

Особенности индустриального выращивания европейской щуки *Esox Lucius* в условиях установки замкнутого водообеспечения

Канд. биол. наук А.Б. Ефимов, д-р биол. наук И.В. Бурлаченко, канд. биол. наук А.И. Николаев, М.А. Ежкин, А.А. Береговский, Н.А. Николаева – ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», dergaleva@vniro.ru

Изучены некоторые рыбоводно-биологические характеристики европейской щуки *Esox lucius*, при ее выращивании в установке замкнутого водообеспечения. Выявлены оптимальные размеры и конфигурация емкости для выращивания молоди. Установлен оптимальный режим кормления молоди и критический, с точки зрения каннибализма, период выращивания. Исследован рост щуки и ее половое созревание в условиях постоянной в течение календарного года температуры +19 °С.

Ключевые слова: щука, установка замкнутого водообеспечения, каннибализм, Табловский рыбоводный пункт

Щука является одним из наиболее эффективных биологических мелиораторов прибрежной части водоемов Центральной полосы России. Ее присутствие в биоценозах позволяет ограничивать численность медленно растущих сорных видов (плотва, окунь, уклея, верховка, ерш и т.п.). Этот факт способствует снижению их пищевой конкуренции с ценными видами рыб (сазан, лещ, линь и т.п.). Обладая высоким темпом роста, эти рыбы быстро выходят из под пресса щуки, что способствует поддержанию их стабильной численности [1, 5]. Благодаря своим вкусовым качествам и особенностям поведения, щука является излюбленным объектом любительского и спортивного рыболовства. С этим же обстоятельством связан повышенный пресс нелегального промысла на природные популяции щуки в регионе. При этом уровень любительского рыболовства в отношении щуки, только по данным официальной статистики, сопоставим с промысловым выловом.

В благоприятных условиях эффективность естественного воспроизводства щуки достаточно высока. По данным Лебедева и Мешкова [4], крупная икра (2,3-2,5 мм до набухания) и личинки (около 11 мм при вылуплении) устойчивы к колебаниям температуры в широком диапазоне (перепады в пределах 5-8 °С не оказывают негативного влияния на их развитие, а температурный оптимум эмбрионального развития лежит в пределах 2-16 °С). Однако постоянно имеющее место снижение уровня воды в водохранилищах Центральной полосы России, в период инкубации икры и первые сутки после вылупления личинок, приводят к их обсыханию и гибели. Наряду с ограниченной продолжительностью нерестового периода щуки, этот факт крайне отрицательно сказывается на пополнении ее запасов.

Для поддержания численности популяций щуки, в регионе со второй половины XX в. проводятся мероприятия по ее искусственному воспроизводству. Эти мероприятия в настоящее время включают отлов производителей, получение и инкубацию икры, выдер-

живание и выпуск личинок перед переходом на внешнее питание. Ориентировочный промысловый возврат от такого выпуска составляет около 0,01 % [7]. При такой величине промыслового возврата, расчетный результат от мероприятий по искусственному воспроизводству ненамного превышает ущерб от изъятия производителей.

Столь низкая эффективность связана не только с ограниченностью применяемой технологии, но и особенностями выпуска. Как правило, температура воды в момент выпуска не превышает 8-10 °С. В этот период естественная кормовая база водоемов крайне бедна. В то же время выпуск личинок осуществляется достаточно концентрированно, что приводит к пищевой конкуренции и развитию каннибализма. В результате, подобная тактика выпуска личинок обеспечивает их минимальную выживаемость. В этой связи неизбежно встает вопрос о целесообразности увеличения продолжительности выращивания щуки на воспроизводственных предприятиях и переходе от выпуска личинок на выпуск жизнеспособной молоди.

Переход на выпуск молоди предполагает коренное изменение технологической схемы искусственного воспроизводства объекта и доработку недостающих этапов цикла выращивания. Наиболее современным и быстрым, с точки зрения разработки технологии, является круглогодичное использование управляемых условий. В этом случае за счет создания оптимального температурного режима и соответствующей обеспеченности пищей, становится возможным в два и более раз ускорить получение биологических показателей, необходимых для разработки элементов технологии. В этой связи основной целью выполненной нами работы явилось изучение биологии и технологических аспектов полноциклового выращивания щуки в управляемых условиях систем с замкнутым циклом водообеспечения.

Работа была выполнена в условиях установки с замкнутым циклом водообеспечения в аквариальной ВНИРО в 2010-2011 годы. Проводили наблюдения за развитием личинок и молоди щуки в те-

Таблица 1. Соотношение массы личинок и молоди щуки и размерных фракций комбикорма

| Масса молоди, г | Диаметр кормовых частиц, мм |
|-----------------|-----------------------------|
| 0,03-0,05 | 0,15-0,3 |
| 0,05-0,08 | 0,3-0,6 |
| 0,08-0,16 | 1,0-1,2 |
| 0,16-2,0 | 1,6-2,0 |

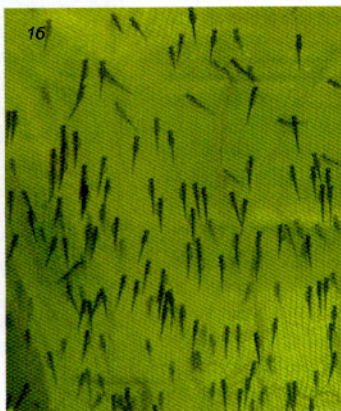
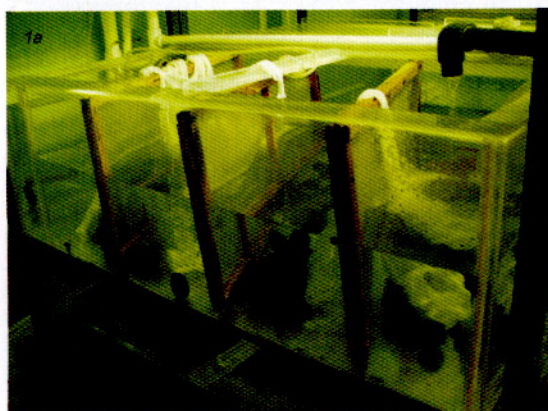


Рис. 1. Типы емкостей, испытанные в период выдерживания (1а и 1в) и вид личинок щуки, прикрепленных к вертикальному субстрату (1б)

чение первого года жизни. Икра была получена от диких производителей на Табловском рыбоводном пункте Московской обл. (ФГУ «Мосрыбвод») при проведении плановых работ по искусственному воспроизводству, выполняемых по заказу Федерального агентства по рыболовству. Экспериментальные работы были начаты с личинками в период вылупления. Исследовали скорость роста, особенности питания, поведения, отношение к температурному фактору, половое созревание.

Выдерживание личинок. На первом этапе работ проводили исследования по оптимизации условий содержания личинок в период выдерживания. Испытывали два типа емкостей. Первый тип – прямоугольные аквариумы (рис. 1а) с размещенными в них рамками с субстратом для прикрепления личинок (рис. 1б), верхней подачей воды. Высота столба воды в этом случае составляла 25 см, что связано с обеспечением доступа личинок к поверхности, для заполнения плавательного пузыря. Эти условия соответствовали рекомендациям, приводимым в действующей «Инструкции по разведению щуки» [3]. Второй тип – конические бассейны с нижней подачей воды (рис. 2в). Нижняя подача воды, наряду с формой емкостей, обеспечили плавное перемешивание воды и благоприятный гидродинамический режим. Высота столба воды в бассейнах составляла 55 см. В обоих случаях использовали дополнительную аэрацию воды воздухом.

Продолжительность периода выдерживания при температуре воды, увеличивающейся от 12 до 14,5 °С, составила 5 суток. В плодородном аквариуме личинки располагались на субстрате поперечных рамок (рис. 1б). В коническом бассейне, несмотря на его гладкую внутреннюю поверхность, личинки прикрепились к стенкам. Находясь преимущественно в прикрепленном состоянии, личинки время от времени совершали короткие перемещения в толще воды и к поверхности.

В обоих типах емкостей на 4-5 сутки выдерживания, независимо от высоты столба воды, все личинки дружно заполнили плавательный пузырь воздухом. Отход личинок за этот период был единичным в обоих случаях. По полученным результатам можно рекомендовать использование конических емкостей с улучшенным гидродинамическим режимом. Следует подчеркнуть, что отсутствие поперечных перегородок с субстратом благоприятно сказывается не только на улучшении циркуляции воды в емкостях, но и способствует снижению бактериальной нагрузки на систему выращивания, так как резко сокращается поверхность для фиксации микроорганизмов. Последнее обстоятельство очень существенно для установок с замкнутым циклом водообеспечения, так как дополнительная порционная микробная нагрузка отрицательно сказывается на эффективности работы биологического фильтра.

Кормление. Внесение корма начали на 6-е сутки жизни личинки. К этому моменту температура воды была постепенно увеличена до 15 °С. В качестве стартового корма использовали науплии артемии. Активное потребление корма отмечали в возрасте 9 суток. Визуальные наблюдения за личинками в этот период показали, что переваривание науплий артемии продолжается в среднем около 3 часов. Выживаемость личинок, при переходе на активное питание, составила более 70 %. Следует подчеркнуть необходимость определенных ограничений в кормлении личинок науплиями артемии в возрасте 15-20 суток. Избыток живого корма в емкостях, на фоне очень высокой пищевой активности личинки, приводит к их чрезмерному перееданию и может сопровождаться повышенной смертностью (до 10-15 % в сутки). Кроме того, повышенное содержание NaCl в науплиях артемии, вероятно, неблагоприятно сказывается на перистальтике кишечника и нарушает метаболизм, при избыточном их внесении в емкость с личинкой и молодь щуки.

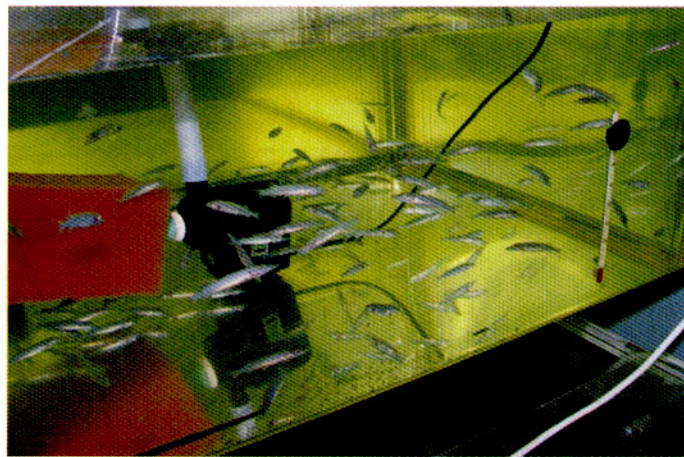


Рис. 2. Особенности распределения молоди щуки в аквариуме – в крытии располагаются особи-каннибалы (возраст – 35 суток)

Попытки введения в рацион комбикорма (осетровая рецептура: сырой протеин 48 %, жир 13 %) были предприняты на 11 сутки жизни личинок. Сухой корм с размером крупки 0,1-0,2 мм вносили при утреннем кормлении, когда желудки личинок были пусты. До возраста 15 суток потребление сухого корма носило единичный характер. Активное потребление искусственного корма началось в возрасте 22-25 суток. К этому моменту кормление артемией полностью прекратили. Приучение молоди к потреблению искусственного корма было проведено в течение 7 суток. Следует отметить, что как живой, так и сухой корм личинки потребляли очень активно. Однако при питании комбикормом они реагировали только на подвижные частицы сухого корма – т.е. захватывали частицы, движущиеся в толще воды до момента их оседания на дно выростной емкости. Такая реакция типична для многих хищников, выращиваемых в промышленных условиях, и отражает их пищедобывательное поведение в естественной среде обитания.

При наблюдении за питанием была отмечена высокая значимость увеличения размеров корма по мере роста личинок и молоди щуки. Корм мелкого размера слабо привлекает щук даже при его высокой концентрации в выростных емкостях. При этом резко возрастает опасность каннибализма.

В табл. 1 приведены размеры фракций корма, использованные в наших опытах для личинок и молоди различной массы. Учитывая разброс в размерно-массовых характеристиках, для обеспечения наилучших условий питания личинок и молоди различной массы, при переходе на новую фракцию рекомендуется использовать смесь из обеих фракций.

Следует также отметить необходимость изменения частоты кормления по мере роста личинок и молоди. От постоянной круглосуточной подачи в выростные емкости науплий артемии, постепенного сокращения числа кормлений у личинок и молоди до одноразового кормления, начиная с 6-7-месячного возраста щук.

Каннибализм. Явление каннибализма у личинок щуки было впервые отмечено в возрасте 16 суток, при длине тела 1,5-1,8 мм. Пик каннибализма пришелся на возраст 20-50 суток. Основной причиной каннибализма являлось отсутствие корма в выростных емкостях в течение вечерних, ночных и ранних утренних часов, а также несоответствие размеров корма размерам ротового аппарата на отдельных этапах выращивания. Совершая уже в раннем возрасте

Таблица 2. Характеристика впервые созревающих щук при круглогодичном содержании в условиях средней температуры 19°С

| Стадия зрелости индекс, % | Средний возраст, мес. | Гонадо-соматический | Средние значения размерно-массовых показателей* | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|---|----------------------|---------------------|
| | | | масса, г | абсолютная длина, см | длина по Смиуту, см |
| самцы | | | | | |
| II | 7 | 0,06 | 85,8 | 24,2 | 21,5 |
| III | 9 | 0,46 | 217,5 | 32,0 | 28,5 |
| III-IV | 13 | 0,60 | 433,5 | 39,0 | 35,0 |
| IV | 13 | 1,92 | 267,0 | 32,5 | 28,5 |
| самки | | | | | |
| II | 9 | 0,40 | 223,7 | 30,8 | 27,7 |
| III | 13 | 0,81 | 523,0 | 40,0 | 36,0 |

* статистическая обработка не приведена вследствие ограниченной выборки

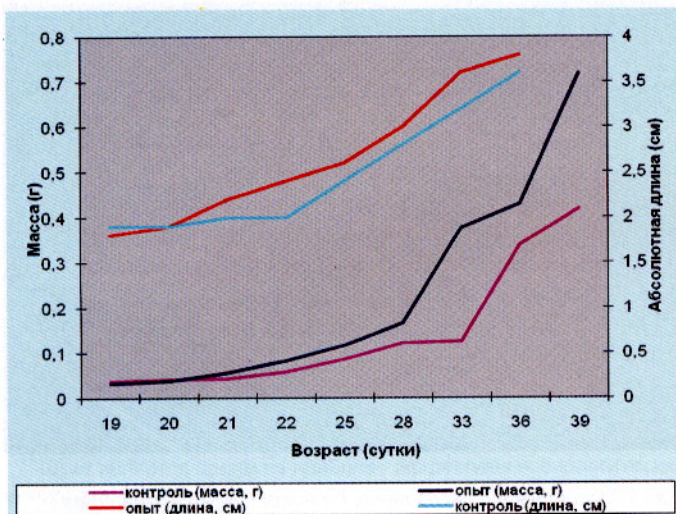


Рис. 3. Изменения средней длины и массы молоди щуки при выращивании в различных температурных условиях

те резкие бросковые движения, связанные с повышенными затратами энергии и обладая сравнительно короткой пищеварительной системой, щука требует большей частоты кормлений по сравнению с мирными традиционными объектами, которые по типу питания являются преимущественно бентофагами. Помимо указанной причины, развитию каннибализма способствовала разница в размерах личинок – в большинстве случаев жертвами становились экземпляры на 30-40 % меньшие по длине, чем каннибалы. Однако были отмечены случаи каннибализма, когда различия по длине между хищником и жертвой не превышали 20 %.

На ранних этапах выращивания различия в росте молоди были связаны с неодинаковой активностью и интенсивностью питания. Характерной особенностью большинства жертв являлось потребление ими исключительно живого корма, количество которого в рационе постепенно сокращалось и заменялось искусственным кормом. Каннибализм в этот период способствовал значительному снижению выживаемости молоди – смертность достигала 2 % в сутки. Наиболее крупные особи-каннибалы пытались найти естественное укрытие в выростных емкостях, что, очевидно, демонстрирует особенности щуки, как засадного хищника в природных условиях (рис. 2).

Максимальные потери от каннибализма (3,0 % в сутки) наблюдались у молоди массой от 10 до 30 г. Регулярные сортировки и рационализация кормления позволили прекратить каннибализм. Среди молоди, масса которой превысила 50 г, явления каннибализма в дальнейшем отмечены не были. Положительную роль в этом, несомненно, сыграло использование автоматических кормораздатчиков с круглосуточной подачей корма и своевременное увеличение размеров фракций корма, в соответствии с массой растущей молоди.

Рост личинок и молоди. В наших экспериментах условия выращивания заметно отличалась от природных. Речь идет об ином кислородном режиме, освещенности и питании, заметно более высокой плотности посадки рыб, гидродинамических характеристиках использованных емкостей и ряде других показателей. Несмотря на это, личинки и молодь щуки хорошо приспосабливались к созданным условиям.

В возрасте 19-39 суток был проведен эксперимент по оценке влияния температуры воды на скорость роста молоди щуки. В этот период температура воды постепенно увеличивалась от 15 до 18 °С. Различия средних значений температуры воды в вариантах опыта составляли 1°С (рис. 3).

Как убедительно показывают кривые, приведенные на рис. 3, даже незначительное повышение температуры привело к существенному увеличению темпа роста молоди. Различия по массе в конце эксперимента составили 60 %.

Следует отметить, что в период этого эксперимента на 26 сутки у наиболее крупных щук было отмечено завершение метаморфоза. Средняя масса молоди при этом составила 102 мг, средняя длина – 27 мм. У основной группы молоди метаморфоз завершился на 35-45 сутки жизни.

В дальнейшее выращивание всей молоди проводили в одинаковых температурных условиях установки с замкнутым циклом водо-

обеспечения. Средняя температура составила 19° С, при диапазоне краткосрочных колебаний от 17 до 25° С. За период наблюдений, продолжительностью около года, средняя масса молоди щуки достигла около 300 г (рис. 4). Однако средняя масса передовой группы (около 10 % от общей численности выращиваемых щук), составляла более 800 г. Этот факт свидетельствует о высоком потенциале роста щуки при соответствующей обеспеченности пищей и благоприятном температурном режиме.

Наиболее активный рост молоди наблюдался в первую половину года. Затем было отмечено существенное снижение темпа роста. К отмеченным нами факторам, безусловно сдерживающим рост молоди, можно отнести светлый цвет внутренней поверхности бассейнов, прямое верхнее освещение, освещенность, превышающая 200 лк, несоответствующий размер корма, ограниченный пространственный фактор (один из наиболее значимых сдерживающих факторов), высокая чувствительность к факторам стресса (резкие движения людей, посторонний шум, бонитировки, чистка бассейнов). Была также отмечена необходимость установки защитных сеток, предотвращающих выпрыгивание молоди из бассейнов. Все эти обстоятельства указывают на необходимость продолжения наблюдений за поведением молоди и экспериментального поиска оснований для оптимизации

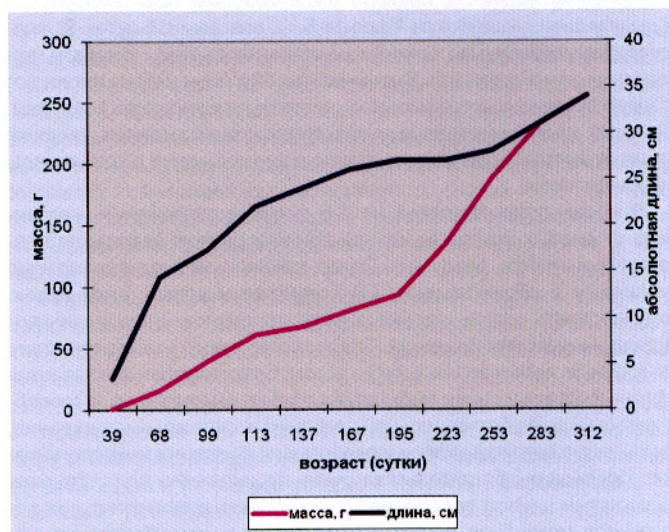


Рис. 4. Динамика средних показателей абсолютной длины и массы молоди щуки в первый год выращивания в условиях установки с замкнутым циклом водообеспечения

ции условий выращивания щуки с целью формирования стада производителей.

Развитие воспроизводительной системы. Наблюдения за развитием воспроизводительной системы показали, что в возрасте 8-9 месяцев гонады самцов достигли II-III стадии зрелости, самок – II. Спустя еще три месяца, т.е. к годовалому возрасту, заметно изменилось поведение рыб. Начались активные передвижения, сопровождающиеся выпрыгиванием рыбы из бассейнов даже через сравнительно небольшие свободные отверстия. Подобное поведение (выпрыгивание из бассейнов) было характерно для щуки на всех этапах выращивания. Однако в данном случае эти явления были гораздо более выражены. Вскрытие этих активных, выпрыгивающих рыб показало, что их преобладающую часть составляли созревающие самцы. Состояние гонад отдельных экземпляров свидетельствовало об их близкой готовности к нересту. Таким образом, созревание самцов щуки в условиях УЗВ произошло при накоплении ими около 6500 градусо-дней. Вместе с тем, большая часть самок находилась на II-III стадии развития. Полученные в ходе наших наблюдений размерно-массовые характеристики, соответствующие стадиям зрелости щук, выращенных в управляемых условиях благоприятной температуры, приведены в табл. 2.

Таким образом, при поддержании в течение первого года выращивания средней температуры 19° С, нам удалось значительно сократить период наступления первого созревания щуки. В природных условиях Центральной полосы России первое созревание самцов щуки наблюдается в возрасте 2-3 года, самок – 3-4 года [2; 6].

Подводя итог выполненным работам, необходимо отметить, что они являются первым опытом круглогодичного выращивания щуки от икры в промышленных условиях установки с замкнутым циклом водообеспечения. Полученные результаты позволили определить предпочтительную форму и размер выростных емкостей, установить оптимальные режимы кормления личинок и молоди, выявить наиболее опасные, с точки зрения каннибализма, этапы ее выращивания, проследить за формированием воспроизводительной системы. Для разработки технологии формирования и использования маточного стада щуки, с целью гарантированного получения жизнестойкой молоди, предназначенной для пополнения запасов, биологической мелиорации или спортивного и любительского рыболовства, необходимо продолжение работ и проведение углубленных исследований.

Дальнейшие исследования в данной области необходимо сосредоточить на создании системы управляемого нереста щуки в условиях УЗВ. В перспективе это позволило бы не только сформировать предпосылки к созданию устойчивой сырьевой базы и обеспечить развитие комплекса по воспроизводству ценных видов рыб в Центральной полосе России, но способствовало бы разработке привлекательных коммерческих проектов в сфере товарного рыболовства, любительского и спортивного рыболовства.

Литература:

1. Доманевский Л.Н. Доступный размер жертв для щуки/Л.Н. Доманевский//Бюллетень Института биологии водохранилищ АН СССР, № 12, 1962. - С. 50-53.
2. Зарянова Е.Б. Воспроизводство щуки в первые годы становления Волгоградского водохранилища (1959-1961 гг.)/Е.Б. Зарянова//Труды Саратовского отделения ГосНИОРХ, т. 7, 1962. - С. 243-259.
3. Инструкция по разведению щуки/Сост. В.И. Анпилова, Б.И. Понеделко. - Л.: ГосНИОРХ, 1972. - 52с.
4. Лебедева О.А. Изменение сроков закладки органов и продолжи-

тельности эмбриогенеза снетка и щуки в зависимости от температуры/О.А. Лебедева, М.М. Мешков//Темп индивидуального развития животных и его изменения в ходе эволюции. - М., 1968. - С. 83-97.

5. Луговая Т.В. Щука Кременчугского водохранилища и биологические основы ее искусственного разведения/Т.В. Луговая//Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. - Калининград, 1968. - 21 с.

6. Потапова О.И. Данные по размножению и нерестилищам щуки водоемов Карелии/О.И. Потапова//Труды Карельского отделения ГосНИОРХ., т. 4, Вып. 2. - Карельское книжное изд-во, 1966. - С. 36-46.

7. Проект Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» <http://fish.gov.ru/lawbase/Documents/Проекты/prkt242.pdf>

Yefimov A.B., PhD, Burlatchenko I.V., Doctor of Sciences, Nikolayev A.I., PhD, Ezhkin M.A., Beregovsky A.A., Nikolayeva N.A. – FSUE Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, e-mail: dergaleva@vniro.ru

Peculiarities of industrial rearing of pike *Esox lucius* under conditions of recirculating water system

Biological and aquacultural traits of pike *Esox lucius* are studied when rearing under conditions of recirculating water system. Optimal sizes and configuration of tanks used for yearlings rearing are determined. Feeding regime, that appears to be optimal for pike yearlings, and critical, as viewed from the perspective of cannibalistic interactions, period of rearing are specified. Rates of pike growth and maturation are examined under conditions of constant water temperature +19°C held throughout a calendar year.

Keywords: pike, recirculating water system, cannibalism, Tablov fish farm

Динамика изменения диаметра ооцитов у плотвы *rutilus rutilus* (ciprinidae) в нерестовый период

Канд. биол. наук Н.И. Комова – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, г. Борок Ярославской области, komova@ibiw.yaroslavl.ru

Исследована динамика изменения размеров ооцитов у плотвы *Rutilus rutilus*, подходящей на нерестилище в прибрежье Рыбинского водохранилища. Сравнительный анализ вариационных кривых распределения частот диаметра ооцитов в группах производителей показал, что увеличение числа ооцитов большего диаметра происходит по мере приближения к овуляции и в основном не зависит от возраста, длины или массы тела самок.

Ключевые слова: плотва *Rutilus rutilus*, нерестовый период, диаметр ооцитов, длина тела, масса тела, возраст

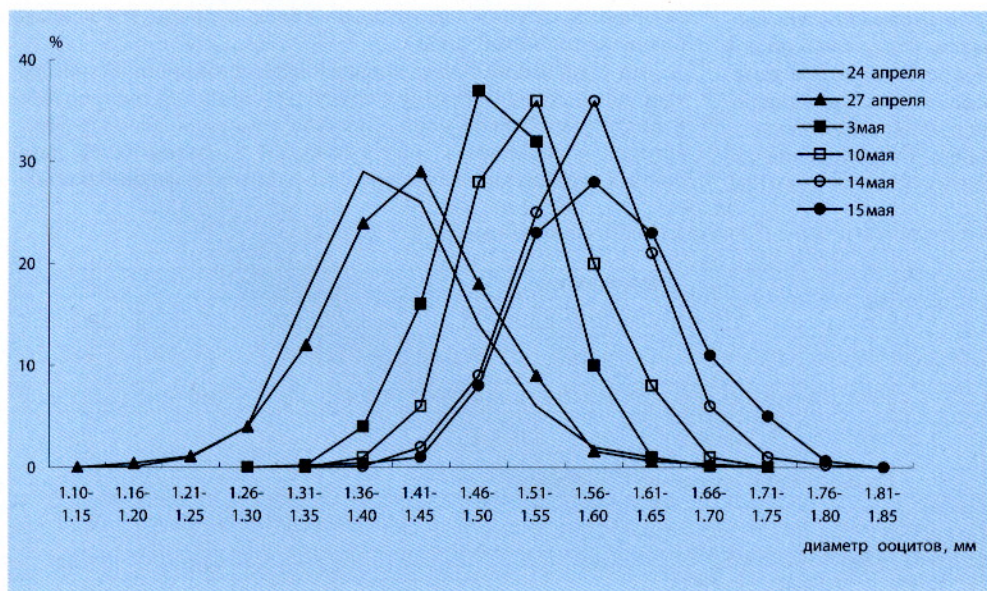


Рис. 1. Вариационные кривые диаметра ооцитов плотвы, отловленной в разные дни. (По оси ординат – частоты (%), рассчитанные по формуле: $n/N \cdot 100$, где n – количество ооцитов в каждом размерном классе, N – общее число ооцитов.)

Особенности функционирования репродуктивной системы рыб служат важным критерием их существования в экосистеме водоемов. Для оценки воспроизводительной способности популяций рыб обычно используют абсолютную и относительную плодовитость, а также массу и размер продуцируемых самками икринок. Известно, что индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) тесно коррелирует с такими биологическими показателями самок, как длина, масса тела и возраст [1; 8; 26; Привалихин, 1998; 32 и др.]. В зависимости от экологических условий, у рыб изменяется длительность и степень асинхронности развития половых клеток [17].

В Рыбинском водохранилище плотва – один из наиболее массовых видов, имеющий существенное промысловое значение. Половозрелая плотва весной под-