинок «Ставропольский» вертикального типа (Дементьев, 1995).

Высокие плотности посадки присущие заводскому производству возможны лишь при обеспечении качественной среды обитания. Прежде всего, речь идет о самом качестве воды. К сожалению, до сих пор в качестве норматива в этом вопросе используют общие требования к воде, поступающей в инкубационные цеха (ОСТ 15.282-83). Работ специально посвященных как по качеству воды при заводском выращивании личинок карповых рыб (Алексеенко, Вовк, 1977; Коростелева, Шумилин, 1987), так и по выбору водоисточников для этих целей (Кудлина, 1972; Дементьев, 1994) до сих пор чрезвычайно мало.

Между тем очень многие факты говорят о возможной специфике требований к качеству воды при заводском производстве личинок и даже необходимости разработки системы водоподготовки (Бузманов, Арсенов, 1992; Дементьев, 1994) без чего обсуждаемая технология мало осуществима. В частности, это может быть связано с плохим качеством воды в водоисточнике, например, по следующим причинам: выделение водорослями токсичных веществ (Рыжников и др., 1986), ночное снижение содержания в воде кислорода из-за чрезмерного развития водорослей (Дементьев, 1994 а), загрязнение зольными выбросами ТЭЦ (Склярков, Дементьев, 1978), региональные особенности минерального и органического загрязнения (Дементьев, 1994 б), региональные особенности минерализации и бактериальной флоры (Гелькиян и др., 1991; Дементьев, 1995), технологические особенности водоисточника (Курлыкин, 1962; Дементьев, 1978, 1979, 1984; Князев, 1984 и очень многие другие).

Более того, имеются данные прямо говорящие о несоответствии вышеуказанного ОСТА требованиям и возможностям вытекающим из специфики заводского выращивания личинок. Например, повышенное против требований ОСТА содержание в воде фосфора способствует ускорению роста рыб (Шеханова, 1956). И, наоборот, избыток ионов калия и магния отрицательно влияет на рост и выживаемость личинок (Карпевич, 1975; Сабодаш, 1976; Евтушенко и др., 1987; Gonzal, 1987). Возможно, это связано

с тем, что жесткость воды регулирует обменные процессы (Русанов, 1974) и, в частности, регулирует реакции трикарбонного цикла и процессы гликолиза (Арсан, 1986), подавляет диффузию воды через клеточные мембраны (Малькольм, 1976), смягчает действия одновалентных ионов (Карпевич, 1975). Важным считается и содержание в воде солей железа, так как они могут поступать в организм рыб путем сорбции из воды (Яржомбек, Бенина, 1987), а при их дефиците у эмбрионов задерживается появление окрашенной крови (Чепракова, 1960).

Не имеется ясности и в вопросе об оптимальной суммарной минерализации воды. В частности, установлено, что потребленная пища используется на рост с максимальной эффективностью при меньшей солености, чем та при которой рыбы растут наиболее быстро (De Silva, Pereira, 1976). Установлено также, что положительным является периодическое отклонение солености воды от оптимальной (Константинов, Мартынова, 1990). Достаточно достоверно определен и предел солености (5-7 г/л) при которой личинки карповых рыб способны нормально жить и развиваться (Рыкова, 1969; Карпевич, 1975; Шечка, 1977; Константинов, 1987). По ОСТу нормальной считается соленость до 1 г/л. В то же время А. Ф. Карпевич (1975) приводит типичный солевой состав воды пригодный для выращивания личинок карповых рыб до 1,9 г/л.

Во многих регионах, в том числе и на Северном Кавказе, в окружающей среде наблюдается недостаток различных микроэлементов. Между тем, многие из них являются незаменимыми и обязательными элементами окружающей среды, так как определяют многие внутренние физиологические процессы. Их добавка в воду оказалась ростостимулирующей (Шабалина, 1965; Сабодаш, 1970; Чинь Хоанг Чи, Просяной, 1974; Воробьев, 1975; Мелякина, 1984; Билько, Шербуха, 1985; Потрохов, 1986; Потрохов, Евтушенко, 1987). По В. И. Воробьеву (1979) в теле личинок цинк – является активатором многих ферментов, в том числе щелочной фосфатазы, медь – участвует в процессах кроветворения, марганец – усиливает окислительные процессы, необходим для кроветворения, кобальт – активирует гидролитические ферменты, увеличивает синтез РНК, входит в состав витамина В12.

Определенное внимание уделялось и содержанию в воде ионов тяжелых металлов из-за их токсичности. Например, по своей токсичности они располагаются в следующей последовательности по убыванию: ртуть – медь – кадмий – цинк – свинец – хром (Cuikeduo, 1987).

Из вышеприведенных сведений совершенно очевидно, что в виду легкого проникновения ионов солей внутрь тела рыб (Карзинкин, Шеханова, 1957) вопрос об их токсичности или, наоборот, стимулирующего воздействия на рост и выживаемость личинок до сих пор еще далек от своего решения. Тем более это относится к влиянию на личинок рыб, растворенных в воде органических веществ. Это связано с тем, что некоторые из них могут всасываться в организм личинок непосредственно через покровы тела (Phillips et. al., 1953). Возможно, поэтому многие органические вещества оказывают существенное стимулирующее воздействие на личинок рыб: производные лактонов (КС и АНКЛ) в малых дозах (Корлакова, 1987), синтетический суперактивный аналог лей-энкефалина в концентрации от 1 до 10 мкг/л в течение 1-4 часового выдерживания личинок рыб в его растворе (Шеханова и др., 1987), даларгина при экспозиции 30-60 минут (Микодина и др., 1986), растворы аминокислот в концентрации 5-15 мг/л (Жукинский, Билько, 1987; Билько и др., 1988), растворы антибиотиков (от 3-50 до 1000 ед./мл) в период инкубации икры и выращивания личинок (Vamasahia et. al., 1972; Борисенко, 1976; Горшкова, Богданович, 1981), растворы витаминов (Глубоков, 1986), раствор нефтяного ростового вещества в концентрации 0,5 мг/л (Владимиров, 1969), раствор тироксина в концентрации 0,1 мг/л (Nasario, 1983) и очень многие другие.

С другой стороны очень многие органические вещества, растворенные в воде токсичны для личинок (ядохимикаты, СПАВ, нефтепродукты и т. д.). Только согласно ОСТа, изданного в 1983 году, перечень таких веществ превышает 60 наименований. К настоящему времени этот перечень существенно увеличен.

Большое внимание при выращивании личинок карповых рыб уделялось влиянию на них растворенных в воде газообразных веществ. Например, двуокись углерода вступает в реакцию с водой и другими растворенными веществами, образует угольную кислоту и ее производные, а также поглощается растениями. По этим причинам ее содержание в воде обычно незначительно (Никольский, 1974). Однако количество CO₂ в воде находится в прямой связи с концентрацией водородных ионов. Оптимальным по ОСТу считается значение pH 7-8. В. Р. Алексеенко (1983) отмечает более широкий диапазон pH – для личинок белого толстолобика 7,3-9,3, а для личинок белого амура- 6,2-10,5. Для личинок карпа допустимым считается pH более 6,0 (Korwin-Kossakowski, 1988).

При этом влияние ацидофикации выражается в замедлении роста и увеличении продолжительности личиночной стадии развития (Wendelaar, Pederen, 1986).

Известно также, что в природных водах, используемых в рыбоводстве, отклонение рН от нормы наблюдается редко (чаще в кислую сторону), так как, этому препятствует буферная система илов. Главное влияние этой системы сказывается на поддержании оптимального рН крови (Смит, 1986). В принципе ПДК CO_2 в воде находится на уровне 30-50 мг/л (Ройс, 1975) с нормой до 10 мг/л (ОСТ 15.282-83).

Безусловно, токсичным признается наличие в воде сероводорода (ОСТ 15.282-83). Он губителен для личинок рыб как косвенно – через снижение концентрации кислорода в воде, так и непосредственно (Константинов, 1972).

Особенностью заводского производства личинок рыб является влияние на них избытка растворенного в воде свободного азота, что не характерно для естественных условий обитания (Ройс, 1975; ОСТ 15.282-83; Головин, 1984 а, 1946; Дементьев, 1985, 1991; Dawson, 1986). Позже было установлено, что насыщение свободного азота в воде не должно превышать 105-107%, а ПДК составляет для личинок на этапе С2-Е 110%, а для старших возрастов – 112-118% (Дементьев, 1996).

Особое внимание при выращивании личинок уделяется содержанию в воде кислорода. Личинки рыб, в том числе карповых, особо чувствительны к дефициту кислорода из-за высокой интенсивности обмена. Биологическим приспособлением к этому является дыхание через кожу и образование специальных личиночных органов дыхания – плавниковых складок (Никольский, 1974) на этапах А-С2 в моменты усиленного морфогенеза и высшей интенсивности обмена.

В целом наивысший обмен у рыб наблюдается в период перехода их личинок на внешнее питание (Привольнев, 1947; Винберг, Хартова, 1953; Винберг, 1956, 1961; Кузнецова, 1956; Петрова, 1956; Боровик, 1970; Jshibashi, 1974; Мухамедова, 1975, 1976, 1977; Привезенцев, 1984; Озернюк, 1985; Воинова, Дмитриева, 1991; Коровин, 1991; Дементьев, 1996 а, б). Вместе с тем далеко не все авторы отмечали этот факт (Гершанович, 1972; Константинов, 1972; Никольский, 1974; Верканов, 1975; Ройс, 1975; Малькольм, 1976; Смит, 1986; Wieser, Forstner, 1986; Панов, Чертихин, 1987).

Известно, что в зависимости от различных условий интенсивность дыхания личинок может резко и на достаточно длительный срок изменяться:

– в зависимости от кислородных условий инкубации (Гулидов, 1972);

– в зависимости от размеров тела (Ивлев, 1954; Винберг, 1956; Zenten, 1970; Дольник, 1978);

– в зависимости от активности поведения – в 5-50 раз (Алексеева, 1972; Дольник, 1972; Долинин, 1974; Kramer, 1987; Dabrowski et. al, 1988);

– в зависимости от накормленности – в 2-4 раза (Смирнов, Кляшторин, 1987);

– в период стресса (Лебедева и др., 1985);

– в зависимости от температуры среды (Винберг, 1956; Downing Merckens, 1957 и очень многие другие);

– в зависимости от группового или одиночного содержания (Григорьева, 1966; Рыжков, 1967а, б, 1968; Мухамедова, 1976; Kanda, Itazawa, 1986) и так далее.

Считается, что в природных условиях среды и при относительно небольших плотностях посадки в заводском производстве для нормального роста и развития достаточно 5-6 мг O_2 /л кислорода (Алексеев, 1977; Боева, Старцина, 1986; Панов, Чертихин, 1987 и многие другие). По ОСТу (15.282-83) требования более высокие – 9-11 мг O_2 /л.

В практике исследований почти всегда сталкиваются, а поэтому изучают влияние на личинок пониженного содержания кислорода в воде (Привольнев, 1954; Рыжков, 1966; Аскеров, 1972; Долинин, 1974 и очень многие другие). Например, установлено, что при снижении содержания кислорода в воде уменьшается пищевая активность и эффективность использования пищи (Панов и др., 1974, 1975; Панов, Чертихин, 1987) и даже рассчитана стандартная функция продукционного действия в зависимости от содержания кислорода в воде (Толчинский, 1985). Многое объясняется тем, что интенсивность обмена личинок мало меняется до критических концентраций кислорода, а значит, происходит перераспределение энергии в системе траты на обмен – прирост (Долинин, 1984). Пороговой концентрацией кислорода в воде для личинок карповых рыб в зависимости от возраста считается 0,5-1,0 мг O_2 /л (Аскеров, 1972, 1974; Teige, 1980).

Одновременно с этим имеются данные о вредном влиянии перенасыщения воды кислородом и другими газами (Михеев, Мейснер, 1975; Гулидов, Попова, 1977), если эти газы активно выделяются из воды в виде пузырьков. С другой, стороны имеется целый ряд данных о высокой рыбоводной эффективности перенасыщения воды кислородом (Михеев, 1971; Гулидов, Попова, 1977; Лавровский и др., 1985). Уже установлено (Иванов, 1987), что перенасыщение

воды кислородом до определенного предела (120-130 процентов насыщения) благоприятно сказывается на рыбах и даже позволяет увеличить плотность их посадки (Лавровский, 1988).

В целом, очевидно, что вопрос оптимального качества воды при выращивании личинок в различных водоемах изучен достаточно полно. Однако определение оптимального качества воды для заводского выращивания во многом еще требует своего решения.

Из других абиотических факторов среды ведущее значение при выращивании личинок рыб придается температуре воды, так как она представляет собой «неустрашимый» фактор (Константинов, 1972). Стимулирующее влияние повышения температуры обусловлено ускорением обменных процессов, увеличением степени ассимиляции пищи и эффективности ее использования на рост (Bracksen, Bugge, 1974). Одновременно может возникнуть дисгармония химических реакций, лежащих в основе жизненных отклонений (Константинов, 1972). С повышением температуры возрастает активность ферментов (Кандюк, 1967) увеличивается интенсивность реакций карбоксилирования и активируются процессы биосинтеза липидов по сравнению с белками (Романенко, 1979), усиливается интенсивность гликолитических процессов (Романенко, 1987), увеличивается содержание гемоглобина и значение гемокрита (Turosik, 1986).

В целом это обуславливает линейную или близкую к ней зависимость скорости роста личинок от температуры в пределах ее оптимальных значений (Буховец, 1981; Сахаров, 1985). Однако при низких температурах воды достаточное количество полноценного корма ослабляет действие термического фактора на рост личинок (Гусев, Липпо, 1983). В принципе, зависимость скорости роста от температуры соответствует обычным величинам коэффициента Вант-Гоффа при условном биологическом нуле близком к 10° С (Князев, 1987).

Большинство исследователей считает оптимальной для личинок карповых рыб температуру около 28-32° С (Вовк, 1974, 1975; Баранова, 1975 а, б, 1979; Панов, Овинникова, 1978; Алексеенко, 1980; Капитонова, 1980; Баскакова, 1983; Иванов, 1983; Meske, 1985; Machacek et al., 1986; Pohlhausen, 1987). Однако другие указывают как на оптимум 25-28° С (Аскеров, 1972; Корнеева и др., 1974; Корнеева, 1974; Крючков, Касимов, 1978; Абдуразманова, Касимов, 1979; Белобородова, 1983; Костылев, Шнитов, 1984; Панов, Чертихин, 1987; Penas et al., 1989) и даже 23-25° С (Суханова, 1969).

Таким образом, большинство авторов признает оптимальной температуру на 5-6°С выше, чем это обычно наблюдается в природных местах обитания. Объясняется адаптация к высоким температурам (время адаптации не более суток) снижением уровня обмена (Винберг, 1961).

Между тем желательнее было более точное определение оптимума. По не опровергнутым данным Б.П. Лужина и Л.В. Игумнова (1974) на каждый градус отклонения от температурного оптимума потери в темпе роста составляют 20-30%. Это происходит в результате перераспределения ассимилированной части энергии, что приводит к изменению соотношения процессов роста и развития (Кудринская, 1970). Одновременно известно, что при повышении температуры процессы роста ускоряются в меньшей степени, чем метаморфоз (Татарко, 1966), вариабельность морфологических признаков увеличивается (Татарко, 1966; Вовк, 1974), а выживаемость уменьшается (Вовк, 1974; Корнеева и др., 1974). Возможно, что это связано с повышением количества аномалий в развитии личинок при повышении температуры воды (Татарко, 1977)

Неясность в определении оптимума термического фактора вызывают также некоторые сведения о возрастной специфичности его восприятия (Аскеров, 1975; Татарко, 1977), на которую, большинство авторов до сих пор не обращают внимание.

Летально высокая температура для личинок 34-35° С (Галкина, 1975), хотя некоторые указывают и на 41°С (Панов, Хромов, 1970). Нижний порог температур находится в пределах 6-10° С (Боброва, Фетисов, 1978; Smisk, 1980; Панов, Чертихин, 1987).

В последнее время большое внимание уделяется стимуляции роста личинок с помощью осцилляции температуры (Константинов, Зданович, 1985; Константинов, Тихомиров, 1986; Константинов и др., 1987). При этом исходят из того, что при постоянно высокой температуре высок уровень энергетических затрат, а при постоянно низкой – пища не столь эффективно усваивается и используется на рост (Spieler, 1977). Некоторые отмечают, что суточные изменения температур, избираемых молодью в диапазоне выше и ниже их оптимального уровня, может быть вызвано недостатком кормовых ресурсов (Голованов, Вирбицкас, 1991). В изменяемом режиме температуры скорость дыхания снижается, а темп роста повышается за счет более экономного использования корма в результате уменьшения энергетических затрат (Константинов и др., 1989). Очевидно и то, что температурный оптимум в этом случае перемещает-

ся на 2-3° С к более низким температурам (Зданович, 1984). Это несколько противоречит представлению об оптимуме как точке на шкале экологической валентности. Тем более, что имеются сведения о стимуляции роста постепенным повышением температуры (Продан, 1972), отсутствии эффекта осцилляции и даже вредности резкой смены температуры (Абдурахманова, 1982).

Имеются и другие до сих пор недостаточно изученные аспекты термического фактора выращивания: влияние резкой смены температуры в связи с техническими и климатическими причинами, морфологические и биохимические особенности роста личинок при разных температурах и так далее. В целом было установлено, что влияние температуры составляет более 50% общей совокупности факторов среды (Баранова, 1975).

Некоторое внимание было также уделено изучению влияния на личинок рыб освещенности и фотопериода, так как они имеют сигнальное значение для многих эндогенных процессов, играя роль «включения» и «выключения» (Гершанович, 1986). В принципе же, ни продолжительность, ни интенсивность освещенности не влияют непосредственно на рост и выживаемость карповых рыб (Meske, 1981, 1983; Bieniarz, 1991). Что же касается их личинок, то этот вопрос до конца так и не был изучен.

Прежде всего, не учитывалась многообразность фактора влияния света на личинок, под которым, чаще всего понимают, например, различную степень видимости корма (Раденко, Терентьев, 1986). Между тем свет оказывает и прямое действие на пигментную систему личинок, которая функционально дополняет эмбриональную сосудистую дыхательную систему рыб (Смирнов, 1950; Matsumoto, 1990). Одновременно с этим каротиноидные пигменты защищают от света нервную систему (Matsumoto, 1990), участвуют в синтезе витамина А, который в свою очередь регулирует белковый метаболизм и, в частности, регулирует активность протеолитических ферментов. Внешне недостаток витамина А у личинок проявляется в кератинизации ткани. По крайней мере, вне помещения (естественное освещение) личинки растут лучше, чем в помещении (Opuszynski et al., 1985; Дементьев, 1996). Известно также, что изменением фотопериодов освещения имеется возможность регулировать процессы потребления пищи и обмена веществ (Мухамедова, 1966; Лавровский, Есавкин, 1979; Гхор, Полищук, 1980; Дементьев, 1996).

Между тем, многие ученые не поддерживали эту точку зрения (Appelbaum, 1976;

Townsend, Risebrow, 1982; Meske, 1985; Соловьева, Коновалов, 1986), основываясь, в основном, на поведенческих реакциях личинок при их питании и отдавали предпочтение тактильным и ольфакторным стимулам. Это положение опровергается исследованиями по поведению личинок в темноте, где утверждается о врожденной положительной фотореакции и существенном снижении плавательной активности личинок без освещенности (Климов, Огурцов, 1981; Batty, 1987). Говорится даже, что темнота – зона сохранения энергии (Гирса, 1969, 1971). В соответствии с этими взглядами утверждается положительный эффект от дополнительного освещения (Мухамедова, 1966 а, б; Dabrowsky, Szpilewski, 1977; Ионова, 1979; Лавровский, 1979; Узденский и др., 1987; Власов, 1991).

Вышесказанное отразилось в попытках выработать какой-либо норматив по освещенности: 500-800 лк (Тхор, Полищук, 1980; Тхор, 1980), 150-200 лк (Алексеев, Вовк, 1977), 60-130 лк (Крючков, Гиреев, 1983), 40-80 лк (Оруджиев, 1973). При этом все они видят причину в улучшении кормовых условий для личинок рыб.

Между тем есть не опровергнутые данные (Павлов, 1966; Сбикин, 1974), что молодь карповых рыб обладает оптомоторной реакцией даже при 0,1-0,01 лк (свет луны) и 0,001 лк (свет звезд).

Существенные перспективы для будущего были выявлены при изучении влияния на рост личинок отдельных частей светового спектра. Например, на личинках пеляди показана эффективность освещения белым светом (Терентьев, 1984), и, что оптомоторная реакция личинок карповых рыб максимальна в зеленом свете (Zhon, He, 1990; Дементьев, 1996). Имеются также данные о максимуме фототаксиса в условиях слабого длинноволнового светового потока, тогда как темп роста и выживаемость лучше при освещении коротковолновым светом (Радищева, 1990). Стимулирующее действие оказывает и ультрафиолетовое излучение (Дементьева, 1977; Димчева-Грозданова, Белчева, 1984). Позже существенное значение этого фактора среды было подтверждено М.С. Дементьевым (1996 а, б).

В целом, не вызывает сомнения, что решение проблемы оптимизации среды для выращивания личинок карповых рыб не вызвала принципиальных возражений. Более трудным оказался выбор решения проблемы обеспечения личинок необходимыми кормами.

Первоначально надеялись на поступающие в бассейны вместе с водой кормовые планктонные организмы. Однако подобный

расчет не оправдался (Соболев, Абромович, 1974; Корниенко, Дементьев, 1975; Лупачева и др., 1979; Битехтина и др., 1981; Гаманюк, 1981; Кражан и др., 1984), так как величина водообмена, технические трудности и недостаточные концентрации планктона не обеспечивают необходимого количества кормов. Тем более это относится к использованию отработанных вод теплоэнергетических объектов и геотермальных вод, которые чаще всего характеризуются отсутствием кормового планктона.

Поэтому выращивание личинок в бассейнах может иметь успех только в случае специальной организации кормления, что связано с необходимостью введения в технологическую схему дополнительного звена по производству кормов.

Это потребовало соответствующей оценки существующих методов получения живых кормов (Вьюшкова, 1978). Первоначально казалось, что наиболее прост и экономически оправдан отлов живых кормов из различных водоемов (пруды, очистные сооружения, водохранилища и так далее). К тому времени было известно достаточно большое количество случаев, когда этот метод оправдывал себя (Аскеров, 1971; Anwand et al., 1976; Михеев, 1977; Балтаджи и др., 1978; Баранова, 1978; Вьюшкова, 1978; Поливанная, 1978; Anwand, 1978; Uferman, Seidlitz, 1978; Schmidt, Lieborth, 1981; Любимова, Репьева, 1986; Жилукене и др., 1987). Но трудности транспортировки и хранения зоопланктона, неравномерность его развития во времени и пространстве, наличие в его составе врагов личинок чаще всего приводят к тому, что метод отлова может применяться только как вспомогательный (Антипчук, Кражан, 1978; Дементьев, 1996).

Самое главное, что максимальное развитие зоопланктона очень часто не совпадает с выращиванием личинок по времени, а сохранить его в живом виде, в случае предварительного накопления, задача, превышающая по сложности и стоимости сам процесс выращивания личинок рыб.

Последнее поощрило многих на разработку технологии сохранения зоопланктона на длительный срок. Предпочтение отдавалось его замораживанию (Петрович, 1977; Яковенко, 1982; Flubner, 1982; Tandler, 1985; Holm, Torrissen, 1987; Kleifeld-Kriebitz, 1987; Steiner, 1987). Однако широкого распространения этот способ не получил, возможно (Grabner, 1981) из-за быстрой потери органических веществ в воде при размораживании кормовых организмов.

Зоопланктон также сушили, например, с помощью лиофилизации (Grabner,

1981; Дементьев, 1996), инактивировали солью (Fuhrmann et al., 1972) и силосовали (Stefens, Spangenberg, 1985).

Но до сих пор главным препятствием использования зоопланктона для кормления личинок рыб является отсутствие гарантий возможности его заготовки, что неприемлемо для заводского производства. В этой связи, более перспективным было признано массовое культивирование отдельных видов зоопланктона, что позволяет подкреплять подраживание некоторыми гарантиями и оптимизировать кормление по видам задаваемого корма.

Исходным в культивировании является так называемый «русский метод» или метод Н.Д. Деппа (1889). Детальный анализ способов культивирования кормовых организмов был сделан И. Б. Богатовой (1977). Было признано, что уровень продуктивности при массовом культивировании обычно не превышает 40 г/м³ в сутки (Максимова, 1969; Корниенко, 1972; Максимова и др., 1976). Оптимизация среды в культиваторах позволила довести среднесуточный уровень продукции планктона до 500 г/м³ (Антипчук, Кражан, 1978; Аксенова, Идрисова, 1980; Кокова, Пролубников, 1991). К сожалению, зависимость результатов культивирования от погодных условий и других внешних факторов, а также высокая себестоимость (Sirin, Personle, 1977) ограничивает промышленное использование этих методов.

Более рациональным является управляемое выращивание кормовых организмов в небольших емкостях при высокой плотности посадки в проточном режиме. В этом случае имеется потенциальная возможность получать до 20 кг/м³ живого корма в сутки (Harwey, 1972; Кокова, 1975, 1980).

Еще более перспективны инкубация и декапсуляция организмов, находящихся в стадии покоя, с целью использования их науплиальных стадий (Бриснина, 1960; Jjndshanova, Joshey, 1972; Jones, 1972; Воронов, 1978; Богатова, 1977; Данченко и др., 1977; Богатова и др., 1978 а, б; Гепецкий, Никитчук, 1979; Субботина, 1980; Дементьев, 1981; Яковчук, 1984 и другие). Однако и этот метод до сих пор не находит широкого распространения из-за высокой стоимости добычи высококачественных яиц.

До сих пор также мало известно, о роли бактерий в питании личинок, хотя по некоторым данным кишечники личинок бывают до половины заполнены ими (Горбунов, Косова, 1961; Saunders, 1972). Видимо, это стимулировало работы по использованию бактериального корма (Самарин, Акимов, 1970; Чертихин и др., 1975).

Известны также и попытки использования нетрадиционных для кормления личинок живых кормов: свободно живущих нематод (Бриснина, 1960), дрожжей (Das, 1965; Lee et. al., 1974), личинок хирономид и олигохет (Строганов, 1957; Yasliou, 1970; Сахаров, 1975 а, б; Конрадт и др., 1976; Okoniewska, 1979; Kahau, 1985), личинок мух (Колпытин, Лавровский, 1974; Кривошеков и др., 1975).

В целом, как отметила в своем обзоре Н.А. Дементьева (1975), надежных и экономичных промышленных способов снабжения живыми кормами личинок карповых рыб нет. Это утверждение до сих пор не опровергнуто. Поэтому очень важно разработать оптимальный режим кормления личинок, который бы обеспечил максимальную экономию полученных живых кормов. Тем более, что по этим вопросам имелось и имеется множество разногласий.

В первую очередь, это касается правильного подбора кормовых организмов. Чаще всего при этом исходят из селективности питания личинок на каждом этапе развития (Васнецов и др., 1957; Еремеева, 1967; Суханова, Шапиро, 1971; Дементьев, 1979). Для составления программ кормления в соответствии с этим принципом накоплено колоссальное количество материалов (Савина, 1966, 1967, 1968; Бессмертная, 1968; Суханова и др., 1969; Мотенкова, 1970; Стрелова, 1971 а, б; Аджимуратов, 1972; Аскеров, 1972; Богатова, Филатов, 1972; Алексеев, 1974; Воропаев, 1974; Мухамедова, 1974; Омаров, Лазарева, 1974; Сурнова, 1975; Чертихин и др., 1975; Кривцов, 1977 и очень многие другие). Однако чаще всего эти данные основаны на изучении наполнения кишечника и кормовой базы конкретных водоемов, а поэтому, в основном, оценивают условия питания личинок и менее всего их потребности. Попытки применения этих материалов для подбора кормов личинкам, выращиваемым в заводских условиях, не всегда приводят к однозначным результатам.

Так, например, если В.И. Филатов (1970) в качестве стартового корма рекомендует коловраток, то Л.П. Максимова с соавторами (1976) приходит к выводу, что перспективнее кормление более крупными организмами. Подобные расхождения встречаются и в рекомендациях по кормлению личинок растительноядных рыб, где Г.С. Корниенко (1972) и В.В. Ельчанинова (1977) считают необходимым применение инфузорий. И, наоборот, Ю.И. Сорокин с Д.А. Пановым (1968) и Р.А. Савина (1968) отмечают, что инфузории могут служить только добавочным кормом, так как они не обеспечивают энергетических потребностей личинок.

Большинство авторов в качестве пищи рекомендовали использовать для кормления личинок карповых рыб:

– инфузорий на первых этапах развития (Корниенко, 1972 а, б; Воропаев, 1974; Ельчанинова, 1977),

– коловраток (Филатов, 1970; Владовская, 1977; Корниенко и др. 1979; Волкова и др., 1981; Литвиненко, 1986; Rottmann et. al., 1991),

– ветвистоусых рачков после полного перехода личинок рыб на внешнее питание (Максимова, 1965; Максимова и др., 1969, 1975, 1976; Филатов, 1971, 1972; Богатова, 1972; Колисниченко, 1974; Баранова, 1975; Конрадт, 1975; Корниенко, 1984; Жатканбаева, Стунте, 1987; Дементьев, 1996),

– науплии крупных ракообразных (Jjndshanova, Joshey, 1972; Jones, 1972; Богатова и др., 1978; Данченко, 1978; Гепецкий, Никитчук, 1979; Филатов и др., 1979; Субботина, 1980; Белобородова, Климов, 1983; Яковчук, 1984; Дементьев, 1996).

Отсутствие гарантий обеспечения живыми кормами, технологические сложности работы с ними привели к тому, что наиболее актуальным фактором заводского производства личинок карповых рыб стала проблема создания искусственных кормов. Этот вопрос до конца до сих пор на промышленном уровне не решен, а история его развития подразделяется на несколько этапов.

Первые исследования в этом направлении связаны с установлением факта самой возможности потребления частичек сухих кормов, так как господствовало мнение о том, что личинки карповых рыб потребляют только живых зоопланктеров. Использование селезенки, рыбного протеина, яичного желтка, кровяной муки, печени, рыбного фарша, дрожжей, сухого хлеба, соевого молока, сухого молока, пшеничной муки, порошка из креветок, куколок шелкопряда, аквариумных кормов, сухого планктона, лиофилизированной икры и многих других ингредиентов по отдельности показало, что каждый из них при специальной подготовке (в виде взвесей) может поедаться личинками и что это, частично, компенсирует нехватку живых кормов (Ни Да-Шу, 1962; Lieder, 1965; Laksmanan, 1967; Cure, Snaider, 1968; Чинь Хуанг Чи, 1971; Jmam, 1972; Opuszyński, Onozhiewiez, 1973, 1975; Аль-Амин, Тарасова, 1974; Дементьева, 1975; Корниенко, Дементьев, 1975; Dan, 1976; Pal et. al., 1977; Dabrowski, 1978; Алексеенко, 1979; Алекперов, 1984; Meske, 1989 и очень многие).

В последующем искусственные монокорма стали заменять кормосмесями предназначенными для других животных (Steffens,

1968; Корнеева и др., 1972; Просяной, Чинь Хоанг Чи, 1972, 1974; Jmam, Nabashy, 1972; Корнеев, 1973; Титарева, 1976; Appellbaum, Uland, 1979 и другие). И лишь использование кормосмесей предназначенных для молоди лососевых рыб (РГМ-6М), состав которых был удовлетворительно сбалансирован именно для рыб, окончательно утвердило возможность применения искусственных кормов и для кормления личинок карповых рыб (Солонин, 1976).

В частности, в начале была доказана возможность замены живых кормов комбикормами на 70-80% (Титарева, 1971; Солонин, 1976; Панов, Есавкина, 1977; Овинникова, Панов, 1978; Панов, Овинникова, 1978; Дементьев, 1979) или по достижении личинками массы более 5 мг или после 5-10 дней подращивания (Kossmann, 1970, 1975; Корниенко, Дементьев, 1975; Anwand et al., 1976; Shlumberger et al., 1976; Дементьева, 1977; Титарева, Мгеладзе, 1978; Littak, 1978; Woznewski, 1978; Spannhoff, Spitler, 1979).

Дальнейшие исследования уже связаны с разработкой специализированных стартовых карповых комбикормов, где в той или иной степени учитывались особенности этих видов рыб. Первенство в этом вопросе принадлежит японским ученым, создавшим комбикорм – НИППАЙ (Pe, Кадзуо, 1964). В дальнейшем к проблеме подключились и другие исследователи (Lieder, 1975; Lukowicz, 1976; Желтов, Кражан, 1977; Титарева, 1977; Albrecht, 1977; Канидьев, Дементьев, 1978; Остроумова и др., 1979). Первоначально была достигнута возможность замены живых кормов на 50-70% уже с первого дня кормления (Желтов, Федоренко, 1978; Овинникова, Панов, 1978; Титарева, 1979), а затем и на 97-99% (Канидьев, Дементьев, 1978; Дементьев, 1979, 1980; Дементьев, Кузнецова, 1980; Дементьев, Скляр, 1980; Раденко и др., 1981).

И, наконец, в начале восьмидесятых годов появились первые, сведения о стартовых комбикормах полностью заменяющих живую пищу: Старт (Дементьев, 1979, 1980), С 10 Эвос Лаврастарт (Хильдинггам, 1980; Szlaminska., 1980), Эквизо (Остроумова и др., 1980), ЦСФ (Lieder, 1981). По своему составу эти комбикорма мало чем отличаются от указанных ранее (по материалам химического анализа, так как конкретный состав этих комбикормов в те времена не публиковался).

Однако в реальности результаты выращивания при их использовании по сравнению с эталонными для живых кормов оказались относительно низкими. Очевидно, поэтому в дальнейшем факт полноценной замены чаще всего не подтверждался, если

живой корм абсолютно исключался из рациона. Поэтому многие авторы все-таки допускают его минимальную добавку живых кормов (Дементьев, 1979, 1980; Szlaminska, 1982; Байкалова, 1984; Битехтина, Карпенко, 1984; Костылев, Шитов, 1984; Радищева, 1984; Юдаев, 1985; Opunzynski, 1985; Иванов, 1986; Карпенко и др., 1986; Никитчук, 1986; Привезенцев, 1986; Яковлев, 1986; Meskef 1986; Neuboit, Kluss, 1986; Бондаренко и др., 1987). Да и сами авторы, например Эквизо, не отрицают, правда, не прямо, а опосредственно, необходимость минимальных добавок живых кормов (Остроумова, 1981). Этими работами, очевидно, и был завершён первый этап создания первого поколения стартовых комбикормов для личинок карповых рыб.

Последующие принципиально важные работы связаны с эколого-технологическим совершенствованием стартовых комбикормов. В частности, до сих пор проблему постоянного нахождения комбикормов в толще воды решают или очень частым кормлением (Appelbaum, 1989; Раденко, 1995 и очень многие другие), или выращиванием личинок в аппаратах с вертикальным током воды (Кривцов, Панов, 1985; Дементьев, 1995 и другие), или поддерживая частицы корма в толще воды с помощью барботажного воздуха (Muller, 1976; Molang, 1986). Но даже в последнем случае только легкие корма или их компоненты парят в толще воды. Между тем еще в 1979 году (Дементьев, 1979) был создан комбикорм (ОРК-1ас) с подбором ингредиентов обеспечивающих плавучесть микрогранул, близкую к нейтральной. К сожалению, в дальнейшем эти работы не были продолжены.

В определенной степени это связано с интенсивным развитием работ по микрокапсулированию стартовых комбикормов (Идзуми и др., 1975; Канидьев, Дементьев, 1978; Дементьев, 1979; Дементьев, Кузнецова, 1980; Дементьев, Скляр, 1980; Meyers, 1980; Unilever, 1980; Zimborgh, 1980; Murai et al., 1981, 1982; Раденко и др., 1982; 1983, 1986; Солодовник и др., 1982; Viola et al., 1982; Курлыкин, Кожокару, 1983; Румянцев и др., 1986; Курлыкин, 1987; Vergeth. et al., 1987; Walford, Lam, 1987; Сазонова, Боева, 1988; Rozicka, 1988; Сох, 1990; Жерновой, Черняев, 1991). Однако, наиболее известные комбикорма используются до сих пор в некапсулированном виде, уповая на вводимые в комбикорма связующие вещества, препятствующие их быстрому распадению (Михеев, Михеева, 1970; Muzurhiewiez et al., 1973; Желтов и др., 1974; Щербина, Трофимова, 1975; Салатовский и др., 1980; Андронников и др., 1983; Вилясов и др.,

1983; Гребенник и др., 1990 и многие другие). С этого момента стартовые комбикорма этого поколения начали выпускать в промышленных масштабах (Жерновой, Черняев, 1991).

Следующий этап разработки комбикормов был связан с проблемой их усвоения. Причем, оказалось, что эта чисто физиологическая проблема имеет существенное эколого-технологическое звучание. Дело в том, что у всех без исключения исследователей сложилось мнение о недостаточной эффективности пищеварительной системы у личинок карповых рыб в начале постэмбрионального развития. В частности, в этот период просвет кишечной трубки относительно узкий (Ланге и др., 1974), ее гистологическая дифференциация только начинается (Костомарова, 1965; Шуляк, 1965; Халилов, 1966; Мгеладзе, 1971; Brezeanu, 1977), а основной поставщик пищеварительных ферментов карповых рыб, поджелудочная железа, находится в зачаточном состоянии (Пучков, 1954; Костомарова, 1962; Халилов, 1966; Vegas-Veles, 1972; Никольский, 1974).

Лишь через месяц постэмбрионального развития пищеварительная система достигает дефинитивного уровня (Берман, Саленица, 1966; Батраева и др., 1967; Brezeanu, 1977; Ильина, Турецкий, 1986, 1987; Ильина, 1986 а). В последующие годы эта проблема была основательно изучена и другими исследователями с достаточным подтверждением изложенных фактов (Татарская и др., 1958; Gavriła, 1967; Kawai, Ikeda, 1973; Ненсен, 1974; Дементьева, 1976 а, б; Коновалов, 1978; Кузьмина, 1978, 1990; Романов и др., 1978; Небыков, Дементьев, Проскуряков, 1979; Мезина, Дементьев и др., 1981; Остроумова, Дементьева, 1981; Сорвачев, 1982; Хаблюк, Проскуряков, 1984; Иванов, 1985; Уголев и др., 1985; Halfer, Woldin, 1985; Ильина, 1986 б; Pedersen et. al., 1987).

Низкая активность пищеварительных ферментов личинок рыб дает основание предполагать наличие у них дополнительных механизмов переваривания кормов. Например, переваривание живых кормов может осуществляться путем автолиза их собственными гидролитическими ферментами. На это прямо или косвенно указывают А.Ф. Сулима (1919), Б.В. Краюхин (1958), Анванд с соавторами (Anwand et. al., 1976), И.Н. Остроумова (1976), Дабровский и Глаговский (Dabrowski, Glagowski, 1977 а, б), И.Н. Остроумова с соавторами (1980), Г.С. Курлыкин с соавторами (1984), В.В. Кузьмина (1990, 1993). При этом не исключается участие в переваривании некоторых временных специализированных кле-

точных образований (Никольский, 1974), а также форменных элементов крови (Рубинштейн, 1947; Пучков, 1958; Красокова, 1959; Халилов, 1965 а; Белоножко, 1969).

Изложенные факты способствовали развитию работ по искусственному гидролизу комбикормов. Например, когда в комбикорма специально добавляли различные ферментные препараты (Сахаси, 1968; Яковенко, Дикушникова, 1971; Hubner, 1975; Желтов и др., 1976; Anwand et. al., 1976; Гамыгин, Канидьев, 1977; Dabrowski, Glogowski, 1977, 1978; Канидьев, Дементьев, 1978; Дементьев, 1979, 1980; Скларов, Дементьев, 1979; Остроумова и др., 1979, 1980; Дементьев, Кузнецова, 1980) или другие «экстрактивные» вещества, стимулирующие ферментативную активность (Краюхин, 1958; Пегель, 1958; Gavriła, Lustun, 1967; Материалы ... ГДР, 1968), эффективность их применения значительно повышалась у всех видов и возрастных групп личинок рыб. По данным Е.Я. Яковенко (1980) это может быть связано с активацией общей активности биохимических процессов в организме рыб.

Применение ферментных препаратов достаточно перспективно. Микробиологическая и медицинская промышленность может обеспечить потребность в ферментных и других улучшающих пищеварение препаратов (Модянов, 1973; Дидовец, 1975; Ездаков, 1976).

Применение ферментных препаратов привело к пониманию необходимости предварительного гидролиза комбикормов (Кульбин, 1966; Акимов и др., 1971; Barnabe, 1976; Дементьев, Кузнецова, 1980; Дементьев, 1984, 1995, 1996). Очевидно, что в результате этого технологического действия в корме происходит увеличение степени деструкции компонентов питания вплоть до увеличения доли аминокислот, жирных кислот, сахаров и т.д. (Механик, 1953; Остроумова и др., 1980 б). В соответствии с этим для приготовления стартовых комбикормов лучше всего использовать либо гидролизованные продукты, либо продукты, получаемые из организмов низшего эволюционного уровня (компоненты микробиологического происхождения, низшие ракообразные, насекомые и так далее), так как они содержат, например, максимум свободных аминокислот (Северин, Вульфсон, 1959). В дальнейшем было необходимо определить оптимальную степень гидролиза комбикормов.

В дальнейшем решающее значение приобрели работы по (уже чисто физиологические) совершенствованию стартовых комбикормов – балансирование комбикорма по составу его отдельных компонентов

(аминокислоты, витамины, жиры и т.д.) в соответствии с пищевыми потребностями личинок карповых рыб. Как и в животноводстве, вообще, в этом случае за счет сбалансированности стартовые комбикорма могут существенно превысить по эффективности естественную пищу. Этому направлению было посвящено огромное количество литературных источников (Владимиров, 1969; Огино, 1970; Albrecht, 1973; Hiroshi et al., 1973; Takechi, 1974; Chion, Ogiно, 1975; Cowey, 1975; Ogiно, Kamisono, 1975; Takechi, 1975; Ким, 1976; Малькольм, 1976; Halver, 1976; Ogiно, Chicu, 1976; Титарева, 1977; Хашимото, 1977; Cruz, Lauderxcia, 1977; Dabrowski, 1977; Takichi, W&tanabe, 1977; Канидъев, Панкратова, 1978; Яржомбек, 1978; Яржомбек, Щербина, 1979; Мотлох и др., 1981; Kouril, 1981; Желтов и др., 1982; Канидъев и др., 1983; Дементьев, 1984; Бондаренко, 1985; Касаткина, 1985; Студенцова и др., 1985; Боева, 1986; Meske, 1986; Mumtazuddin, Rajbaushi, 1986; Wilson, Halver, 1986; Желтов, Конюшенко, 1987; Канидъев и др., 1987; O'esrady, 1987; Szlaminska et al., 1987; Пономарев, Канидъев, 1988; Турецкий и др., 1988 а, Дементьев, 1996 и очень многие другие).

В качестве вспомогательного материала для определения пищевых потребностей личинок часто использовали данные о химическом составе их естественной пищи (Виноградова, 1956; 1967; Маликова, 1956 а, б, 1971; Ананичев, 1961; Нечаев, 1961; Гунько, 1962; Мершина и др., 1962; Акулин, 1969; Степанова, Борщ, 1970; Степанова и др., 1971; Степанова, Набережный, 1972; Филатов, 1972, 1974; Чага, 1972; Атевский, 1974; Галасун, Кражан, 1974; Степанова, 1974; Садыхов и др., 1975; Зайцев, 1977; Антипчук, Кражан, 1978; Watanabe et al. 1978 а, б, в) и данные о химическом составе их собственного тела (Шеханова, 1956; Римш, 1963; Шабалина, 1965; Сабодаш, 1970, 1974; Галичева, Егорова, 1972; Русанов, 1974; Воробьева, 1975; Микулин, Соин, 1975; Виноградов, 1976; Ким, 1976; Мороз, Лужин, 1976; Чаплина и др., 1978; Шкодин, Воробьев, 1979 и многие другие).

Немаловажное значение имели и другие направления исследований. В частности, как уже говорилось, даже микродобавки живых кормов существенно повышают эффективность комбикормов и, наоборот, высушивание или замораживание живых организмов резко ухудшает их эффективность в качестве корма (Яковенко и др., 1974, 1975; Корниенко, Дементьев, 1975; Игнатъев и др., 1980; Остроумова и др., 1980; Пролубников, Кокова, 1984; Holm, Torrissen, 1987).

Таким образом, очень важным оказался проводимый поиск необходимых для личинок биологически активных веществ повышающих эффективность стартовых комбикормов (Brochult, Brochult, 1966, 1971; Владимиров, 1969; Масао, 1970; Homoto, 1970; Ogiно et al., 1970; Watanabe et al., 1970 а, б; Галичева, Егорова, 1972; Сахаси и др., 1972; Vamasahi et al., 1972; Проскуряков, 1973; Чинь, Просяной, 1974; Stephen, Stephen, 1975; Георгиев, 1976; Маликова и др., 1977; Романенко и др., 1977, 1978; Mahajan, Sharma, 1977; Кадзуо, Иосиоки, 1978; Parova, 1979; Lill, 1980; Fluchter, 1982; Граковская и др., 1983; Афанасьев, 1984; Аршавский, 1985, 1986 а, б; Дума, 1985; Ващенко, Дума, 1986, 1987; Кабаяси, Кацуми, 1986; Костюничев, 1986; Кузьмин и др., 1986; Микодина, 1987; Parova et al., 1987 и другие), подбор наилучших ингредиентов для них (Анцышкина и др., 1967; Chakrabarty, Kar, 1973; Meske, 1976; Boonyaratpalin, Lovoll, 1977; Meske, Pruss, 1977; Ланге и др., 1978; Огино, 1978; Meske, Pfeffer, 1979; Pagne, 1979; Корнеев, Буховец, 1980; Сиверцев и др., 1980; Debeljak, Fasaic, 1980; Hiescu et al., 1980; Моисеев, 1981; Гамыгин и др., 1982; Мидзухара, 1983; Дементьев, 1984; Латыш и др., 1984; Ноякшева, 1986; Jone et al., 1986; Sofner, 1986; Желтов, Конюшенко, 1987; Lubzens et al., 1987; Prazak, 1987; Пономарев, Канидъев, 1988; Трунина, 1988; Турецкий и др., 1988; Хмелева и др., 1990 и другие) и добавке специальных привлекающих личинок веществ (Материалы ... ГДР, 1968; Stephan, Stephan, 1975; Канидъев, Гамыгин, 1977; Una, Moratak, 1978)/

Вышеописанные сложности обеспечения пищей личинок рыб стимулировали работы по оптимизации режима их кормления. Наиболее быстро и успешно был решен вопрос оптимизации размеров корма по мере роста личинок (Аджимуратов, 1972; Воропаев, 1974; Филатов, 1974; Дементьев, 1979 а, б, 1984; Futzsche, Schlerok, 1979; Лупачева и др., 1980; Kouril, 1982; Husan, Meintoch, 1992). К 1980 году эти материалы были конкретизированы в первых в СССР «Технических Требованиях на разработку технологии производства стартовых комбикормов для молоди карпа, растительноядных рыб и канального сома» (1980). В последующем правильность выбора оптимального размера корма была подтверждена многими работами (Бондаренко и др., 1982; Kouril, 1982; Раденко, 1983; Боева, 1986; Люкшина, 1987 и очень многие другие).

Естественно, что селективность в питании личинок вызвала определенный интерес к изучению механизма потребления

пищи. Было установлено, что потребление корма заключается в сочетании броска на жертву и ее всасыванием в ротовую полость (Дементьев, 1996). При этом жаберные щели вплоть до момента схватывания жертвы закрыты. Важно, что речь идет не о фильтрации или седиментации (Spannhof, Spitler, 1979), а именно о поштучном захватывании жертвы. По классификации Лазаро (Lazzaro, 1987) личинок карповых рыб необходимо отнести к засасывающим хватателям (объединение двух типов поедания). При этом основным типом поискового поведения личинок является случайная встреча (Mikheev, 1992).

Ясно, что реакция, личинок на движение отводит решающую роль в поедании корма зрению и боковой линии. Хеморецепция, которая проявляется позже, не играет еще той роли, что у более взрослых рыб (Jonsson, 1967; Бондаренко и др., 1986; Song, Tianfu, 1987; Павлов, 1989). По нашим данным проявление хеморецепторных качеств происходит не раньше этапа Д1 (Дементьев, 1979) или даже Д2-Е (Касумян и др., 1991) и становится ведущим на стадии сеголетков (Кружалов, 1991). В этой связи обязательна адаптация к любой искусственной пище из-за отрицательной реакции ранних личинок на пищевые химические раздражители (Кузьмин и др., 1986).

Таким образом, главным в поедании корма является его заметность, то есть его размер, характер движения и цвет на определенном окружающем фоне (Михеев, 1983; Krise, Meade, 1986; Гиляров, 1987).

Большинство рыб обладает трихроматическим цветовым зрением (Levine, Nikol, 1982), но из-за особенностей поглощения света толщей воды фоны, на которых рыба видит окружающие предметы, различны по разным направлениям зрения (вверх, вниз, прямо). Естественно, что правильное сочетание окраски фона и жертвы увеличивает эффективность питания рыб (Laret et al., 1975; Dendrinis, Dewan, 1984; Krise, 1986; Masterson, Garling, 1986; Browman, Marcotte, 1987; Akazaki et al., 1991).

Подбор кормов по всем вышеперечисленным показателям особо важен в связи с имеющимися до сих пор разногласиями о моменте начала экзогенного питания личинок карповых рыб. Большинство авторов считает, что потребление корма личинки начинают с этапа В после заполнения воздухом плавательного пузыря, то есть на 3-4 сутки после выклева (Чижов, Королев, 1977; Статова, Кубрак, 1978; Сим До Тхек, 1984 и очень многие другие). Между тем некоторые считали необходимым задавать корма уже на вторые сутки после вы-

клева (Баранова, 1974, 1976, 1977; Воропаев, 1975; Разманова, 1986; Дементьев 1985, 1996). Имеется даже утверждение (Набережный, 1967), что 40% личинок карпа, например, начинают питаться уже через 3 часа после выклева.

К настоящему времени установлено, что корма необходимо задавать до начала самой возможности экзогенного питания (Дементьев, 1995 д). На основе этого принципа разработана технология перевода личинок на внешнее питание (Сабодаш, 1981; Морозов и др., 1984; Дементьев, 1985; Канидьев и др., 1985, 1987; Плучевский, 1985, 1991; Степанова и др., 1986; Кузьмин, Миронов, 1989; Кузьмин, 1994 а, б).

Более сложным оказался вопрос о необходимом количестве корма задаваемого личинкам. Дело в том, что до сих пор очень широко распространен классический принцип обеспеченности молоди пищей по ее концентрации в окружающей среде (Карзинкин, 1951; Логвинович, 1956; Панов, 1960, 1968, 1974; Кудринская, 1964, 1966, 1971 а; Панов, Сорокин, 1966; Проскурина, 1970; Филатов, 1970, 1971 а, б, 1972, 1979; O'Connell, 1970; Стрелова, 1971; Соболев, 1974; Мумжу, 1980; Столярова, 1982, 1983; Зарипова, 1987; Hart, Werner, 1987; Михеев, 1991 и очень многие другие).

Тем не менее, большинство исследователей, исповедующих технологический подход, оценивает обеспеченность личинок пищей в расчете на их биомассу с учетом очень многих факторов среды. Это температура воды, содержание кислорода в воде, освещенность, возраст и масса тела, особенности корма и периодичности его внесения в емкости для выращивания и так далее (Сорокин, Панов, 1965, 1967, 1968; Usubata, 1969; Филатов, 1970, 1971, 1972; Anders, Stewart, 1970; Стрелова, 1971; Ивлев, 1977; Желтов, Федоренко, 1978; Филатов и др., 1979; Канидьев, Гамыгин, 1980; Столярова, 1983; Дементьев, 1984; Kanda, Itazawa, 1986; Кляшторин, 1987 и другие). Очевидно по этой причине у авторов, занимавшихся данной проблемой, наблюдается очень большой разброс полученных результатов. В частности, рекомендовалось задавать от 40 до 300 и более процентов от массы личинок в сутки (Аскеров, 1971; Филатов, 1971, 1974; Баранова, 1974, 1975, 1976; Данченко и др., 1977; Желтов, Кражан, 1977; Дементьев, 1979 б, 1984; Bryant, Matty, 1980; Kouřil, 1981). При этом надо признать некоторую условность этих величин, так как во многих случаях определение рационов осуществлялось не прямым, а расчетным способом (Карзинкин, 1953; Винберг, 1956; Кривобок, 1956; Ивлев, 1962; Коган, 1965;

Сорокин, Панов, 1968; Кудринская, 1970, 1972, 1975, 1978; Мельничук, 1970, 1978; Макарова, Заика, 1971; Филатов, 1972; Katz, 1974; Мельничук и др., 1975; Миронова, 1978; Вербицкий, 1984; Кузьмин, 1986; Drost, Voogaart, 1986; Pauly, 1986; Дементьев, 1995 в).

К тому же, как по косвенным данным, так и по прямым наблюдениям очевидно, что рационы личинок необходимо существенно и специфически изменять по мере их роста (Винберг, Дартова, 1953; Кузнецова, 1956; Петрова, 1956; Логвинович, 1962; Рыкова, 1966; Боровик, 1970; Ярмошенко, 1973; Муравлева, 1974; Аронович и др., 1976; Дементьева, 1977; Дементьев, 1979 б, 1984; Привезенцев, 1984; Щербина и др., 1985; Бондаренко и др., 1987; Канидьев, 1987; Люкшина, 1987).

Большие разногласия по размеру рационов связаны и с технологическими потерями кормов, на что обращают внимание очень немногие (Дементьев, Складов, 1980; Дементьев, 1984).

Большое внимание уделяется оптимальному распределению суточной нормы питания во времени (частота кормления). Несмотря на множество работ достаточных обоснований по этому вопросу до сих пор не имеется. Чаще всего для этого используются далеко не однозначные данные по изменению суточной активности питания личинок в естественных условиях (Набережный, 1967; Бессмертная, 1968; Мурзабекова, 1970; Стрелова, 1971; Расщеперин и др., 1973; Снежина, 1977; Лупачева, 1982; Воробьева, 1987). Это в принципе не соответствует заводскому методу выращивания (Богданов, 1982), где в идеале снимаются все вопросы по доступности корма. Возможно, поэтому некоторыми авторами признается наилучшим равномерное круглосуточное кормление (Желтов, Федоренко, 1978; Капитонов, 1979; Лупачева и др., 1982; Радиков и др., 1984; Яковчук, 1984), что связывается, например, с фактом непрерывного выделения пищеварительных соков и желчи у рыб (Пегель, 1956).

Другой подход к определению оптимальной частоты кормления основан на саморегулируемом рефлекторном процессе наполнения кишечника пищей и ее последующей дефекацией, что очень часто объединяется в общее понятие скорости прохождения пищи через кишечник личинок (Пучков, 1954; Краюхин, 1958; Рекубратский, 1967, 1984; Kawanabe, 1967; Ивата, 1969; Кудринская, 1970; Храмов, 1971; Laurence, 1971; Noble, 1973; Муравлев, 1974; Волкова, 1975; Малиенко, 1975; Воробьева, 1976; Tyler, Dunn, 1976; Ионова, 1978; Perera, De Silva,

1978; Windell, 1979; Tseiliv, 1980; Silva, Wierakoon, 1981; Краснопер, 1985; Hofer, Woldin, 1985; Смит, 1986; Persson, 1986; Jobling, 1987).

Вместе с тем до сих пор остается в силе принцип кормления в расчете на большие количества корма в расчете на длительный период его поедания или по «поедаемости», что широко практикуется в рыбной практике (Желтов, Федоренко, 1978; Столярова, 1983; Hart, Werner, 1987 и другие).

И, наконец, не менее важная проблема заводского выращивания личинок карповых рыб – методическое обеспечение проводимых исследований. Дело в том, что в настоящее время изучение личинок рыб осуществляется в соответствии с многочисленными методиками и инструкциями выработанными для работ, проводимых в естественных условиях обитания (Поляков, 1958; Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях, 1961; Киселев, 1969; Привезенцев, 1972; Типовые методики исследования продуктивности рыб в пределах их ареалов, 1976). По этой причине практически все виды наблюдений осуществляются после изъятия личинок из привычной среды (чаще всего после их умерщвления). В заводском производстве личинки постоянно находятся в поле зрения наблюдателя, доступны для различных манипуляций, а сами условия технологии позволяют, как изменять, так и документально фиксировать самые разнообразные показатели среды и жизнедеятельности рыб [2].

Естественно, что проблемы заводского выращивания личинок карповых рыб не ограничиваются отмеченными в этом обзоре. Однако обзор проведенных исследований со всей очевидностью показывает принципиальную возможность создания высокоэффективной технологии подращивания личинок рыб, при которой их рост и выживаемость существенно превысит показатели присущие естественным условиям обитания. Очень важно чтобы уровень такой технологии полностью устроил промышленность по всем необходимым позициям. К сожалению, до сих пор заводское подращивание личинок рыб так и не стало обычным.

На современном этапе социально-экономического развития России это связано с отсутствием необходимости масштабного производства рыбного посадочного материала. Для современного объема производства карповых рыб в реальности дешевле экстенсивные методы, при которых потери личинок рыб компенсируются перепроизводством икры. Это подтверждает как теоретическую, так и практическую актуальность работ

по повышению эффективности заводского выращивания личинок карповых рыб в связи с поставленной главной целью развития рыбководства России [5] – «... надежное обеспечение страны широким ассортиментом рыбопродукции отечественной аквакультуры по ценам, доступным для населения с различным уровнем доходов...». Карповые рыбы, как раз и являются наиболее дешевыми объектами аквакультуры.

Представленный обзор составлен по материалам обобщающих научных трудов автора, мало известных широкому кругу исследователей [1, 2, 3, 4]. Автор обзора приносит свои извинения за отсутствие списка проанализированной литературы. В действительности он не может быть представлен даже в сокращенном варианте (без названий работ), так как он насчитывает 790 источников, размещение которых занимает, как минимум, еще 60 страниц дополнительно к представленному обзору.

Автор напоминает молодым исследователям, которым посвящен представленный обзор для возможного включения в исследования по данному направлению следующее. Существует такие опосредованные формы цитирования, как цитирование по вторичным источникам (ГОСТ Р7.0.5 2008). Если текст цитируется не по первоисточнику, а по другому документу, то в начале отсыл-

ки приводят слова [Цит. по Дементьев, 1996. С. 191] или [Цит. по: 132, с. 14]. Если дается не цитата, а упоминание чьих-то взглядов, мыслей, идей, но все равно с опорой не на первоисточник, то в отсылке приводят слова «Приводится по:», например, [Приводится по: 108] или [Приводится по: Красавский, 2001]. Таким образом, Вам предоставляются максимальные, в данной ситуации, возможности по использованию в своей практической работе представленных выше материалов.

Список литературы

1. Дементьев М.С. Повышение эффективности выращивания молоди карповых рыб в условиях заводского производства: дис.... канд. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1981. – 207 с.
2. Дементьев М.С. Концепция и методы изучения личинок карповых рыб, обеспечивающие технологию их выращивания в условиях заводского производства. Краснодар: КубГУ, 1996. – 24 с.
3. Дементьев М.С. Эколого-технологические основы кормления личинок карповых рыб в условиях заводского производства: дис. ... докт. сельхоз. наук. – Краснодар: КубГУ, 1996. – 365 с.
4. Дементьев М.С. Эколого-технологические основы заводского выращивания личинок карповых рыб. – Краснодар: КубГУ, 1996. – 151 с.
5. Стратегия развития аквакультуры Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/hj-gosudarstvo/h1a.htm> (дата обращения 21.12.2015).