

597.98
Т-78

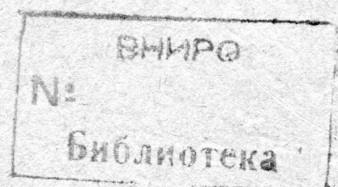
МИНИСТЕРСТВО РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ВНИРО)

ТРУДЫ

ТОМ XXXII

РАЗВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ



ПИЩЕПРОМИЗДАТ

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ВНИРО)

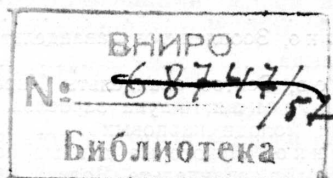
537-98
V-78

ТРУДЫ

ТОМ XXXII

РАЗВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Под редакцией
проф. Г. С. КАРЗИНКИНА



инв. 894



ПИЩЕПРОМИЗДАТ
Москва · 1956

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Г. С. Карзинкин, Пути и методы повышения биологической продуктивности нерестово-выростных хозяйств дельты Волги	5
Г. С. Карзинкин и С. И. Кузнецов, Использование жесткой растительности в рыбоводных хозяйствах дельты Волги в качестве зеленого удобрения	22
Н. И. Винецкая, Влияние зеленого удобрения на продукцию органического вещества и гидрохимический режим рыбоводного хозяйства «Ямат»	29
✓ К. Арбузова, Влияние зеленого удобрения на развитие бентоса и фауны обрастаний в нерестово-выростном хозяйстве «Ямат»	54
✓ О. И. Тарковская, Питание и рост молоди леща в нерестово-выростном хозяйстве «Ямат» в связи с применением зеленого удобрения	65
✓ И. И. Кузнецова, Элементы газового обмена молоди леща в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги	76
✓ Т. В. Вышеславцева, Характеристика производителей сазана дельты Волги	92
✓ Т. В. Вышеславцева, Наблюдения над развитием половых продуктов сазана в дельте Волги	99
М. Н. Кривобок, Биологические особенности молоди сазана нерестово-выростных хозяйств дельты Волги	108
М. Н. Кривобок и Г. П. Дьякова, Использование кормовой базы молодь сазана и леща в нерестово-выростных хозяйствах	129
М. А. Летичевский, Выращивание товарного сазана в водоемах дельты Волги	146
М. Н. Кривобок, Значение авандельты Волги для молоди полупроходных рыб	165
Л. А. Барсукова, Гидрохимическая характеристика дельты и авандельты Волги	178
П. Н. Хорошко, Зоопланктон авандельты Волги и его роль в питании молоди леща	197
И. К. Воноков, Бентос авандельты Кировского банка	215
Т. Н. Баклановская, Фауна зарослей авандельты Волги и ее значение в питании молоди карповых	230
И. Н. Петренко, Некоторые данные по физиологии питания и роста молоди воблы в авандельте Волги	255
М. Н. Кривобок, Биология молоди сазана в предустьевом пространстве Волги	263
Е. М. Помпик, Питание сазана в авандельте Волги	277
В. С. Танасийчук и И. К. Воноков, Влияние воды разной солености на сперму и икру воблы и леща Северного Каспия	284

Редактор В. С. Кузьмина

Корректор М. И. Жукова

Техн. редактор Э. М. Готлиб

Т-12416 Сдано в набор 14/IX-56 г. Подписано к печати 22/XII-56 г.
 Формат 70×108/16 Печ. л. 18,25=25 усл. п. л. Уч. изд. л. 23,61
 Тираж 1500 экз. Цена 17 р. 50 к. Изд. № 701 Пищепромиздат Зак. 1360

Типография Московской Картонажной ф-ки. Павелецкая наб. 8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство гидроузлов на южных реках, зарегулирование их стока неизбежно отразится на естественном воспроизводстве не только проходных, но и полупроходных рыб таких морей, как Каспийское, Азовское и Аральское. В настоящее время намечен ряд мероприятий, направленных на поддержание и даже увеличение стада ценных промысловых рыб этих морей.

В связи с этим особое значение придается нерестово-выростным хозяйствам, которые должны обеспечить воспроизводство наиболее массовых промысловых видов рыб, таких как сазан, лещ, судак, тарань и др. Уже в настоящее время существует ряд подобных хозяйств, причем наибольшее их количество сосредоточено в дельте Волги. В этих хозяйствах проводится не только нерест полупроходных рыб, но и выращивание молоди до покатной стадии. Целенаправленно совершенствовать хозяйство, интенсифицировать его можно только при знании связей и зависимостей между выращиваемыми объектами и окружающей средой.

В настоящий сборник включены статьи, связанные с выращиванием молоди сазана, леща и воблы в водоемах нерестово-выростных хозяйств дельты Волги. В ряде статей указываются пути и методы повышения продуктивности этих хозяйств. В одной из публикуемых работ М. Н. Кривобока сопоставляются данные, полученные в условиях Волги и Дона. Это сопоставление указывает на то, что ряд закономерностей, установленных для волжских хозяйств, имеет более широкое значение и ряд мероприятий, рекомендуемых для рыбоводных хозяйств Волги, несомненно, представляет интерес и для хозяйств Дона.

Другая значительная группа работ сборника связана с изучением авандельты Волги. При зарегулированном стоке авандельта ее будет являться основным нерестилищем многих полупроходных рыб и местом нагула молоди. Роль авандельты, конечно, этим не ограничивается, так как в своеобразных условиях, складывающихся здесь, будет формироваться местное стадо рыб, приближающееся по видовому составу к ихтиофауне озерного комплекса.

Несмотря на огромную роль, которая будет принадлежать авандельте в воспроизводстве запасов промысловых рыб Северного Каспия, количество работ, посвященных изучению авандельты, весьма ограничено. По-

этому публикуемые статьи, связанные с изучением авандельты, приобретают определенный интерес.

В связи с зарегулированием стока Волги в дельте создадутся условия, при которых ряд остаточных водоемов при сравнительно небольших затратах можно будет превратить в рыбоводные хозяйства для выращивания товарной рыбы и в первую очередь товарного сазана. В то же время опыт подобного выращивания в условиях дельты Волги весьма незначителен, поэтому рассмотрение этого вопроса и полученные результаты, приводимые в статье М. А. Летичевского, представляют несомненный интерес.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Обратившись к литературе по изучению дельты Волги, мы обнаружили, что в настоящее время нет ни одного издания, посвященного изучению дельты Волги. В то же время в дельте Волги находится большое количество водоемов, которые могут быть использованы для выращивания товарной рыбы.

В связи с этим мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства. Для этого необходимо провести исследование дельты Волги, чтобы определить, какие водоемы можно использовать для выращивания товарной рыбы. Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы.

Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы. Для этого необходимо провести исследование дельты Волги, чтобы определить, какие водоемы можно использовать для выращивания товарной рыбы. Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы.

Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы. Для этого необходимо провести исследование дельты Волги, чтобы определить, какие водоемы можно использовать для выращивания товарной рыбы. Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы.

Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы. Для этого необходимо провести исследование дельты Волги, чтобы определить, какие водоемы можно использовать для выращивания товарной рыбы. Мы предлагаем создать в дельте Волги рыбные хозяйства, которые будут заниматься выращиванием товарной рыбы.

ПУТИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНЫХ ХОЗЯЙСТВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Проф. Г. С. КАРЗИНКИН

ВВЕДЕНИЕ

Проблема биологической продуктивности водоемов рассматривается нами как проблема, имеющая большое не только теоретическое, но и народнохозяйственное значение. Мы ее не идентифицируем ни с проблемой круговорота — баланса вещества и энергии в водоеме, ни с проблемой воспроизводства — динамики всего живого в водоеме. Специфика проблемы заключается в том, что она рассматривает процесс воспроизводства хозяйственно ценных животных и растительных организмов — продуктов водоема. Природные элементы не отделимы от нее, но они составляют лишь ее естественно-историческую основу. Эта основа в проблеме продуктивности неразрывно связана с хозяйственной деятельностью человека, социально-экономическими факторами. Так, например, тридцать лет назад считались высокопродуктивными пруды, дававшие выход рыбной продукции 100—150 кг/га. А при современном ведении хозяйства при применении комплексной интенсификации выход рыбной продукции достиг 2000—3000 кг/га [32].

Если исходить из положения, что в проблеме продуктивности слиты воедино естественно-исторические и социально-экономические факторы, то становится очевидной необходимость при изыскании путей повышения продуктивности водоемов идти не только по линии вскрытия существующих в водоеме связей и зависимостей, но и анализа хозяйственной деятельности человека.

Необходимо выяснить, насколько правильно используется вскрытие закономерности, насколько совершенен биотехнический процесс. Поэтому статью мы будем строить по этапам производственного процесса.

В настоящей работе даются основные выводы из тех научно-исследовательских работ, которые проводились большой группой научных работников с 1948 г. на нерестово-вырастных хозяйствах дельты Волги.

ЗАГОТОВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Заготовка производителей — весьма ответственный момент всего производственного процесса. Качество отобранных производителей во многом определяет и будущее потомство. В связи с расширяющимся строительством нерестово-вырастных хозяйств, с усиливающимся их значением в воспроизводстве стад ценных промысловых полупроходных рыб направленный отбор производителей с лучшими показателями их экстерьера и темпа роста имеет особое значение, так как через отбор производителей формируется, в известной степени, и все стадо этих рыб в Северном Каспии. Поэтому при заготовке производителей должно быть обращено серьезное внимание на отбор их.

При современном ведении хозяйства в дельте Волги, когда не производится подбор племенного стада, отбор производителей должен преследовать две цели:

- 1) давать наиболее плодовитых производителей с икрой, обеспечивающей высокую жизнестойкость молоди;
- 2) давать производителей со сроком нереста, обеспечивающим последующее развитие молоди в наиболее благоприятных условиях.

Наши многолетние исследования показали, что в дельте Волги имеются две группы производителей сазана: одна с более ранним нерестом, протекающим с последних чисел апреля до первых чисел мая; другая с

более поздним нерестом — с середины мая до первой декады июля.

Хотя гистологическая картина показывает возможность порционного икрометания у сазана, однако в условиях рыбхозов, по данным С. П. Алексеевой, выметывается лишь первая порция. Степень зрелости этой порции в момент заготовок производителей неодинакова. Коэффициент зрелости (рис. 1) показывает, что на местах заготовок, у Створинских



Рис. 1. Распределение самок сазана со Створинских ям (1 апреля 1951 г.) в зависимости от коэффициента зрелости половых продуктов.

ям, в апреле обнаруживаются две группы сазана: 1) раннего и 2) позднего нереста [7]. При отборе производителей надо стремиться отбирать самок раннего нереста.

На необходимость подобного отбора указывают тщательно проведенные на разных рыбхозах наблюдения М. Н. Кривобок [18—20] за ростом и питанием молоди сазана разных сроков нереста. М. Н. Кривобок установил (о чем подробно будет изложено ниже), что рост молоди сазана раннего нереста благодаря хорошей обеспеченности пищей идет значительно лучше роста молоди от позднего нереста.

Чтобы практики могли произвести отбор производителей, надо указать такие признаки, по которым можно было бы легко отличить производителей раннего нереста от производителей позднего нереста. М. А. Летичевский указывает [23], что при отборе самок сазана можно руководствоваться степенью раздутости брюшка и его отвислостью. Кроме того, у самок с достаточно зрелой икрой, как правило, наблюдается покраснение и набухание кожи у полового отверстия.

В результате отбора М. А. Летичевским таких самок на Алтуньевском рыбхозе был получен дружный массовый нерест сазана с 29 апреля по 6 мая, в то время как в других хозяйствах нерест проходил в течение всего мая и даже в первых числах июня.

При наличии в дельте Волги в настоящее время десятков тысяч гектаров пойменных площадей, используемых под рыбхозы, требуется массовая заготовка производителей. В то же время, как показали наши исследования, введение в водоемы, где выращивается молодь, большого числа производителей, связано с ухудшением условий существования выращиваемой молоди рыб [12, 13, 20]. Поэтому целесообразно сокращать посадку производителей за счет отбора более плодовитых. При сохранении же прежней величины посадки за счет повышенной плодовитости можно увеличивать число (плотность) выращиваемой молоди в рыбхозах.

Этот момент важен, так как уже в настоящее время можно дать ряд рекомендаций, позволяющих значительно повысить выход продукции с единицы площади. Понятно, что увеличение численности выращиваемой молоди на единицу площади даст возможность сократить пропорционально уплотнению строительство дорогостоящих хозяйств и затраты на их эксплуатацию.

Известно, что у рыб наблюдается связь между плодовитостью и размером и весом производителей. Подробные данные по сазану дельты Волги собраны и нами [7]. Из приведенных кривых (рис. 2 и 3) видно, что прямой пропорциональности между весом рыб или их длиной и рабочей плодовитостью нет. Связь эта более сложная. Так, нарастание плодовитости у рыб длиной от 36 до 46 см происходит значительно медлен-

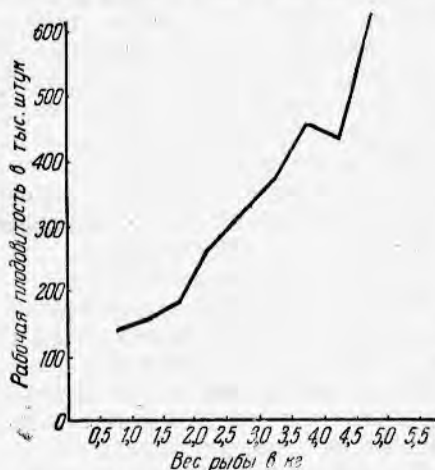


Рис. 2. Изменение рабочей плодовитости рыбы в зависимости от веса ее, 1952 г.

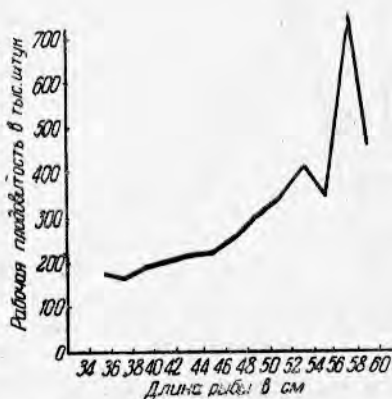


Рис. 3. Изменение рабочей плодовитости рыбы в зависимости от длины ее, 1952 г.

нее, чем у рыб длиной от 46 до 52 см; нарастание плодовитости у рыб весом от 0,5 до 2 кг протекает значительно медленнее, чем у рыб весом от 2 до 4,5 кг. По весу приводим данные только до 4,5 кг, так как больший вес приходится на производителей старших возрастных групп.

Производители старших возрастных групп обладают рядом отрицательных черт: имеют меньшую относительную плодовитость, дают более мелкую икру и менее жизнестойкую молодь [26].

Если основную массу стада производителей составляют рыбы длиной от 32 до 46 см, то средняя рабочая плодовитость равняется 180 тыс. икринок. Если стадо состоит из рыб длиной от 46 до 52 см, то плодовитость составляет уже 350 тыс. икринок.

Характеризуя стадо весом рыб, можно указать, что при весе рыб в стаде от 0,8 до 1,5 кг средняя плодовитость составляет 172 тыс., а при весе рыб от 1,5 до 4 кг — 340 тыс. икринок.

Для практической работы важно знать, какое количество производителей из всего улова самок на месте заготовок имеет такую повышенную плодовитость. Наши подсчеты показали, что в районе Створинских ям, где ведется основная заготовка, сазанов весом от 1,5 кг и выше в апреле имеется около 65%, т. е. отбраковке подлежит примерно $\frac{1}{3}$ пойманных производителей.

На рис. 4 дана характеристика размерного состава производителей из уловов у Створинских ям. Эти производители без отбора были посажены в рыбоводном хозяйстве «Бирючок».

Средний размер самок со Створинских ям ($n=289$ шт.) составлял 43,7 см, а средний размер самок из рыбхоза ($n=307$ шт.) — 43,1 см.

В настоящее время при заготовках, за редким исключением, не ведется отбора ни самок раннего нереста, ни более плодовитых самок. Поэтому в водоемах рыбхозов наблюдается весьма растянутый нерест сазана. На нерест сажают излишнее количество производителей. В результате в выращиваемом стаде преобладает плохо растущая молодежь позднего нереста.

В нерестово-выростных хозяйствах имеются условия для сокращения численности производителей не только за счет отбора более плодовитых самок, но и за счет сокращения численности самцов.

Даже при условии отбора производителей раннего нереста последний будет несколько растянут, благодаря чему один самец может оплодотворять икру нескольких самок. Это, вероятно, справедливо и для лещей.

Возникает вопрос, почему в рыбхозах можно нарушать соотношение полового состава, которое наблюдается в природе, т. е. соотношение самцов и самок, равное примерно 1:1.

Самцы достигают половозрелости раньше самок, и по возрастным группам указанное соотношение уже меняется от первоначального преобладания самцов к преобладанию самок в старших возрастных группах.

В естественных водоемах нерест может происходить на обширных участках, вследствие чего самцам находить самок труднее, чем в рыбхозах, где нерестовые площади ограничены.

При отборе самок раннего нереста срок нереста окажется более сжатым, чем в природе. В природных условиях при смешанном составе стада самок, при растянутом и повторном нересте наличие молодых самцов с поздним нерестом гарантирует успех нереста и для более молодых позднее нерестующих самок, а также повторный нерест. В рыбхозах при отборе рано нерестующих самок и одноразовом нересте в такой гарантии нет необходимости.

Работа практиков [10] показала, что можно уменьшать плотность посадки самцов вдвое против принятой нормы. При таком уменьшении численности самцов (когда один самец приходится на двух самок) результат получился весьма хорошим.

ВТОРИЧНАЯ ОТБРАКОВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПОСЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИХ

Наблюдения С. П. Алексеевой, проведенные в 1950 г., показали, что длительная задержка (на 7—10 суток в первой декаде мая) производителей леща в прорезях приводит к перезреванию икры у некоторых самок. Такие самки, хотя и дают текучую икру, но она не пригодна к оплодотворению. Самки, созревшие в прорезях, при пересадке в водоемы хозяйств отбраковываются. Отбраковываются также травмированные рыбы. К травмированию особо чувствительны лещи. При этом иногда ясно выраженных травм в виде открытых ранений не наблюдается, а выпущенная рыба все же дает значительный отход.

Необходимо обращать внимание на побелевшие места на теле рыбы, которые указывают на травмирование рыбы и вероятный ее отход в во-

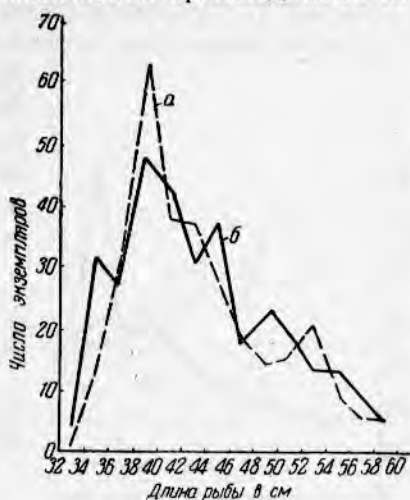


Рис. 4. Характеристика размерно-го состава производителей:
а — на Створинских ямах; б — в рыбхозе «Бирючок».

доеме. Переносить леща в носилках с прорези в водоем надо очень осторожно. Нельзя бросать рыбу на носилки, а также переносить в одних носилках большое количество рыбы. Особенно осторожно надо обращаться с пересаживаемой рыбой при повышенной температуре воды.

Ошибки, допущенные при вторичной отбраковке производителей леща и его переносе из прорези в водоемы хозяйств, ведут к большому отходу производителей, который полностью не регистрируется и входит в недостаток производителей при выпуске рыб из рыбхоза. Процент же выживаемости молоди начисляется от посаженных производителей. В результате нередко сильно искажаются данные по выживаемости молоди. Рыбовод обязан после посадки производителей ежедневно до окончания нереста объезжать водоем и вести тщательный сбор всей уснувшей рыбы и регистрировать при этом как ее половой состав, так и выбор половых продуктов.

В качестве примера наблюдающейся в хозяйствах гибели производителей можно привести сведения по рыбоводному хозяйству «Ямат» за 1952 г. Даны только зарегистрированные потери, при этом в Ямате выживаемость производителей была относительно хорошая.

Из 3138 посаженных производителей сазана за период с 19 мая по 17 июня погибло 187 производителей, или 5,9% (это небольшой процент). Лещ дал значительно больший отход. Из 18 490 производителей за указанный период погибло 2486, или около 13,5%. Если выразить потерю в весовых единицах, то она составит почти 1,5 т леща.

Величина, отражающая зарегистрированную гибель производителей, не соответствует величине общих потерь производителей в рыбхозах, которые составляют от 30 до 60% общего количества производителей. Величина общей потери выявляется только в период спуска воды из полоя рыбхоза.

Фактическая продукция в нерестово-вырастном хозяйстве складывается из продукции выращиваемой в них молоди и прироста ихтиомассы производителей. Недолов производителей есть потеря продукции, неиспользование продуктивности водоемов. Потеря этой продукции тем более досадна, что ее воспроизводство, как показали наши исследования [13], в значительной мере идет за счет уменьшения воспроизводства основного объекта выращивания — молоди рыб. Уменьшение потерь производителей может быть достигнуто систематическим их отловом сразу после нереста.

Проведенный нами при участии рыбовода Севкаспрыбвода В. М. Терентьевой и старшего рабочего П. А. Дьякова в 1952 и 1953 гг. опыт отлова на рыбхозе «Ямат» показал, что можно значительно повысить отлов производителей, если подавать свежую воду из реки через шлюз в полый рыбоводного хозяйства. Руководствуясь прогнозом хода паводка, следует не допускать полного забора воды из реки на 15—20 см. Благодаря образующемуся перепаду в сторону полоя, можно подавать в него свежую речную воду. Подавать ее нужно сразу после нереста производителей, в часы наибольшего дефицита растворенного в воде полоя кислорода. На струю свежей воды к шлюзу начинают в массе подходить производители леща и в несколько более ограниченном количестве производители сазана. В магистральном канале у шлюза легко организовать их отлов. Особый эффект получается, если магистральный канал имеет небольшую протяженность и свежая вода легко достигает полоя.

При каналах длиной в несколько сот метров эффект бывает незначительным.

В основном в результате описанного приема на рыбхозе «Ямат» в 1952 г. было выловлено производителей леща 73,1%, производителей сазана 78,2%.

В соседнем рыбхозе «Дуданаки», где описанное мероприятие осуществлялось в малой степени и где у одного из двух шлюзов имеется весь-

ма длинный магистральный канал, было выловлено производителей леща только 44,5%, сазана 58,4%. Как видим, разница весьма значительная.

При зарыблении особое внимание нужно обращать на наличие у производителей признаков заболевания.

В условиях рыбхозов дельты Волги особо следует опасаться возможного внесения с производителями кокцидий. Конечно, при отсутствии карантинных водоемов могут быть внесены производители со скрытой формой заболевания, но небрежность в отбраковке производителей при перенесении их из прорезей в хозяйство может привести к тому, что в водоем будут посажены производители с достаточно ясными признаками заболевания.

Вместе с производителями в водоем может быть внесена инфекция. Сказанное подтверждается случаем внесения инфекции в рыбхоз «Ямат» в 1952 г. Вероятно, это имело место и в других хозяйствах.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ НОРМАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ НЕРЕСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Как показывают многолетние наблюдения М. А. Кастальской по ряду рыбхозов дельты Волги, максимальное развитие кормовой фауны, необходимой для первых этапов развития молоди леща и сазана, наблюдается в мае месяце. В связи с этим рыбхозы должны добиться того, чтобы нерест протекал в наиболее ранние сроки [12, 13]. Для этого напуск воды в пойму надо проводить, как только позволит паводок. Срок посадки рыб в заполненный водой магистральный коллектор должен быть, по возможности, ранним; определяется он характером хода паводка. Из практики известно, что при отсутствии подобной увязки рыбхозы сажают в коллектор производителей, не учитывая временный характер заливания. Последующее падение уровня воды в реке влечет за собой и обсыхание коллектора, а следовательно, и массовую гибель рыб.

Посадка производителей сазана должна проводиться тогда, когда образуется первое водное зеркало в самом полее. Глубина залитой площади в 20—30 см достаточна. Чтобы не было потерь леща от повреждения хищниками, его нужно сажать при глубине не менее 35 см.

Во многих рыбхозах наиболее низко лежащие, а следовательно, и раньше других заливаемые участки, представляют собой остатки стерни от прошлогодних полевых культур, или перепашанные участки бывших бахчевых культур, или остатки выжженных зарослей жесткой растительности.

При отсутствии подготовленных нерестилищ производители сазана раннего нереста вынуждены выметывать икру или на вспаханную землю, или на отмершую растительность. В том и другом случаях наблюдается значительная гибель отложенной икры [21, 25]. Например, в 1950 г. в рыбхозе «Бирючок», по данным И. И. Кузнецовой, погибло до 34% икры. Часть производителей икру не выметывает, и она подвергается пережидению.

В результате перечисленных неблагоприятных условий для сазана первого нереста в рыбхозных хозяйствах преобладает молодь более позднего нереста. Так, например, по данным М. Н. Кривобока (рис. 5), в 1949 г. в рыбхозе «Горелый» молодь первого нереста составляла 23,5%, «Анкин-Черненский» — 26,6%, «Бирючок» — 31%. Между тем, молодь первого нереста — наиболее быстро растущая и наиболее хорошо использующая кормовую базу. Таким образом, при плохом состоянии нерестилищ снижается величина возможного выхода продукции.

Для улучшения условий нереста сазана с ранним икрометанием необходимо на залитых площадях устраивать искусственные нерестилища [3, 29, 33] или с осени проводить перепашку низинной части заливаемых

полоев и засевать их растениями, не боящимися воды. Можно рекомендовать посев канадского риса, который может обеспечить как улучшение условий нереста, так и откорм молоди сазана.

Наилучшие условия для нереста, как уже указывалось в литературе [12], могут быть обеспечены при изменении формы ведения хозяйства (отделение выростных площадей от нерестовых путем создания специальных нерестовиков для изолированного нереста).

Строительство отдельных нерестовиков облегчит управление процессом нереста, позволит следить за ходом инкубации икры. Затраты, связанные со строительством, окупятся в результате ликвидации ежегодных потерь производителей. При проведении этого мероприятия рыбоводы будут более внимательно относиться к отбору производителей, будет обеспечен более ранний нерест, повысится процент выживаемости молоди.

В результате увеличится количество выращиваемой в хозяйстве молоди и будет получено больше рыбопродукции. Опыт, проведенный в 1953 г. в производственном масштабе на рыбхозе «Батрачок» [28], полностью подтвердил это. По плану хозяйство должно было выпустить 5,58 млн. сазанчиков, а выпустило 6,061 млн., или 109,3% плана. Намечали получить 112,5 кг/га рыбопродукции, фактически же она составила 320,9 кг/га при среднем весе молоди сазана 8,4 вместо 3 г. Отловлено производителей сазана 97,8%.

При дальнейшей научно-исследовательской работе в этой области должно быть обращено особое внимание на подготовку ложа прудов для нереста и на вопрос плотности посадки производителей.

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ САЗАНА И ЛЕЩА

Так как выращивание молоди рыб в рыбхозах протекает при значительно больших плотностях населения на 1 га площади, чем в естественных полях, и так как миграция молоди с полей, занятых под хозяйства, в полон, более богатые кормом, невозможна из-за искусственных шлюзовых заграждений, то особое внимание нужно обратить на состояние кормовой базы и на меры по ее улучшению. С улучшением кормовой базы можно выращивать молодь при больших плотностях, что позволит сократить объем строительства новых хозяйств или же выращивать молодь больших навесок.

Наши исследования показали, что если проведено раннее заливие поля, условия, складывающиеся в водоемах рыбоводных хозяйств на первых порах жизни молоди, весьма хорошие.

Во второй и третьей декадах мая температура воды не очень высо-

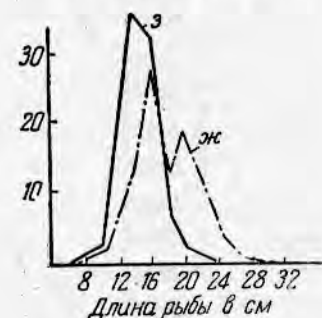
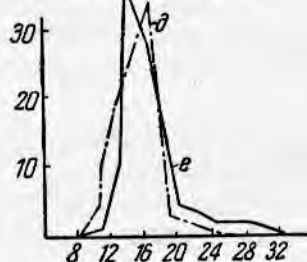
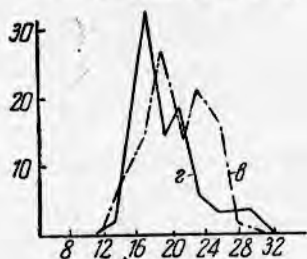
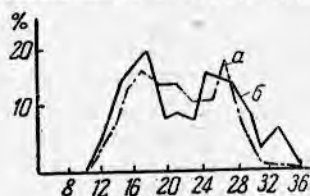


Рис. 5. Процентное соотношение молоди сазана различной длины:

а — из рыбхоза «Горелый», 31 мая 1949 г.; б — из рыбхоза «Чернянский», 2 июня 1949 г.; в — из рыбхоза «Батрачок», 1 июня 1950 г.; г — из рыбхоза «Бахчинный», 30 мая 1950 г.; д — из Конного ерика, 2 июня 1949 г.; е — из поля около деревни Вирючок, 2 июня 1950 г.; ж — из лавандельги, 31 мая 1951 г.; з — из Кировского поля, 29 мая 1951 г.

кая, газовый режим в течение круглых суток вполне благоприятный [6] и в изобилии развивается разнообразный зоопланктон (рис. 6).

Личинки большинства рыб, сохранившие еще следы желтка, но перешедшие на активное питание, кормятся в значительной мере коловрат-

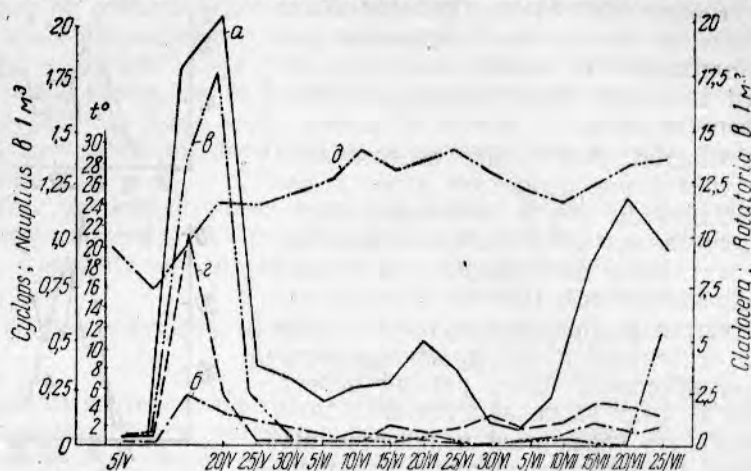


Рис. 6. Динамика биомассы зоопланктона в г/м³ (рыбхоз «Азово-Долгий», 1948 г.):

а—Cyclops; б—Nauplius; в—Cladocera; г—Rotatoria; д—температура в °C.

ками. В мелководье, где держатся сперва личинки не только сазана, но и леща, коловратки, по данным Кастаньской, имеются в очень большом количестве [12, 13]. Затем по мере прохождения отдельных этапов раз-

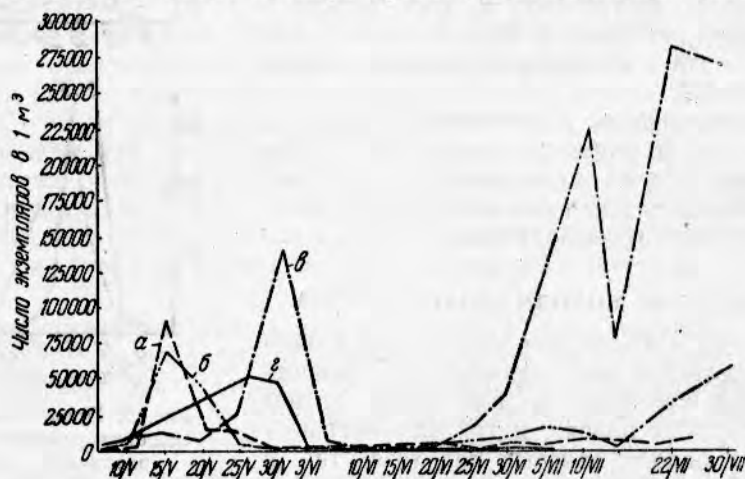


Рис. 7. Динамика численности Cladocera в экз/м³ в рыбхозах:

а—«Азово-Долгий», 1948 г.; б—«Горелый», 1949 г.; в—«Бирючок», 1950 г.; г—«Танатарка», 1951 г.

вития молодь переходит на потребление науплиусов [5], количество которых также весьма велико; подросшие мальки охотятся за взрослыми Copepoda и Cladocera. При этом молодь леща долгое время сохраняет способность питаться за счет зоопланктона.

Из Cladocera в большинстве водоемов рыбхозов дельты Волги особое кормовое значение имеет Моина, но она держится в массе, как видно из данных Кастаньской (рис. 7), в ряде рыбхозов всего около 10 дней. Начало массового ее развития приходится на середину мая с почти пол-

ным выпадением из планктона к концу мая, началу июня. В рыбхозах, например, таких как «Бирючок», т. е. свободных от жесткой растительности и при летовании подвергающихся сельскохозяйственной обработке, срок массового развития *Moina* увеличивается на 10—15 дней. Если производители были посажены своевременно и нерест их протекал благополучно, то молодь будет интенсивно питаться и хорошо расти. Но так как срок массового развития *Cladocera*, особенно в заросших водоемах, короток, то запаздывание с напуском воды и посадкой производителей, даже на 2—3 дня, плохо отражается на выращивании молоди.

Молодь, выклюнувшаяся позднее, переходит на питание несвойственными этапам ее развития пищей, вследствие чего рост ее замедляется. Так, чтобы молодь сазана раннего нереста выросла до 2 г, ей требуется в зависимости от условий в различных рыбхозах от 26 до 39 суток (в среднем 32,5 суток), а для молоди сазана позднего нереста для достижения того же веса требуется по отдельным хозяйствам от 38 до 79 суток (в среднем 58,5 суток) [19].

Ранее уже отмечалось [12, 13], что если возникает необходимость или оказывается целесообразным выпускать молодь из хозяйств на первых этапах активного питания, то при существующей в это время (в мае) кормовой базе численность выращиваемой молоди можно увеличить, по крайней мере, вдвое, не опасаясь, что возникнет взаимоугнетение.

Но ранний выпуск молоди из рыбхозов затруднен подпором паводковыми вод. В это время необходимо проводить отлов и специальную переброску молоди из поля в реку.

Ранний выпуск биологически является неоправданным, так как в реку будет попадать мало окрепшая молодь на этапе, не отвечающем этапу возникновения миграционного, «покатного», инстинкта. Для содержания молоди сазана и леща в водоемах рыбхоза позже первых чисел июня требуется уже проведение мероприятий по усилению кормовой базы.

При оценке обеспеченности молоди пищей нельзя путать, как это иногда наблюдается, понятие кормности водоемов и кормовой базы.

В рыбхозах дельты Волги большие пространства заняты густыми зарослями жесткой растительности, но молодь леща и сазана избегает этих мест. Корм остается неиспользованным. Подходя формально, мы можем высоко оценить кормовую базу, в то же время кормность может быть весьма малой.

Вопрос соотношения этих элементов нами разобран [12], и здесь касаться его не будем. Укажем только, что кормовая база всегда выше кормности, но расчет посадки надо вести, исходя из последней. Мероприятия должны быть направлены на увеличение не только кормовой базы, но и кормности водоема.

Первой мерой, которая должна быть проведена по укреплению кормовой базы, является борьба с жесткой растительностью, заполняющей ряд водоемов рыбхозов. Как показал многолетний опыт, а также специально проводимые научно-исследовательские работы, рыбопродуктивность заросших водоемов значительно ниже рыбопродуктивности незаросших водоемов. Это объясняется целым рядом факторов и в первую очередь бедностью кормовой фауны заросших участков. Бедны бентос и животные обрастаний, развивающихся на жесткой растительности [1, 2, 36], а также зоопланктон [12, 13]. Отрицательное влияние зарослей жесткой растительности хорошо разобрано в работе В. С. Ивлева [11].

При подавлении тем или иным способом тростника и рогоза, несомненно, возрастает величина кормовой базы и кормности водоема. Подавление жесткой растительности достигается осенней глубокой перепахкой ложа водоемов с последующим боронованием для удаления корневищ, систематическим выкашиванием растительности камышекосилка-

ми (не реже, чем два раза в сезон), применением химикатов-гербицидов.

Перепахка будет эффективной, если ее проводить систематически в течение ряда лет с обязательной уборкой корневищ. В связи с глубоким проникновением корневищ рогоза и тростника в почву перепахка затрудняется; кроме того, затраты при перепахке слишком велики.

Выкашивание жесткой растительности в настоящее время хотя и распространено, но вызывает ряд возражений, правда, не принципиального характера. Возражения возникают в связи с техническим несовершенством существующих типов камышекосилок. Имеющиеся камышекосилки рассчитаны на небольшие водоемы, их производительность очень низка, а стоимость работ высока.

Для больших водоемов рыбхозов дельты Волги нужны более мощные косилки, комбинированные с уборочными приспособлениями (граблями) и работающие на дешевом жидком топливе.

Проведенные А. А. Егоровой и М. А. Кастаньской в 1953—1955 гг. [9] опыты по применению гербицидов для подавления жесткой растительности показали, что бутиловый эфир 2,4Д дихлорфеноксисукусной кислоты весьма эффективно действует на тростник. В опытах использовали 2%-ный раствор этого препарата. Раствором опрыскивали густые заросли тростника (на 1 м² приходилось до 180 растений при высоте их до 2,5—3 м). На 100 м² зарослей расходовалось 10 л 2%-ного раствора. Действие гербицида проявлялось уже на следующие сутки, а через двое-трое суток оно было резко выражено. Растительность принимала желтоватый цвет сохнувших растений, стебли у междоузлий принимали восковую прозрачность и легко ломались. Гербицид действует и на корневую систему растений. В дозах до 4 мг на 1 л воды гербицид не оказывает вредного влияния на ихтиофауну и на кормовых животных. Применять указанный гербицид надо в вегетационный период, до цветения растений.

В целях удешевления мероприятия по уничтожению жесткой растительности с помощью гербицидов в 1955 г. в рыбхозе «Усть-Койсуг» и Аксайском рыбхозе на Дону А. А. Егорова применяла гербицид 2,4Д в растворе солярового масла. Испытывалось действие его на тростник, рогоз и камыш. Он дал положительный эффект, только отмирание растительности проходило более медленно. При применении 2,4Д, растворенного в соляровом масле, для усиления эффекта целесообразно проводить через двое-трое суток после первого опрыскивания повторное опрыскивание. Необходимо разработать технику опрыскивания с самолета, так как опрыскивание из ранцевых опылителей больших площадей, занятых жесткой растительностью, малопродуктивно.

Каким бы способом ни проводилась борьба, но после подавления жесткой растительности на ее месте будет развиваться мягкая растительность и кормовая база водоемов, несомненно, улучшится. Мягкая растительность при принятом (после 1950 г.) раннем сроке выпуска молоди рыб может оказать только благоприятное влияние на кормовую базу водоемов, так как развитие ее будет ограничено. Чрезмерное развитие мягкой растительности может привести к заморам и появлению большого количества хищников из мира беспозвоночных. Особенно благоприятные условия могут возникнуть для брюхоногих моллюсков, в частности лимней — разносчиков чернильного заболевания.

Для уничтожения чрезмерно развивающейся мягкой водной растительности уже в настоящее время намечается возможность применения гербицидов [30, 37]. Можно уничтожить мягкую растительность и с помощью механического воздействия.

Ведя борьбу с зарастаемостью водоемов жесткой и мягкой растительностью, надо иметь в виду, что и та и другая в определенных пределах развития имеют положительное значение. Поэтому было бы ошибочно в рыбководных хозяйствах полностью уничтожать ту и другую расти-

тельность. Так, например, можно рекомендовать сохранять нетронутыми заросли жесткой растительности, окаймляющие береговую линию, особенно валы. Эта кромка будет, с одной стороны, препятствовать действию волнобоя, размыву валов, с другой стороны, способствовать образованию штилевой зоны, необходимой для роения ряда крылатых насекомых и для откладки ими в воду яиц.

Мягкой растительности вполне допустимо оставлять в прудах около 20—25% от общей водной площади. Сохранение ее в указанном количестве будет оказывать положительное воздействие на развитие кормовой базы. При этом желательно, чтобы заросли растительности носили характер островов, расположенных в различных частях водоема.

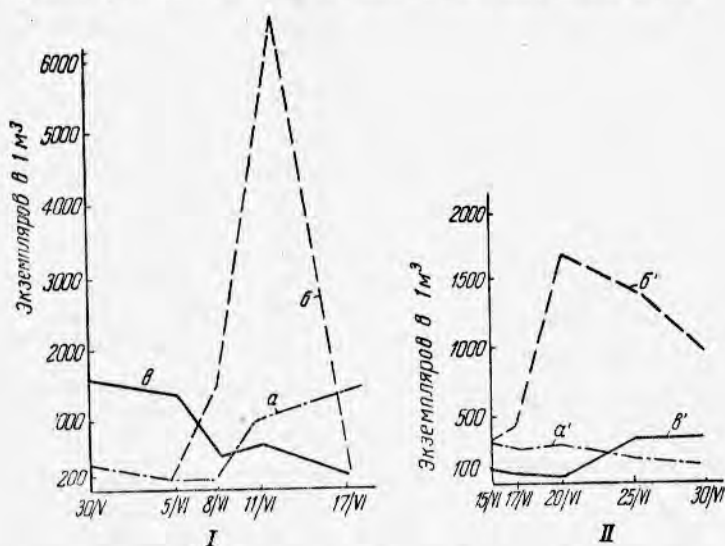


Рис. 8. Динамика развития *Cladocera* под влиянием зеленого удобрения.

I. Под влиянием тростника: а—тростник; б—скошенные участки;
в—открытый плёс;
II. Под влиянием рогоза: а'—рогоз; б'—скошенные участки;
в'—открытый плёс.

Как показали предварительные исследования М. А. Кастальской (1950) в рыбхозе «Бирючок» и более поздние работы, проведенные большой группой научных работников — сотрудников ВНИРО и микробиологической лаборатории Академии наук СССР, возглавляемой проф. С. И. Кузнецовым, — скошенная водная растительность может быть с успехом применена в качестве зеленого удобрения.

На рис. 8 и 9 изображены графики изменения численности *Cladocera* (по данным М. А. Кастальской) под влиянием скошенного тростника и рогоза. Из графиков видно, что численность *Cladocera* на скошенной растительности во много раз превышает их численность в нескошенных зарослях. Рисунок 10 иллюстрирует процесс заселения (по данным Арбузовой, 1956) личинками *Chironomidae* скошенной растительности. Из рисунка видно, что численность личинок на скошенной растительности значительно больше, чем на свежих зарослях рогоза. Таким образом, этими примерами иллюстрируется влияние зеленого удобрения на повышение кормовой фауны водоема.

Влияние выкашивания жесткой растительности в комбинации с использованием ее в качестве зеленого удобрения превзошло все наши ожидания. На рыбхозе «Ямат» общей площадью около 650 га использование жесткой растительности (в основном рогоза) было начато в 1952 г. Объем работ был ограничен, и общая площадь скошенной растительно-

сти, не считая повторного кошения, не превышала 25—30 га. Подобное выкашивание, вполне естественно, не дало в год кошения заметного эффекта. Но иное наблюдалось в последующие годы. В 1953 г. выкашиваемая площадь была весьма значительной и в общей сумме составляла около 200 га, из которых 102 га приходилось на выкашивание новых, ранее не выкашиваемых участков, а 98 га на повторное кошение. Закладываемая на удобрение масса скошенной растительности могла дать и фактически дала заметный эффект. Прежде всего улучшилось состояние кормовой базы. В связи с заметным улучшением кормовой базы изменился характер питания молоди леща. Растительная пища в питании молоди леща стала играть подчиненную роль, а первое место заняли планк-

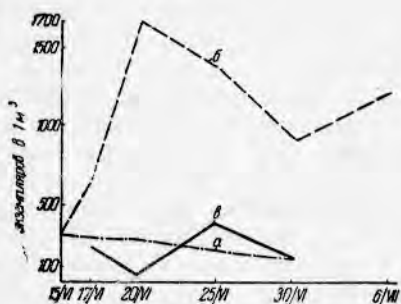


Рис. 9. Влияние скашивания рогоза на изменение численности *Cladocera*: а—зрелые рогоза; б—кромка; в—3 м от кромки.

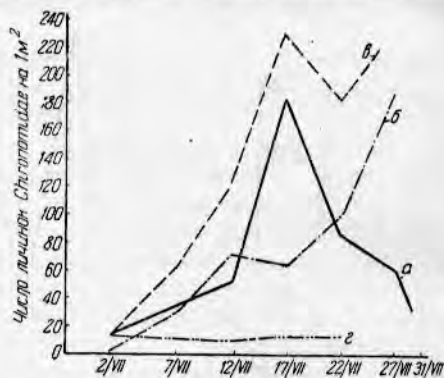


Рис. 10. Динамика численности личинок *Chironomidae* на скошенном и нескошенном рогозе (рыбхоз «Ямат», июль 1952 г.): а—неминирующие на скошенном рогозе; б—минирующие на скошенном рогозе; в—общее количество личинок на скошенном рогозе; г—общее количество личинок на нескошенном рогозе.

тонные ракообразные и личинки *Chironomidae*. Возросло и общее потребление пищи. Так, например, в 1952 г. молодь леща в возрасте 23—38 суток от дня перехода на активное питание получала с пищей в среднем около 0,52 мг азота на 1 г веса рыбы, а в 1953 г. — 0,84 мг, т. е. поступление азота увеличилось в 1,6 раза. Благодаря этому рост молоди значительно улучшился по сравнению с 1952 г. К моменту выпуска штучный вес молоди леща в среднем составил 0,46 г вместо 0,30 г в 1952 г.

В результате проделанной работы вместо намечавшегося в 1953 г. по плану выпуска 54 млн. экземпляров молоди леща было выпущено 73 млн., или 140%, а по весу 124%.

Но так как начатое нами в 1952 г. выкашивание растительности и ее использование как удобрения продолжалось в 1954 и 1955 гг., то в настоящее время водоем рыбхоза «Ямат» стал по своей продуктивности совершенно неузнаваемым. В 1955 г. была выкошена и использована на удобрение растительность с 169,5 га. В 1952 г. выход продукции планировался равным 160 кг/га, а фактический выход ее был равен 148,4 кг/га. В 1955 г. при плане выпуска сазана в 33,5 млн. шт. фактически было выпущено 53,8 млн. шт., или 166,6%. Правда, план по молоди судака оказался выполненным только на 43,3%, но это объясняется тем, что производителей судака было посажено вдвое меньше плана, и тем, что значительная часть из них не выметала икру. Несмотря на это, общий выход молоди выращиваемых рыб составил 126% плана. Весьма интенсивен весовой выход рыбопродукции. Он составил, по данным Главрыбвода, 916 кг/га. Если на весовую продукцию и могла повлиять задержка выпуска молоди на 15—20 дней по сравнению с принятыми сроками, то

на увеличение численного состава это, конечно, не могло иметь положительного влияния. Рыбхоз «Ямат», занимавший до проведения на нем работ по удобрению одно из последних мест по выходу рыбной продукции, в 1955 г. вышел на первое место.

Площадь зарастания рогозом и тростником в 1953 г. составила более 70%, а в 1955 г., по данным И. И. Кузнецовой, зарастание не превышало 40—50%. Весьма показательно и то, что водоем стал использоваться под выращивание молоди судака в комбинации с сазаном, о чем ранее нельзя было и мечтать.

Соседний рыбхоз «Дуданаки» общей площадью около 900 га, с зарастаемостью жесткой растительностью на 86,2% и выходом рыбопродукции в виде молоди сазана и леща около 120 кг/га после ряда лет (с 1953 г.) интенсивного кошения и использования растительности под удобрение стал давать выход рыбопродукции по тем же породам около 300 кг/га.

Интересные данные по изменению плотности населения зоопланктона за прошедшие годы в водоеме рыбхоза «Ямат» сообщила И. И. Кузнецова. Она сопоставила данные М. А. Кастальской по численности зоопланктона на контрольных станциях (1952) с данными по этим же станциям, полученными в 1955 г. (табл. 1).

Таблица 1

Численность зоопланктона в рыбхозе «Ямат» до применения зеленых удобрений (1952 г.) и после применения в течение 3 лет (1955 г.)

Дата наблюдения		Место наблюдения	Число организмов в 1 м ³					
			Cladocera		Copepoda		Nauplii Copepoda	
1952 г.	1955 г.		1952	1955	1952	1955	1952	1955
3 мая	10 мая	Рейка	1560	40000	220	13600	440	59600
		Луговая растительность	1800	13986	1320	31302	100	30636
5 июня	4 июня	Рейка	380	2000	570	10500	400	14500
		Луговая растительность	900	30000	100	78000	250	256000
7 июня	9 июня	Рейка	480	138000	1750	48000	250	50000
		Луговая растительность	—	42000	—	46000	—	66000

Примечание. Данные за 1952 г. М. А. Кастальской.

В 1955 г. использование жесткой растительности в качестве удобрения широко применялось в производственной практике. Кошение и использование скошенной растительности на удобрение проводилось на 16 нерестово-вырастных хозяйствах дельты Волги.

В общей сложности было выкошено 1886 га. Использование растительности в качестве удобрения по предложенной нами схеме дало во всех случаях положительные результаты.

Из сказанного об использовании жесткой растительности как удобрения следует вывод, что растительность водоемов рыбхозов надо выкашивать, а не уничтожать гербисидами, так как последние не позволяют использовать надлежащим образом органическое вещество растительности в качестве удобрения. Но в ряде случаев, особенно при сильной зарастаемости, наиболее эффективно комбинированное воздействие. К тому же сожженная после действия гербисидов растительность будет иметь значение минерального удобрения.

Роль гербисидов особенно важна в мелиорации проходных путей рыб и в воздействии на растительность естественных водоемов.

Основные практические выводы по использованию жесткой растительности как удобрения можно свести к следующим пунктам, которые детально расшифровываются в статье, публикуемой в настоящем сборнике [14].

1. Тростник и рогоз на определенных стадиях развития могут служить в качестве удобрения.

2. В водоемах, значительно заросших жесткой растительностью (с зарастаемостью 70% и выше), выкос $\frac{1}{3}$ площади, занятой зарослями этой растительности, при использовании скошенной растительности как удобрения позволяет повысить посадку молоди леща в два-три раза по сравнению с существующей нормой. При этом навеска выпускаемой молоди остается на принятом в производстве уровне, т. е. 0,5 г при сроке выращивания около 50 суток.

3. Следует скашивать растительность отдельными участками площадью 3—5 га. Это дает возможность закладывать сравнительно небольшие кучи скошенной растительности, но в большем количестве.

4. Во избежание заморных явлений надо рекомендовать вести покос от открытых плесов так, чтобы выкошенные участки одной стороной сообщались с плесом или соседней выкошенной делянкой.

Подобная последовательность выкашивания отдельных участков оказывает весьма благоприятное действие на водный обмен во всем водоеме и способствует более полному разложению растительности. Уже на втором году применения выкашивания зоопланктон начинает быстро развиваться и на участках, занятых жесткой растительностью.

5. Покос следует проводить в течение всего времени эксплуатации водоема, благодаря чему обеспечивается обновляемость отработанного удобрения и поддерживается кормовая база молоди леща на нужном уровне. Закладка скошенной растительности должна проводиться особенно интенсивно с конца мая до конца июня. Покос за 7—10 суток до выпуска молоди может быть прекращен.

6. Скошенную растительность нельзя оставлять свободно плавающей, ее надо сгонять в плот к одной из сторон делянки, используя для этого ветер, а в штилевую погоду — камышекосилки. Скошенную и собранную в кучи растительность, во избежание разноса, надо закреплять у края некошенного тростника или рогоза кольями, отстоящими один от другого на 3—6 м, в зависимости от длины стеблей скошенной растительности. Чем длиннее растение, тем больше могут быть промежутки. Но в то же время куча должна со всех сторон хорошо омываться водой.

7. Вдоль коллекторов и в районе шлюза, во избежание заморных явлений, закладка зеленого удобрения не допускается.

Пути повышения продуктивности не могут быть сведены лишь к повышению кормовой базы путем применения жесткой растительности как зеленого удобрения. Мы уже обосновали и рекомендовали ряд мероприятий, направленных на повышение продуктивности водоемов [12, 13]. В настоящей статье мы можем дать их лишь в виде самых кратких рекомендаций.

1. В водоемы рыбхозов современного типа, заливающиеся паводковыми водами, необходимо сажать производителей в предельно возможные ранние сроки.

2. При заливке водоемов рыбоводных хозяйств не допускать захода в них с водой посторонних рыб, что, конечно, хорошо известно рыбоводам.

3. Для рыбхозов, водоемы которых значительно (свыше 70%) заросли жесткой растительностью, можно рекомендовать совместное выращи-

ние молоди сазана и леща. Соотношение посадки тех и других должно определяться спецификой условий каждого водоема.

4. В водоемах, значительно зарастающих, не следует применять совместное выращивание с молодь сазана и леща молоди воблы. Между молодь воблы и молодь сазана в силу бедности кормовой базы возникает конкуренция за пищу.

5. В водоемах, где успешно проводится борьба с жесткой растительностью, или в водоемах, слабо заросших ею, при современном ведении нерестово-выростного хозяйства можно рекомендовать в качестве дополнительной рыбы воблу. Молодь воблы будет хорошо потреблять мелкие организмы обрастаний, мало используемые другими рыбами.

6. Для усиления донной фауны следует произвести на валах рыбхозов посадку деревьев и кустарников. Со стороны наиболее часто дующих ветров посадка должна быть более густой. Это мероприятие особенно существенно для водоемов, лишенных жесткой растительности, в которой крылатые особи мотыля находят себе хорошие убежища. Убежища возможно создавать и за счет частичного сохранения на водоеме жесткой надводной растительности.

7. Сохранять в районе рыбхозов остаточные водоемы, которые способствуют сбережению резервного фонда мотыля.

При проведении перечисленных мероприятий можно ожидать повышения рыбопродуктивности со 100 (такая рыбопродуктивность имеется в настоящее время на сильно заросших рыбхозах) до 300—400 кг/га и больше.

После проведения мер по усилению кормовой базы или одновременно с их проведением нужно проделать работу по уменьшению отходов выращиваемой молоди:

1. Подобрать заведомо пригодных к нересту самок, благодаря чему процент выживания молоди повысится.

2. Подготовить для нереста ложа водоемов.

3. Обособить нерестовые участки от выростных.

4. Провести мероприятия по борьбе с хищными водными насекомыми и их личинками. Можно рекомендовать разработать технику применения на водоемах нерестово-выростных хозяйств тех приемов борьбы с вредителями, которые рекомендуются в работе А. Г. Сафонова [31].

5. Провести мероприятия, направленные к уменьшению численности хищников из мира позвоночных. Для борьбы с амфибиями и в первую очередь с лягушками можно рекомендовать устройство ловчих канав на пути их миграции к местам скопления молоди рыб, а для борьбы с птицами — их отстрел и разорение гнезд.

6. Ликвидировать большие скопления молоди рыб у шлюзов, которые часто наблюдаются задолго до спуска воды. Это явление имеет место в настоящее время в большинстве рыбхозов.

При скоплении молоди у шлюза ее нужно перепускать в реку. Проведение мероприятий по укреплению кормовой базы несомненно отодвинет и сроки подхода молоди к шлюзу, так как ранний подход является выражением кормовой миграции.

Более ранний выпуск не только обеспечивает повышение выхода численности рыб, но и улучшает физиологические показатели выпускаемой молоди.

7. Так как при выпуске молоди рыб из водоемов рыбхозов со стороны реки наблюдается значительное скопление хищных рыб и ряда мирных рыб, переходящих на хищничество (например, укля, красноперка и др.), то необходимо организовать неводной лов этой рыбы. Это мероприятие важно не только в смысле отлова, но и как мера отпугивания скопляющихся хищников.

В рыбхозах дельты Волги нерест протекает в тех же водоемах, где выращивается молодь. Таким образом, фактическая продукция водоема выражается не только весом получаемой молоди, но и приростом производителей. По данным М. Н. Кривобока, в рыбхозе «Бирючок» в 1951 г. среднесуточный прирост производителей сазана после нереста составил 0,3%, а к моменту спуска (1 августа 1951 г.) общий весовой прирост достиг 29%. Для производителей леща, по данным К. П. Сигуновой, общий весовой прирост за это же время составил 23%. По нашим данным, производители воблы за трехмесячный срок в том же рыбхозе почти удваивают свой вес (прирост равняется 95%). В то же время ежегодно при отлове производителей наблюдаются большие их потери. В отдельных случаях потери доходят до 60% и даже более. Такие потери производителей недопустимы. Основная масса потерь объясняется трудностью отлова производителей при спуске воды из полоев. Они часто не идут в канал и остаются в небольших остаточных водоемах. Особенно часто это наблюдается у леща. Так как водоемы обильно зарастают растительностью, найти оставшихся производителей очень трудно.

В то же время, устраивая специальные ловушки и устанавливая их в главном коллекторе около шлюза, можно при ежедневной работе ловушек в период от нереста до выпуска молоди отловить основную массу производителей.

Для привлечения производителей леща к шлюзу следует создать перепад воды в сторону от реки, к полою.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузова, Влияние зеленых удобрений на развитие кормовой фауны бентоса и обростаний (напечатано в этом сборнике).
2. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон в нерестово-выростных хозяйствах «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
3. Билый Н. Д., Изучение нереста и получение оплодотворенной икры судака при помощи искусственных гнезд. Экологическая конференция по проблеме «Массовое размножение животных и их прогноз», 1950, Тезисы докладов, часть 3, Киев, 1953.
4. Богоявленская М. П., Изучение физиологии питания и рост молоди воблы в нерестово-выростном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
5. Васнецов В. В. и др., Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития. Сборник статей АН СССР, 1946.
6. Винецкая Н. И., Изучение баланса органических веществ в нерестово-выростном хозяйстве «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
7. Вышеславцева Т. В., Наблюдения над развитием половых продуктов сазана в дельте Волги (напечатано в этом сборнике).
8. Егорова А. А., Кастальская М. А., Применение гербисада бутилового эфира 2,4-Д для борьбы с зарослями тростника. Тезисы докладов на совещании по рыбоводству, МРП СССР.
9. Егорова А. А., Применение гербисада в борьбе с зарослями тростника и его влияние на микроорганизмы, ихтиофауну и кормовую базу, «Вопросы ихтиологии», 1955, № 3.
10. Елисеев Ф. Е. и Коссов Е. Г., Об изменении полового соотношения производителей сазана при зарыблении нерестово-выростных хозяйств дельты р. Волги, «Рыбное хозяйство», 1953, № 6.
11. Ивлев В. С., Влияние тростниковых зарослей на биологический и химический режим водоемов, АН СССР, «Труды Всесоюзного гидробиологического общества», т. II, 1950.
12. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.
13. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
14. Карзинкин Г. С. и Кузнецов С. И., Использование жесткой растительности в рыболовных хозяйствах дельты Волги в качестве зеленого удобрения (напечатано в этом сборнике).

15. Кожин Н. И. и Летичевский М. А., Нерестово-выростные хозяйства дельты Волги, Пищепромиздат, 1953.
16. Кононов В. А., Опыт выращивания молоди леща в нерестово-выростных хозяйствах дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
17. Кононов В. А., Экология размножения леща и выживаемость молоди в нерестово-выростных хозяйствах, «Труды Озерно-прудового института», Киев, т. VI, 1949.
18. Кривобок М. Н. и Карасикова А. А., Особенности питания и роста молоди сазана в нерестово-выростном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
19. Кривобок М. Н., Биологические особенности молоди сазана, выращиваемой в нерестовых хозяйствах (напечатано в этом сборнике).
20. Кривобок М. Н., Использование пищи молодь сазана в нерестово-выростном хозяйстве «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
21. Летичевский М. А., Выращивание сеголетков сазана в нерестово-выростных хозяйствах дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
22. Летичевский М. А., Нецелесообразность применения нерестовых делянок, «Рыбное хозяйство», 1952, № 3.
23. Летичевский М. А., Роль отбора производителей в повышении численности молоди в рыбоводных хозяйствах дельты р. Волги, «Рыбное хозяйство», 1952, № 8.
24. Летичевский М. А., Опыт выращивания молоди воблы в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
25. Летичевский М. А., Рыбopодуkтивнoсть нерестово-выростных хозяйств дельты р. Волги при совместном выращивании сазана и леща, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
26. Мартышев Ф. Г., Биотехника прудового рыбоводства, изд. «Советская наука», 1954.
27. Мейен В. А., К вопросу о годовом цикле изменения яичников костистых рыб, «Известия АН СССР, Серия биологическая», 1939, № 3.
28. Мильштейн В. В., Пути повышения рыбopодуkтивнoсти нерестово-выростных хозяйств Астраханской области, изд. «Волга», Астрахань, 1955.
29. Михеев П. В., Искусственные пловучие нерестилища, Пищепромиздат, 1951.
30. Мельников, Применение гербисидов для борьбы с мягкой водной растительностью, «Физиология растений», 1955.
31. Сафонов А. Г., К вопросу о возможности применения поверхностной пленки керосиновой смеси как средства борьбы с насекомыми — вредителями рыб, Зоологический журнал, т. XXI, вып. 4, 1952.
32. Соловьев Т. Т., Высокий урожай карпа в подмосковном колхозном водоеме, «Рыбное хозяйство», 1955, № 8.
33. Себенцов Б. М. и Михеев П. В., Рыбоводный эффект искусственных пловучих нерестилищ в технических водохранилищах, «Рыбное хозяйство», 1949, № 2.
34. Тарковская О. И., Физиология питания и роста молоди воблы в нерестово-выростном хозяйстве «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
35. Тарковская О. И., Питание и рост молоди леща и сазана в нерестово-выростных хозяйствах при использовании зеленого удобрения (напечатано в этом сборнике).
36. Яблонская Е. А., Бентос нерестово-выростного хозяйства «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
37. Srinivasan R. and Chacko P. I., The control of aquatic Vegetation with 2,4 D, «Journ. of the Bombay Natural History Society», vol. 51, № 1, 1952.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖЕСТКОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ В КАЧЕСТВЕ ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ

Проф. Г. С. КАРЗИНКИН и проф. С. И. КУЗНЕЦОВ

Массовое развитие жесткой растительности в водоемах ведет к снижению их рыбопродуктивности [1—7, 9]. В то же время при ежегодном систематическом выкашивании и применении в качестве удобрения жесткой растительности можно добиться значительного ослабления ее развития.

На чистых открытых водных плёсах, образующихся после выкашивания тростника и рогоза, несомненно, будет обильно развиваться мягкая растительность, которую с большим эффектом можно использовать также в качестве удобрения.

Предварительные опыты, проведенные М. А. Кастальской еще в 1950 г. в рыбхозе «Бирючок» в дельте Волги, показали, что разлагающаяся водная растительность оказывает благотворное влияние на развитие зоопланктона. Работы трех последующих лет, проведенные большой группой научных работников ВНИРО и Института микробиологии АН СССР, подтвердили этот основной вывод [8].

Предлагаемые нами формы использования жесткой растительности как удобрения способствуют усиленному развитию зоопланктона и зоообрастаний, т. е. кормовой фауны молоди леща и отчасти воблы. Для молоди сазана эта фауна имеет значение лишь на первых этапах развития (до этапа Е, т. е. до достижения длины около 20 мм), так как далее эта молодь переходит на донное питание.

Разработанная нами методика не обеспечивает заметного усиления бентоса. Но так как в рыбхозах дельты Волги леща (по численности) выращивается $\frac{2}{3}$, а сазана $\frac{1}{3}$, то предлагаемые мероприятия, несомненно, имеют большое значение. Кроме того, следует помнить, что указанное соотношение численности выращиваемой в рыбхозах молоди не отвечает соотношению численности леща и сазана в промысловых уловах. В уловах численность леща составляет примерно $\frac{6}{7}$, а сазана — лишь $\frac{1}{7}$ часть. Этим самым подчеркивается еще большее значение рекомендуемого мероприятия. Используя его, можно, не прибегая к строительству новых рыбхозов, повысить плотность посадки леща и увеличить выпуск молоди вдвое по сравнению с существующим в настоящее время, без сколько-нибудь значительного изменения средней навески молоди на единицу площади.

Конечно, при необходимости, вытекающей из местных условий, предложенное мероприятие можно использовать не для увеличения численности выпускаемой молоди, а при сохранении прежней ее численности — для получения молоди с большей навеской (не в 0,5 г, а в 1 г) за тот же срок выращивания.

В качестве удобрения могут быть использованы тростник и рогоз при любой степени зарастания ими водоема рыбхоза; наибольший эффект

наблюдается на водоемах, сильно заросших этой растительностью (75% площади и выше).

«Зеленое» удобрение, если не соблюдать правила, указанные ниже, может вызвать сильнейший замор, который может привести даже к гибели рыб. Поэтому надо помнить, что правильная уборка скошенной растительности так же важна, как и скашивание.

При использовании жесткой растительности в качестве удобрения необходимо особое внимание обращать на кислородный режим водоема. При высокой температуре воды в июле разложение скошенной растительности в полое может идти чрезвычайно бурно, в результате чего будет наблюдаться резкий дефицит растворенного в воде кислорода, а следовательно, замор рыбы. Поэтому выкашивать всю растительность на сильно заросших водоемах и оставлять ее свободно плавать нельзя. Кроме того, плавающая растительность не создает необходимой более или менее стабильной пищевой базы для зоопланктона. Развитие его будет носить неустойчивый, временный характер, обусловленный большим или меньшим скоплением на тот или иной срок в том или ином месте разлагающейся растительности.

В водоемах для увеличения биомассы и численности *Cladocera* и *Sorocera*, обеспечивающих выращивание молоди леща повышенной численности, следует соблюдать определенные сроки и нормы выкашивания жесткой растительности.

Для выращивания за 45 суток молоди леща со средним весом 0,5 г, в количестве 100 000—120 000 экз. на 1 га и весовой продукции 50—60 кг/га на сильно заросших рыбхозах (с площадью зарастаний тростником и рогозом 75% и выше) достаточно выкашивать $\frac{1}{4}$ от площади, занятой этой растительностью.

В зарослях жесткой растительности следует выкашивать небольшие делянки площадью 2—6 га. Размер площадок определяется сроками скашивания. При раннем кошении (в мае и первых числах июня), когда растительность еще мала, делянки могут быть большего размера (5—6 га). Позже, при более развитых зарослях жесткой растительности, делянки должны быть размером 2—3 га. При выкосе делянок указанного размера можно закладывать в достаточном количестве сравнительно небольшие кучи скошенной растительности.

Делянка от делянки должна отделяться неширокой каймой (6—10 м) некошенного тростника или рогоза. Каймы облегчают закрепление плоток-куч на месте, так как к ним можно подгонять всю скошенную растительность и она не будет ветром переноситься с делянки на делянку.

Схема рекомендуемого расположения делянок и очередности их выкоса изображена на рис. 1.

В первую очередь выкашивают делянки, примыкающие к открытому, не занятому жесткой растительностью, естественному плёсу. Между плёсом и делянкой обязательно оставляют неширокую кромку из некошен-

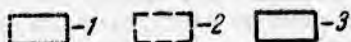
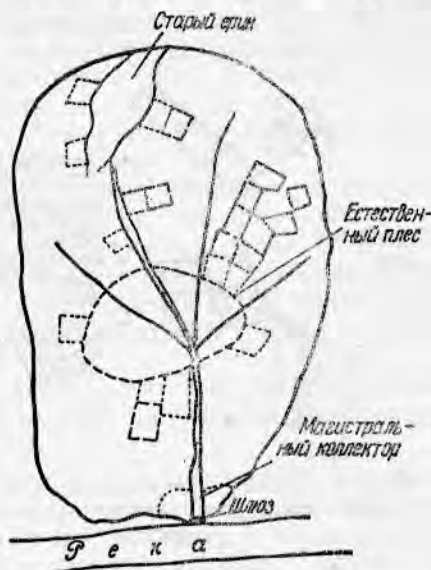


Рис. 1. Схема рекомендуемого расположения делянок и очередности их выкоса:

1—делянки первой очереди выкашивания; 2—делянки второй очереди выкашивания; 3—делянки третьей и четвертой очередей выкашивания.

ного тростника или рогоза. Такие делянки закладывают с диаметрально противоположных сторон плёса (например, в северной и южной, в восточной и западной частях и т. д.), чтобы молодь рыб имела кормушки в разных местах водоема. При радиальном расположении делянок, идущих как бы от одного центра открытого плёса, обеспечивается хорошая аэрация воды.

За первыми делянками от центра к периферии закладывают последовательно новые делянки. Делянки могут быть оторванными одна от другой, если они закладываются у хорошо работающих, незаросших коллекторов или старых ериков. Здесь их можно закладывать одновременно с делянками, расположенными у открытого плёса.

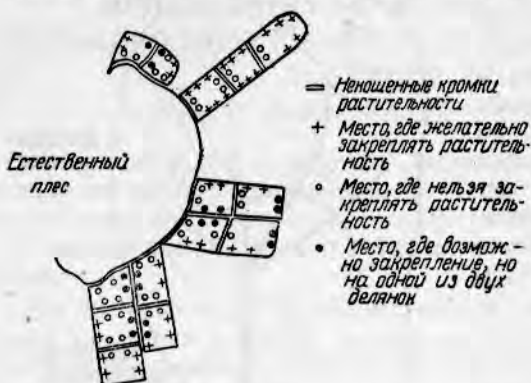


Рис. 2. Схема, поясняющая, где желательно закреплять скошенную растительность.

После того, как свободное водное зеркало естественного плёса увеличилось, хотя бы в одном направлении, за счет расположенных около него делянок, заходящих в глубь заросшего массива, можно вести закладку делянок на периферии.

При планировании сроков и очередности выкоса надо иметь в виду, что средняя производительность камышекосилки марки Есох равна приблизительно 1 га в сутки. При более густых

зарослях производительность ниже (до 0,6—0,8 га в сутки).

Скошенную растительность на второй и третий день после покоса необходимо согнать при помощи камышекосилок (не имеющих вертикальной косы) в одну сторону так, чтобы у кромки некошеного тростника или рогоза образовался плот-куча.

Почти как правило, в условиях дельты Волги за указанный срок сгон скошенной растительности в ту или иную сторону осуществляется ветром. Согнанную ветром растительность необходимо уплотнить камышекосилками в более компактный плот.

Мы рекомендуем убирать растительность в плоты-кучи на вторые-третьи сутки, так как за этот период скошенная, плавающая на поверхности растительность несколько завянет и плот получится более компактным. В первые несколько дней процесс разложения растительности идет настолько слабо, что практически не влияет на газовый режим водной толщи.

Нужно закреплять растительность у нескошенных кромок, отделяющих делянку от делянки и идущих более или менее перпендикулярно к открытому естественному плёсу (рис. 2). Наоборот, не следует закладывать плоты у кромок, отделяющей открытый естественный плёс от делянки с выкошенной растительностью, и не следует закладывать плоты у нескошенных кромок, идущих более или менее параллельно открытому естественному плёсу, так как будут создаваться условия, ухудшающие аэрацию воды в делянках.

Скошенную растительность нельзя закладывать около коллекторов.

Не следует на двух соседних делянках сгонять плоты к одной точке, так как при этом вместо двух кормушек для рыб получится одна большая, продукция которой будет менее полно использоваться молодью леща. Рыба у кормушек концентрируется с наветренной стороны. Максимальный радиус пониженного содержания кислорода у куч растительно-

сти, скошенной с делянок указанного размера, в штилевую погоду не превышает 5—6 м.

Растительность, согнанную в плоты, необходимо закреплять на месте деревянными кольями со свободной стороны. Длину кольев можно изменять в зависимости от глубины, над которой располагается плот. Колья должны возвышаться над уровнем воды на 50 см, чтобы ветром через них не перекинуло скошенную растительность. Как подсказывает опыт, в основном применяются колья двухметровой длины.

Расстояние между кольями при закреплении кучи-плота должно составлять 2—5 м. При раннем или вторичном кошении, когда выкашивается молодая поросль, следует ставить через 2—3 м закол. Более старая растительность, согнанная в плоты, как правило, сильно перепутывается, и образуются компактные дернины, поэтому расстояние между кольями можно увеличивать до 5 м.

Для экономии кольев основную часть делянки выкашивают при глабоко спущенной косе, а часть рогоза со стороны, где предполагают закладывать кучи, выкашивают лишь поверхностно косой, установленной на глубину 10 см. Согнанная через сутки-двое в это место скошенная растительность на вторые-третьи сутки будет вся пронизана отрастающим рогозом, и на пятые-шестые сутки закол из кольев можно снимать и колья использовать на других делянках.

Другой вариант закрепления скошенной растительности разработан нами в связи с учетом некоторых трудностей получения в условиях дельты Волги лесоматериалов для кольев.

При этом варианте закрепления скошенную растительность загоняют с помощью камышекосилок на сравнительно небольшой скошенный участок шириной около 50 м, длиной около 200 м, который отделяется от основных делянок стеной некошенного тростника шириной около 5 м. Размер такого участка должен соотносываться с той массой растительности, которая должна быть на нем сложена.

Так как этот вариант уборки более трудоемок, чем закрепление скошенной растительности кольями, то основным приемом мы и считаем последний. Но загон скошенной растительности на выкошенные небольшие участки и эффективность этого метода испытывались нами еще в 1951 г. на рыбхозе «Танатарка». В 1955 г. в связи с отсутствием лесоматериала по этому принципу проводилось закрепление скошенной растительности на большинстве рыбхозов дельты Волги.

Процесс наиболее интенсивного распада жесткой растительности начинается на 10—14-е сутки после кошения в зависимости от свойств растительности (возраст, вид — рогоз или тростник) и гидрометеорологических условий. Бурное потребление кислорода заканчивается на 25—30-е сутки, после чего в водоеме устанавливается нормальный кислородный режим; растительность имеет сильно перепревший вид, часть ее погружается на дно. В это время колья с остатков плота можно снимать и закреплять ими новый плот.

Если скошенный тростник практически почти не отрастает, то скошенный рогоз растет весьма интенсивно. По данным Ф. Е. Елисеева, за сутки рогоз отрастает на 10 см. Наши наблюдения также указывают на большую восстановительную способность рогоза (примерно 8 см в сутки). Через две-три недели после первого покоса рогоз следует вторично скашивать и скошенную растительность убирать по вышеуказанной схеме для использования в качестве зеленого удобрения.

При развитии на выкошенных плёсах растительности с плавающими листьями (нимфейника, стрелолиста и т. д.) ее нужно также скосить и использовать на удобрение. Уничтожение плавающих листьев — мероприятие, направленное в основном на борьбу с личинками малярийного комара.

Успех всего мероприятия во многом определяется сроком начала кошения. Затягивать начало кошения до первых чисел июля и позже нельзя. Точные сроки начала кошения определяются ходом весны. Но необходимо начинать косить тогда, когда зоопланктон в водоеме еще не испытывает угнетения, т. е. примерно со второй декады мая. С этого времени и до второй половины июня должно проводиться наиболее энергичное кошение. Если в это время происходит нерест леща и сазана, то косить надо на участках, удаленных от нерестилищ. После начала спуска воды из рыбхоза кошение можно прекращать.

Жесткую растительность у главного коллектора вблизи шлюза надо косить очень осторожно. Магистральный коллектор у шлюза часто является местом массового скопления молодежи. Вследствие этого в воде, находящейся в коллекторе, создается напряженное положение с кислородным режимом. Наличие вблизи места скопления молодежи большого количества разлагающейся растительной массы может способствовать замору рыб. Поэтому начинать покос у шлюза надо рано, когда растительность развита очень слабо. При этом следует выкашивать относительно большие делянки (до 8 га) с закладкой и надлежащим закреплением плотов в диаметрально противоположном направлении от магистрального канала. Между магистральным каналом и делянкой должна проходить кромка некошенной растительности. Повторно скашивать делянки нужно не позже, чем через две недели, чтобы не допускать сильного восстановления скошенных зарослей, а вместе с тем и накопления в них большого количества органического вещества. Чем глубже первоначально скашивалась растительность, тем через больший срок потребуется повторное кошение и наоборот.

После спуска воды из рыбхоза к весне плоты-кучи высыхают настолько, что их можно сжигать, что необходимо делать, так как накопление перегнившей растительности может привести к закисанию грунта и гумификации водоема.

Для второго года эксплуатации водоема по рекомендуемой схеме в последнюю надо ввести следующие уточнения.

Заранее, перед началом кошения, следует распределить количество камышекосилок, которые должны быть заняты на участках, скошенных в предыдущем году, и на участках, не подвергавшихся кошению. Не более одной трети из имеющихся камышекосилок направляется на первые участки, остальные — на вторые. Так как покос надо начинать рано, пока еще не произошло сильного уменьшения в водоеме количества рачков, то практически в первые дни приходится косить некошенные в прошлом году участки. Ранее выкашивавшиеся площадки более медленно покрываются зарослями. В то же время необходимо помнить, что затягивать их выкашивание нельзя, так как естественная кормовая база может осесть, а восстанавливать ее значительно труднее, чем поддерживать все время на высоком уровне.

С конца июня все камышекосилки целесообразно переводить на выкашивание прошлогодних площадок и на вторичный покос этого года. Косить в это время ранее некошенные заросли трудно и малоэффективно.

В остальном вся схема кошения и уборки остается той же, что и на первом году эксплуатации водоема.

Количество рабочих, которые должны быть заняты на этих работах, помимо мотористов, определяется из расчета один рабочий на одну косилку нового образца (имеющую вертикальную косу).

Рабочие назначаются на косилку лишь во время уборки скошенной растительности в плоты. После сгона растительности в плоты рабочие снимаются с камышекосилок и переводятся на закрепление кольями плотов-куч.

При скашивании растительности косилками старого образца, т. е. с одной горизонтальной косой, у каждой косилки должен находиться

рабочий для откидывания с косы наваливающейся на нее скошенной растительности. Он же вместе с мотористом участвует в сгоне скошенной растительности в плоты-кучи.

На заколку плотов, заготовку кольев и т. д. должны выделяться специальные рабочие из расчета 1 человек на 2 косилки.

Заколка ведется с лодок.

Необходимо иметь бригадира, который обязан расставлять рабочую силу, следить за ходом работ, принимать выполненную работу и при необходимости участвовать в работе.

При применении жесткой растительности в качестве удобрения в ильмене нужно проводить наблюдения за содержанием растворенного в воде кислорода. Анализ проводят по методу Винклера.

Пробы воды для анализа берут батометром с 5 до 7 часов, когда содержание кислорода в водоеме бывает минимальным. У шлюза берут добавочные пробы в вечерние часы.

Пробы нужно брать на следующих станциях:

1) в магистральном канале у шлюза; здесь берут две пробы — поверхностную и придонную;

2) в магистральном канале в 100 м от шлюза; берут одну пробу в среднем слое;

3) на середине выкошенной делянки; пробу берут лишь в среднем слое.

Количество станций на выкошенных делянках зависит от вида и густоты выкошенной растительности, а также от срока кошения. Если на протяжении шести-семи дней выкашивались делянки с однотипной, но несколько отличной по густоте растительностью, то достаточно брать пробы с двух делянок: с делянки, где была наиболее густая растительность, и с делянки, где растительность была примерно средней густоты.

Если и густота выкашиваемых зарослей и их видовой состав более или менее однотипны, достаточно одной станции. Если кошение растительности проводится длительное время, то через недельный срок после начала наблюдений за кислородным режимом на вновь выкашиваемых делянках также наблюдают за содержанием в воде кислорода. Сроки сокращаются лишь в случае смены качественного состава выкашиваемой растительности или резкого нарастания густоты выкашиваемых зарослей.

Сроки наблюдений.

1. У шлюза ведутся регулярные ежедневные наблюдения. Их надо начинать с момента появления значительных скоплений мальков в канале.

В случае сильного снижения кислорода в канале (до 1 мг/л) необходимо приоткрыть шлюз для забора свежей воды из реки.

2. На делянках (плёсах), образовавшихся после выкашивания растительности, пробы на содержание растворенного кислорода начинают брать с четвертого дня после покоса.

Наблюдения за кислородным режимом на делянках ведутся в течение двух недель.

Падение содержания растворенного кислорода в открытой части выкошенного плёса указывает на то, что технологический процесс кошения и уборки нарушен.

Необходимо обратить внимание на соблюдение сроков уборки и закрепления плотов, на места закрепления и чистоту уборки, проверить, аккуратно ли проводился покос, не допускались ли огрехи в виде неокосшенных участков, где может задерживаться скошенная растительность, и т. д.

Обнаруженные ошибки необходимо исправить и разобрать их на производственном совещании работников рыбхоза.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ивлев В. С., Влияние тростниковых зарослей на биологию и химический режим водоемов, «Труды Всесоюзного гидробиологического общества», АН СССР, т. II, 1950.
2. Идельсон М. С., Зообентос полных водоемов дельты реки Волги и его значение для питания рыб, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
3. Идельсон М. С. и Кузнецова И. И., Опыт определения рыбопродуктивности водоемов дельты Волги по урожаю молоди, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
4. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.
5. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
6. Кожин Н. И., Пути воспроизводства полупроходных рыб в дельте Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
7. Кононов В. А. Опыт выпашивания молоди леща в нерестово-выростном хозяйстве дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941 г.
8. Кузнецов С. И., Карзинкин Г. С., Егорова А. А., Кастальская М. А., Иванов М. В., Заварзин Г. М. и Дерюгина З. Д., Влияние скошенной жесткой растительности на развитие микронаселения и повышение рыбопродуктивности водоемов рыбоводных хозяйств, «Вопросы ихтиологии», 1955, № 4.
9. Яблонская Е. А., Бентос нерестово-выростного хозяйства Азово-Долгий, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

ВЛИЯНИЕ «ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ» НА ПРОДУКЦИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА «ЯМАТ»

Н. И. ВИНЕЦКАЯ

ВВЕДЕНИЕ

В течение ряда лет ВНИРО совместно со своим Каспийским филиалом и Институтом микробиологии АН СССР проводит комплексные исследования в рыбхозах дельты Волги.

Цель работы — выяснить причины существующей продуктивности рыбхозов, установить закономерности в химическом режиме этих водоемов и путем экспериментальных исследований разработать методы повышения их первичной продуктивности (органического вещества планктона).

Нами было установлено, что заросшие водоемы характеризуются отрицательным балансом органического вещества водной толщи [5, 6]. Причиной является недостаточный доступ в водоемы солнечной энергии и малое содержание в воде солей фосфора и азота вследствие расхода биогенных элементов дна на рост тростника и рогоза. Было установлено, что дно водоема играет большую роль в обогащении воды биогенными элементами, потреблении кислорода и что культурные перепаханные рыбхозы более продуктивны, чем заросшие.

В результате проведенных исследований удалось установить, что выкашивание тростника и применение его в качестве удобрения дает возможность изменить гидрохимический режим и повысить первичную продукцию рыбхоза (фитопланктон). В дальнейшем в качестве зеленого удобрения применяли рогоз. Эти работы проводились в сильно заросшем жесткой растительностью рыбхозе «Ямат», расположенном в центральной части дельты Волги; общая площадь рыбхоза равнялась в среднем 632 га.

Нашей задачей являлось дальнейшее изучение влияния зеленых удобрений на гидрохимический режим и продукцию органического вещества водной толщи рыбхоза.

В рыбхозе «Ямат» одновременно с измерением интенсивности фотосинтеза подробно изучались гидрохимический режим и потребление кислорода дном. Кроме того, впервые исследовалась динамика распада погруженной водной растительности, применявшейся в качестве удобрения. Наблюдения велись в различных местах: 1) у рейки на чистом плёсе (центральная и наиболее глубокая часть рыбхоза), в дальнейшем заросшем нимфейником; 2) в старом ерике; 3) в зарослях рогоза и 4) в зонах применения удобрения: у кромки сложенного в кучу скошенного рогоза, а также в 3 и 15 м от нее.

Кроме того, эпизодические наблюдения проводились на р. Поперечной, из которой в рыбхоз поступала вода.

МЕТОДИКА

Продукция органического вещества определялась по методу Винберга с некоторыми видоизменениями, внесенными нами [5, 6]. Потребление кислорода дном измерялось в аппарате, сконструированном С. И. Кузнецовым и Г. С. Карзинкиным. Анализы воды проводились в соответствии со стандартными методами химических анализов пресных вод [16]. Анализы растительности выполнены по Н. Я. Демьянову и Н. Д. Прянишникову [9]. Опыты по измерению интенсивности фотосинтеза и дыхания проводились в поверхностных слоях воды, а у рейки и в старом ерике, где глубины были более 1 м, в поверхностном и придонном горизонтах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Интенсивность фотосинтеза и дыхания

Вследствие позднего паводка и, следовательно, позднего залития рыбхоза в 1952 г. изменились сроки наблюдений в водоеме. Обычно работы начинались в середине или в конце мая, а в 1952 г. первые опыты были поставлены лишь в середине июня.

За период наблюдений было проведено пять серий опытов на фотосинтез и дыхание. Результаты опытов приведены в табл. 1. Первая серия опытов была проведена в середине июня. В это время интенсивность фотосинтеза на всех станциях была невысокая. Меньше всего продуцировалось кислорода в 3 м от кромки скошенного рогоза, где кислорода выделяется за сутки 0,62 мг, и в зарослях рогоза (0,94 мг за сутки). Наиболее интенсивно в это время идет фотосинтез в поверхностном слое старого ерика (за сутки выделяется 2,46 мг кислорода).

Вторая серия наблюдений, поставленная в конце июня, показывает значительное повышение фотосинтеза на всех участках: 13,02 мг кислорода у рейки, несколько ниже (10,54 мг) в старом ерике; на удобренных участках абсолютное количество образовавшегося органического вещества меньше. В зарослях рогоза интенсивность фотосинтеза повышается до 5,33, у кромки скошенного рогоза — до 8,15 и в 15 м от кромки — до 8,54 мг за сутки. Одновременное повышение интенсивности фотосинтеза на всех участках 29 июня вызвано общим повышением температуры воды в рыбхозе (см. рис. 1, 1а).

В середине июля была поставлена третья серия опытов. К этому времени интенсивность фотосинтеза еще более возрастает и достигает максимальных величин на всех станциях. Самое большое количество органического вещества образуется у кромки скошенного рогоза (18,10 мг кислорода) и у рейки (17,95 мг), несколько меньше органического вещества образуется в 15 м от кромки (14,12 мг кислорода) и в старом ерике (15,59 мг). В конце июля фотосинтез идет слабее во всех районах, но все же остается на довольно высоком уровне, превышающем интенсив-



Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза и дыхания в неудобренных зонах рыбхоза «Ямат» (1952 г.):

а — интенсивность фотосинтеза; б — интенсивность дыхания; в — фосфор минеральный; г — температура воды в °C.

ность этого процесса в первый период наблюдений. Ослабление процесса фотосинтеза в конце июля объясняется снижением температуры воды в рыбхозе (см. рис. 1). Благодаря большей обеспеченности биогенными элементами водной толщи рыбхоза даже в самый последний период существования водоема (29 августа) в районе рейки интенсивность фотосинтеза выше, чем 15 июня. Так, если в начале наблюдений фосфатов было 5 мг/м^3 , то 29 августа — 28 мг/м^3 . То же относится и к соединениям азота.

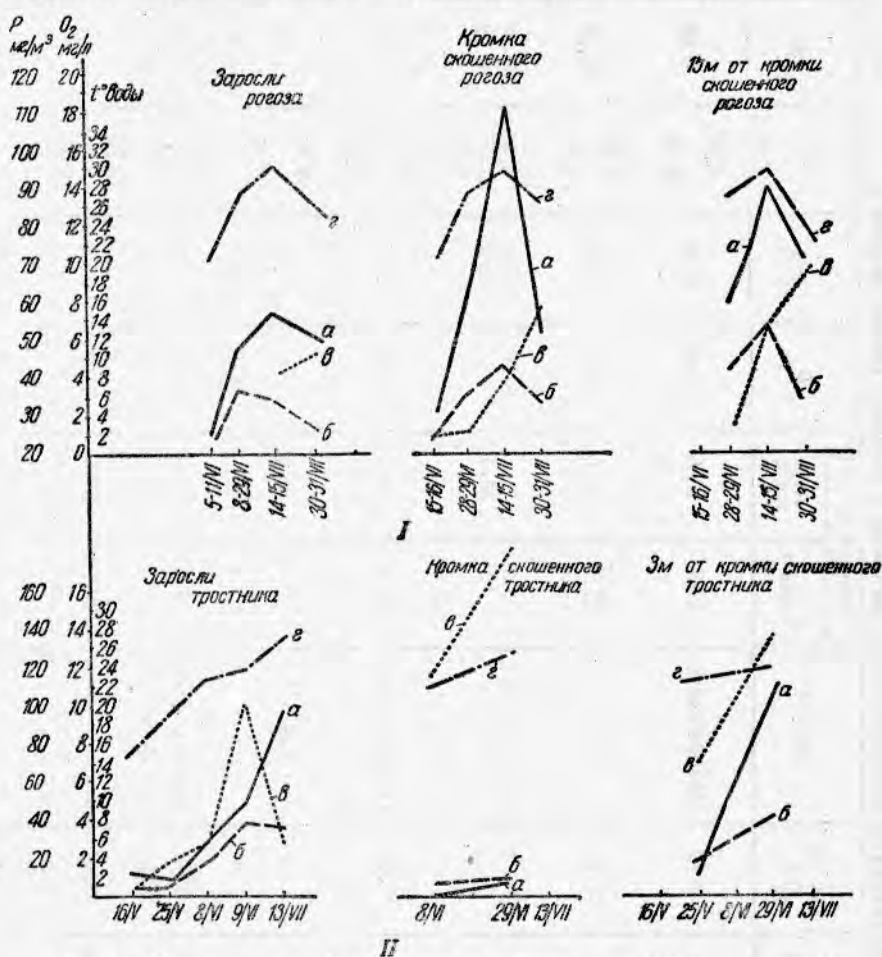


Рис. 1а. Интенсивность фотосинтеза и дыхания в удобренных зонах и зарослях тростника и рогоза:

I—в рыбхозе «Ямат» (1952 г.); II—в рыбхозе «Танатарка» (1951 г.); а—интенсивность фотосинтеза; б—интенсивность дыхания; в—фосфор минеральный, г—температура воды в $^{\circ}\text{C}$.

Для удобства характеристики мы разделим районы рыбхоза на две группы. К первой группе (естественная зона рыбхоза) относятся станции в районе рейки и старого ерика; ко второй (зона, где проводились экспериментальные работы с зеленым удобрением) — три станции: заросли рогоза, кромка скошенного рогоза и станция в 3 или 15 м от кромки (см. рис. 1 и 1а).

Районы первой группы характеризуются довольно высокой интенсивностью фотосинтеза, превышающей в отдельные периоды величину фотосинтеза на удобренных участках. Но так как в этих районах потребление кислорода толщей воды было более высоким, чем в удобренных, то выход органического вещества почти всегда был меньше. Так, в конце

Интенсивность фотосинтеза и дыхания в рыбхозе „Ямат“ в 1952 г.

Дата	Время (часы, минуты)	Станции	Глубина в м	Горизонт	Температура в °C		D	O ₂ '	O ₂ ''	A	B	A-B
					до опыта	после опыта						
15/VI	9-15	Заросли рогоза . . .	0,79	Поверхность	20,8	18,8	1,16	8,35	8,61	0,94	0,68	0,26
	10-15								7,67			
15/VI	11-00	Рейка	1,40	.	22,0	20,3	1,58	5,42	6,65	0,37	0,14	1,23
									5,28			
			—	Дно		20,4		5,45	5,45	0,39	0,39	0
									5,06			
15/VI	15-30	Старый ерик	1,40	Поверхность	23,4	20,9	2,10	7,16	8,02	2,46	1,60	0,86
									5,56			
				Дно		20,6		7,16	7,34	1,27	1,09	0,18
									6,07			
15/VI		Кромка скошенного рогоза	0,92	Поверхность	22,6	20,6	2,10	9,72	10,91	1,79	0,60	1,19
15/VI		3 м от кромки ско- шенного рогоза	0,88	.	22,3	20,6	1,80	9,89	9,12	0,62	0,03	0,59
									10,48			
28/VI	11-30	Заросли рогоза . . .	0,88	.	27,2		1,20	5,69	7,70	5,33	3,32	2,01
									2,37			

Дата	Время (часы, минуты)	Станции	Глубина в м	Горизонт	Температура в °C		D	O ₂	O ₂ *	A	B	A-B
					до опыта	после опыта						
28/VI	13—50	Кромка скошенного рогоза	0,70	Поверхность	25,8		1,16	10,21	15,40 7,25	8,15	2,96	5,19
28/VI	12—50	15 м от кромки ско- шенного рогоза	0,68	.	25,8		1,32	10,55	14,73 6,19	8,54	4,36	4,18
29/VI	15—50	Рейка	1,42	.	25,4		0,88	20,42	24,03	13,82	10,21	3,61
29/VI	16—15	Рейка							10,21			
29/VI	15—50	Рейка						3,35	1,50	0,16	2,01	1,85
29/VI	16—15			Дно	25,4				1,34			
29/VI	18—00	Старый ерик	1,65	Поверхность	25,0		0,86	18,08	22,26	10,54	6,36	4,18
29/VI	18—30								11,72			
29/VI	18—30	.	1,65	Дно	25,0			8,21	1,61	0,44	7,04	6,60
									1,17			
14/VII	11—20	Заросли рогоза	0,75	Поверхность	23,4		1,12	5,80	10,66 3,30	7,36	2,52	4,84
14/VII	14—00	Кромка скошенного рогоза	0,65	.	23,6	23,5	0,68	6,47	20,01	18,10	4,56	13,54
									1,91			
14/VII	15—15	15 м от кромки ско- шенного рогоза	0,72	.	30,0		0,74	15,59	22,65	14,12	7,06	7,06
									8,53			

Дата	Время (часы, минуты)	Станции	Глубина в м	Горизонт	Температура в °C		D	O ₂	O ₂	A	B	A-B
					до опыта	после опыта						
15/VII	13—00	Рейка	1,20	Поверхность	26,0	30,0	0,56	18,53	27,36 9,41	17,95	9,12	8,83
15/VII	13—00	.	1,20	Дно	21,9	21,5		15,15	9,48 6,97	2,51	8,18	-5,67
			1,50	Поверхность	30,5		0,48	18,24	21,62 6,03	15,59	12,21	3,83
15/VII	11—15	Старый ерик		Дно	30,5			6,57	6,18 2,94	3,24	3,63	-0,39
16/VII	18—00	Куча тростника	0,65	Поверхность	28,0			6,62	7,35 2,15	5,20	4,47	0,73
31/VII	9—00	Заросли скошенного рогоза	0,46	.	26,0	25,0	0,92	1,32	6,32 0,07	6,25	1,25	5,00
31/VII	10—00	Кромка скошенного рогоза	0,42	.	27,0	24,0	0,84	3,38	6,84 0,77	6,07	2,61	3,46
31/VII	10—30	15 м от кромки ско- шенного рогоза	0,42	.	26,5		0,84	3,53	11,25 1,12	10,13	2,41	7,72

Дата	Время (часы, минуты)	Станции	Глубина в м	Горизонт	Температура в °C		D	O_2'	O_2^*	A	B	$A-B$
					до опыта	после опыта						
31/VII	11—30	Рейка	0,94	Поверхность	27,0	25,0	0,76	2,35	13,18 0	13,18	2,35	10,83
				Дно	26,6	24,5		2,35	4,35 0	7,35	2,35	2,00
31/VII		Старый ерик	1,34	Поверхность	28,0	26,5	0,94	5,74	15,53 1,18	14,35	4,56	9,79
				.	28,0	26,5		2,06	0,74 0	0,74	2,06	-1,32
29/VIII	15—00	Рейка	0,35	Поверхность	20,5		0,70	1,87	3,70 0,95	2,75	0,92	1,83

Примечание. D — удвоенная прозрачность по Секки в см; O_2' — содержание кислорода в воде до опыта в мг/л;

O_2^* — содержание кислорода в светлых и темных склянках в мг/л; A — интенсивность фотосинтеза в мг/л кислорода за сутки;

B — интенсивность дыхания в мг/л кислорода за сутки; $A-B$ — продукция органического вещества в мг кислорода за сутки.

июня интенсивность фотосинтеза в районе рейки составляла 13,82 мг кислорода, в старом ерике — 10,54, у кромки скошенного рогоза — 8,15 и в 15 м от кромки — 8,54 мг. В то же время выход органического вещества, выраженный в кислороде, был равен у рейки 3,61 мг и в старом ерике — 4,18 мг, тогда как у кромки рогоза — 5,19 мг за сутки.

Данные по второй группе станций значительно отличаются от данных, полученных в 1951 г. в рыбхозе «Танатарка» [6] при работе на участках, заросших тростником (рис. 1,а). В зарослях рогоза интенсивность фотосинтеза довольно высокая в отличие от зарослей тростника, где фотосинтез всегда угнетается и где только в начальный период роста баланс органического вещества бывает положительным. У кромки скошенного рогоза, собранного в компостные кучи, интенсивность фотосинтеза значительно повышается в противоположность кромке компостированного тростника, где в начальный период не только у самой кромки, но и в 3 м от нее обнаруживается дефицит кислорода и наблюдается преобладание потребления над фотосинтезом. При удобрении тростником распад растений протекает бурно, резко увеличивается окисляемость, содержание кислорода снижается почти до нуля и вода значительно обогащается биогенными элементами. Такие явления наблюдаются и в 3 м от кромки и даже дальше — в 5 м. При применении в качестве удобрения скошенного рогоза распад растений протекает медленнее, поэтому дефицита кислорода не наблюдается, окисляемость воды увеличивается в меньшей степени, концентрация биогенных элементов не так резко возрастает и процесс фотосинтеза идет интенсивнее, чем в зонах компостированного тростника.

Несмотря на близкие температуры воды в рыбхозах «Ямат» и «Танатарка», абсолютные величины интенсивности фотосинтеза и окисляемости воды в рыбхозе «Ямат» значительно ниже, чем в рыбхозе «Танатарка», где также применялось зеленое удобрение. Если в рыбхозе «Танатарка» интенсивность фотосинтеза достигла 36,35 мг/л кислорода, то в Ямате выше 18,1 мг/л она не поднималась. Окисляемость воды у кромки кучи тростника в рыбхозе «Танатарка» доходила до 44 мг/л кислорода, а в рыбхозе «Ямат» максимальная окисляемость не превышала 20 мг/л кислорода.

Интенсивность дыхания, как и интенсивность фотосинтеза, повысилась в конце июня и середине июля, причем наибольшего значения она достигла не во всех зонах одновременно. В зарослях рогоза больше всего расходуется кислорода в конце июня. На удобренных участках у кромки и в 15 м от нее самая высокая интенсивность дыхания совпадает с максимумом фотосинтеза, причем на расстоянии 15 м от кромки она выше, чем возле нее.

За весь вегетационный период в естественных зонах рыбхоза было синтезировано значительно меньше органического вещества, чем в районе применения зеленого удобрения. Особенно резкое различие обнаружено между выходом органического вещества в зарослях рогоза (в 1 м³ воды синтезировано 304 850 мг кислорода), у кромки выкошенного рогоза (523 580 мг кислорода в 1 м³ воды) и в 15 м от нее (631 920 мг кислорода в 1 м³ воды). В районе рейки количество образовавшегося органического вещества несколько больше (412 700 мг кислорода в 1 м³ воды), чем в зарослях рогоза в старом ерике (примерно такое же, как в зарослях).

Потребление кислорода дном

Чтобы получить более точные данные об окончательной продукции органического вещества, в 1952 г. нами было подробно изучено потребление кислорода дном водоема для каждой его зоны во все периоды наблюдений.

На окислительные процессы дна водоема меньше всего расходовалось кислорода у рейки; на этой станции потребление кислорода увеличивается лишь к концу августа. Наибольшее потребление кислорода наблюдалось в удобренной зоне, у кромки скошенного рогоза, причем к концу наблюдений оно значительно снизилось. В 15 м от кромки потребление кислорода также очень велико, максимум приходится на середину июля. В зарослях рогоза в июне потребление кислорода дном было довольно высоким, но значительно ниже, чем на удобренных участках; резкое уменьшение (до нуля) отмечено к середине июля, а в конце этого месяца оно вновь незначительно повысилось. В старом ерике процесс потребления кислорода носит противоположный характер: расход кислорода на окислительные процессы дна резко возрастает в середине июля в связи с отложением на дне органического вещества животного происхождения.

При вычислении потребления кислорода дном нами учитывалось количество кислорода, поглощенного столбом воды при данной глубине водоема. В табл. 2 приведены сравнительные данные потребления кислорода 1 м² дна и столбом воды над 1 м² площади дна для каждой даты наблюдений по станциям.

Таблица 2

Динамика потребления кислорода (в мг) дном и водной толщей

Наименование станций	Потребление кислорода				
	15—16/VI	28—29/VI	14—15/VII	30—31/VII	29/VIII
Рейка	0,0 370,0	0,97 10020,0	0,0 10350,0	0,0 2210,0	278,4 320,0
Старый ерик	212,0 1880,0	457,0 11030,0	1209,5 9560,0	0,0 5110,0	—
Заросли рогоза	644,0 540,0	491,2 2920,0	0,0 1890,0	20,5 580,0	—
Кромка скошенного рогоза	1567,4 550,0	961,4 2070,0	296,0 2960,0	225,6 1100,0	—
15 м от кромки рогоза	—	1278,0 680,0	2468,0 5080,0	328,2 1010,0	—

Примечание. В числителе приведено потребление кислорода грунтом, в знаменателе — водой.

Из табл. 2 видно, что в районе рейки и старого ерика потребление кислорода водной массой всегда превышало потребление его дном. В зарослях и у кромки скошенного и собранного в кучи рогоза в начале наблюдения потребление кислорода дном превышает потребление его водной массой. В дальнейшем в этих районах потребление кислорода водной толщей увеличивается и в течение всего оставшегося вегетационного периода превышает потребление его дном.

Динамика потребления кислорода в зоне, окружающей компостные кучи рогоза, несколько отличается от динамики потребления его в остальных зонах рыбхоза. Так, на расстоянии 15 м от кромки рогоза в конце июня расход кислорода на окислительные процессы дна был выше, чем в водной толще, а с середины июня наблюдалась обратная зависимость.

О балансе органического вещества

Для сравнительной характеристики исследуемых участков рыбхоза необходимо было иметь баланс органического вещества 1 м^3 воды для каждой станции по месяцам. Полученные нами данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Общее количество выделенного и поглощенного кислорода 1 м^3 воды на каждой станции по месяцам в мг

Наименование станций	Июнь			Июль			Август		
	ΣA	ΣB	$\Sigma A - \Sigma B$	ΣA	ΣB	$\Sigma A - \Sigma B$	ΣA	ΣB	$\Sigma A - \Sigma B$
Заросли рогоза	94050	60000	34050	210800	58280	152520	—	—	—
Кромка скошенного рогоза	149100	53400	95700	374480	110980	263500	—	—	—
3 м от кромки скошенного рогоза	18600	900	17700	—	—	—	—	—	—
15 м от кромки скошенного рогоза	256200	130800	125400	375720	146630	229090	—	—	—
Рейка	118200	95700	22500	294500	170500	124000	85250	85250	56730
Старый ерик	110400	120600	10200	262880	174220	88600	—	—	—
Куча тростника	—	—	—	161200	138570	22630	—	—	—

Примечание. ΣA — количество кислорода, образовавшегося в 1 м^3 воды донного района в сумме за месяц, в мг; ΣB — количество кислорода, поглощенного 1 м^3 воды в сумме за месяц по станциям, в мг; $\Sigma A - \Sigma B$ — общая продукция для каждой станции в сумме за месяц в мг кислорода.

Все изучаемые районы рыбхоза «Ямат» характеризуются положительным балансом водной толщи, т. е. преобладанием процесса синтеза органического вещества над разложением его в водной толще (рис. 2).

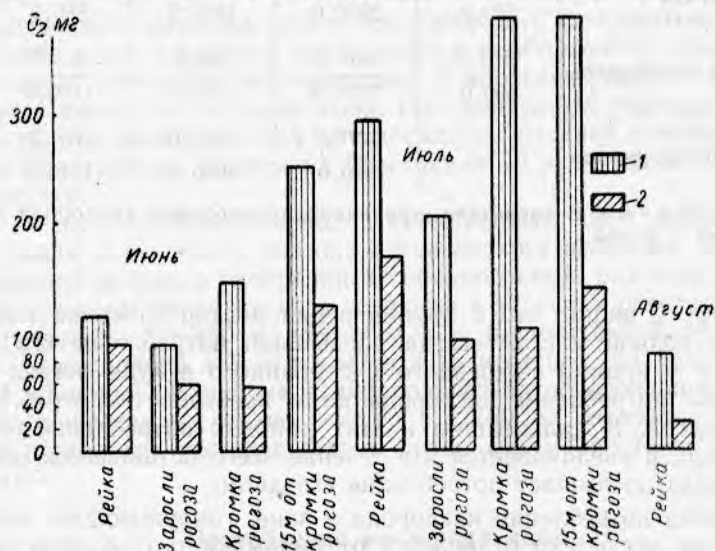


Рис. 2. Количество образовавшегося и разложившегося органического вещества в 1 м^3 воды в рыбхозе «Ямат» в 1952 г. (в мг кислорода):

1—образовавшееся органическое вещество; 2—разложившееся органическое вещество.

Количество выделенного и поглощенного кислорода в мг за месяц в пересчете на 1 м² поверхности водоема
(с учетом потребления кислорода дном водоема)

Наименование станций	Июнь				Июль				Август			
	ΣA	ΣB	ΣD	$\Sigma A - \Sigma (B+D)$	ΣA	ΣB	ΣD	$\Sigma A - \Sigma (B+D)$	ΣA	ΣB	ΣD	$\Sigma A - \Sigma (B+D)$
Заросли рогоза	81450	51900	17040	12510	130200	38285	318	91597	—	—	—	—
Кромка скошенного рогоза .	110250	39300	37932	33018	221805	62930	8085	150790	—	—	—	—
3 м от кромки скошенного рогоза	16500	900	30219	14614	—	—	—	—	—	—	—	—
15 м от кромки скошенного рогоза	174300	20400	38340	115560	223510	94395	43341	85774	—	—	—	—
Рейка	203250	155850	14,4	47386	348130	184680	0	163450	40610	99,0	8360	22330
Старый ерик	180300	193650	10035	23385	380835	277385	18747	134703	—	—	—	—
Куча тростника	—	—	—	—	104780	89900	0	14880	—	—	—	—

Примечание. ΣD — потребление кислорода дном за месяц на 1 м² дна в мг. Остальные обозначения те же, что и в табл. 3.

Наибольший положительный баланс органического вещества наблюдался на станциях опытных участков у кромки рогоза и в 15 м от нее.

В отношении воспроизводства органического вещества участки с тростниковым удобрением (рис. 3) оказались в первый период менее продуктивными по сравнению с участками, удобренными рогозом в 1952 г., что объясняется неблагоприятным кислородным режимом, создающимся в зоне внесения тростникового удобрения (см. рис. 2 и 3).

Чтобы можно было учесть потребление кислорода дном в балансе органического вещества, мы подсчитали общее количество кислорода,

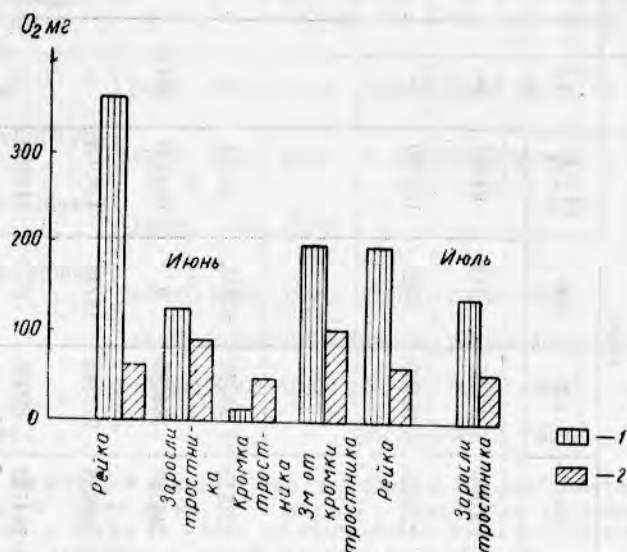


Рис. 3. Количество образовавшегося и разложившегося органического вещества в 1 м³ воды в рыбхозе «Танатарка» в 1951 г. (в мг кислорода):
1—образовавшееся органическое вещество; 2—разложившееся органическое вещество.

выделенного при фотосинтезе и поглощенного слоем воды над 1 м² площади дна водоема, и вычислили продукцию этого слоя с учетом потребления кислорода на окислительные процессы в донной области (табл. 4).

При расчетах принимался во внимание столб воды под 1 м² поверхности водоема, с учетом глубины каждой станции.

Из табл. 4 видно, что расход кислорода на окислительные процессы в донной области играет большую роль в общем балансе органического вещества. Например, в июне в старом ерике и в 3 м от кромки рогоза благодаря повышенному потреблению кислорода создан отрицательный баланс кислорода в водной толще. Сильно снизилась продукция органического вещества и у кромки скошенного рогоза.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЫБХОЗА «ЯМАТ»

Содержание биогенных элементов в водной толще связано с жизнедеятельностью фитопланктона. Влияние среды на процесс фотосинтеза исключительно велико. При проведении экспериментальных работ по удобрению рыбхозов ставилась цель поднять в известной мере их продуктивность путем повышения содержания в воде биогенных элементов,

Содержание кислорода и углекислоты в воде и ее pH

В середине июня почти во всех зонах рыбхоза содержание кислорода невелико. К концу июня содержание кислорода увеличивается, затем незначительно уменьшается к середине июля и более резко уменьшается к концу месяца (табл. 5). Увеличение концентрации кислорода происходит в период наибольшей интенсивности фотосинтеза, причем максимальное содержание кислорода бывает в начале увеличения фотосинтеза в водоеме. Дальнейшее усиление фотосинтетической деятельности планктона сопровождается небольшим снижением содержания кислорода в водоеме, вызванным усилением потребления кислорода на распад отмирающего планктона.

Динамика содержания кислорода в зарослях рогоза имеет иной характер: в начале наблюдений содержание кислорода максимальное, к началу июля оно снижается и держится на одном уровне до 15 июля, а затем, к концу июля, резко падает до 1,32 мг/л. При общем уменьшении содержания кислорода к 30 июля оно остается довольно высоким в поверхностном слое старого ерика (5,74 мг/л); особенно снижается оно в зарослях рогоза и у рейки (1,32—2,35 мг/л).

Таблица 5
pH, содержание кислорода и углекислоты (в мг/л) на различных участках рыбхоза „Ямат“

Наименование станций	15—16.VI				28—29.VI			
	кислород	pH	углекислота		кислород	pH	углекислота	
			свободная	связанная			свободная	связанная
Заросли рогоза .	8,35	6,89	1,28	69,08	5,69	8,29	23,37	93,88
Кромка рогоза .	9,72	8,08	8,54	92,84	10,21	7,59	9,92	88,8
3 м от кромки .	9,89	8,08	9,44	88,88	—	—	—	—
15 м от кромки .	—	—	—	—	10,55	7,35	11,1	85,8
Рейка	5,42	7,15	6,40	70,40	20,42	10,00	0	3,52
Старый ерик . .	7,16	7,25	—	—	18,08	9,20	4,10	105,6
Куча тростника .	—	—	—	—	15,17	8,80	—	—

Продолжение

Наименование станций	14—15.VII				30—31.VII				29.VIII			
	кислород	pH	углекислота		кислород	pH	углекислота		кислород	pH	углекислота	
			свободная	связанная			свободная	связанная			свободная	связанная
Заросли рогоза . .	5,82	6,78	24,75	120,56	1,32	6,78	28,96	120,56	—	—	—	—
Кромка рогоза . .	6,47	7,99	18,86	113,08	3,38	6,80	30,05	121,88	—	—	—	—
3 м от кромки . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15 м от кромки . .	15,59	8,69	2,36	114,40	3,53	6,79	—	—	—	—	—	—
Рейка	18,53	9,09	7,85	69,09	2,35	6,78	27,79	110,88	1,87	6,89	21,51	—
Старый ерик	18,24	8,69	7,85	128,48	5,74	6,92	27,03	144,76	—	—	—	—
Куча тростника . .	6,62	8,50	7,46	106,92	—	—	—	—	—	—	—	—

На участках, где было внесено зеленое удобрение (у кромки скошенного рогоза и в 3 м от нее), содержание кислорода в середине июня было значительно выше, чем на удобренных участках. Оно еще более увеличилось к концу июня, когда почти для всех зон были характерны повышенные концентрации кислорода. Однако в период кислородного максимума в рыбхозе в районе рейки и старого ерика содержание кислорода почти в два раза было больше, чем в зоне удобрений. Меньшее содержание кислорода у кромки рогоза и в окружающей зоне в этот период объясняется повышенным потреблением кислорода на окисление разлагающегося зеленого удобрения.

У кромки скошенного рогоза, у рейки и у старого ерика максимальное содержание кислорода наблюдалось примерно в одни и те же сроки. В 15 м от кромки наибольшее содержание кислорода отмечено несколько позднее (14—15 июля), причем высокое насыщение кислородом наблюдается здесь в течение длительного времени.

При применении в качестве удобрения скошенного тростника дефицит кислорода обнаруживается у кромки скошенной растительности уже через 8 дней после компостирования; он ясно выражен и через 21 день. На расстоянии 3 м от кучи через 3 недели кислородный режим изменяется в благоприятную сторону. Применение скошенного рогоза на удобрение вызывает меньший (в три раза) дефицит кислорода через 14 дней после выкашивания (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Содержание кислорода на участках с различным удобрением
(по данным А. А. Егоровой)

Срок наблюдения	Содержание кислорода			
	у кромки кучи		в 3 м от кромки	
	в мг/л	в %	в мг/л	в %

Участки, удобренные тростником

Через 8 дней после выкашивания тростника	1,17	13	2,34	26
Через 21 день после наступления дефицита кислорода	1,94	23	6,65	76

Участки, удобренные рогозом

Через 14 дней после компостирования (30 июня)	3,20	—	—	—
Через 6 дней после наступления дефицита кислорода	4,48	—	—	—

Меньший дефицит кислорода на участках, удобренных рогозом, по сравнению с участками, удобренными тростником, объясняется различием в скорости распада этих растений. Если тростник разлагается в первые 8 дней на 6,8%, то в рогозе за этот период никаких изменений не происходит. Через 14 дней рогоз разлагается на 12,4%, а тростник — на 38,65%.

В табл. 5 показано содержание растворенного кислорода, углекислоты и активная реакция воды — рН на всех станциях рыбхоза по датам. рН повторяет колебания углекислоты и кислорода, которые отражают происходящие в воде процессы синтеза и распада органического вещества, при этом рН колеблется от 6,78 до 10.

Содержание свободной углекислоты во всех зонах рыбхоза сильно колеблется (от 1,28 до 30,05 мг/л), причем колебания зависят от интенсивности фотосинтеза и содержания в воде кислорода. На станции у рейки при возрастающей интенсивности фотосинтеза 29 июня содержа-

ние углекислоты падает до нуля по всему слою, и, очевидно, дальнейшее течение процесса обусловлено наличием связанной углекислоты.

Почти всегда максимуму кислорода и повышению рН соответствует минимальная концентрация углекислоты. Значительны колебания углекислоты и по вертикали (табл. 7); они особенно ярко выражены на станции в старом ерике.

Таблица 7

Распределение кислорода и углекислоты (в мг/л) по вертикали

Распределение кислорода и углекислота (в мг/л) по станциям									
Наименование станций	29/VI			15/VII			31/VII		
	кис-лород	углекислота		кис-лород	углекислота		кис-лород	углекислота	
		свобод-ная	связан-ная		свобод-ная	связан-ная		свобод-ная	связан-ная
Рейка									
поверхность	20,42	0	3,52	18,53	7,85	69,08	2,35	27,79	110,88
дно	—	0	66,88	15,15	6,29	97,24	2,35	27,80	110,88
Старый ерик									
поверхность	18,68	4,10	105,60	18,24	7,85	128,48	5,74	27,03	144,76
дно	8,21	16,81	113,08	6,57	44,00	127,60	2,06	36,81	150,04

При затухании процесса фотосинтеза и уменьшении содержания кислорода в водоеме к концу июля на всех станциях наблюдается повышение концентрации углекислоты до 27—30 мг/л. Одновременно снижается рН до 6,78—6,92 (см. табл. 5).

Соединения фосфора

В водной толще рыбхоза мы определяли фосфор двух видов: минеральный и органический (табл. 8). Содержание минерального фосфора во всех зонах рыбхоза в середине июня невелико (5—6 мг/м³); несколько больше минерального фосфора было у кромки рогаза (8 мг/м³) и

Таблица 8

Содержание фосфора (в мг/м³) в рыбхозе „Ямат“

Наименование станций	Горизонт	15—16/VI		28—29/VI		14—15/VII		30—31/VII		29/VIII	
		минераль-ный	органиче-ский	минераль-ный	органиче-ский	минераль-ный	органиче-ский	минераль-ный	органиче-ский	минераль-ный	органиче-ский
Заросли рогаза .	Поверх-ность	6	88	—	280	40	141	51,5	208	—	—
Кромка рогаза .	„	8	146	11	141	37	141	79	186	—	—
3 м от кромки рогаза	„	14	58	—	—	114	104	—	—	—	—
15 м от кромки рогаза	„	—	—	13,5	182	68	156	94,5	166	—	—
Рейка	„	6	59	6	180	47	144	151,5	106	28	—
Старый ерик . .	Дно	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
	Поверх-ность	5	132	12	160	69	117	54	217	—	—
Куча скошенного тростника . . .	Дно	—	—	22,5	150	—	—	—	—	—	—
	Поверх-ность	—	—	36	—	29	162	—	—	—	—
Заросли тростни-ка	„	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—

в 3 м от нее (14 мг/м^3). В середине июля количество фосфатов заметно увеличивается во всех районах. Так, по первой группе станций содержание фосфора увеличивается до $47\text{--}69 \text{ мг/м}^3$, по второй — до 114 мг/м^3 .

В 3 и 15 м от кромки рогоза фосфатов было больше, чем у кромки. К концу июля количество их еще более увеличивается: до 152 мг/м^3 у рейки и до 95 мг/м^3 в 15 м от кромки рогоза. На экспериментальных участках наблюдается непрерывное увеличение содержания фосфатов. В районах рейки и старого ерика происходит уменьшение концентрации фосфора к концу наблюдений. Для первой группы станций ясно выражена зависимость интенсивности фотосинтеза от содержания в воде фосфатов: с 15 июня по 31 июля у рейки и по 15 июля — в старом ерике.

Противоположный ход кривых фотосинтеза и фосфатов для первой группы станций показывает, что в начальный период фосфаты ограничивают развитие планктона.

В зарослях рогоза обратная зависимость между интенсивностью фотосинтеза и содержанием в воде фосфатов наблюдается все время. На удобренных участках концентрация фосфора непрерывно нарастает благодаря постоянному пополнению его из кучи компостированного рогоза. Сравнительно небольшое содержание фосфатов в начальный период на этих участках, повидимому, связано с очень большой продукцией органического вещества.

При применении тростника для удобрения («Танатарка», 1951 г.) концентрация фосфатов была гораздо выше. Это объясняется, с одной стороны, более быстрым распадом тростника, с другой, — небольшим потреблением его на этих участках, так как фотосинтез в районе кромки тростника менее интенсивен вследствие значительной окисляемости воды.

Приведем для иллюстрации несколько цифр, характеризующих обогащение фосфатами воды рыбхоза при распаде тростника и рогоза.

Содержание фосфора в воде в мг/м^3

Наименование станций	Содержание фосфора в воде в мг/м^3		
	через 8 дней после выкашивания	через 30 дней после выкашивания	
Кромка скошенного тростника	116	182	
3 м от кромки скошенного тростника	71	143	
	через 14 дней после выкаши- вания	через 30 дней после выкаши- вания	через 45 дней после выкаши- вания
Кромка скошенного рогоза . .	36	37	79
3 м от кромки скошенного ро- гоза	—	114	—

Удобрение тростником имеет значение для обогащения биогенными элементами всего водоема, а удобрение скошенным рогозом, кроме того, имеет местное значение, поскольку фотосинтез на этих участках проходит очень интенсивно. 14 июля мы определили расстояние, на которое распространяются фосфаты от компостной кучи рогоза. Оказалось, что больше всего фосфатов было в 3 м от кромки (табл. 9).

Таблица 9.

Влияние зоны удобрений на водную толщу

Наименование станций	Фосфор в мг/м^3	Кислород в мг/л	pH	Углекис- лота в мг/л
Заросли рогоза	40	5,82	6,78	24 75
Кромка скошенного рогоза	37	6,47	7,99	18,86
3 м от кромки скошенного рогоза	114	11,77	7,99	—
5 м от кромки скошенного рогоза	73,5	13,69	8,00	—
10 м от кромки скошенного рогоза	86	14,71	8,08	—
15 м от кромки скошенного рогоза	67,5	15,59	8,69	2,36

Содержание азота (в мг/м³) в рыбхозе «Ямат»

Наименование станций	Горизонт	15-16/VI						23-29/VII						14-15/VII						30-31/VII						29/VIII					
		NO ₃			NH ₃			NO ₃			NH ₃			NO ₃			NH ₃			NO ₃			NH ₃			NO ₃			NH ₃		
		Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.	Нальб.	Норг.	Нальб.	Норг.	Нальб.	Норг.	Нальб.	Норг.	Норг.
Заросли рогоза	Поверх- ность	40	115	155	636	70	55	200	1176	52	100	—	1510	119	5660	324	1320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кромка скошенного рогоза	То же	100	60	176	1092	—	70	—	868	45	154	250	2240	60	150	304	1430	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 м от кромки скошен- ного рогоза	•	35	111	178	636	—	—	—	—	35	—	—	2180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15 м от кромки ско- шенного рогоза	•	—	—	—	—	51	55	250	840	35	70	250	2240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Рейка	Дно	40	85	200	756	55	100	222	2240	50	116	392	2570	105	184	372	2070	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1336
Рейка	•	—	—	—	—	111	82	200	1470	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Старый ерик	Поверх- ность	465	68	204	868	35	89	154	2464	90	85	340	2440	75	417	372	2130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Куча скошенного тро- стика	Дно	—	—	—	—	—	108	211	2184	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Это явление можно объ-яснить тем, что процесс фо-тосинтеза проходил интен-сивнее у кромки удобритель-ной кучи и поэтому расход фосфора был больше, чем в 3 м от нее.

Вначале у рейки и ста-рого ерика накапливается органический фосфор в во-де. Затем содержание его снижается, а количество фосфатов продолжает уве-личиваться. На удобренных участках (вторая группа станций) происходит одно-временно нарастание мине-рального и органического фосфора.

В 1951 г. в рыбхозе «Та-натарка» было также отме-чено постоянное нарастание фосфатов от начала до кон-ца наблюдений.

Соединения азота

Наряду с постановкой опытов во всех зонах рыб-хоза «Ямат» мы определяли азот нитратов, нитритов, аммиака, альбуминоидный и органический (общий) (табл. 10). В течение всего периода наблюдений нитри-ты в рыбхозе или вовсе не были обнаружены, или бы-ли обнаружены только их следы.

Концентрации NO₃ в рыбхозе, вероятно, несколь-ко завышены вследствие осо-бенностей методики опреде-ления нитратов.

Колебания концентраций NO₃ противоположны ходу кривых азота органическо-го и альбуминоидного (рис. 4).

У кромки рогоза, в зарос-лях рогоза и у рейки коли-чество NO₃ за период наб-людений возрастает. Амми-ачный азот содержится в во-де рыбхоза в небольших ко-личествах. К концу наблю-дений, когда интенсивность фотосинтеза снизилась, кон-

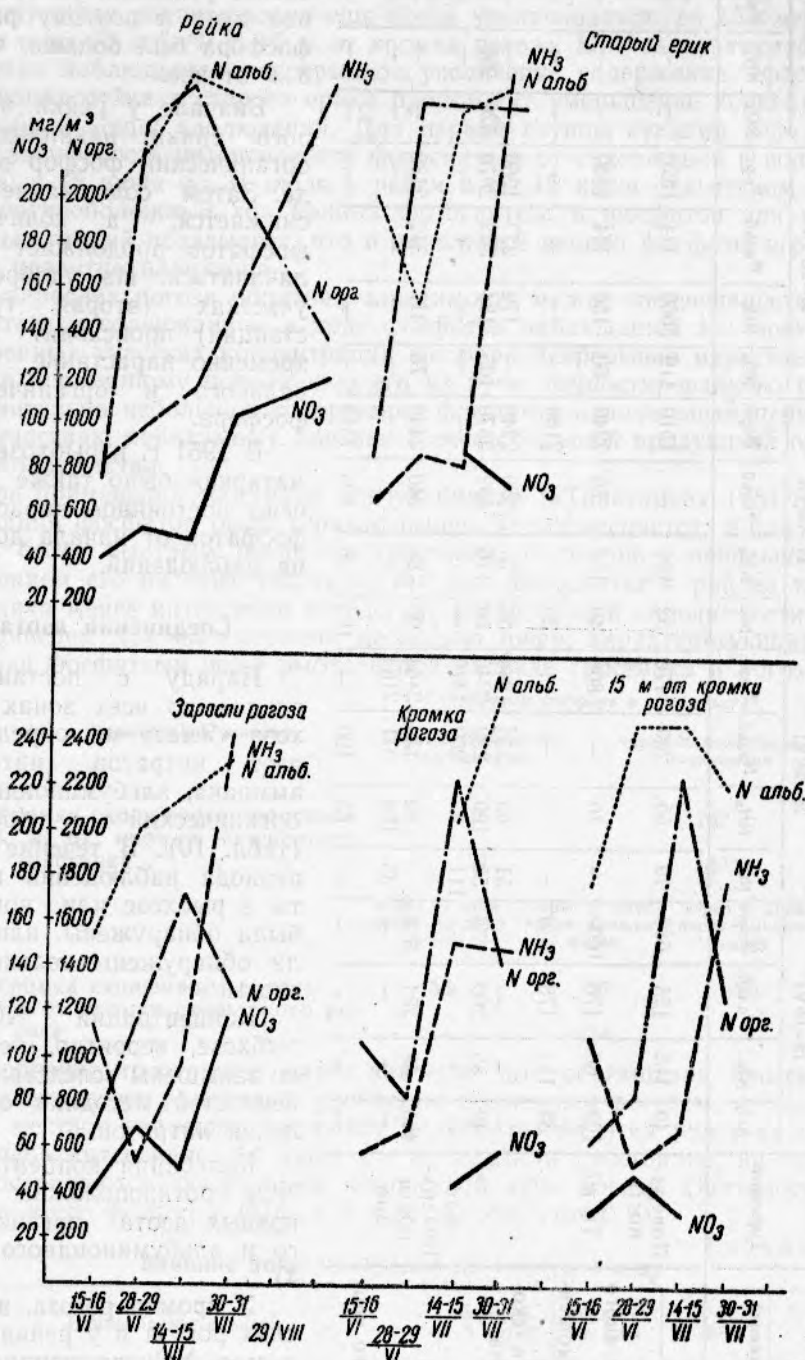


Рис. 4. Содержание азота в mg/m^3 в рыбхозе «Ямат», 1952 г.

центрация NH_3 на всех станциях возросла. В зарослях рогоза содержание NH_3 достигло 5660 мг/м^3 , в старом ерике — 417 мг/м^3 . На удобренных участках увеличения количества аммиачного азота не наблюдалось. Ход изменения содержания NH_3 во времени является противоположным изменениям азота органического и альбуминоидного во всех зонах.

По сравнению с количеством альбуминоидного азота, обнаруженного в 1951 г. в рыбхозе «Танатарка», количество его в рыбхозе «Ямат» незначительно; накопление его происходит постепенно и в конце наблюдений достигает максимума — $222\text{—}372 \text{ мг/м}^3$. Альбуминоидного азота в течение всего периода наблюдений больше в районе рейки и старого ерика. Органический азот содержится в не очень больших количествах — от 636 до 2460 мг/м^3 . В начале наблюдений (15 июня) максимальное содержание органического азота у кромки скошенного рогоза было 1092 мг/м^3 . В дальнейшем количество азота в воде увеличивается на всех станциях; наибольшие количества его ($2460\text{—}2570 \text{ мг/м}^3$) содержатся в районе рейки и старого ерика. У кромки скошенного рогоза содержание органического азота к концу июня резко уменьшается (до 868 мг/м^3) и приближается к концентрации, обнаруживаемой на станции в 15 м от кромки. К середине июля азот начинает накапливаться на этих станциях, но к концу наблюдений содержание его снижается до $1430\text{—}1260 \text{ мг/м}^3$.

Железо

Как известно, железо играет большую роль в жизни животных и растительных организмов, но присутствие его в больших количествах может оказаться для них губительным. В растворенном состоянии железо бывает в виде закисных углекислых солей и в комплексе с органическими веществами.

В рыбхозе «Ямат» содержание железа в воде колебалось в пределах $0,125\text{—}0,735 \text{ мг/л}$ (табл. 11). В таком количестве железо не представляет опасности для населения водоема.

Таблица 11

Содержание железа (в мг/л) в рыбхозе «Ямат»

Наименование станций	15—16/VI				28—29/VI				14—15/VII				30—31/VII			
	желе- зо об- щее	кисло- род в мг/л	pH		желе- зо об- щее	кисло- род в мг/л	pH		желе- зо об- щее	кисло- род в мг/л	pH		желе- зо об- щее	кисло- род в мг/л	pH	
Заросли рогоза .	0,125	8,35	6,89		0,625	5,69	8,29		0,150	5,82	6,78		0,568	1,32	6,78	
Кромка скошен- ного рогоза .	0,370	9,72	8,08		0,100	10,21	7,59		0,666	6,47	7,99		0	3,38	6,80	
3 м от кромки скошенного ро- гоза	0,400	9,89	8,08		—	—	—		—	—	—		—	—	—	
15 м от кромки скошенного ро- гоза	—	—	—		0,543	10,55	9,55		0,500	15,59	8,69		0,735	3,53	6,79	
Рейка	0,370	5,42	7,15		0,450	20,42	10,00		0,325	18,53	9,09		0,265	2,35	6,78	
Старый ерик																
поверхность . .	0,150	7,16	7,25		0,480	18,08	9,20		0,500	18,24	8,69		0,465	5,74	6,92	
дно	—	—	—		0,633	15,17	8,80		0,595	6,62	8,50		0,200	—	—	

В середине июня концентрация железа невелика, в особенности в зарослях рогоза и старом ерике ($0,125\text{—}0,150 \text{ мг/л}$). В более значительных количествах железо обнаруживалось на удобренных участках: у

кромки кучи рогоза, в 3 м от нее, а также в районе рейки. К концу июня отмечено увеличение содержания железа во всех зонах рыбхоза, кроме района, расположенного у кромки скошенного рогоза, где, наоборот, количество железа в это время резко снижается.

Колебания содержания железа в течение всего периода наблюдений в районах первой группы станций отличны от колебаний его в районах второй группы. Так, повышение количества железа в воде на станциях первой группы шло одновременно с увеличением кислорода и рН, а в удобренной зоне и зарослях рогоза (вторая группа) отмечалась обратная зависимость. Объяснить это явление пока не представляется возможным. Общее содержание железа к концу наблюдений снижается во всех районах, кроме зарослей рогоза, где происходит резкое его увеличение (с 0,125 до 0,568 мг/л).

Окисляемость

Содержание органического вещества в рыбхозе мы определяли по методу Кубеля, что дает относительное представление об абсолютных его количествах, но для сравнительной характеристики этого вполне достаточно (табл. 12). Определения производились в натуральных и фильтрованных пробах. Разность, получаемая между этими пробами, позволяет судить о том, как велико количество взвешенных органических частиц аллохтонного и автохтонного происхождения.

Таблица 12

Окисляемость воды (в мг/л кислорода) в рыбхозе „Ямат“

Наименование станций	15—16/VI		23—29/VI		14—15/VII		30—31/VII		29/VIII	
	вода		вода		вода		вода		вода	
	филь- рован- ная	нату- раль- ная	филь- трован- ная	нату- раль- ная	филь- трован- ная	нату- раль- ная	филь- трован- ная	нату- раль- ная	филь- трован- ная	нату- раль- ная
Заросли рогоза .	6,09	6,09	6,39	14,88	9,33	9,33	11,84	12,22	—	—
Кромка скошен- ного рогоза .	5,58	12,53	14,88	14,88	8,98	14,98	19,11	19,11	—	—
3 м от кромки скошенного ро- гоза	8,38	8,38	—	—	7,45	13,72	—	—	—	—
5 м от кромки скошенного ро- гоза	—	—	—	—	6,29	11,76	—	—	—	—
10 м от кромки скошенного ро- гоза	—	—	—	—	6,29	11,37	—	—	—	—
15 м от кромки скошенного ро- гоза	—	—	15,64	16,33	4,70	14,12	9,16	11,45	—	—
Рейка поверхность .	3,67	5,67	12,60	18,33	6,74	11,99	12,22	14,52	23,55	25,05
дно			13,37	16,03						
Старый ерик поверхность .	10,67	10,67	13,74	18,70	14,12	14,12	16,05	16,80	—	—
дно			13,37	17,18						
Куча тростника .	—	—	14,62	22,50	17,63	30,40	—	—	—	—
Заросли тростни- ка	—	—	14,25	22,19	—	—	—	—	—	—

На рис. 5 показана окисляемость воды на двух станциях в рыбхозе «Ямат». В период наибольшей разности между фильтрованной и натуральной водой интенсивность фотосинтеза, а следовательно, и продукция фитопланктона являются максимальными. Окисляемость воды в рыбхозе «Ямат» намного меньше, чем в тех же зонах рыбхоза «Танатарка», где применялось тростниковое удобрение. Отсюда следует сделать вывод, что при разложении рогоза освобождается меньше органического вещества и процесс распада идет более медленно.

Зеленые удобрения

Вследствие неодинаковой интенсивности разложения тростника и рогоза степень их воздействия на окружающие участки водоема различна.

Мы сделали попытку выяснить причины различного действия рогоза и тростника на водоем. Для этого были проведены следующие опыты. Свежесрезанные снопики из тростника и рогоза взвесили и погрузили в водоем 1 июля. Всего было погружено три снопики рогоза и три снопики тростника. Через определенные промежутки времени (8, 14 и 30 июля) их вынимали, сушили, взвешивали и одновременно с натуральными пробами растительности подвергали химическому анализу.

Скорость распада тростника и рогоза учитывали по убыли воздушно-сухого и абсолютно сухого веса растительности (табл. 13 и 14).

В результате анализов можно сделать некоторые предварительные выводы.

Скорость распада тростника больше скорости распада рогоза, особенно в первоначальный период наблюдений. За 30 дней тростник разложился на 55,8%, а рогоз — на 18,3%, т. е. скорость разложения тростника в три раза больше, что может иметь немалое практическое значение. Обнаружены различия и в характере распада этих растений. В первые 8 дней тростник теряет 6,8% первоначального веса. Наибольшая скорость распада наблюдается после восьмидневного пребывания в воде; с 8 по 14 июля разлагается 31,8% вещества, а с 14 по 30 июля — 17,2%, т. е. интенсивность распада уменьшается.

Разложение рогоза происходит иначе: в первые 8 дней после начала опыта рогоз, очевидно, поглощает влагу, так как вес его увеличивается на 10%; в последующие 6 дней разлагается 12,4%, а с 14 по 30 июля 15,5% взятой навески растений. В последний период тростник и рогоз разлагаются почти с одинаковой скоростью. Химические анализы расти-

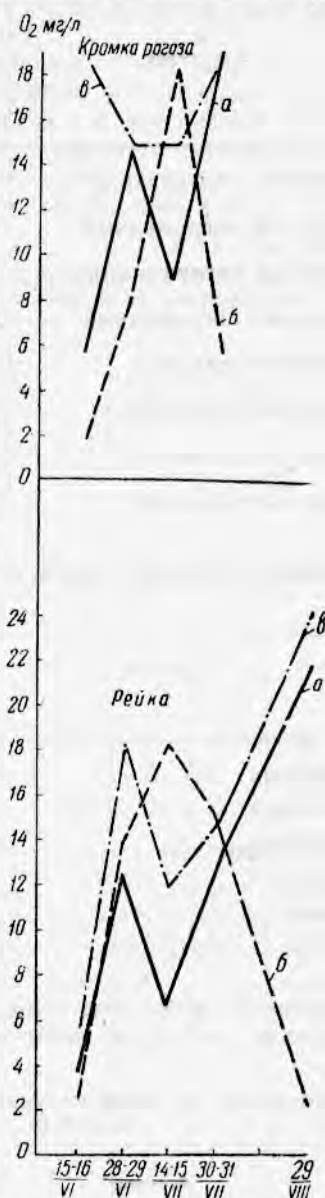


Рис. 5. Окисляемость и интенсивность фотосинтеза в рыбхозе «Ямат» в мг/л кислорода, 1952 г.:

а—фильтрованная вода; б—интенсивность фотосинтеза; в—натуральная вода.

Таблица 13

Изменение веса скошенных и погруженных в водоем тростника и рогоза

Растения	Дата	Сырой вес в г	Воздушно-сухой вес в г	Абсолютно сухой вес в г	Содержание воздушно-сухого вещества в 1000 г сырой массы		Содержание абсолютно сухого вещества в 1000 г сырой массы	
					в г	в %	в г	в %
Тростник натуральный . . .	1/VII	277,5	121,75	109,04	438,00	43,80	390,27	39,03
Тростник погруженный . . .	8/VII	300,0	122,50	110,46	408,30	40,83	368,16	36,82
Тростник погруженный . . .	14/VII	290,0	77,92	70,74	268,70	26,87	242,21	24,22
Тростник погруженный . . .	30/VII	280,0	54,19	48,77	193,50	19,35	175,19	17,52
Рогоз натуральный	1/VII	445,0	102,30	91,47	229,85	22,98	205,41	20,54
Рогоз погруженный	8/VII	415,0	104,96	93,66	253,00	25,30	225,75	22,58
Рогоз погруженный	14/VII	320,0	71,85	64,55	224,50	22,45	201,69	20,17
Рогоз погруженный	30/VII	480,0	90,11	81,19	187,70	18,77	168,95	16,89

Таблица 14

Скорость распада тростника и рогоза, скошенных и погруженных в водоем

Растения	За период с момента погружения до выемки		Промежуточные периоды между выемкой проб	
	длительность погружения	убыль в весе в %	длительность погружения	убыль в весе в %
Тростник	1-8/VII	-6,8	1-8/VII	-6,8
Тростник	1-14/VII	-38,65	8-14/VII	-31,8
Тростник	1-30/VII	-55,8	14-30/VII	-17,2
Рогоз	1-8/VII	+10,08	1-8/VII	+10,08
Рогоз	1-14/VII	-2,3	8-14/VII	-12,40
Рогоз	1-30/VII	-18,3	14-30/VII	-15,50

тельности также подтверждают сделанные выводы о более интенсивном распаде тростника, применяемого в качестве удобрения (табл. 15).

Таблица 15

Результаты анализов натуральной и погруженной растительности в рыбхозе „Ямат“ (в % от абсолютно сухого вещества)

Растения	Дата	Влага	Зола	Органические вещества	Азот общий
Тростник натуральный	1/VII	10,44	8,74	91,26	2,09
„ погруженный	8/VII	9,83	10,58	90,44	1,82
„ „	14/VII	9,86	11,14	88,86	1,70
„ „	30/VII	9,46	—	—	1,49
Рогоз натуральный	1/VII	10,59	7,67	92,33	1,66
„ погруженный	8/VII	10,77	6,63	93,37	1,62
„ „	14/VII	10,16	5,71	94,29	1,54
„ „	30/VII	9,99	5,17	94,83	1,34

Из табл. 15 видно, что в разложившемся тростнике количество общего азота с 1 по 8 июля значительно уменьшилось. В рогозе за эти дни почти никаких изменений не произошло; в дальнейшем содержание азота в нем уменьшается, и скорость распада с 14 по 30 июня увеличивается.

Интенсивное разложение тростника в первый период его погружения обуславливает очень высокие концентрации фосфатов, повышенную окисляемость и резкое ухудшение кислородного режима в окружающей трехметровой зоне. Медленно разлагающийся рогоз в меньшей степени обогащает толщу воды биогенными и органическими веществами и не оказывает отрицательного влияния на кислородный режим водоема (табл. 16).

Таблица 16

Влияние скорости распада компостированных тростника и рогоза на содержание фосфатов и органического вещества в воде и на кислородный режим в зоне влияния удобрения

Наименование рыбхозов и станций	Дата	Фосфаты в мг/м³	Окис. натур. в мг О₂/л	Насыщение кислородом в %	Дата	Фосфаты в мг/м³	Окис. натур. в мг О₂/л	Насыщение кислородом в %
„Танатарка“, 1951 г.								
Кромка скошенного тростника	8/VI	116	17,57	13	29/VI	182	28,56	23
3 м от кромки скошенного тростника	8/VI	71	16,69	26	29/VI	143	28,56	76
„Ямат“, 1952 г.								
Кромка скошенного рогоза	15/VI	8	18,58	110	28/VI	11	14,88	124
15 м от кромки скошенного рогоза	15/VI	—	—	—	28/VI	13,5	15,64	128

Продолжение

Наименование рыбхозов и станций	Дата	Фосфаты в мг/м³	Окис. натур. в мг О₂/л	Насыщение кислородом в %	Дата	Фосфаты в мг/м³	Окис. натур. в мг О₂/л	Насыщение кислородом в %
„Танатарка“, 1951 г.								
Кромка скошенного тростника	—	—	—	—	—	—	—	—
3 м от кромки скошенного тростника	—	—	—	—	—	—	—	—
„Ямат“, 1952 г.								
Кромка скошенного рогоза	14/VII	37	14,98	81	31/VII	79	19,11	42
15 м от кромки скошенного рогоза	14/VII	67,5	14,12	195	31/VII	94,5	11,45	43

Количество органического вещества в разлагающемся тростнике с течением времени уменьшается. В рогозе, как это видно из табл. 15, наоборот, происходит нарастание количества органического вещества. Можно предполагать, что увеличение содержания органического вещества при погружении в водоем срезанных частей рогоза происходит вследствие развития на нем организмов перифитона, чему способствует благопри-

ятный кислородный режим в зоне гниения этих растений. Дефицит кислорода, наблюдающийся при распаде тростника, препятствует обрастанию его гниющих стеблей и листьев.

Для окончательного выяснения вопроса распада тростника и рогоза необходимо поставить опыты в аквариальных условиях.

ВЫВОДЫ

1. В 1952 г. в нерестово-вырастном хозяйстве «Ямат» был применен новый вид зеленого удобрения — рогоз. Если в зарослях тростника баланс органического вещества почти всегда отрицательный, то в зарослях рогоза он, наоборот, положительный, что объясняется меньшим количеством продуктов распада, а следовательно, и пониженным расходом кислорода на окислительные процессы.

2. При применении рогоза и тростника в качестве удобрения обнаруживаются различия в характере распада этих растений и влиянии их на окружающую зону.

3. У кромки собранного в кучи скошенного рогоза интенсивность фотосинтеза значительно повышается, тогда как у кромки компостированного тростника и в 3 м от нее разложение органического вещества преобладает над его синтезом.

4. В зарослях рогоза при фотосинтезе возникает недостаток в фосфатах, на участках, удобренных рогозом, наблюдается непрерывное нарастание концентраций фосфатов и соединений азота благодаря постоянному пополнению из кучи компостированной растительности. Поэтому интенсивность фотосинтеза нарастает одновременно с увеличением содержания в воде соединений фосфора и азота.

5. При применении тростника в качестве удобрения в окружающей трехметровой зоне создаются концентрации соединений азота и фосфора более высокие, чем при компостировании рогоза. Это явление объясняется, с одной стороны, более быстрым и более полным распадом тростника и, с другой, небольшим потреблением фосфатов и азота на этих участках, так как фотосинтез в районе кромки тростника угнетается высокой концентрацией органического вещества в воде.

6. Окисляемость воды при удобрении тростниковыми кучами почти в два раза выше, чем при удобрении рогозом, так как при гниении тростника в воду переходит больше органического вещества.

7. Бурное разложение тростника в первый период компостирования приводит к значительному увеличению окисляемости воды и резкому ухудшению кислородного режима в окружающей трехметровой зоне. Дефицит кислорода возникает через 8 дней после компостирования. У кромки дефицит длится не менее 21 дня. На расстоянии 3 м от кромки через 21 день кислородный режим улучшается, и насыщение кислородом достигает 76% (6,65 мг/л).

8. Скорость распада тростника в три раза больше скорости распада рогоза, и характер распада несколько иной. Первые 8 дней тростник разлагается на 6,8%, а в рогозе почти никаких изменений не происходит. В последующие 6 дней тростник разлагается быстрее, а в остальные 16 дней и рогоз и тростник разлагаются почти с одинаковой скоростью.

9. Большое влияние на кислородный режим водоема оказывает грунт, так как на окислительные процессы в нем расходуется большое количество кислорода. Потребление кислорода дном различно в разных районах и зависит от характера грунта. Расход кислорода на окислительные процессы дна на удобренных участках гораздо выше, чем на неудобренных.

10. При неправильном способе внесения зеленого удобрения дефицит кислорода может привести к серьезным и трудно устранимым заморным явлениям на большой площади водоема. Поэтому растительность после

выкашивания необходимо собирать в компостные кучи, оставлять ее свободно плавать в водоеме нельзя, особенно при выкашивании тростника. Компостные кучи можно располагать на расстоянии 50 м и более одна от другой.

11. Так как вблизи куч компостированного тростника фотосинтез планктона угнетен из-за наличия в воде большого количества органического вещества вследствие непрерывного поступления из кучи продуктов распада, то удобрение тростником главным образом имеет значение для обогащения биогенными элементами других участков водоема. Удобрение скошенным рогозом, кроме того, имеет и местное значение, поскольку органическое вещество планктона на участках, удобренных этим растением, продуцируется очень интенсивно.

12. Исходя из особенностей тростника и рогоза как удобрений, надо учесть, что если желательно постепенно в течение длительного периода обогащать водоем питательными солями, то следует применять рогоз, если же необходимо в короткий срок обогатить водную толщу, то лучше применять тростник. Можно применять оба растения вместе. При этом надо исходить из следующих показателей: если принять, что урожайность с 1 га воздушно-сухой массы тростника равна 40 т, а рогоза — 25 т, то при разложении первого растения, скошенного с 1 га, освобождается 240 кг азота (0,60%), а при разложении второго, скошенного с 1 га, — 80 кг азота (0,32%).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г., Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества. Сообщение 1, «Труды Лимнологической станции в Косино», вып. 18, 1934.

2. Винберг Г. Г. и Иванова, Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества. Сообщение II, «Труды Лимнологической станции в Косино», вып. 20, 1935.

3. Винберг Г. Г. и Яровицина Л. И., Суточные колебания растительного кислорода как метод изменения величины первичной продукции водоема, «Труды Лимнологической станции в Косино», вып. 22, 1939.

4. Винберг Г. Г., Биотический баланс Черного озера, «Бюллетень Московского общества испытателей природы», т. LIII, вып. 3, 1948.

5. Винецкая Н. И., Изучение баланса органического вещества в нерестово-вырастном хозяйстве «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

6. Винецкая Н. И., Продукция и распад органического вещества в нерестово-вырастных хозяйствах «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

7. Гусева К. А., Цветение Учинского водохранилища, «Труды Зоологического института АН СССР», т. VII, 1941.

8. Гусева К. А., Принцип периодичности в развитии фитопланктона Учинского водохранилища, «Бюллетень Московского общества испытателей природы», т. CCXI, вып. 6, 1947.

9. Демьянов Н. Я. и Прянишников Н. Д., Общие принципы анализа растительных веществ, Госхимиздат, 1934.

10. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-вырастных хозяйств дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

11. Кузнецов С. И., Сравнительное изучение азотного, фосфорного и кислородного режима Глубокого и Белого озер, «Труды Лимнологической станции в Косино», вып. 17, 1934.

12. Кузнецов С. И., Биологический метод оценки богатства водоема биогенными элементами, «Микробиология», т. XIV, вып. 6, 1945.

13. Скопинцев Б. А., Органическое вещество в природных водах (водный гумус), «Труды ГОИН», вып. 17, 1950.

14. Стандартные методы химических и бактериологических исследований воды (под редакцией Этингера), 1941.

15. Францев А. В. и Лебедева С. К., Химизм воды Учинского водохранилища, «Труды Зоологического института АН СССР», т. VII, 1941.

16. Щербаков А. Г., Основные черты гидрохимического режима Иваньковского водохранилища, «Труды Зоологического института АН СССР», т. VII, 1941.

ВЛИЯНИЕ ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ БЕНТОСА И ФАУНЫ ОБРАСТАНИЙ В НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНОМ ХОЗЯЙСТВЕ «ЯМАТ»

К. АРБУЗОВА

МЕСТО РАБОТ И МЕТОДИКА

Наши исследования велись летом 1952 г. в нерестово-вырастном хозяйстве «Ямат» в дельте Волги, в котором выращивалась молодь леща и сазана. Наполнение этого пойменного водоема происходит при разливе р. Поперечной, соединяющей два больших рукава Волги — банки Белужий и Никитинский. Площадь рыбхоза в пределах валов достигает 800 га. В 1952 г. паводок был небольшой и сильно запоздал, ввиду чего затопление началось только в первых числах мая, причем полного заполнения водой поймы так и не произошло; затопленная площадь составила всего 650 га.

Рыбхоз «Ямат» почти полностью зарастает жесткой растительностью, преимущественно рогозом. Значительно меньшую площадь занимают заросли тростника. Свободное зеркало воды составляет всего около 10% от общей площади, но и оно зарастает в течение лета мягкой растительностью (стрелолистом, нимфейником болотным и водяным орехом).

Кислородный режим водоема «Ямат» весьма благоприятный: и в предутренние часы, и при высоких дневных температурах количество растворенного кислорода было весьма значительным. Даже вблизи куч скошенной растительности содержание кислорода не снижалось ниже 2 мг/л. Весьма значительное уменьшение содержания кислорода наблюдалось лишь в канале (у самого шлюза) во время подхода к нему массы выращиваемой молоди.

Сбор бентоса был начат 30 мая, еще до перехода мальков на питание бентосными формами, и продолжался до 1 августа, т. е. был закончен через 10 дней после начала ската молоди в реку.

Ввиду того, что в рыбхозе «Ямат» преобладали очень плотные грунты, для количественных сборов бентоса употребляли пневматический цилиндрический дночерпатель диаметром 10 см, впервые примененный в дельте Волги в 1939 г. В. С. Ивлевым. На каждой станции обычно брали пять проб, что соответствовало площади облова, равной 0,04 м². Материал обрабатывали по методике Т. Н. Баклановской [1].

Для наблюдений за развитием фауны обрастаний на разлагающемся рогозе в первый день выкоса (2 июля) среди плавающего скошенного рогоза были помещены опытные снопики (вязанки). Каждый снопик состоял приблизительно из десяти скошенных камышекосилкой стеблей рогоза и весил ровно 1 кг. Стебли в снопике были перевязаны так, что лежали в один слой.

Вторая серия опытов была начата 7 июля. Половину опытных снопиков перевернули, так как верхний слой плавающей кучи скошенного рогоза не погружался в воду и быстро обсыхал, а поэтому не мог быть использован как удобрение. При переворачивании и погружении в воду обветренной и высохшей на солнце поверхности рогоза можно было ожи-

дать, что рогоз начнет еще быстрее разлагаться и развитие на нем кормовых организмов станет более интенсивным.

Через каждые 5 дней вынимали по одному снопику (перевернутому и неперевернутому) и подсчитывали находившуюся на них фауну. Одновременно брали контрольные пробы перифитона в зарослях растущего рогоза по методике, разработанной Т. Н. Баклановской [1]. Эта методика не позволяла вести полный учет наиболее подвижных форм, таких, как личинки стрекоз, крупные личинки жуков и др. Но так как нас в основном интересовал вопрос количественного развития прикрепленных и подвижно-прикрепленных форм обрастаний, данная методика нас удовлетворяла.

Одновременно со сбором перифитона определяли сырой вес обследованных растений. Растения взвешивали на чашечных весах сразу же после промывки. Полученные данные по количеству и весу перифитонных организмов рассчитывали на 1 кг сырого веса растений.

Основными обитателями обрастаний были личинки хирономид. Их возрастные группы устанавливались на основании измерений ширины головной капсулы каждой личинки и составления соответствующих вариационных рядов. Полученные многовершинные кривые соответствовали числу возрастных стадий, имеющих в сборах. Наши данные при сравнении средних величин вариационных рядов показывают, что увеличение ширины головной капсулы при каждой последующей линьке у всех личинок хирономид из рыбхоза «Ямат» происходит по закону геометрической прогрессии, знаменатель которой близок к 1,6.

БЕНТОС ЗАРОСЛЕЙ ЖЕСТКОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Рыбхоз «Ямат», по классификации М. С. Идельсона [6], относится к сильно заросшим водоемам центральной дельты с очень твердыми грунтами, с незначительным развитием грунтовых форм личинок хирономид и низкой общей биомассой бентоса. Бентос рыбхоза «Ямат» в 1952 г. поражает крайней качественной и количественной бедностью кормовыми организмами. По видовому составу он мало отличается от бентоса рыбхозов «Горелый», «Танатарка», «Бирючок» и имеет с ними общие ведущие организмы [1]. Однако очень плотные грунты препятствуют развитию донной фауны. На развитие беспозвоночных отрицательно влияют также заросли жесткой растительности, занимающей 90% всей площади водоема.

В зарослях тростника и рогоза почти отсутствуют личинки хирономид, имеющие важное значение для питания молоди сазана и леща. Густые и высокие заросли препятствуют брачному роению хирономид, для которого необходимы открытое зеркало воды или водное пространство с мягкой подводной растительностью. Даже в том случае, когда взрослые комары найдут убежище от ветра среди зарослей тростника и рогоза (обычно не дальше 10 м от границы зарослей с открытой частью водоема) и отложат там яйца, появившиеся таким образом в бентосе зарослей случайные и немногочисленные личинки хирономид очень быстро выедаются рыбой. Интенсивное выедание личинок со дна в зарослях жесткой растительности происходит, видимо, потому, что личинки не могут уйти глубоко в плотный грунт, почти всегда находятся на его поверхности и поэтому легко доступны для мальков.

Основную биомассу бентоса зарослей жесткой растительности составляют олигохеты и моллюски. Однако плотность населения этих организмов столь незначительна, что они попадают далеко не во всех пробах. Таким образом, площади, занятые зарослями жесткой растительности, не могут быть полноценными пастбищами для нагула рыб, так как бентос в них развивается незначительно и не может служить существенным источником пищи для рыб.

Таблица 1

Численность, биомасса и соотношение некоторых систематических групп
бентоса открытого плёса рыбхоза „Ямат“

Организмы и показатели	30/V	8/VI	11/VI	15/VI	21/VI	26/VI	4/VII	11/VII	18/VII	25/VII	30/VII
Олигохеты											
Число экз. на 1 м ² . .	75	250	—	500	900	1950	75	100	250	50	1500
Вес в мг/м ²	250	425	—	3950	8925	1325	1125	300	775	150	3875
Вес в % от общей биомассы	100	1	—	11	22	11	26	8	100	92	100
Хирономиды											
Число экз. на 1 м ² . .	—	3000	1325	2025	1675	600	150	125	—	50	—
Вес в мг/м ²	—	33600	18950	31525	32400	11600	2025	2450	—	13	—
Вес в % от общей биомассы	—	86	100	89	78	89	46	62	—	8	—
Прочие											
Число экз. на 1 м ² . .	—	150	—	—	—	—	75	150	—	—	—
Вес в мг/м ²	—	5325	—	—	—	—	1200	1175	—	—	—
Вес в % от общей биомассы	—	13	—	—	—	—	28	30	—	—	—
Общая биомасса в мг/м ²	250	39350	18950	35475	41325	12925	4550	3925	775	163	3875

Таблица 2

Колебания численности личинок хирономид по месяцам в открытом плёсе
рыбхоза „Ямат“ (в экз. на 1 м²)

Организмы	30/V	8/VI	11/VI	15/VI	21/VI	26/VI	4/VII	11/VII	18/VII	25/VII	30/VII
<i>Chironomus semireductus</i>	—	2925	1300	2000	1650	600	100	125	—	—	—
<i>Cryptochironomus anomalus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	—	75	—	25	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cricotopus defectus</i> . . .	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—
<i>Procladius Skuze</i>	—	—	25	—	—	—	25	—	—	—	—
Общее количество хирономид											
	3000	1325	2025	1675	600	125	125	125	—	50	—
Количество <i>Chironomus semireductus</i> в % от общей численности личинок											
	97	98	99	98	100	67	100	—	—	—	—
Количество прочих личинок хирономид в % от общей численности личинок											
	3	2	1	2	—	33	—	—	100	—	—

БЕНТОС ОТКРЫТЫХ ПЛЕСОВ

В наибольшем количестве донные организмы развиваются на мягких грунтах открытого плёса. Биомасса бентоса на этом участке водоема в продолжение почти всего периода вегетации держалась на высоком уровне, достигнув 21 июня $41\,325\text{ мг/м}^2$. В основном здесь развивались личинки хирономид (табл. 1), из которых наиболее массовой и распространенной формой является *Chironomus f. l. semireductus*. По численности эта форма занимает первое место, составляя 2925 экз. на 1 м^2 (табл. 2); она же преобладает и по биомассе, которая 8 июня равнялась 33350 мг/м^2 . Остальные роды личинок попадают эпизодически, в очень небольшом количестве и существенной роли в биомассе бентоса открытого плёса не играют.

Биомасса и численность бентоса открытого плёса сильно колеблются. Это связано с циклом развития хирономид и усиленным выеданием их рыбами. Рассматривая колебание численности бентоса на площади открытого плёса, необходимо остановиться на изменении численности его основного компонента — *Chironomus f. l. semireductus*.

Численность хирономусов имеет тенденцию к снижению от июня к августу (рис. 1). Наибольшая численность хирономид наблюдается в первой декаде июня. В это время встречаются личинки второй и третьей стадий, но уже с 15 июня в бентосе встречаются только личинки четвертой стадии. Во второй декаде июня количество личинок уменьшается. Это происходит вследствие выедания хирономид рыбами, а не в результате вылета комаров, так как в установленных нами ловчих сетках Россолимо мы не обнаружили вылетающих имаго. В пробах, собранных дночерпателем, начиная с 18 июля не было обнаружено ни личинок, ни куколок. Таким образом, если даже допустить, что вылет происходил, то он был очень незначительным.

Смертность хирономид от иных причин, чем выедание хищниками, не велика (за время работ на открытом плёсе нами было найдено всего четыре трупа) и составляет десятые доли процента. За два с половиной месяца нашей работы в рыбхозе наблюдалась всего лишь одна генерация хирономид. На основании этого можно предполагать, что уплотненная посадка рыб в рыбхозе обусловила почти полное выедание личинок хирономид первого поколения, ввиду чего взрослые насекомые первой генерации вылететь в массовом количестве и воспроизвести вторую массовую генерацию не могли.

Многие исследователи водоемов дельты Волги констатировали раз-

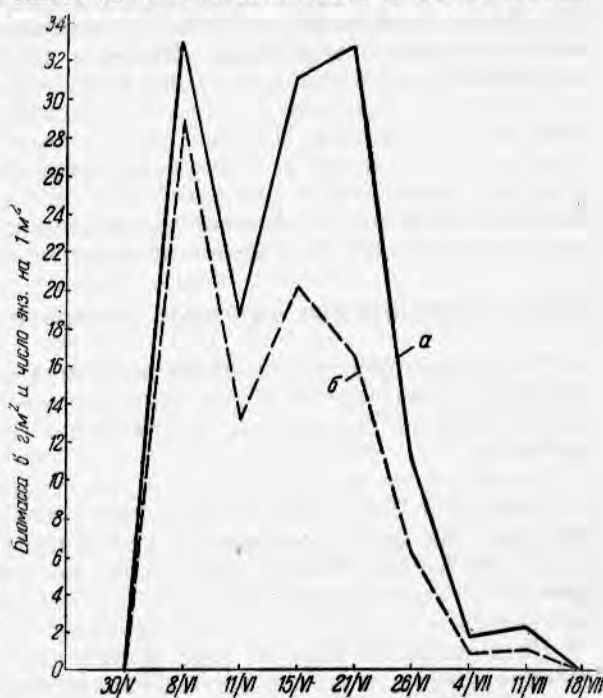


Рис. 1. Динамика биомассы и численности *Chironomus f. l. semireductus* в бентосе рыбхоза «Ямат» (1952 г.):
а—биомасса; б—численность.

личное число популяций хирономусов (1—5). На основании столь разноречивых данных можно придти только к одному выводу: искусственные условия жизни, создаваемые в рыбхозах человеком (плотность посадки мальков и производителей), могут привести к значительному сокращению числа генераций. Кроме того, на количество генераций хирономид существенное влияние оказывают также сроки залития и осушения рыбхозов, их расположение вблизи постоянных водоемов и метеорологические условия. Низкая температура и сильные ветры приводят к недостаточному заселению рыбхоза хирономидами из постоянных водоемов, что и произошло в рыбхозе «Ямат» в 1952 г. Поэтому в разные годы число генераций в одном и том же месте может значительно варьировать¹.

Подводя итоги оценки донного населения рыбхоза «Ямат», можно сказать, что уплотненная посадка рыб привела к значительному истощению кормовой базы и что в целом бентос водоема был исключительно беден и не мог обеспечить нормальный рост мальков. Именно поэтому мальки сазана в июле стали питаться водорослями, зоопланктоном и перифитоном, а производители и более крупная молодежь перешли к хищничеству.

БЕНТОС ВЫКОШЕННЫХ УЧАСТКОВ ЗАРОСЛЕЙ ЖЕСТКОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Вследствие бедности донного населения водоема «Ямат» изучение результатов произведенного выкашивания жесткой растительности, в частности влияния скашивания на развитие бентоса, имело особо важное значение.

Теоретически мы предполагали, что скашивание растительности должно повлечь за собой улучшение условий для развития кормовых организмов дна, так как в этом случае устраняется отрицательное действие зарослей на бентос. Однако наблюдения показали, что на участках со скошенной жесткой растительностью сколько-нибудь заметного увеличения зообентоса по сравнению с контрольными станциями в зарослях не было.

На двух скошенных участках рогоза никаких изменений в бентосе мы не обнаружили; и хотя в пробах попадались единичные животные, в основном они не являлись бентическими формами, а попадали на дно с плавающего на поверхности воды скошенного рогоза.

На опытном участке выкошенного тростника наблюдалось незначительное увеличение биомассы донного населения по сравнению с контрольным, но в основном увеличение происходило за счет организмов обрастаний разлагающейся растительности и моллюсков, которые не могли служить кормом для мальков.

Можно было бы предполагать, что отсутствие сколько-нибудь заметного влияния зеленых удобрений на развитие бентоса следует связать со слабым развитием азотобактера и клетчатковых бактерий в микрофлоре грунта скошенных участков. Однако дальнейшие исследования показали, что в условиях рыбхоза «Ямат» эти группы бактерий не могут служить источником питания для зообентоса, так как количество их после скашивания рогоза остается очень небольшим. Надо отметить, что общее число бактерий при скашивании рогоза увеличивается уже на третий—четвертый день весьма значительно.

В грунте открытого плёса рыбхоза «Ямат» также наблюдалось незначительное развитие азотобактера и клетчатковых бактерий, однако личинки хирономид там прекрасно развивались. А. Г. Родина [7] отмечает возможность питания личинок хирономид сапрофитными бактериями. На участках скошенного рогоза, по сообщению М. Алиповой, группа сапрофитных бактерий представлена в значительном количестве (11 млрд. в 1 г поверхностного слоя грунта).

¹ Мы не располагали достаточным количеством экземпляров по всем видам и поэтому не могли судить о числе генераций каждого вида хирономид.

Очевидно, в нашем случае пищевой фактор не является основной причиной отсутствия бентоса на участках скошенного рогаза. Более вероятно объяснить это тем, что здесь не произошло физико-химического изменения грунта с образованием ила, богатого питательными веществами, а также отсутствием лёта бентосных форм хирономид и быстрым выеданием мальками тех немногочисленных организмов, которые попадали на грунт извне или начинали там свое развитие.

Можно сделать вывод, что количество бентосных форм, являющихся кормом малькам, в грунте рыбхоза «Ямат» весьма незначительно и не увеличивается при скашивании жесткой растительности без проведения специальных мероприятий по подготовке ложа водоема и обеспечения фонда животных для его заселения.

ПЕРИФИТОН

Зообентос рыбхоза «Ямат» настолько беден, что не может служить кормовой базой для мальков и производителей, и они вынуждены питаться планктонными водорослями, зоопланктоном или переходить на хищничество. Вместе с тем в просмотренных кишечниках мальков были обнаружены остатки личинок хирономид. Особенно большое их количество мы наблюдали у мальков, выловленных на участках со скошенной растительностью. В основном среди личинок хирономид встречались *Endochironomus*, *Cricotopus*, *Gliptotendipes*, т. е. типичные формы обростаний макрофитов. Это заставило нас искать источник питания мальков в фауне перифитона.

Наблюдения за фауной обростаний макрофитов полостей дельты показали, что заросли высшей водной растительности изобилуют кормовыми организмами. Напротив, заросли жесткой растительности вряд ли могут служить хорошим источником питания рыб, так как население обростаний этой растительности очень бедное. На скудное развитие перифитона на зарослях рогаза указывает Т. Н. Баклановская [1]. По ее данным, биомасса личинок хирономид, развивающихся на стеблях рогаза, не превышает 1 кг/га, а часто составляет и еще меньшую величину.

По вопросу о причинах слабого заселения зарослей рогаза и тростника большой интерес представляют замечания Горбунова [2]. Он указывает, что площадь подводной поверхности стеблей рогаза и тростника очень невелика и составляет всего 2,6 м² на 1 м² зарослей (при максимальной глубине залития и густоте зарослей рогаза — 44 стебля на 1 м²), тогда как мягкая растительность (канареечник) имеет подводную поверхность стеблей и листьев, равную 19 м² на 1 м² зарослей. Именно малая площадь подводной поверхности и гладкие стебли создают очень неблагоприятные условия для откладывания яиц хирономидами и для развития фауны обростаний.

Кроме этих двух причин, надо отметить еще и влияние освещения на развитие перифитона. Так, Н. С. Дуплаков [4] доказал зависимость распределения личинок хирономид от степени освещенности экспонируемых стекол, на которых развивался перифитон. Результаты его исследований приведены в табл. 3.

В высоких зарослях жесткой растительности освещение очень незначительное. Это и приводит к малому заселению стеблей рогаза и тростника перифитонными организмами. К тому же в литературе есть указания [5],

Таблица 3
Численное распределение личинок хирономид в зависимости от освещения в экз.

Дни наблюдений	Степень освещения	
	нормальное	затененное
8-ой	10	—
12-ый	10	5
25-ый	643	86

что стебли рогоза и тростника могут выделять ядовитые вещества, которые тормозят развитие на них большинства организмов.

Ввиду того, что рыбхоз «Ямат» чрезвычайно сильно зарос жесткой растительностью, в основном рогозом (густота зарастания в среднем 35 стеблей на 1 м²), такой источник питания рыб, как животные обрастаний, был ограничен. Возникает вопрос, откуда же в желудках мальков встречались хирономиды обрастаний и почему значительное количество их было у тех мальков, которые были выловлены на участках скошенной растительности. Так, у молоди леща хирономиды составили 81% от общего веса содержимого кишечника. Очевидно, что ответ на эти вопросы может быть получен в результате наблюдений за развитием перифитона на скошенной растительности. В зарослях рогоза в июле были встречены следующие организмы:

Oligochaeta

Сем. Tubificidae

Сем. Lumbriculidae

Hirudinea

Herpobdella orticulata Blein.

Helobdella stagnalis Blanch.

Glossiphonia complanata Joh.

Piscicola geometra Blein.

Личинки хирономид

Сем. Chironomidae

Chironomus f.l. plumosus L.

Chironomus f.l. semireductus Lenz.

Endochironomus gr. dispar. Meig.

Endochironomus gr. signaticornis Kieff.

Endochironomus gr. tendens F.

Glyptotendipes gr. gripekoveni Kieff.

Glyptotendipes polytomus Kieff.

Limnochironomus gr. nervosus Staeg.

Cricotopus gr. silvestris F.

Polypedilum gr. convictum Walk.

Tanytarsus gr. lauterborni Kieff.

Личинки прочих насекомых

Ischnura Charp.

Enallagma Sel.

Chaoborus Licht.

Donacia Tbr.

Acentropus niveus Oliv.

Взрослые насекомые

Naucoris cimicoides F.

Notonecta glauca L.

Amalus sp.

Spercheus emarginatus Kug.

Моллюски

Limnea stagnalis L.

Limnea palustris L.

Planorbis albus Müll.

Planorbis corneus Müll.

Planorbis planorbis Müll.

Succinea elegans Risso.

В результате выкашивания рогоза и собирания его в кучи создаются благоприятные условия для развития перифитонных организмов. Фауна обрастаний скошенной растительности значительно богаче количественно и разнообразнее качественно. На плавающей куче обнаружено очень большое количество моллюсков; *Limnea stagnalis*, *Limnea palus-*

trls, *Planorbis albus*, *Planorbis corneus*, *Planorbis planorbis*, *Succinea elegans*; биомасса их достигает 70 г/см^2 . Плотность населения *Limnea stagnalis* составляет в среднем 4 экз. на 1 м^2 .

Довольно многочисленны на плавающей куче личинки стрекоз (*Ischnura*), плавты (*Naucoris*), гладыши (*Notonecta*), личинки двукрылых (*Stratiomyia* sp., *Erystalis* sp.). Личинки последнего рода внедряются в разлагающуюся растительную ткань, число их сильно увеличивается по мере усиления процесса гниения растительности. Реже встречаются личинки *Donacia*. Довольно значительно число пиявок, постоянно попадающихся в пробах; среди них преобладает *Herpobdella oculata*. Значительно реже встречаются *Piscicola geometra*, *Herpobdella stagnalis* и *Glossiphonia complanata*.

Очень редко встречаются олигохеты. Следует указать на весьма значительное число жуков-долгоносиков (*Amalus leucogaster*) и водяных жуков (*Spercheus emarginatus*). На обрастаниях скошенной и разлагающейся растительности по биомассе преобладают моллюски, по численности — личинки хирономид. Бактерии, сильно развивающиеся на скошенной растительности при ее гниении, являются прекрасным кормом для личинок хирономид, благодаря чему создаются хорошие условия для усиленного роста этих организмов. Высокая температура воды обеспечивает сильное сокращение жизненных циклов развития личинок хирономид в обрастаниях рога. На возможность прохождения личинками своего жизненного цикла в более короткие сроки при высокой температуре указывала еще М. Л. Грандильевская-Дексбах [3].

Таким образом, хорошие условия питания и короткие жизненные циклы, растянутость лета хирономид, прекрасное освещение, большая поверхность плавающей кучи, являющаяся удобным субстратом для откладки яиц, и увеличивающаяся со временем рыхлость покрывающихся слизью стеблей обеспечивают бурное развитие личинок хирономид в обрастаниях скошенного рога. На рис. 2 хорошо видно огромное различие в количественном развитии личинок хирономид на растущем и скошенном роге. Максимальное количество личинок хирономид в обрастаниях с учетом как эпифитных форм, так и внедряющихся в стебли разлагающейся растительности более чем в десять раз превышало максимальную численность хирономид на живом роге. Биомасса личинок хирономид на скошенном роге достигала 2990 мг/м^2 .

Если мы вспомним, что на участках скошенной растительности концентрируются стайки мальков, а благоприятные кислородные условия позволяют рыбе подплывать под кучу и выедать ее население, станет ясно, что действительное кормовое значение личинок хирономид в обрастаниях скошенного рога еще больше, чем его характеризуют данные количественного учета.

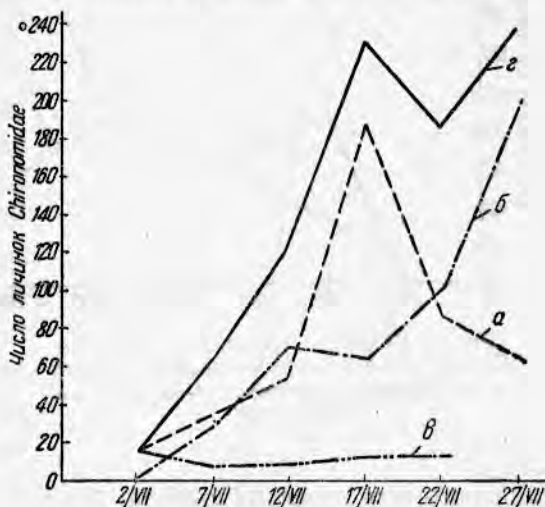


Рис. 2. Динамика численности личинок Chironomidae на скошенном и нескошенном роге:

а—перифитные организмы на скошенном роге;
б—внедряющиеся организмы на скошенном роге;
в—общее количество личинок на нескошенном роге;
г—общее количество личинок на скошенном роге.

Количество личинок хирономид увеличивается с усилением процесса разложения растительности. Уже на пятый день после скашивания рогоза количество личинок возрастает. Появляются минирующие, или, вернее, внедряющиеся формы, так как среди них нет специфических

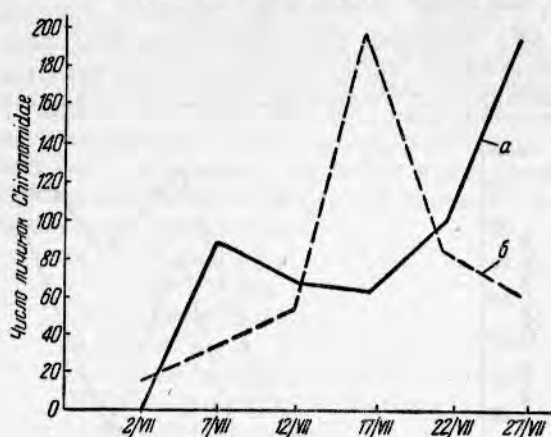


Рис. 3. Колебание численности личинок *Chironomidae* на неперевернутом снопике: а — внедряющиеся организмы; б — перифитонные организмы.

минеров, а внутри стеблей встречаются те же виды, что и на поверхности. Появление этих форм связано с размягчением стеблей, благодаря чему личинки хирономид могут проникать внутрь разлагающихся растений.

Количество внедряющихся форм увеличивается по мере сгнивания скошенных растений, тогда как перифитонные личинки хирономид, достигнув максимального развития через 2 недели после скашивания рогоза, ко времени погружения плавающей кучи на дно значительно уменьшаются и по числу и по весу (рис. 3 и 4). Это можно объяснить тем, что формы, обитающие

на поверхности гниющих стеблей, больше выедаются мальками, взрослой рыбой и хищными беспозвоночными.

Таким образом, количество доступных рыбам личинок хирономид, обитающих на поверхности стеблей разлагающегося рогоза, значительно уменьшается только через месяц. Поэтому для поддержания постоянной обильной кормовой фауны обрастаний в рыбхозах дельты необходимо постоянно выкашивать отдельные участки зарослей.

Опыт с переворачиванием плавающей кучи скошенного рогоза, т. е. с погружением в воду подсохших на солнце частей растений, не дал ожидаемого результата. Благодаря ворошению было достигнуто интенсивное гниение кучи, вызвавшее новую вспышку развития зоопланктона, однако численность личинок хирономид значительно сократилась (рис. 5). Из рисунка видно, что процесс развития личинок хирономид на ворошеном снопике протекает так же, как и на неперевернутом, т. е. максимальное число перифитонных организмов приходится на 17 июля, но на перевернутом рогозе количество хирономид почти вдвое меньше. Такое уменьшение числа хирономид объясняется механическим смывом их при ворошении. Можно предположить, что смытых личинок

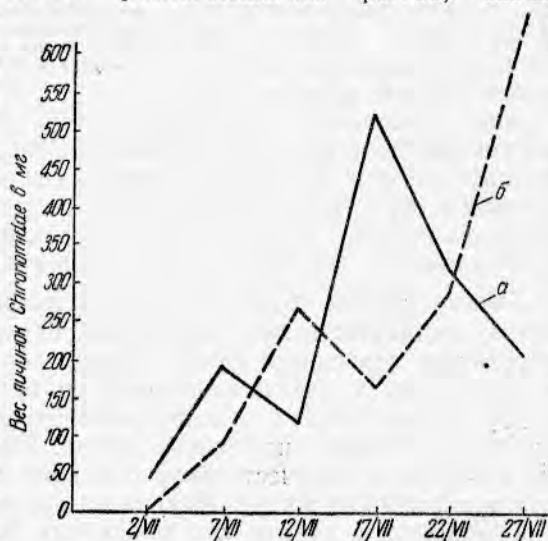
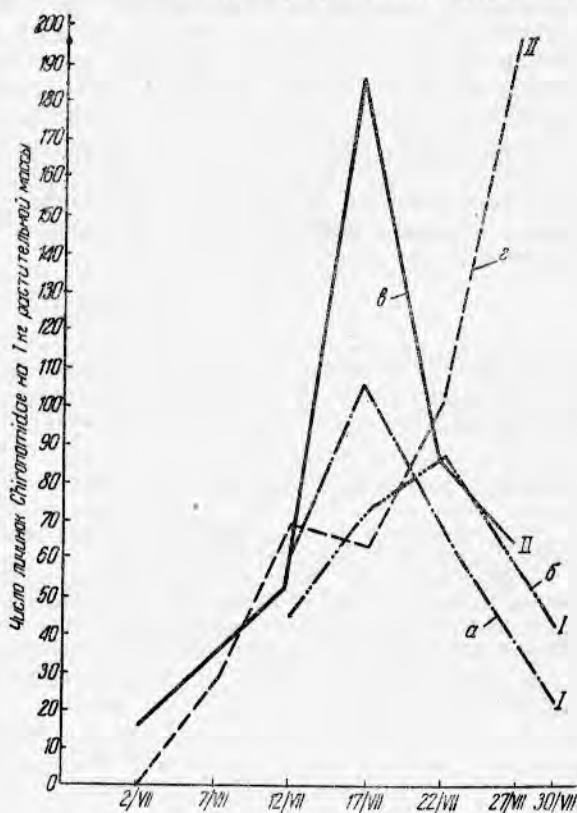


Рис. 4. Динамика биомассы личинок *Chironomidae* на неворошеном снопике: а — перифитонные организмы; б — внедряющиеся организмы.

хиროномид, опускающихся на дно, съедают тотчас же мальки, скапливающиеся в зоне залегания кучи.

Количество внедряющихся форм на перевернутом рогозе постепенно увеличивается по мере разложения рогоза; максимальная численность их наблюдается в то время, когда количество перифитонных форм начинает значительно снижаться. Затем уменьшается количество хиროномид внутри перегнивающих стеблей в перевернутом снопике, в противоположность возрастанию числа внедряющихся личинок в неперевернутом. Это объясняется, видимо, более ранним погружением на дно перевернутых снопиков и перевернутой кромки кучи, что создает, очевидно, иные условия, для существования личинок.

Из сказанного можно заключить, что при разложении скошенной растительности количество организмов в обрастании сильно возрастает; эти организмы являются прекрасным кормом для мальков в течение почти целого месяца, до времени погружения плавающей кучи на дно.



ВЫВОДЫ

Рис. 5. Динамика численности личинок Chironomidae.

1. Рыбхоз «Ямат», в котором выращивалась молодь сазана и леща, имеет очень твердый грунт, площадь рыбхоза примерно на 90% заросла жесткой растительностью (главным образом рогозом, меньше тростником). Бентос рыбхоза в зарослях рогоза и тростника очень беден и не может служить существенным источником пищи для мальков.

2. Бентос незаросших участков рыбхоза «Ямат» разнообразнее и обильнее, чем бентос в зарослях жесткой растительности. Здесь в основном развиваются личинки хиროномид, играющие ведущую роль в питании мальков. Поэтому на открытых плёсах поля концентрируются мальки и производители, почти полностью выедающие к июлю население дна этих участков.

3. Выкашивание жесткой растительности в июне—июле не оказало сколько-нибудь заметного влияния на развитие донной фауны.

4. Фауна обрастаний зарослей рогоза, занимающих до 80% площади рыбхоза, не может обеспечить кормом выращиваемую молодь сазана и леща вследствие крайней малочисленности и недоступности рыбам, которые не держатся в густых зарослях, вдалеке от открытой воды.

5. Разлагающаяся скошенная растительность способствует значительно развитию животных обрастаний.

Перифитонные организмы, развивающиеся при разложении скошенного рогоза, являются прекрасной кормовой базой для мальков в течение почти целого месяца до погружения плавающих куч на дно.

Водоемы дельты Волги, сильно зарастающие жесткой растительностью, бедны кормовыми организмами грунта и обрастаний, и поэтому необходимо проводить мероприятия по увеличению кормовой базы нерестово-выростных хозяйств дельты. Для этой цели метод Г. С. Карзинкина по использованию жесткой растительности для удобрения водоемов является весьма эффективным. Применение скошенной жесткой растительности в качестве зеленых удобрений обеспечивает значительное увеличение количества личинок хирономид в обрастаниях гниющих растений, что в сочетании с установленным М. А. Кастальской увеличением зоопланктона позволяет производить уплотненную посадку молоди сазана и леща в рыбхозах (продуктивность водоемов при этом увеличивается в полтора-два раза).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон рыбхозов «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
 2. Горбунов К. В., Динамика обрастаний в полоях нижней зоны дельты Волги и их роль в питании молоди рыб, «Труды Астраханского госзаповедника» 1951.
 3. Грандильевская-Дексбах М. Л., Материалы к биологии Chironomidae различных водоемов, К вопросу о колебаниях количества и биомассы личинок, «Труды Лимнологической станции в Косино», т. XIX, 1935.
 4. Дуплаков Н. С., Материалы к изучению перифитона, «Труды Лимнологической станции в Косино», т. XVI, 1933.
 5. Ивлев В. С., Влияние тростниковых зарослей на биологию и химический режим водоемов, «Труды Всесоюзного гидробиологического общества», т. II, 1950.
 6. Идельсон М. С., Зообентос пойменных водоемов дельты Волги и его значение в питании рыб, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
 7. Родина А. Г., Роль бактерий в питании личинок тенгипедид, ДАН СССР т. XVII, № 6, 1949.
-

ПИТАНИЕ И РОСТ МОЛОДИ ЛЕЩА В НЕРЕСТОВО- ВЫРАСТНОМ ХОЗЯЙСТВЕ «ЯМАТ» В СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ

О. И. ТАРКОВСКАЯ

ВВЕДЕНИЕ

ВНИРО (лаборатория физиологии рыб) совместно с Институтом микробиологии АН СССР проводило в дельте Волги, в рыбхозе «Ямат», в 1952 и 1953 гг. работы по улучшению кормовой базы для выращиваемой молоди путем применения жесткой водной растительности в качестве зеленого удобрения, а следовательно, по повышению рыбопродуктивности рыбхоза.

Опыты 1952 г. не дали благоприятных результатов, так как зеленое удобрение применялось в очень ограниченном масштабе: площадь, на которой была скошена растительность, составляла всего 2—3% от общей площади рыбхоза (650 га). Использование незначительного количества жесткой растительности в качестве зеленого удобрения не могло оказать существенного влияния на развитие пищевых организмов и создание благоприятных условий питания молоди. В 1953 г. покос был начат значительно раньше и проведен в соответствии с планом. Более широкое применение зеленых удобрений обусловило интенсивное питание и рост молоди леща на всей территории рыбхоза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сроки нереста леща в 1952 и 1953 гг. были различны. Вследствие позднего паводка в 1952 г. посадка производителей на нерест проводилась с 11 по 15 мая при наличии воды только в магистральном канале. Массовый нерест леща проходил 17 мая. В 1953 г. зарыбление было начато 26 апреля и закончено 5 мая. Первый нерест леща наблюдался 1—2 мая, т. е. на 15—16 дней раньше, чем в 1952 г.

В 1952 г. регулярные наблюдения за ростом и питанием молоди леща были начаты с первых дней ее активного питания, в 1953 г. — несколько позже и сначала носили эпизодический характер.

Пробы для анализа роста молоди, а также для определения изменений в химическом составе ее тела и величины пищевых рационов брали всегда у юго-восточного берега рыбхоза. Кроме того, на нескольких станциях в различных участках рыбхоза собирали материал для выяснения характера питания молоди. Путем химического анализа через определенные промежутки времени определяли величину прироста азота тела молоди. Применяя метод балансовых опытов по азотистому обмену, мы устанавливали количество выделенного азота (с экскрементами и продуктами обмена). Знание этих величин позволило нам установить азотистый рацион молоди в этот период и использование азота корма на рост.

Основываясь на установленных величинах азотистого рациона молоди леща, мы можем подойти к определению количества потребляе-

мой ею пищи. Однако для этого необходимо знать не только видовой состав пищи, но и удельный вес каждого вида в пищевом рационе молоди. Поэтому при всех наблюдениях мы просматривали содержимое кишечника у 5—10 мальков (во всех пробах). При этом подсчитывали количество всех животных и растительных организмов. Зная средний сырой вес, содержание азота в кормовых организмах каждой группы, а также количество азота, потребленного с каждой из этих групп, мы можем установить вес съеденной пищи.

ПИТАНИЕ МОЛОДИ ЛЕЩА НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ РЫБХОЗА

Питание молоди рыб тесно связано с развитием кормовых организмов в данном водоеме. Характер питания молоди на удобренных и неудобренных участках, а также в различные сроки после выкашивания жесткой растительности наглядно показывает, какое влияние оказывает зеленое удобрение на кормовую базу рыбхоза.

В 1952 г. пробы были взяты на пяти станциях 25 июня, в 1953 г. — на семи станциях с 20 мая по 3 июля. Результаты анализа содержимого кишечника молоди, взятой на этих станциях, приведены в табл. 1 и 2.

Т а б л и ц а 1

Весовой состав пищи молоди леща с различных участков рыбхоза (1952 г.)

Станции и место взятия пробы	Средний вес малька в мг	Вес потребленных организмов в %					Общий индекс наполнения
		водоросли	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Chironomidae	
Первая станция, у кромки скошенного рогаза	107	3,2	0,7	5,9	8,6	81,5	165,1
Вторая станция, среди рогаза	93	6,6	3,6	3,2	30,4	56,2	110,2
Третья станция, у скошенного тростника	116	13,7	21,5	10,1	38,0	16,7	74,3
Четвертая станция, биоценоз лилий	142	7,3	2,2	3,5	74,7	12,3	248,0
Пятая станция, побережье (место взятия проб на азотистый обмен)	127	12,0	11,3	3,8	18,7	54,2	104,5
Прибрежье (от 10 июля) . .	127	43,4	5,7	1,9	49,0	—	16,7

Характер питания молоди на различных участках рыбхоза оказался неоднородным.

На станции первой, у кромки скошенного рогаза, в питании молоди по численности преобладал *Cyclops* (в среднем 39 экземпляров на кишечник). Из *Cladocera* чаще всего встречалась *Alona*; из хирономид основную роль в питании играл *Cricotopus*. Вследствие значительно большего веса по сравнению с остальными компонентами хирономиды составляли основную массу пищевого комка, но количество их было невелико (в среднем 2 личинки на кишечник). Основную массу водорослей составляли *Protococcacea*, *Euglena*, *Phacus* и *Eudorina*.

На станции второй, среди зарослей рогаза, характер питания молоди был несколько иным. Значение *Copepoda* в питании уменьшилось, а *Cladocera* возросло, причем основную массу последних также составила *Alona*. Хирономид было значительно меньше, в основном встречались *Psectrocladius*.

Таблица 2

Весовой состав пищи молоди леща с различных участков рыбхоза (1953 г.)

Дата	Место взятия пробы	Средний вес малька в мг	Вес потребленных организмов в %								Общий индекс наполнения
			во- росли	Rotato- ria	Cope- poda	Clado- cera	Chir- nomi- dae	Hemip- tera	Dytis- cidae	качки насе- комых	
20/V	Место прошлогоднего покоса рогоза	3,6	3,2	1,5	9,0	65,2	—	—	—	21,2	34,1
20/V	У кромки прошлогоднего покоса	3,7	0,6	—	—	99,4	—	—	—	—	27,1
20/V	Мягкая растительность близ места прошлогоднего покоса	10,5	—	0,4	16,0	57,7	25,9	—	—	—	66,1
12/VI	У кромки скошенной растительности	113,4	0,2	0,1	0,4	60,2	8,6	17,8	12,7	—	695,0
12/VI	У кромки покоса близ Старого ерика	66,0	2,1	0,5	3,1	37,1	31,4	25,8	—	—	118,5
12/VI	У первого покоса	76,2	1,1	—	0,7	84,7	1,9	11,6	—	—	905,7
16/VI	Открытый плёс после покоса к северо-востоку от рейки	209,5	0,2	0,1	1,4	30,5	41,7	22,8	3,3	—	25,1
16/VI	У кромки скошенного рогоза	258,0	0,4	0,3	0,6	32,7	40,8	25,2	—	—	154,0
16/VI	Скошенный участок вдоль пятого коллектора	226,7	0,2	—	0,1	91,1	3,9	4,7	—	—	943,8
16/VI	Скошенный участок вдоль восьмого коллектора	246,8	2,0	—	0,1	86,0	9,3	2,6	—	—	1253,7
16/VI	Свободный от растительности участок среди густых зарослей рогоза	158,9	0,8	0,4	1,8	24,1	27,9	41,5	3,5	—	181,9
16/VI	Прибрежье	219,8	15,2	0,3	0,4	31,8	40,8	11,4	—	—	79,5
4/VII	Конец четвертого коллектора у Старого ерика	240,3	12,0	0,5	2,2	54,1	31,2	—	—	—	221,7
3/VII	На свободном плёсе первого покоса	272,0	10,6	0,4	1,4	27,8	23,9	33,7	2,1	—	174,4
3/VII	У кромки скошенного рогоза	420,3	0,5	0,1	0,7	55,1	22,9	12,9	7,8	—	183,6

На станции третьей, у скошенного тростника, количество Cladocera, найденных в кишечниках молоди, и их видовой состав были такими же, как на предыдущей станции. В несколько большем количестве встречались Copepoda; возрастает и число коловраток (до 400 на кишечник); в основном это те же формы, что и на всех остальных станциях, — Keratella и Monostyla.

На станции четвертой, в зарослях лилий, для питания молоди большое значение имели Cyclops и Cladocera. В кишечнике малька в среднем находилось 55 экземпляров Alona и около десяти других Chydoridae. Основную массу водорослей составляли Eudorina и Anabaena. Значительную роль в питании играли хирономиды (Cricotopus, Orthocladus).

На станции пятой, побережье (место взятия проб на азотистый обмен), *Cladocera* в кишечниках молоди было в десять раз меньше, чем на предыдущей станции. Из водорослей в пище преобладала *Анабаена*. В кишечниках молоди, взятой на этой станции 10 июля, мы нашли очень незначительное количество пищи, индекс наполнения здесь в это время был самый низкий (16,7), что указывает на ухудшение условий питания и голодание молоди.

Индексы наполнения кишечника, вычисленные по реконструированному весам организмов, наглядно показывают, что лучшие условия питания молоди наблюдались в зарослях лилий, где наибольшего развития достигала *Cladocera*. Индекс наполнения кишечника здесь был самым высоким — 248. Благоприятные условия питания молодь находила также на станциях второй и пятой, где индексы наполнения были достаточно высокими — 110,2 и 104,5 (очень близки к данным Т. К. Небольсиной для авандельты Волги [2]).

Влияние зеленого удобрения проявляется лишь в отношении развития биомассы хирономид обрастаний (станция первая). Наблюдения показали, что молодь держится в непосредственной близости от куч скошенного рогоза, снимая с них мелких хирономид.

Значительно нагляднее влияние зеленых удобрений на развитие кормовой базы молоди иллюстрируют данные 1953 г. (табл. 2).

В этом году первая проба была взята 20 мая, до скашивания жесткой растительности. Наполнение кишечника у молоди было очень слабым; встречались также мальки с совершенно пустыми кишечниками. Пробы, взятые 12 июня в различных местах после покоса, резко отличались по количеству найденной в кишечниках мальков пищи. Очень высокие индексы наполнения были отмечены у молоди, взятой у кромки скошенной растительности и особенно на месте первого покоса. Основную массу пищевого комка молоди составляли *Cladocera*, причем на первой станции ведущей формой были *Алопа*, в большом количестве встречались также *Асроперус* и *Ceriodaphnia*.

На месте первого покоса в пище молоди преобладал *Асроперус* (в среднем до 50 шт. на кишечник); в меньшем количестве встречалась *Алопа*. Из водорослей больше всего было *Fragillaria*.

В кишечниках молоди, взятой у кромки покоса близ Старого ерика, из обнаруженного небольшого количества *Cladocera* преобладала *Алопа*. Бедность кормовой базы на этой станции объясняется тем, что покос здесь был закончен 10 июня, т. е. перед самым взятием пробы. Чтобы скошенная растительность оказала благоприятное действие на развитие кормовой базы, требуется определенный срок, что ясно видно на примере двух других станций, где покос производился 22 мая. Здесь к моменту взятия проб молодь имела уже благоприятные условия питания. Пробы, взятые 16 июня, показывают высокие индексы наполнения в местах, где покос производился рано, и очень низкие в местах, где зеленое удобрение не применялось вовсе (свободный от растительности участок среди густых зарослей рогоза и побережье).

К северо-востоку от рейки покос закончен 3 июня (проба взята вдали от кучи). Количество пищи в кишечниках молоди было не велико, причем 41,6% ее составляли хирономиды, в основном *Cricotopus* и *Orthocladius*. Второе место в питании молоди занимали *Cladocera*, из которых преобладала *Алопа* и *Асроперус*.

Еще меньшее количество пищи обнаружено в кишечниках молоди, взятой у скошенного рогоза. Здесь также преобладали хирономиды — *Cricotopus*. Основную массу *Cladocera* составляли *Алопа* и *Ceriodaphnia*.

Скошенный участок вдоль пятого коллектора отличался богатым развитием *Cladocera*, которых в кишечниках молоди, взятой здесь, было в двенадцать раз больше, чем в кишечниках молоди с первой станции.

Наиболее массовыми формами были *Sida* и *Ceriodaphnia*. Количество хирономид здесь, наоборот, очень невелико (в основном *Cricotopus* и *Tanytarsus*).

Еще большее количество *Cladocera* найдено в кишечниках молоди, взятой на рано скошенном участке вдоль восьмого коллектора, где индекс наполнения был чрезвычайно высок (1253,7). В большом количестве здесь встречались *Diaphanosoma* и *Acroporus* (61 и 51 шт. на кишечник), а *Sida* и *Ceriodaphnia* — основные формы предыдущей станции — встречались лишь единичными экземплярами. Хирономид здесь также имелось больше, чем на всех предыдущих станциях (наиболее часто встречался *Cricotopus*).

Количество пищи в кишечниках молоди, взятой на свободном от растительности участке среди густых зарослей рогаза, не велико; индекс наполнения составляет 181,9. Например, *Cladocera* здесь было в 38 раз меньше, чем у молоди предыдущей станции.

Еще более бедна кормовая база побережья. Общий вес пищевых организмов, найденных в кишечниках просмотренной нами молоди, составлял в среднем 1,7 мг, тогда как у молоди, взятой на скошенном участке вдоль восьмого коллектора, он был равен 30,9 мг. Эта разница наглядно показывает, какое влияние оказывают зеленые удобрения на кормность водоема, увеличивающуюся главным образом за счет *Cladocera*, которые играют очень большую роль в питании молоди леща. Повышается также значение личинок *Chironomidae*.

РОСТ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕЛА МОЛОДИ ЛЕЩА

Сравнивать рост молоди за близкие даты 1952 и 1953 гг. не представляется возможным, так как возраст мальков будет различным вследствие разного начала нереста в эти годы. Поэтому мы ориентируемся на возраст молоди в днях, считая с момента перехода ее на активное питание. Данные, характеризующие рост молоди в рыбхозе в 1952 и 1953 гг., приводятся в табл. 3 и 4.

В 1952 г. рост молоди был наиболее интенсивным в первый период наблюдения, когда среднесуточный весовой прирост составлял 87,3%, а линейный — 9,6%; в дальнейшем эти величины систематически уменьшаются. Мы располагаем данными по росту молоди за 1953 г. лишь с 24—26-го дня ее активного питания, когда она достигла 19,79 мм длины и 104,3 мг веса. В 1952 г. молодь такого же возраста имела не-

Таблица 3

Весовой рост молоди леща в рыбхозе „Ямат“

1952 г.					1953 г.				
Дата наблюдения	Возраст в сутках с момента перехода на активное питание	Средний вес малька в мг	Среднесуточный прирост		Дата наблюдения	Возраст в сутках с момента перехода на активное питание	Средний вес малька в мг	Среднесуточный прирост	
			в мг	в %				в мг	в %
28/V	1—2	2,85	2,49	87,37					
2/VI	6—7	15,30							
7/VI	11—12	32,50							
19/VI	23—24	89,70	4,77	14,67	7/VI	24—26	104,3	10,3	9,87
			6,72	7,49	20/VI	37—39	238,3		
3/VII	37—38	183,80			29/VI	46—48	320,4	9,12	3,82

Линейный рост молоди леща в рыбхозе «Ямат»

1952 г.					1953 г.				
Дата наблюдения	Возраст в сутках с момента перехода на активное питание	Средняя длина малька в мм	Среднесуточный прирост		Дата наблюдения	Возраст в сутках с момента перехода на активное питание	Средняя длина малька в мм	Среднесуточный прирост	
			в мм	в %				в мм	в %
28/V	1—2	8,20							
2/VI	6—7	12,14	0,788	9,61					
7/VI	11—12	14,72	0,516	4,25					
19/VI	23—24	19,34	0,385	2,61	7/VI	24—26	19,79		
3/VII	37—38	23,40	0,290	1,50	20/VI	37—39	24,90	0,393	1,98
10/VII	44—45	24,20	0,114	0,48	29/VI	46—48	27,00	0,230	0,92
19/VII	53—54	25,80	0,177	0,73					

сколько меньшие размеры и вес — 19,3 мм и 89,7 мг. Более значительное отставание в росте наблюдалось в следующие две недели. Среднесуточный весовой прирост молоди за это время составлял в 1952 г. 7,49%, а в 1953 г. — 9,87%.

Это объясняется различным характером питания молоди. В 1952 г. 89,5% пищевого рациона составляли водоросли и лишь 10,5% — животные организмы. Естественно, что такой состав пищи не мог обеспечить интенсивный рост молоди. Лучший рост ее в 1953 г. явился результатом более благоприятных условий питания; на долю растительности приходилось только 19,2%, а животный корм составлял 80,8% пищевого рациона.

По данным В. А. Кононова [1], хороший рост молоди леща в рыбхозе «Азово-Долгий» наблюдался в июне, когда основную роль в ее питании играли личинки хирономид. Средний вес 25—35-дневной молоди составил 400 мг; средний же вес молоди (приблизительно того же возраста) из рыбхоза «Ямат» в 1952 г. был равен 183,8 мг и в 1953 г. — 238,3 мг.

В табл. 5 показаны изменения химического состава тела молоди. Мы видим, что содержание сухого вещества в теле молоди в 1952 г. было несколько больше, в основном вследствие более высокого содержания сырого протеина. Содержание жира у молоди было больше в 1953 г. (в первый и последний сроки наблюдения).

Установив содержание азота в теле молоди, мы можем определить и величину его прироста за определенные промежутки времени (табл. 6).

Наибольший относительный прирост азота наблюдался в первые дни активного питания, т. е. в период интенсивного роста молоди, совпадавший с наиболее благоприятными кормовыми условиями в водоеме. Ухудшение этих условий в дальнейшем обуславливает значительное уменьшение прироста азота, а следовательно, и замедление роста молоди.

Из приведенных данных видно, что в 1953 г. у молоди 23—26-дневного возраста с начала активного питания прирост азота был выше (11,47%), тогда как в 1952 г. он был равен 8,8%.

В 1953 г. увеличилось выделение азота мальками, что связано, очевидно, с высокой температурой воды, доходящей в дневные часы до 30°.

Таблица 5

Химический состав тела молоди леща

1 9 5 2 г.									1 9 5 3 г.								
Дата наблюдений	Сырой вес малька в мг	Содержание сухого вещества в %	Сухой вес малька в мг	Содержание в сухом веществе в %					Дата наблюдений	Сырой вес малька в мг	Содержание сухого вещества в %	Сухой вес малька в мг	Содержание в сухом веществе в %				
				азота	сырого протеина	жира	зола	углеводов					азота	сырого протеина	жира	зола	углеводов
28/V	2,85	14,11	0,40	11,87	74,19	0,56	—	—									
2/VI	15,30	16,03	2,45	11,99	74,93	8,28	12,66	4,13									
7/VI	32,50	16,50	5,36	11,81	73,81	5,74	15,11	5,34									
19/VI	89,70	16,77	15,04	12,09	75,56	4,04	15,12	5,29	7/VI	104,30	15,86	16,54	11,08	69,25	11,43	16,08	3,24
3/VII	183,80	18,04	33,16	12,24	76,50	5,56	17,18	0,76	20/VI	238,30	16,43	39,15	12,01	75,06	4,35	16,25	4,34
									29/VI	320,40	17,83	57,13	10,50	65,62	11,94	20,30	2,44

Таблица 6

Элементы азотистого баланса

1 9 5 2 г.						1 9 5 3 г.					
Дата наблюдений	Количество азота в теле малька в мг	Среднесуточный прирост азота		Выделено азота одним мальком за сутки в мг	Средняя температура воды	Дата наблюдений	Количество азота в теле малька в мг	Среднесуточный прирост азота		Выделено азота одним мальком за сутки в мг	Средняя температура воды
		в мг	в % от азота тела					в мг	в % от азота тела		
28/V	0,047			0,024	21,8						
2/VI	0,294	0,049	104,0	0,032	21,8						
7/VI	0,633	0,068	23,08	0,068	21,5						
19/VI	1,818	0,099	15,59	0,237	23,3	7/VI	1,83			0,391	23,0
3/VII	4,059	0,160	8,80	0,476	22,0	20/VI	4,70	0,22	11,47	0,848	28,0
						29/VI	6,00	0,144	3,06	0,871	24,6

На основании полученных данных о приросте и выделении азота мы можем рассчитать количество азота, потребляемого молодью с пищей (табл. 7).

Таблица 7

Баланс и продуктивное действие азота корма

Дата	Выделено азота за сутки одним мальком в мг	Среднесуточный прирост азота в мг	Баланс азота в мг	Выделено азота в % от потребленного	Продуктивное действие азота корма в %	Азотистый рацион в % от азота тела
1952 г.						
28/V—						
2/VI	0,028	0,049	0,074	36,31	63,69	45,45
2/VI—						
7/VI	0,050	0,068	0,118	42,34	57,66	25,37
7/VI—						
19/VI	0,152	0,099	0,251	60,66	39,34	20,47
19/VI—						
3/VII	0,356	0,160	0,516	69,01	30,99	17,57
1953 г.						
7/VI—20/VI	0,619	0,22	0,839	73,80	26,20	25,71
20/VI—29/VI	0,859	0,144	1,003	85,65	14,35	18,74

Относительно большее количество азота молодь получала с пищей в первый период наблюдения, когда основную часть ее рациона составлял зоопланктон. С возрастом относительная величина азотистого рациона закономерно уменьшается. Из сопоставления данных за 1952 и 1953 гг. видно, что уменьшение количества получаемого с пищей азота в 1952 г. было более значительным. Так, у молоди одного и того же возраста азотистый рацион в 1952 г. составлял 17,57% от азота тела, а в 1953 г.— 25,71%.

Наиболее высокое продуктивное действие белка наблюдалось в период с 28 мая по 2 июня. Вполне удовлетворительным оно осталось до 7 июня (57, 66%), т. е. в течение всего времени, когда в пище молоди преобладали животные корма.

Замена зоопланктона водорослями (87,36—89,5% рациона) приводит к снижению продуктивного действия белка до 39,3%, а затем до 30,99%. Эти данные показывают, что молодь, выращиваемая в рыбхозе, не имела благоприятных условий питания, так как количество белка, потребляемого с пищей, было недостаточным для обеспечения нормального роста мальков.

При более благоприятных условиях питания в 1953 г., когда в пищевом рационе молоди водоросли составляли вначале 15,5%, а затем 4,5%, продуктивное действие белка было также не велико—всего 26,2%, а затем снизилось до 14,35%, хотя в абсолютных величинах количество откладывающегося в теле азота было несколько выше, чем у молоди того же возраста в 1952 г.

Это до некоторой степени объясняется значительным содержанием в пищевых организмах хитина, особенно у клещей и в меньшем количестве у Cladocera. Хитин является неусвояемой частью. В основном же

это объясняется высокой температурой воды (до 30°), следствием угнетающего действия которой и является при высокой пищевой ценности кормов довольно низкое использование на рост потребленного с пищей белка.

В табл. 8 приводится весовой состав пищи молоди леща.

Таблица 8

Весовой состав пищи (в %) молоди леща

Дата	Водоросли	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Chironomidae	Hemiptera	Dytiscidae
1952 г.							
28/V—2/VI	32,78	9,91	29,84	27,46	—		
2—7/VI	33,34	6,53	4,06	56,06	—		
7—19/VI	87,36	1,76	0,52	10,35	—		
19/VI—3/VII	89,51	1,01	0,33	3,83	5,31		
1953 г.							
7/VI—20/VI	15,71	0,71	1,51	44,70	28,61	8,77	—
20/VI—29/VI	4,56	0,24	1,81	59,80	24,04	8,03	1,51

Принимаем следующее среднее содержание азота в пищевых организмах:

1. Водоросли 0,44
2. Rotatoria 0,80
3. Copepoda 1,12
4. Cladocera 0,80
5. Chironomidae 1,43
6. Hemiptera 1,63
7. Dytiscidae и личинки насекомых . 1,52

На основании имеющихся данных устанавливаем величину азота, потребленного при питании каждой из перечисленных кормовых групп, и, пользуясь известными величинами содержания азота в каждой из них, восстанавливаем количество съеденной молодью пищи (табл. 9).

Таблица 9

Среднесуточный рацион молоди леща в мг сырого вещества

Дата	Водоросли	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Chironomidae	Hemiptera	Dytiscidae	Всего
1952 г.								
28,V— 2/VI	3,268	0,989	2,973	2,736	—	—	—	9,966
2—7/VI	5,659	1,112	0,687	9,512	—	—	—	16,970
7—19/VI	45,000	0,900	0,268	5,337	—	—	—	51,505
19,VI—3/VII	90,227	1,025	0,330	3,862	5,356	—	—	100,800
1953 г.								
7/VI— 20/VI	13,023	0,587	1,268	37,487	23,986	7,350	—	83,701
20/VI—29/VI	4,523	0,225	1,777	58,925	23,678	7,914	1,483	98,525

Из табл. 9 видно, что в 1952 г. параллельно возрасту молодежи увеличивается количество потребляемой ею пищи. В 1953 г. эта закономерность в период наблюдений проявлялась очень слабо. Правда, в последнем случае вследствие уменьшения в пищевом рационе водорослей несколько возрастает удельный вес животных компонентов, но общая величина съеденной мальком пищи увеличивается незначительно, что, вероятно, связано с некоторым обеднением кормовой базы в это время.

Ввиду того, что абсолютные величины роста и потребления пищи не дают отчетливого представления об изменении их соотношения в течение периода наблюдения, мы их представим в виде табл. 10.

Таблица 10

Величина кормового коэффициента

Дата	Средне-суточный рацион в мг	Средний вес малька в мг	Потреблено корма в % от веса тела	Средне-суточный прирост в мг	Кормовой коэффициент
1952 г.					
28/V—2/VI	9,966	9,075	109,81	2,48	4,0
2/VI—7/VI	16,970	23,900	70,16	3,44	4,9
7/VI—19/VI	51,505	61,100	84,30	4,76	10,8
19/VI—3/VII	100,800	136,750	73,71	6,72	15,0
1953 г.					
7/VI—20/VI	83,701	172,3	48,58	10,30	8,12
20/VI—29/VI	98,525	279,3	35,27	9,12	10,80

Из табл. 10 видно, что самая высокая относительная величина потребления пищи была в первый период наблюдения. Хороший рост молодежи в это время был обусловлен не только достаточным количеством пищи, но и ее высокой пищевой ценностью. В дальнейшем величина потребления снижается незначительно, оставаясь довольно высокой в течение всего периода наблюдений. Но в это время в основном потреблялся фитопланктон, который имел значительно меньшую питательную ценность и не обеспечил нормального роста молодежи.

Необходимо отметить, что напряженное положение с кормовой базой в какой-то мере усиливалось уплотненной посадкой — количество выпущенной из рыбхоза молодежи превысило плановое задание в полтора раза и составило 151%.

Применение зеленых удобрений в широких масштабах, как намечалось планом, должно было создать благоприятные условия для развития кормовых организмов на значительной площади рыбхоза. Результатом улучшения условий питания явился бы хороший рост молодежи. Это подтверждается данными 1953 г., когда животные корма играли основную роль в питании молодежи и лишь в отдельных случаях количество фитопланктона в пищевом рационе возрастало до 15,5%. Благодаря этому даже меньшее потребление корма за время с 7 по 20 июня 1953 г. по сравнению с потреблением в период с 19 июня по 3 июля 1952 г. обеспечило лучший рост молодежи.

Величина кормового коэффициента изменяется параллельно с изменением видового состава пищи. Наименьшее его значение, равное 4, отмечено в начале наблюдения, когда основную часть корма составляли *Soropoda* и в несколько меньшем количестве *Cladocera*, характеризует эти

организмы, как корм высокой питательной ценности. Последующее увеличение удельного веса *Cladocera* в питании молоди приводит к незначительному повышению кормового коэффициента до 4,9. Замена животных кормов водорослями сопровождается увеличением кормового коэффициента сначала до 10,8, а в конце наблюдения — до 15.

Сравнить кормовые коэффициенты за период питания молоди животными кормами в 1952 и 1953 гг. не представляется возможным, так как коэффициент меняется не только в зависимости от состава пищи, но и от возраста молоди. В 1952 г. молодь в возрасте 10—12 дней от начала питания потребляла зоопланктон (*Cyclops*, *Bosmina*). За 1953 г. мы располагаем данными по питанию молоди в возрасте от 24 до 48 дней (в ее пище из *Cladocera* преобладали *Alona* и из *Chironomidae* — *Cricotopus*).

Если даже принимать во внимание, что с возрастом кормовой коэффициент увеличивается, хотя это в данном случае не имеет решающего значения, необходимо заметить, что в опытах 1953 г. он все же несколько высок. Это объясняется недостаточным использованием молодью азота корма на рост: 26,6% в первый период и 14,35% во второй период.

ВЫВОДЫ

1. В 1953 г. молодь леща в рыбхозе «Ямат» росла лучше, чем в 1952 г. Так, в 1952 г. средний вес молоди в возрасте 37—39 дней от начала активного питания составлял 183,8 мг, а в 1953 г. — 238,3 мг.

2. В 1952 г. молодь леща хорошо использовала белок корма на рост в период питания животными кормами (до 7 июня).

В 1953 г., несмотря на более благоприятные условия питания, продуктивное действие белка было не велико, что, очевидно, объясняется угнетающим действием высокой температуры воды (до 30°).

3. Интенсивное потребление корма молодью леща отмечалось в 1952 г. в течение всего периода наблюдений, но пищевая ценность корма была различна. Так, в начале наблюдения животные компоненты составляли 57,66% пищевого рациона, а в конце — лишь 10,5%. При менее интенсивном потреблении корма в 1953 г. наблюдался лучший рост молоди благодаря тому, что основную роль в питании играли животные корма (95,5—84,5% пищевого рациона).

4. Применение в 1953 г. зеленых удобрений в производственном масштабе дало благоприятные результаты. На это указывает обеспеченность молоди леща животными кормами, результатом чего явился лучший рост ее. План выпуска молоди, по данным Севкаспрыбвода, был выполнен на 139,8%.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кононов В. А., Опыт выращивания молоди леща в нерестово-выпастном хозяйстве дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
2. Небольсина Т. К., Материалы по питанию мальков карповых в Волжской авандельте, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XII, 1952.

ЭЛЕМЕНТЫ ГАЗОВОГО ОБМЕНА МОЛОДИ ЛЕЩА В НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Канд. биол. наук И. И. КУЗНЕЦОВА

ВВЕДЕНИЕ

Искусственное разведение полупроходных рыб (сазана, леща, судака) на Волге приобретает особенно большое народнохозяйственное значение после завершения гидростроительства на этой реке. Воспроизводство полупроходных рыб в значительной части будет обеспечиваться искусственным разведением.

Для создания искусственных нерестилищ, удовлетворяющих условиям икротетания, инкубации икры, развития эмбриона и роста молоди, потребуется знание ряда факторов, обуславливающих успешное выживание и рост молоди. Наряду с заботой о субстрате для икры, о пище для растущей молоди потребуется регулирование газового режима водоема, в первую очередь регулирование содержания в воде кислорода.

Влияние кислородного режима воды на рост, развитие и размножение рыб хорошо известно [15, 17, 21, 24 и др.]. Особенно тщательно изучено дыхание рыб в эмбриональный период [1, 4, 15, 17, 24], слабее — взрослых рыб и почти не исследовано дыхание рыб, находящихся в раннем постэмбриональном периоде, за исключением исследований Привольнева [17].

Необходимость изучения потребности молоди леща и сазана в кислороде возникла в процессе работы на нерестово-вырастных хозяйствах. Интенсификация этих хозяйств посредством удобрения приводит к увеличению продукции кормовых животных, но наряду с этим наблюдается резкое уменьшение кислорода в воде. Поэтому необходимо было определить границы содержания кислорода в воде, в пределах которых дыхание молоди леща и сазана, выращиваемой в нерестово-вырастных хозяйствах, не нарушается.

В статье обобщены результаты опытов по определению кислородного оптимума для леща на разных этапах его развития в нерестово-вырастных хозяйствах и во время миграции по реке в море. Первые опыты по изучению дыхания леща проводились нами в 1950 г. (в рыбхозе «Бирючок»). Они позволили определить особенности изучаемого объекта и разработать методику исследования. В 1951 г. в рыбхозе «Танатарка» изучали потребление кислорода лещом на разных этапах его развития, определяли критическое содержание кислорода в воде, устанавливали влияние температуры и накормленности леща на потребление кислорода и дыхательный коэффициент. Несколько опытов было поставлено для выяснения изменений в потреблении кислорода лещом при переходе его с нерестилищ в речную воду, а затем в морскую и влияния содержания кислорода в воде на белковый обмен.

Перечисленные вопросы получили далеко не полное и равноценное разрешение.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектом изучения является лещ на ранних этапах¹ развития — от эмбриона², только что вышедшего из икры и имеющего длину 5—6 мм, до сеголетка, мигрирующего с нерестилищ в реку и имеющего длину 32—45 мм. В 1950 г. опыты по дыханию леща были поставлены на этапах D, E, F и G. Была проведена 21 серия опытов с 695 экз. леща. В 1951 г. опыты по изучению дыхания леща велись не только от этапа А до этапа G, но и по несколько раз повторялись для одного и того же этапа. В 42 сериях опытов изучено 2211 экз. леща.

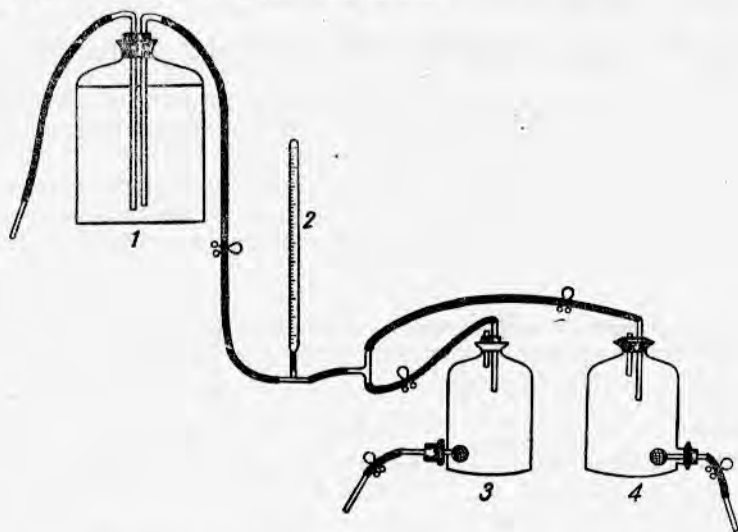


Рис. 1. Схема аппарата для изучения дыхания рыб:
1—контрольный сосуд; 2—бюретка; 3 и 4—опытные банки.

В 1950 г. опыты ставились по методике Винклера, в дальнейшем, в связи с расширением поставленных задач, была применена аппаратура (рис. 1), представляющая собой модификацию аппарата Е. А. Веселова [3].

При определении количества рыб, необходимого для опыта, мы руководствовались ранее проведенными определениями потребления кислорода и задачей опыта. Леща, выловленного сачком или волокушей, осторожно, вместе с водой, помещали в ведро или ванну, находившуюся в лодке, и через 30—40 минут использовали в опыте. Затем его пересаживали из ведра в кристаллизатор с фильтровальной водой, а затем в опытные банки также весьма осторожно, вместе с водой: на ранних этапах — пипеткой, позже — ложкой. После посадки леща банки доливали водой из контрольного сосуда и герметически закрывали. В качестве термостата для контрольного сосуда и двух опытных банок использовали ванну емкостью шесть-семь ведер.

Перед взятием пробы контрольный сосуд и одну опытную банку вынимали. Банку с рыбами несколько раз опрокидывали, чтобы выравнить распределение кислорода в воде. Пробы на кислород, углекислоту и азот брали через трубку, пропущенную в нижний тубус, открывая при этом второе отверстие в пробке. Банку с рыбами доливали из контрольного сосуда, а объем доливаемой воды определяли по бюретке 2. В то же время брали все пробы из контрольного сосуда.

¹ Этапы развития приняты по В. В. Васнецову [19].

² Период эмбрионального развития определяется по Крыжановскому [11].

При определении кислорода мы пользовались 0,01N раствором гипосульфита, который подливали из микробюретки. Расчеты для первой пробы производили по разнице кислорода, углекислоты и азота в контроле и в опытной банке, для второй пробы (и каждой следующей) — по разнице между вторым и третьим определениями кислорода, углекислоты и азота в опытной банке. Во второй и последующих пробах в расчеты вносили поправку на содержание перечисленных элементов в воде, добавляемой в банку с рыбами после взятия проб. Первые пробы брали через 3 часа после посадки леща в опытную посуду, последующие — через 2 часа.

ПОТРЕБНОСТЬ ЛЕЩА В КИСЛОРОДЕ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ

В 1951 г. первые опыты по изучению дыхания леща были поставлены 13 мая с только что вылупившимся из икры эмбрионом на этапе А. В 1950 г. опыты были начаты позже.

Данные, полученные в результате опытов, проводившихся в 1950 и 1951 гг., в которых определялось потребление кислорода лещом разного возраста при нормальном содержании кислорода в воде, приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Данные о потреблении кислорода лещом (в см³)

1950 г.				
Этап развития (по Васнецову)	Дата опыта	Средний вес леща в мг	Потребление кислорода одним лещом за 1 час	Температура воды во время опыта в °C
A	—	—	—	—
B	22/V	1,3	$0,84 \times 10^{-3}$	21,3—23,7
C	22/V	3,56	$3,39 \times 10^{-3}$	21,3—23,7
D	28/V—29/V	11,60	$11,48 \times 10^{-3}$	22,4—23,5
E	3/VI	34,02	$21,33 \times 10^{-3}$	20,3—21,2
F	4/VI—18/VI	112,78	$57,14 \times 10^{-3}$	17,2—21,6
G	19/VI—3/VII	377,32	$188,14 \times 10^{-3}$	18,2—24,2

Продолжение

1951 г.				
Этап развития (по Васнецову)	Дата опыта	Средний вес леща в мг	Потребление кислорода одним лещом за 1 час	Температура воды во время опыта в °C
A	13/V—16/V	0,990	$0,37 \times 10^{-3}$	16,8—20,8
B	17/V—19/V	1,421	$1,40 \times 10^{-3}$	18—22
C	20/V—21/V	3,933	$2,90 \times 10^{-3}$	15,4—16,2
D	22/V—30/V	10,838	$8,37 \times 10^{-3}$	16—19
E	31/V—10/VI	34,855	$18,92 \times 10^{-3}$	18,1—21,2
F	10/VI—16/VI	86,506	$30,33 \times 10^{-3}$	19,7—24
L	17/VI—10/VII	189,0	$72,96 \times 10^{-3}$	20,5—23,5

Количества потребленного кислорода, полученные за 2 года наблюдений, довольно близки между собой, если учитывать различия в весе леща одного и того же этапа развития и в температуре, при которой проводились опыты; например, на этапе F в 1951 г. лещ имел вес 86,5 мг, а в 1950 г. — 112,8 мг, что при одной и той же интенсивности потребления кислорода естественно обуславливает разную величину потребления его одним мальком. Почти вдвое разнится потребление кислорода на этапе G, но такая разница отмечается в весе (189 мг в 1951 г. и 377 мг в 1950 г.).

В литературе нет данных о дыхании леща на ранней постэмбриональной стадии развития. Материалы Ф. И. Безлера [1] относятся к дыханию икры и эмбриона. Сравнение наших результатов опытов и результатов, полученных Ф. И. Безлером, показывает совершенно закономерное увеличение потребления кислорода лещом. Между последними наблюдениями Безлера и первыми нашими наблюдениями не только нет разрыва, а наоборот, переход от одних к другим совершенно незаметен, так как стадия леща, на которой заканчивались наблюдения Безлера, являлась в наших опытах началом. Например, только что вышедший из икры эмбрион за 1 час потреблял, по Безлеру, $0,39 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$ кислорода, а по нашим данным — $0,37 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$.

Величина абсолютного потребления кислорода одной рыбой не дает представления об интенсивности газообмена. Поэтому мы приводим данные о потреблении кислорода на 1 г веса рыбы за 1 час (табл. 2).

Таблица 2

Данные о потреблении кислорода лещом за 1 час (в мг на 1 г веса рыбы)

Этап развития	1950 г.			1951 г.			
	Дата опытов	Средний вес леща в мг	Потребление кислорода лещом	Дата опытов	Длина леща в мм	Средний вес леща в мг	Потребление кислорода лещом
A	—	—	—	13-16/V	5,7—6,1	0,990 (0,857—1,200)	0,655
B	22/V	1,3	0,94	17-19/V	6,0	1,421	1,395
C	22/V	3,56	1,44	20-21/V	9,5	3,933 (2,938—4,654)	1,114
D	28/V—29/V	11,60	1,53	22-30/V	9,8—12,0	10,838 (5,579—16,680)	1,177
E	3/VI	34,02	0,99	31/V—10/VI	13,6—16,1	34,855 (19,780—44,540)	0,736
F	4-18/VI	112,78	0,72	10-16/VI	15,6—18,5	86,506 (45,000—107,500)	0,473
G	19/VI—3/VII	377,32	0,80	17/VI—10/VII	18,5—24,1	189,0 (95,9—216,0)	0,639

Примечание. В скобках даются колебания от минимального веса до максимального.

Наблюдения за дыханием леща проводились в начале развития ежедневно, а затем, когда развитие леща шло не так интенсивно, через 2—3 дня. После каждого опыта леща схематично зарисовывали, чтобы сопоставить морфологические изменения с изменениями в дыхании. Мы исходили из предположения, что путем изучения функциональных изменений можно более точно различить этапы развития. В течение наблюдений (59 дней) обнаружились весьма резкие колебания в потреблении кислорода, что послужило основанием для группировки полученных данных. Сравнение групп, выделанных по признаку дыхания, с группами, выделенными по морфологическим признакам [19], показало полное совпадение группировок.

Из табл. 2 видно, что интенсивность газообмена на разных этапах развития различна. У эмбриона леща, только что вышедшего из икры, потребление кислорода невелико и мало чем отличается от потребления его эмбрионом, находящимся в оболочке [1]. Переход на активное питание (этап В) характеризуется резким усилением газообмена. Потребность в кислороде увеличивается вдвое (на этапе А — 0,655, а на этапе В — 1,395 мг за 1 час на 1 г веса рыбы) и достигает самой большой величины за весь период развития от икры до малька, мигрирующего в реку. Этапы С, D, Е и F характерны последовательным уменьшением потребления кислорода; только на этапе G интенсивность газообмена вновь возрастает.

Этапы В, С и D характеризуются не только интенсивным газообменом, но, по наблюдениям 1950 г., и наиболее интенсивным ростом леща. В 1950 г. в рыбхозе «Бирючок» лещ продолжал интенсивно расти и на этапах F и G, тогда как в рыбхозе «Танатарка» (1951 г.) он на тех же этапах значительно отстал в росте. Сравнение навесок леща из рыбхозов «Бирючок» и «Танатарка» на этапах F и G показывает, что рост и нормальное развитие не идентичны [14].

Причиной отставания леща в росте в рыбхозе «Танатарка» было более раннее развитие кормовых животных. Так, в период развития с 13 по 15 мая *Moina rectirostris* по своим размерам была не доступна для личинок леща. Этот факт еще раз с убедительностью доказывает необходимость обеспечивать в рыбхозах посадку производителей леща одновременно с заливом водоемов, так как опоздание на 6—7 дней приводит к недоиспользованию кормов не потому, что их нет, а потому, что состав их становится не пригодным для потребления молодь. В годы, когда паводок наступает рано, целесообразно задержать залив до заготовки производителей.

ДЫХАНИЕ ЛЕЩА ПРИ РАЗНОМ СОДЕРЖАНИИ КИСЛОРОДА В ВОДЕ

Потребление лещом кислорода при нормальном содержании его в воде было установлено по первым наблюдениям в каждой серии опытов. Все опыты заканчивались летальным исходом, до которого удавалось сделать четыре-пять (редко больше) промежуточных наблюдений. Уменьшение кислорода в опытных банках было обусловлено дыханием находящихся в них лещей. Температура во всех опытах поддерживалась равной температуре водоема в это время на участке вылова леща.

Опыты по изучению дыхания леща при разном содержании кислорода в воде проводились на всех этапах, поэтому они дают представление также и об изменениях в характере газообмена леща в связи с возрастом. На рис. 2 показаны изменения в потреблении кислорода при колебании его содержания от 8 до 0,5 мг/л воды.

О характере изменений в дыхании леща можно сделать ряд определенных выводов.

Интенсивность потребления кислорода и характер изменений в дыхании леща при одних и тех же изменениях кислородного режима на разных этапах различны. Так, на этапе А, когда эмбрион только что вышел

из икры, газообмен устойчив при изменении содержания кислорода в воде от 6,7 — до 1,7 мг/л, т. е. до летальной границы. Однако потребность в кислороде на этапе А значительно ниже, чем на этапах В, С и D. На этапе В, когда открывается рот, заглатывается пузырек воздуха, начинается активное питание, газообмен увеличивается вдвое. Если на этапе А потребление кислорода сохранялось на одном уровне до летальной границы, то на этапе В потребление кислорода удерживалось на одном уровне, пока содержание его в воде не достигало 2 мг/л, а затем резко снижалось. На этапах С и D дыхание изменяется в соответствии с изменением содержания кислорода в воде, что, повидимому, связано с перестройкой органов дыхания: спинной и анальный плавники перестают быть органами дыхания [11].

Зависимость дыхания от содержания кислорода в воде отмечена Привольновым [17] для плотвы в возрасте 10—15 дней. Эта зависимость прямая. У леща она наблюдалась только на этапах С и D и сохранялась в определенных границах потребления кислорода: на этапе С от 0,8 до 1,6, на этапе D от 1 до 1,4 мг кислорода на 1 г веса леща за 1 час. При меньших величинах потребления кислорода лещ не выживает. Дыхание, не зависящее в определенном интервале насыщения от содержания кислорода в воде, отмечено у плотвы в возрасте 10 месяцев [17].

Лещ приобретает способность регулировать потребление кислорода на этапах Е и F в интервале от 7,5 до 0,8 мг O_2 /л. Однако уровень потребления кислорода на этапах Е и F значительно ниже, чем на предыдущих и последующем этапе G. На этапе Е потребление кислорода колеблется в пределах 0,6—0,8 мг на 1 г веса рыбы за 1 час, на этапе F — ниже 0,5—0,7 мг. На этапе G, когда малек хорошо сформирован и обычно мигрирует в реку, потребление кислорода значительно выше и еще в меньшей степени зависит от содержания кислорода в окружающей воде. На этапе G потребление кислорода лещом остается на одном уровне при изменениях содержания кислорода в воде от 7 до 2 мг/л; при содержании кислорода в воде 2—1 мг/л потребление его резко уменьшается; при 0,7 мг/л кислорода мальки гибнут.

Таким образом, лещ приобретает способность регулировать потребление кислорода на этапах развития Е и F намного раньше, чем это наблюдается у плотвы и карася [17].

КИСЛОРОДНЫЙ ПОРОГ МОЛОДИ ЛЕЩА

Результаты опытов 1950 и 1951 гг., в которых определялся кислородный порог молоди леща, приведен в табл. 3.

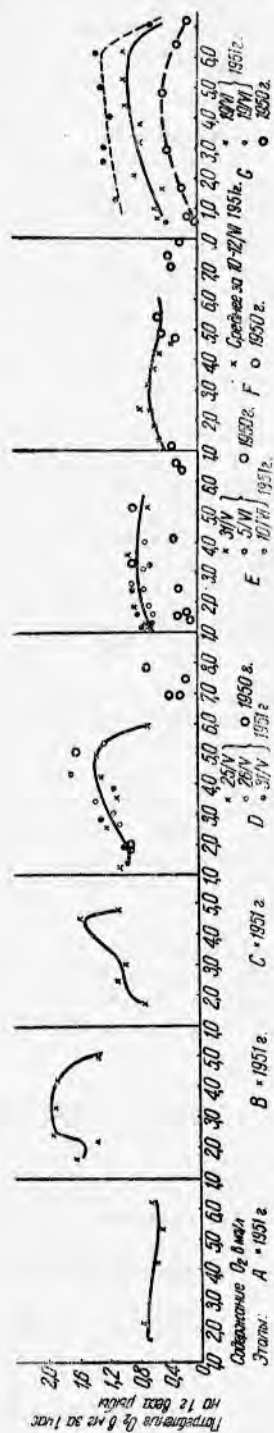


Рис. 2. Потребление кислорода лещом на разных этапах развития и при различном содержании кислорода в воде.

Таблица 3

**Кислородный порог молоди леща на разных этапах развития
(по материалам 1950 и 1951 гг.)**

Этапы развития (по Васнецову)	Дата опыта	Длина леща в мм	Температура воды в °C	Пороговая концентрация кислорода в мг/л	Примечание
A	13-16/V	5,7-6,1	18,2	1,9	Лещ из рыбхоза
B	17-19/V	6,0	18,0-22,0	1,8	То же
C	20-21/V	9,5	15,0-16,2	1,8	"
D	22-30/V	9,8-12,0	16,0-25,4	1,6	"
E	31/V-10/VI	13,6-16,1	18,1-21,2	1,1	"
F	10-16/VI	15,6-18,5	19,7-21,3	1,1	"
G	17/VI-10/VII	18,5-24,1	20,5-23,5	0,7	"
G	23/VI-6/VII	18,8-30,5	22,5-23,5	1,0	Лещ, мигрирующий по реке

За состояние, близкое к летальному, был принят момент, когда два-три леща одновременно поворачивались брюхом кверху и пассивно погружались на дно. На этапе А, когда лещи находятся преимущественно в неподвижном состоянии, приходилось время от времени переворачивать сосуд и по поведению встревоженных эмбрионов судить о погибших особях. Активно двигающиеся лещи перед гибелью ведут себя беспокойно, сосредотачиваясь около пробки банки. Это объясняется обычной реакцией молоди на дефицит кислорода, т. е. стремлением ее к поверхности воды, где можно использовать кислород воздуха.

Опыты показали (табл. 3), что в раннем возрасте удушье наступает при более высоком содержании кислорода. Так, если на этапах А, В и С удушье наступает при содержании кислорода 1,8—1,9 мг/л, то на этапе G летальный период наступает при содержании кислорода 0,7 мг/л. Такая закономерность в отношении молоди старших возрастных групп к кислороду установлена для плотвы [17].

Более высокая потребность кислорода в раннем возрасте была отмечена и у лосося [17].

В водоеме, где выращивался лещ, содержание кислорода никогда не было летальным. Количество его в воде бывает минимальным обычно перед восходом солнца, поэтому наблюдения за кислородом в рыбхозе «Танатарка» (1951 г.) проводились в утренние часы (табл. 4).

Таблица 4

**Данные о содержании кислорода в водоемах рыбхоза «Танатарка»
в 1951 г. (суточный минимум)**

Дата наблюдения	Температура воды в °C	Содержание кислорода		Насыщение в %
		в см ³ /л	в мг/л	
10/V	17,2	4,77	6,82	70
15/V	14,9	3,80	5,43	53
21/V	16,6	3,91	5,60	56
25/V	16,2	4,61	6,60	66
30/V	17,2	4,61	6,60	68
6/VI	18,6	4,24	6,06	64
10/VI	18,7	3,47	4,97	53
15/VI	22,8	3,38	4,84	55
20/VI	23,2	3,31	4,74	54
27/VI	19,4	4,26	6,09	65
1/VII	19,1	3,74	5,35	57
11/VII	22,9	3,28	4,70	54

Работы велись на неудобренном участке. На удобренных участках содержание кислорода снижалось до нуля.

На этапе G молодь леща мигрирует по реке и переходит в морскую воду. В связи с этим опыты по изучению дыхания леща в морской воде соленостью 7,2 и 3,6‰ и параллельно в речной воде были проведены 17—18 июня и повторены 9—11 июля (табл. 5).

Таблица 5
Пороговое содержание кислорода для леща в речной и морской воде

Дата опыта	Этап развития	Длина рыбы в мм	Пороговое содержание кислорода в мг/л		
			морская вода		речная вода
			7,2‰	3,6‰	
17/VI—18/VI	G	23,0—23,8	0,7	—	0,7
9/VII—11/VII	G	28,0—36,0	0,6	0,6	0,7

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГАЗООБМЕН ЛЕЩА

Чтобы приблизить условия дыхания к естественным, все опыты по изучению дыхания леща проводили при температуре, равной температуре воды в водоеме. Однако хорошо известно, что в естественном водоеме температура на разных участках и глубинах не одинакова. Поэтому необходимо было выяснить, в каком направлении изменяется газообмен под влиянием температуры.

В полевых условиях мы пользовались холодной речной водой, а для получения более высокой температуры подогревали ее. 20, 21, 22 мая были поставлены четыре серии опытов: первая серия при температуре 15,2°, вторая, третья и четвертая—при 24,6—25,4°. В первой серии опытов было 253 личинки на этапе С, во второй — 240, в третьей — 253, а в четвертой — 90 личинок. Опыты в сериях второй и третьей были неудачны, так как потребление кислорода при температуре 25° настолько увеличилось, что через 3 часа личинки погибли. Сравнение дыхания леща при температуре 15—16° и 24,6—25,4° показывает, что потребление кислорода при 25° увеличивается почти вдвое (рис. 3).

На более поздних этапах аналогичные опыты не проводились, так как температура воды в реке и в нерестово-вырастном водоеме почти сравнялась, а возможности для получения холодной воды в полевых условиях не было.

ГАЗООБМЕН МИГРИРУЮЩЕГО СЕГОЛЕТКА ЛЕЩА

На этапе G лещ мигрирует по реке в море. Массовый скат был отмечен в двадцатых числах июня, поэтому опыты по определению газообмена леща во время миграции по реке были проведены 20—23 июня и 5—6 июля. Опыты проводились на Кировском банке рыбхоза «Тана-

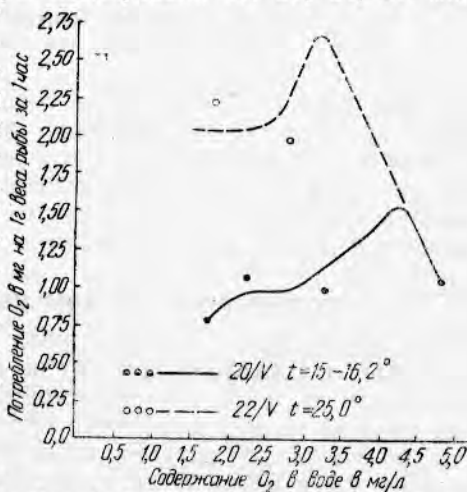


Рис. 3. Влияние температуры на потребление кислорода лещом.

тарка», расположенного примерно на 20 км выше выхода этого банка в море.

На рис. 4 показан характер изменений в потреблении кислорода лещом на этапе G в рыбхозе и реке. 22—24 июня в реке и рыбхозе потребность леща в кислороде была одинаковой и почти одинаковыми были изменения в потреблении кислорода при уменьшении его содержания в воде. Резко отличались результаты опытов с лещом, который мигрировал в по реке несколько позже (5—6 июля). В этом случае потребление кислорода было вдвое меньше. Причина изменения дыхания не ясна, тем более, что ни в питании, ни в химическом составе тела леща, мигрирующего 22—24 июня и 5—6 июля, не отмечено никаких существенных изменений.

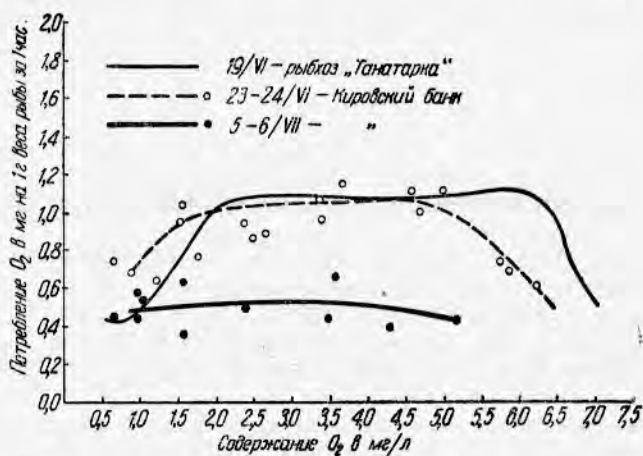


Рис. 4. Характер изменений в потреблении кислорода лещом на этапе G в рыбхозе и реке.

Наблюдения 22—24 июня совпали с массовой миграцией леща по реке. Повидимому, у абсолютно преобладающей части молоди леща во время ската потребление кислорода сохраняется на уровне, который установился на этапе G в рыбхозе. В это время максимальные количества кислорода в реке и рыбхозе различаются мало (6 мг/л в рыбхозе и 8 мг/л в реке) и лежат в пределах адаптивной зоны леща.

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЛЕЩОМ КИСЛОРОДА В МОРСКОЙ ВОДЕ

В конце июня — начале июля молодь леща достигает моря [22] и попадает в соленую воду. Мы не смогли ставить опыты в море, следуя за лещом из одной экологической зоны в другую. Поэтому переход леща из пресной воды в морскую проследили в лабораторных условиях. Опыты по изучению дыхания леща в естественной морской воде¹ соленостью 7,2 и 3,6‰ были проведены 16—19 июня.

До того, как приступить к этим опытам, проверяли выживаемость молоди леща в зависимости от солёности воды разной концентрации. Была подготовлена морская вода соленостью 2, 3, 4, 5, 6 и 7‰ путем разбавления ее речной водой. Лещей на этапе F из пресной воды отсаживали сперва в воду соленостью 2‰, а затем через каждый час в воду большей солёности. В воде соленостью 7‰ их выдерживали 14 часов 30 минут, после чего вновь пересаживали в пресную воду.

Проверка показала высокую приспособляемость леща к морской воде: выживаемость составила 100%. Таким устойчивым оказался не

¹ Опыты в морской воде проведены по инициативе В. С. Танасийчк, ею же была организована доставка морской воды.

только лещ, но и малек сазана, с которым был проведен аналогичный опыт. Мальки воблы, отсаженные из пресной воды непосредственно в морскую воду соленостью 2‰ (10 экз.) и 6‰ (6 экз.), пробы в этих условиях 30 часов, также полностью выжили и не проявляли никаких признаков угнетения. У мальков жереха (10 экз.), отсаженных на 28 часов из пресной воды в морскую соленостью 5‰, также не было замечено каких-либо отклонений.

В июне после проверки выживаемости леща в морской воде разной солености были проведены две серии опытов по изучению дыхания леща в морской воде соленостью 7,2‰. Эти опыты были еще раз повторены 9—11 июля. Контролем для них служили опыты, проведенные 6 июля с лещом, мигрирующим по реке в море (табл. 6).

Для того, чтобы проследить изменения в дыхании при переходе леща в воду разной солености, опыты проводили в воде соленостью 7,2 и 3,6‰. Результаты получились совершенно неожиданные, так как потребление кислорода в морской воде соленостью 7,2 и 3,6‰ и в речной воде оказалось одинаковым.

Таблица 6

Данные о дыхании леща в морской воде

Дата опыта	Число рыб в опыте	Средний вес в кг	Соленость в ‰	Потребление кислорода в мг за 1 час на 1 г веса рыбы при содержании его в воде в мг/л							
				0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8
17/VI	10	180	7,2	0,62	0,66	0,74	0,52	0,45			
18/VI	10	177	7,2	0,53	0,53	0,67	0,96	0,72			
19/VI	10	216	Речная вода	0,55	0,59	0,83	0,80	0,96	0,99	0,98	0,54
9/VII	7	551	7,2	0,25	0,51	0,53	0,66	0,49			
11/VII	6	498	3,6	0,35	0,57	0,61	0,88	0,41			
6/VII	10	381	Речная вода	0,37	0,54	0,53	0,68	0,46			

В опытах Брюхатовой [2] с карпом и карасем в первые часы после пересадки карпа и караса из пресной воды в соленую (2—6‰) наблюдалось уменьшение потребления кислорода. Только спустя 5—6 дней потребление его сильно возрастало и оставалось высоким, если соленость не превышала 2‰, но вновь снижалось при солености 4‰, а в воде соленостью 6‰ понижалось ниже нормы.

Полупроходной лещ Волго-Каспийского района уже с первого года жизни приспособлен к морской солености, поэтому переход из реки в море не вызывает у него повышения газообмена.

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ (ДК) У МОЛОДИ ЛЕЩА

При определении ДК мы ставили перед собой задачу уловить различие в газообмене у леща, нагуливающегося в рыбхозе и мигрирующего по реке. Из-за глубокого экологического различия условий реки и пойменного водоема-нерестилища можно предполагать, что кратковременному переходу леща из одной среды в другую должны предшествовать сдвиги в газовом обмене.

Прежде чем перейти к рассмотрению полученных данных, укажем, что свободная углекислота — весьма неустойчивый компонент в газовом

режиме. Поэтому из всех серий опытов, в которых определяли углекислоту, нами взяты только определения, проводившиеся через 3 часа после посадки леща в опытную посуду, но даже эти данные мы рассматриваем как относительные, характеризующие выделение углекислоты на разных этапах развития леща (табл. 7).

Таблица 7

Дыхательный коэффициент леща и данные о выделении углекислоты

Дата наблюдения	Этап развития	Выделено углекислоты в мг на 1 г веса рыбы за 1 час	ДК
17/V	B	1,82	0,9
21/V	C	2,02	1,6
22/V	D	1,41	0,9
25/V—5/VI	E	1,60	1,6
10—14/VI	F	0,80	1,3
19—24/VI	G	1,44	1,4
23—24/VI*	G	1,60	1,65

* Лещ, мигрирующий по реке.

Если сопоставить изменения в величинах потребления кислорода (см. табл. 2) и выделения углекислоты (см. табл. 9) по этапам, то обнаружим, что изменения эти происходили почти одинаково за исключением изменений на этапе E. Максимальное потребление кислорода наблюдалось на этапах B, C и D; на этих же этапах выделялось максимальное количество углекислоты. На этапе F минимально как потребление кислорода, так и выделение углекислоты. Только на этапе E выделение углекислоты было несколько увеличенным. На этом этапе лещ вел себя необычно: после посадки в опытную посуду он стремительно плавал, делал высокие прыжки и высасывал из аквариума, чего не наблюдалось ни на предыдущих, ни на последующих этапах. Следует указать, что этап E проходил в условиях резкого уменьшения зоопланктона—основной пищи леща. Голодание и подвижность могли быть причинами повышенного выделения углекислоты. Уровень газообмена (см. табл. 9), снизившийся к этапу F, вновь увеличивается на этапе G—этапе миграции леща по реке.

Известно, что уровень газообмена у форм, живущих в водоемах с разной скоростью течения, выше, когда они держатся в зонах больших скоростей. У молоди леща при переходе из нерестово-выростного хозяйства в реку потребление кислорода не изменялось. Причиной этого является малая разница в содержании кислорода в воде рыбхоза (6 мг/л) и реки (8 мг/л), не выходящем за пределы адаптивной зоны. Кроме того, при катадромной миграции молоди леща роль течения в дыхании, несомненно, меньше, чем при анадромной миграции.

ВЛИЯНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА МОЛОДЬЮ РЫБ НА КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНОГО ВОДОЕМА

На основании опытов по дыханию леща можно рассчитать количество кислорода, потребляемого всей молодью леща в водоеме за сутки, и определить влияние дыхания молоди на кислородный режим водоема. Поскольку в рыбоводных хозяйствах, как правило, выращивается не только лещ, но и сазан, расчет потребления кислорода производим и для са-

зана¹. В табл. 8 приводятся результаты подсчета потребления кислорода в сопоставлении с содержанием кислорода в водоеме.

Т а б л и ц а 8

Данные о потреблении кислорода молодь леща и сазана в водоеме за сутки

Этап развития	Потребление кислорода одной рыбой за сутки в мг		Число рыб в 1 м ³ воды		Поглощено кислорода в мг молодь за сутки из 1 м ³ воды	Содержание кислорода в воде в мг/м ³	Насыщение кислородом в %
	лещом	сазаном	леща	сазана			
G	3,9048	22,2007	14,28	15,28	291,977	4700,9	54

Примечание. Содержание кислорода в водоеме дано по суточному минимуму.

Чтобы упростить определение количества потребляемого кислорода относительно его содержания в воде, мы ограничились сопоставлением величины, характеризующей минимальное содержание кислорода в 1 м³ воды, и величины поглощения его в том же объеме наличной молодь. Это сопоставление показывает, что поглощение кислорода мальками составляет менее 1/10 части минимального содержания его в воде. Суточный максимум кислорода в водоеме бывает в два-три раза выше минимума. Следовательно, потребление кислорода молодь рыб составляет весьма небольшую величину по сравнению с количеством растворенного в воде кислорода и не оказывает существенного влияния на кислородный баланс водоема.

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА НА БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН

Неодинаковое использование пищи может быть вызвано различными причинами: качеством и количеством принятой пищи, температурными условиями и т. д. Влияние кислородного режима на белковый обмен рыб изучено мало. В работе Строганова [21] есть указание на то, что снижение концентрации кислорода приводит к неэффективному использованию пищи мальками осетра. Пища используется в меньшей степени на прирост, больше на поддержание жизни.

На нерестилищах полупроходных рыб (в дельте) кислородный режим неустойчив. Определение того, при каком кислородном режиме рыбы с максимальной эффективностью используют корма в водоеме, имеет практическое значение. В связи с этим в 1950 и 1951 гг. были поставлены острые опыты с большим количеством лещей на этапе развития G. Уменьшение кислорода наступало быстро (через 1—2 часа). Достигалось это путем различной плотности посадки лещей в банки.

Изменения в белковом обмене определялись по количеству выделенного азота. Поскольку опыты производились над лещами из одного улова, с одинаковой накормленностью, то разница в количестве выделенного азота определялась только различием в кислородном режиме.

Во всех четырех сериях опытов сохранялась одна и та же методика. В одну банку сажали такое количество лещей, при котором летальное содержание кислорода обнаруживалось уже через 1 час 22 минуты—1 час 47 минут. В другой банке количество лещей было подобрано с таким расчетом, чтобы за это же время было использовано не более 10% от первоначального содержания кислорода. Таким образом, была обусловлена разница условий переваривания пищи.

¹ Результаты опытов по потреблению кислорода молодь сазана сообщены нам А. А. Карасиковой.

Результаты (табл. 9) показали, что при нормальном содержании кислорода азота выделяется больше, чем при малом его содержании. Уменьшение количества выделяемого азота при уменьшении кислорода в окружающей среде, повидимому, есть результат резкого снижения уровня белкового обмена и его замедления. Предположить, что уменьшение азота вызвано использованием его на рост, а следовательно, уменьшением той части, которая выделяется, невозможно, так как это противоречит фактическим наблюдениям Строганова [21].

Наши работы позволяют дополнить картину влияния уменьшения кислорода в воде на белковый обмен, так как выяснилось, что не только пища плохо используется на прирост, но снижается темп белкового обмена.

Таблица 9

Данные о потреблении кислорода, выделении углекислоты и азота лещом при резком уменьшении кислорода в воде

Продолжи- тельность опыта в часах и ми- нутах	Число рыб в опыте	Средний вес одного леща в мг	Содержание к концу опыта в мг/л		За 1 час на 1 г рыбы			ДК
			кислорода	углекисло- ты	потреблено кислорода в мг	выделено в мг		
						углекисло- ты	азота	
1950 г.								
1—22	22	600	0,9	11,5	4,404	0,638	0,0958	1,1
1—25	20	625	0,9	12,4	0,427	0,974	0,0924	1,6
1—25	5	748	6,5	2,8	0,296	0,511	0,2398	1,3
1—25	5	660	6,5	2,7	0,321	0,594	0,2372	1,4
1951 г.								
1—47	61	334	1,1	—	0,441	1,1375	0,1221	1,9
1—40	60	335	1,3	—	0,457	1,1448	0,0889	1,8
1—47	10	333	6,9	—	0,342	1,8434	0,2054	3,8
3—00	15	433	4,4	—	0,416	0,5092	0,2254	0,8

В 1953 г. были проведены 23 серии опытов, в которых мы пытались установить изменения белкового обмена при медленных изменениях содержания кислорода в воде. Выделенный азот определялся в жидких образцах, куда входил азот из экскрементов.

При подсчете количества азота мы обнаружили, что во время длительных опытов накопления его не происходит.

В первые 5—7 часов после посадки рыбы в опытную посуду наблюдается увеличение азота, а в последующие часы количество его колеблется в самом неопределенном порядке.

Уменьшение или, вернее, прекращение увеличения содержания азота в банках с рыбами могло происходить по двум причинам: вследствие перехода азота в нитратный азот, не улавливаемый с помощью метода Кьельдаля, или в связи с уменьшением выделения азота рыбами по мере усвоения пищи.

В 1952 г. были поставлены специальные опыты по определению азота нитратов¹. Было установлено, что уменьшение общего количества азота вызвано уменьшением выделения его рыбами, так как количество

¹ Определение азота нитратов производилось Л. А. Барсуковой.

нитратного азота в воде контрольных сосудов и банок с рыбами оставалось почти одинаковым на протяжении всех опытов (табл. 10).

Таблица 10

Определение нитратного азота в опытах по определению баланса азота у леща

Дата опыта	Продолжительность опыта в часах	Число рыб в опыте	Средний вес одной рыбы в мг	Выделено азота в мг на 1 г веса рыбы за 3 часа	Содержание азота нитратов в 100 см ³ воды в мг
22/VII	3	29	309	0,2031	0,00344
22/VII	—	Контроль	—	—	0,00332
23/VII	3	14	211	0,3961	0,00308
23/VII	2	14	211	0,6573	0,00400
23/VII	2	14	211	0,0832	0,00362
23/VII	3	Контроль	—	—	0,00358

Очевидно, что изменения в содержании азота, наблюдаемые через 5—7 часов после начала опыта, явились результатом того, что молодь леща резко снижала белковый обмен, так как не получала пищи. Косвенным подтверждением этого является резкое увеличение потребления кислорода на 7—9-м часу, что наблюдается у голодных лещей.

У теплокровных животных при голодании повышается основной обмен, который вызывает даже повышение температуры тела и ряд других явлений, возникающих под влиянием образования в организме продуктов белкового обмена, дошедших до сравнительно глубокой стадии расщепления [25].

Изучение влияния кислородного режима воды на усвоение пищи и характер белкового обмена позволяет утверждать, что последний у рыб при разной накормленности не остается постоянным. Кратковременные острые опыты указывают на резкое уменьшение темпа белкового обмена при неблагоприятном кислородном режиме.

ВЫВОДЫ

1. У леща во время выращивания в нерестово-вырастном хозяйстве потребность в кислороде меняется. Изменения в величине потребляемого кислорода происходят не постепенно, а резко и совпадают с этапами, установленными по морфологическим признакам [19].

2. Наибольшая потребность в кислороде наблюдается на этапе В, когда лещ, при наличии желточного мешка, переходит на активное питание. На каждом следующем этапе (С, D, E и F) потребление кислорода уменьшается. На этапе G потребность в кислороде увеличивается; на этом этапе лещ мигрирует с нерестилищ в реку и по реке в море.

3. На каждом этапе развития лещ по-разному реагирует на изменение содержания кислорода в воде:

на этапе А потребление кислорода сохраняется на одном уровне при уменьшении его содержания в воде до 1,9 мг/л. При содержании кислорода менее 1,9 мг/л лещ гибнет;

на этапе В лещ потребляет кислорода вдвое больше, чем на этапе А. При уменьшении содержания кислорода в воде до 2,5 мг/л потребление его остается без изменений; при содержании кислорода менее 2,5 мг/л дыхание у леща резко ослабевает, а при содержании его 1,8 мг/л лещ гибнет;

на этапах С и D потребление кислорода изменяется в зависимости от содержания его в воде. При содержании кислорода менее 1,8—1,6 мг/л лещ гибнет;

на этапах Е и F лещ приобретает способность к регулированию потребления кислорода. Дыхание сохраняется на одном уровне при содержании кислорода в воде не менее 1,1 мг/л. При меньшем содержании кислорода лещ гибнет;

на этапе G у леща увеличивается потребность в кислороде, однако потребление его сохраняется без изменения до снижения содержания кислорода до 2 мг/л. При уменьшении содержания кислорода с 2 до 1 мг/л потребление его резко уменьшается. Гибель леща наступает при содержании кислорода 0,7 мг/л.

4. У леща способность к регулированию дыхания появляется раньше (на этапе Е в возрасте 15—20 дней), чем у плотвы (в возрасте 10 месяцев) и у карася (в возрасте 3—3,5 месяца) [17].

5. Кислородный порог у леща, как у плотвы и лосося [17], с возрастом снижается с 1,9 мг/л на этапе А (вылупившийся эмбрион) до 0,7 мг/л на этапе G (сформировавшийся малек).

6. Лещ на этапе G:

а) потребляет одинаковое количество кислорода как во время роста в рыбхозе, так и во время миграции по реке;

б) выживает при последовательной пересадке из пресной воды в морскую, имеющую соленость 2, 3, 4, 5, 6 и 7,2‰, а также при непосредственной пересадке из пресной воды в морскую соленостью 7,2‰;

в) имеет одинаковый кислородный порог в речной и морской (соленость 7,2‰) воде.

7. Потребление кислорода лещом на этапе С с повышением температуры от 15 до 25° увеличивается вдвое.

8. При уменьшении содержания кислорода в воде замедляется темп белкового обмена.

9. Суточное потребление кислорода молодью леща и сазана (на этапе G) при норме выращивания 14 экз. леща и 15 экз. сазана на 1 м³ воды составляет десятую долю от суточного минимума кислорода в водоеме нерестово-выростного хозяйства. Поэтому кислородный режим в водоемах рыбхозов позволяет увеличить плотность населения выращиваемой молоди.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Безлер Ф. И., К вопросу о потреблении кислорода личинками леща и карася, «Труды Лимнологической станции в Косино», вып. 15, 1932.
2. Брюхатова А. Л., Влияние повышенной солености на рост карпа в аквариальных условиях, «Ученые записки МГУ», 33, 1933.
3. Веселов Е. А., Влияние солености внешней среды на интенсивность дыхания рыб, «Зоологический журнал», т. I, 1949.
4. Вернидуб М. Ф. и Гузева М. И., О морфологических этапах в развитии личинок рыб, ДАН СССР, т. XXI, вып. 3, 1950.
5. Викторов К. Р., Физиология домашних животных, 1948.
6. Винберг Г. Г., Интенсивность обмена и размер ракообразных, «Журнал общей биологии», т. XI, вып. 5, 1950.
7. Волохов А. А. и Образцова Г. Е., Влияние пониженного парциального давления кислорода на деятельность нервной системы в онтогенезе, Сообщение III. Изменение дыхательной функции при гипоксии, «Физиологический журнал СССР», т. XXXVI, вып. 5, 1950.
8. Иванов М. Т., Дыхание различных видов рыб Москвы-реки у Звенигорода, «Ученые записки МГУ», вып. 9, 1938.
9. Ивлев В. С., Влияние температуры на дыхание рыб, «Зоологический журнал», т. XVII, вып. 4, 1938.
10. Коштованц Х. С., Зависимость дыхания водных организмов от скорости движения воды в окружающей среде, «Успехи современной биологии», т. V, 1936, № 4.

11. Крыжановский Г. С., Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб, «Труды Института морфологии животных», АН СССР, вып. 1, 1949.
12. Кузнецова И. И., Опыт разведения воблы, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
13. Кузнецова И. И., Экология размножения воблы, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
14. Лысенко Т. Д., Агробиология, 1948.
15. Олифан В. И., Периодический характер роста рыб на ранних этапах их пост-эмбрионального развития, ДАН СССР, т. XVI, вып. 6, 1949.
16. Поляков Г. Д., Новый прибор для измерения потребления кислорода мелкими водными животными, ДАН СССР, т. XIV вып. 5, 1937.
17. Привольнев Т. И., Изменение дыхания в онтогенезе рыб при различном парциальном давлении кислорода, «Известия ВНИОРХ», т. XXV, вып. 1, 1947.
18. Привольнев Т. И., Как составить прогноз распределения рыб в водоемах Обь-Иртышского бассейна, изд. Главсибрыбпрома, Новосибирск, 1949.
19. Васнецов В. В. и др., Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития, Сборник статей, изд. АН СССР, 1948.
20. Скадовский С. Н., Об изменении физиологических процессов у водных животных в зависимости от условий неорганической среды, «Ученые записки МГУ», вып. 9, 1933.
21. Строганов Н. С., Опыт выращивания осетров в прудах Московской области, в цементных бассейнах и аквариумах, «Зоологический журнал», т. XXX, вып. 5, 1950.
22. Танасийчук В. С., Скот молоди воблы, леща и сазана из водоемов дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
23. Таусон В. О., Основные положения растительной биоэнергетики, изд. АН СССР, 1950.
24. Трифонова А. Н., Борисовская Е. Н. и Зазиян М. Х., Критические периоды в эмбриональном развитии осетровых рыб, ДАН СССР, т. XVI, вып. 5, 1949.
25. Чукичев И. П., Проблема белка в физиологии, Сельхозгиз, 1935.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ САЗАНА ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Т. В. ВЫШЕСЛАВЦЕВА

Исследования, проведенные нами в 1952—1953 гг., показали, что производители сазана, отбираемые для посадки в нерестово-выростные хозяйства дельты Волги, характеризуются неодинаковой зрелостью половых продуктов [2]. Это объясняется тем, что заготовка производителей на местах лова производится без учета их зрелости.

В связи с этим в водоемы рыбхозов наряду с вполне зрелыми рыбами попадают особи со слабо развитыми половыми продуктами, в результате чего нерест сазана растягивается на 4—5 недель — с первых чисел мая до начала июня [5]. Поэтому в рыбхозах создаются неодинаковые условия для роста молоди сазана разных сроков выклева. Молодь, выклюнувшаяся рано, имеет вполне благоприятные условия для откорма, так как переход ее на активное питание совпадает с периодом массового развития зоопланктона. Условия питания для молоди, вышедшей из икры в поздние сроки, неблагоприятны, так как к этому времени развитие зоопланктона заканчивается. Поэтому к моменту спуска рыбхозов вместе с крупными и упитанными мальками выпускается много мелкой молоди, не достигшей стандартного веса [4].

Учитывая значение правильного отбора производителей сазана для получения более качественной молоди, мы поставили перед собой задачу выяснить причины неоднородности созревания у них половых продуктов.

Производителей сазана для рыбхозов заготавливают в низовьях дельты Волги со второй декады апреля в районе зимовальных ям. Почти все ямы расположены в нижней части дельты, на незначительных расстояниях от моря. Ввиду благоприятных гидрологических условий на этих ямах с осени залегает большое количество частичковых рыб.

Наибольшее значение для заготовки производителей сазана имеют Створинские зимовальные ямы, расположенные вблизи от села Каралат. Здесь в феврале и апреле 1952 г., а также в апреле и сентябре 1953 г. мы собирали материал и вели наблюдения над производителями сазана. За это время проанализировали 569 самок сазана: в феврале 1952 г. — 56, в апреле 1952 г. — 233, в апреле 1953 г. — 204 и в сентябре 1953 г. — 76 самок. При этом определяли возраст рыб, их длину, вес, вычисляли коэффициент зрелости половых продуктов.

Для определения плодовитости из средней части яичника каждой рыбы брали навеску икры в 1 г и подсчитывали в ней икринки генерации этого года. Кроме того, в каждой навеске измеряли с помощью окуляр-микрометра 100 икринок и устанавливали количественное соотношение икринок различных порций. В некоторых пробах взвешивали все количество икринок первой порции и определяли средний вес одной икринки.

В результате исследования 167 гонад самок сазана установлено большое колебание плодовитости даже у рыб одной размерной группы. Так, у самок длиной 39—40 см абсолютная плодовитость колебалась от 100 до 400 тыс. икринок, а количество икринок первой порции — от 60 до 320 тыс.

Кривая (рис. 1), показывающая количество икринок первой порции у сазанов каждой из размерных групп, имеет две вершины. Поэтому в пределах каждой размерной группы можно выделить особей с большим и меньшим количеством икринок первой порции.

Коэффициент зрелости половых продуктов у сазана также резко колеблется, что объясняется, как показали анализы яичников, различной степенью их зрелости.

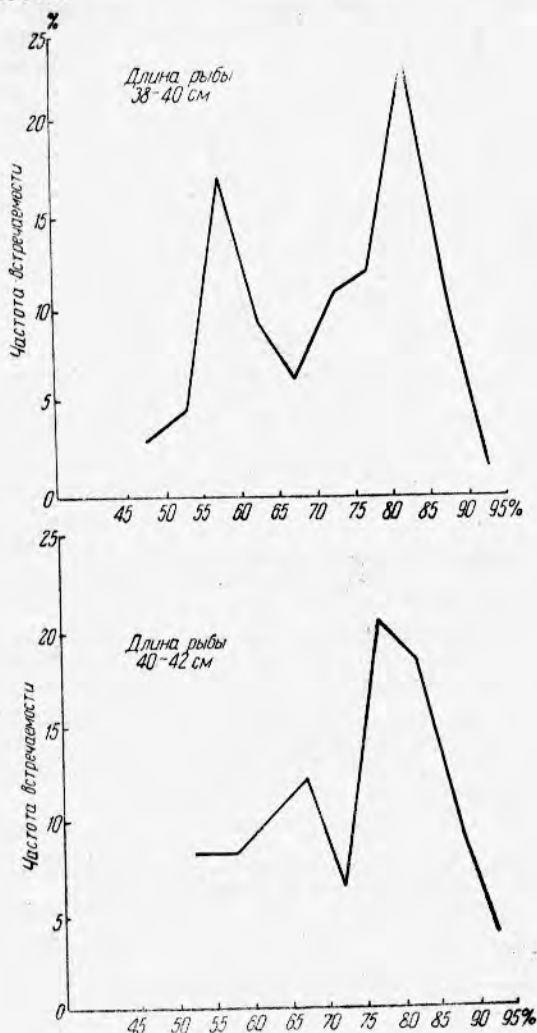


Рис. 1. Количество икринок первой порции у сазанов различной длины в процентах от общей плодовитости и частоты встречаемости. Апрель 1953 г.

Рыбы с более зрелыми гонадами и с большим количеством икринок первой порции, названные нами ямными, с осени входят в реки и зимуют на ямах, а рыбы с менее зрелыми половыми продуктами и меньшим количеством икринок первой порции, названные нами ходовыми, зимуют в море и в реки входят только после распада льда. Это показывает, что в данном случае мы имеем дело с двумя различными биологическими группами сазана.

На присутствие в дельте Волги двух биологических рас сазана указывал еще Л. С. Берг, который по срокам захода производителей в реку

различал осеннего, или ямного, сазана, входящего в реку с осени, и весеннего, или морского, входящего в реку весной [1]. С. Г. Зуссер [3] по характеру хода на нерест в дельту Волги и по темпу роста также выделяла у сазана две биологические группы.

Величины абсолютной плодовитости ямного и ходового сазана почти одинаковы, но количество икринок первой порции у ямного сазана почти в полтора раза больше, чем у ходового (табл. 1).

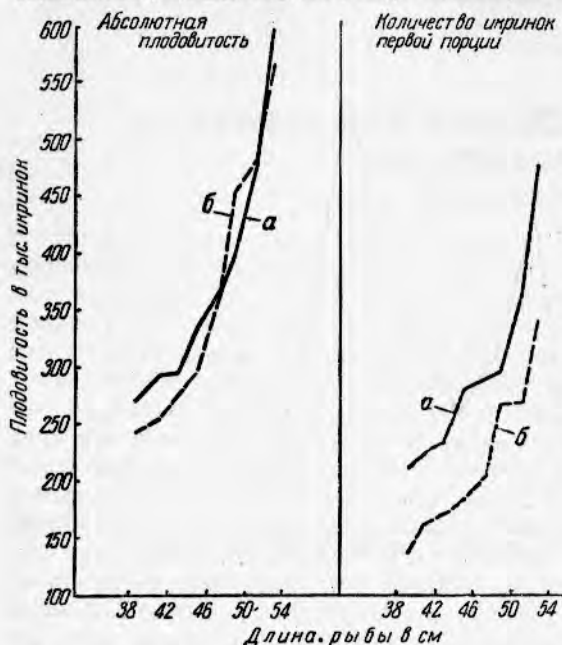


Рис. 2. Зависимость плодовитости от длины сазана:
а—ямного; б—ходового.

Известно, что с увеличением длины рыбы увеличивается и абсолютная плодовитость. Так, у самок ямного и ходового сазана, достигших 54 см длины, абсолютная плодовитость в два раза больше, чем у самок длиной 38 см. Однако количество икринок первой порции в пределах указанных размерных групп колеблется у ямного сазана от 208 до 480 тыс., а у ходового — от 138 до 347 тыс. (рис. 2).

Различно и количество икринок в навеске: у ходового сазана — 1273 икринки, а у ямного — всего 1069 икринок. Это объясняется тем, что икра ходового сазана менее зрелая, о чем свидетельствует и меньший размер икринок первой порции (табл. 2). Так, например,

в апреле диаметр икринок у ходового сазана длиной 38—40 см равен 1,1 мм, а у ямного — 1,2 мм. Указанные различия наблюдаются и у рыб других размерных групп.

Таблица 1
Абсолютная плодовитость и количество икринок первой порции у ямного и ходового сазана различной длины

Плодовитость в тыс. икринок	Длина рыбы	Сазан	
		ямный	ходовой
Абсолютная	38—40	262	247
	40—42	294	255
	42—44	296	280
	44—46	335	297
	46—48	360	357
	48—50	400	454
	50—52	467	471
	52—54	597	562
Количество икринок первой порции	38—40	208	138
	40—42	224	160
	42—44	232	165
	44—46	276	178
	46—48	286	208
	48—50	298	269
	50—52	360	269
	52—54	480	347

Таблица 2

Плодовитость ямного и ходового сазана

Сазан	Число проанализированных рыб	Средний вес икры в г	Число икринок в навеске	Размер икринок первой порции в мм	Абсолютная плодовитость в тыс. икринок	Количество икринок в первой порции в %	Количество икринок в первой порции в тыс. шт.
Длина рыбы 38—40 см							
Ямный . . .	44	238,0	1069	1,23	254	79	201
Ходовой . .	30	179,7	1273	1,17	229	53	121
Длина рыбы 40—42 см							
Ямный . . .	48	309,2	961	1,27	297	79	235
Ходовой . .	22	261,0	1142	1,21	298	59	176
Длина рыбы 42—44 см							
Ямный . . .	50	380,0	955	1,27	363	71	258
Ходовой . .	26	300,2	1242	1,22	373	57	212
Длина рыбы 50—52 см							
Ямный . . .	25	508,0	1039	1,27	528	77	406
Ходовой . .	11	394,6	1100	1,25	434	56	243

Наличием в дельте Волги двух групп сазана с различным состоянием зрелости половых продуктов и объясняется растянутость его нереста (рис. 3).

У ямного сазана коэффициент зрелости более высокий, нежели у ходового (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициент зрелости ямного и ходового сазана в различные сезоны года

Сазан	Длина рыбы в см	Февраль	Апрель	Сентябрь
Ямный	{ 38—40	16,0	19,1	16,0
Ходовой		13,0	14,4	—
Ямный	{ 40—42	15,5	19,9	13,6
Ходовой		—	14,1	12,0
Ямный	{ 42—44	14,0	19,8	14,0
Ходовой		11,3	14,8	12,0
Ямный	{ 44—46	—	19,8	13,6
Ходовой		—	12,7	9,6
Ямный	{ 46—48	17,0	19,6	13,6
Ходовой		10,0	13,2	11,0
Ямный	{ 48—50	—	18,8	13,1
Ходовой		11,3	15,5	7,5
Ямный	{ 50—52	13,0	19,9	12,7
Ходовой		12,0	16,6	9,0

Ямный сазан и ходовой различаются также и по внешним признакам. Так, ямный сазан, выловленный весной на ямах, обильно покрыт слизью, у ходового сазана слизь отсутствует. У ходового сазана чешуя золотистая, у ямного — темнокоричневая, почти черная на спине.

М. А. Летичевский указывает, что самки сазана с большим количеством икры отличаются раздутой и отвислой брюшной полостью [6], что также позволяет выделить ямного сазана, так как ходовой малоплодовитый сазан этого признака не имеет.

Соотношение ямного и ходового сазана на зимовальных ямах в течение года не остается постоянным (табл. 4). Зимой здесь преобладает ямный сазан. Весной, в апреле, к ямному сазану все в больших количествах начинает примешиваться ходовой сазан, основная масса которого (70%) держится в это время на более открытых участках авандельты. К концу апреля количество ходового сазана на ямах достигает 43%.

Много ходового сазана было отмечено нами на ямах в последней декаде августа 1953 г. В сентябре с понижением температуры воды на ямах начинает концентрироваться ямный сазан, а ходовой отходит на открытые участки авандельты.

Наблюдения С. П. Алексеевой и М. Н. Кривобока [4] показали, что в нерестово-выростных хозяйствах сазан не выметывает икру второй и

Таблица 4

Количество ямного сазана на Створинских ямах (в %)

Дата сбора материала	Число проанализированных сазанов (ямного и ходового)	Количество ямного сазана	
		в экз.	в %
Створинские ямы 1951 г.			
Март	46	29	62,5
Октябрь	51	48	94,0
1952 г.			
9 - 17 февраля	56	42	75,6
18—20 апреля	80	44	55,5
21—28 "	153	95	62,3
1953 г.			
6—9 апреля	40	35	87,2
10—20 "	97	65	66,7
23—30 "	94	64	57,3
27—29 августа	9	2	22,1
2—10 сентября	25	11	45,8
12—20 "	24	16	65,2
21—23 "	19	14	72,3
Предустьевое пространство			
26 апреля 1952 г.	70	21	29,9

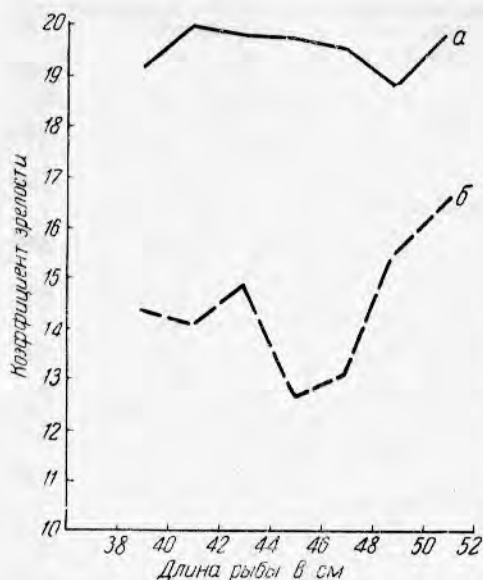


Рис. 3. Коэффициент зрелости половых продуктов самок сазана (весна 1953 г.): а—ямного; б—ходового.

ретьей порций, поэтому при посадке производителей следует рассчитывать только на икру первой порции.

Заготовку сазана в ямах следует производить в начале апреля, когда там преобладает ямный сазан.

Нерест ямного сазана происходит в более ранние сроки, благодаря чему обеспечивается получение более крупной молоди. Кроме того, при посадке в рыбхозы ямного сазана значительно сокращается потребность в посадочном материале. Так, по данным Главрыбвода, в 1953 г. для семи рыбхозов общей площадью 3465 га требовалось 17160 самок сазана; для этих же рыбхозов производителей ямного сазана потребуется всего лишь 13 556 экз., т. е. на 21 % меньше.

В 1951 г. М. А. Летичевский [6] проводил опыты по увеличению численности молоди сазана в рыбхозах, путем отбора и посадки в рыбхозы наиболее доброкачественных производителей. Для этой цели близ Створинских зимовальных ям с 18 по 25 апреля он отобрал самок сазана с повышенным количеством икры (с сильно раздутой и отвислой брюшной полостью), что, по нашим данным, является одним из признаков ямного сазана.

Было отобрано всего 485 самок сазана вместо 727, намеченных по плану. Они были посажены в рыбхоз «Алтуфьевский», где через 4 дня начался нерест, продолжавшийся всего 7 дней (с 29 апреля по 6 мая), что для сазана является крайне сжатым сроком. В результате выход молоди от одной самки составил 35 970 экз. — в три раза больше, чем намечалось по плану. В пересчете на 1 га это составило 75 800 экз. вместо 37 600 по плану.

ВЫВОДЫ

1. В дельте Волги имеются две биологические группы сазана (ямный и ходовой), аналогичные озимым и яровым расам сазана, установленным Л. С. Бергом. Они характеризуются различным количеством икры первой порции при почти одинаковой абсолютной плодовитости.

2. Ямный сазан концентрируется на ямах в сентябре при температуре воды не выше 16° и остается там на всю зиму до апреля — мая, т. е. до начала нереста. Количество икринок первой порции у ямного сазана достигает 264 тыс., что составляет 79 % его абсолютной плодовитости.

3. Ходовой сазан в значительных количествах появляется на ямах лишь во второй половине апреля. Количество икринок первой порции у ходового сазана составляет по всем размерным группам 187 тыс., или 57 % его абсолютной плодовитости.

4. Ямный сазан по сравнению с ходовым нерестится в более ранние сроки, что обеспечивает получение в рыбхозах более крупной и жизнеспособной молоди.

Ввиду того, что в условиях рыбхозов сазан не выметывает икру второй и третьей порций, посадку производителей следует проводить только из расчета икры первой порции.

5. При посадке в водоемы рыбхозов ямного сазана, обладающего большим количеством икры первой порции, значительно сократится необходимое число производителей. Отлавливать производителей на зимовальных ямах следует в первой половине апреля, так как в это время основную массу улова составляет ямный сазан.

В тех случаях, когда производителей заготавливают в более поздние сроки, например во второй половине апреля, необходимо тщательнее отбирать более плодовитого ямного сазана.

6. Внешними признаками ямного сазана являются: темнокоричневая, местами почти черная, окраска чешуи, обилие слизи на теле, а также сильно раздутая и отвислая брюшная полость.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С., Яровые и озимые расы у проходных рыб, «Известия Академии наук СССР», 1934.
 2. Вышеславцева Т. В., Наблюдения над развитием половых продуктов сазана в дельте Волги (напечатано в этом сборнике).
 3. Зуссер С. Г., Биология и промысел сазана Северного Каспия, «Рыбное хозяйство», 1938, № 3.
 4. Кривобок М. Н. и Карасикова А. А., Особенности питания и роста популяций молоди сазана в нерестово-вырастном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
 5. Кожин Н. И. и Летичевский М. А., Нерестово-вырастные хозяйства, Пищепромиздат, 1953.
 6. Летичевский М. А., Роль отбора производителей в повышении численности молоди в рыбоводных хозяйствах дельты Волги, «Рыбное хозяйство», 1952, № 8.
-

НАБЛЮДЕНИЯ НАД РАЗВИТИЕМ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ САЗАНА В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ

Т. В. ВЫШЕСЛАВЦЕВА

Нерест сазана в низовьях Волги и авандельте весьма растянут. В авандельте нерест начинается с середины апреля [4], разгар его приходится на середину мая, а заканчивается он, в зависимости от состояния погоды и паводка, в конце мая — первой половине июня [3].

При заготовке производителей сазана для зарыбления рыбхозов недостаточно обращают внимания на состояние зрелости их половых продуктов. Поэтому в рыбхозах нерест сазана растягивается на 15—25 суток, в связи с чем развитие икры различных сроков нереста, а также последующий рост молоди происходят при различных условиях.

Вследствие более благоприятного состояния кормовой базы рыбхозов в начале мая молодь, полученная от рано нерестующих производителей, растет в два-три раза быстрее молоди, полученной от производителей нерестующих позднее [3]. В результате при спуске рыбхозов наряду с хорошими крупными мальками встречается большое количество мелкой молоди, не достигшей стандартного веса.

При зарыблении нерестовых хозяйств только рано нерестующими производителями рыбопродуктивность рыбхозов значительно увеличится, а качество выпускаемой молоди улучшится.

Необходимо прежде всего выяснить причины растянутого нереста сазана и произвести оценку производителей различных сроков нереста. Разрешение этого вопроса и явилось темой настоящей работы.

Материал для исследований мы собирали в апреле, мае, июле, октябре 1951 г., а также в феврале и апреле 1952 г. на Створинских зимовальных ямах, находящихся в непосредственной близости от авандельты. На этих ямах обычно зимует большое количество производителей сазана, и здесь же весной их заготавливают для зарыбления нерестово-выростных хозяйств.

Для анализа производителей сазана ловили накидками, а при подледном лове — ставными сетями. Всего было проанализировано 562 рыбы. Определяли их длину, вес, возраст, взвешивали половые продукты, вычисляли коэффициент зрелости. Для определения абсолютной плодовитости сазана из средней части его яичника брали навеску икры в 0,5 г, подсчитывали количество икринок в ней и полученное число умножали на вес яичника.

Так как сазан относится к рыбам с порционным икрометанием, то для установления количественного соотношения икринок различных порций и их размеров измеряли 50 икринок из каждой взятой навески.

У только что пойманных рыб определяли содержание гемоглобина (по Сали) и подсчитывали количество эритроцитов в 1 мм³ крови для определения зависимости этих элементов от состояния зрелости половых продуктов.

Возраст исследуемых рыб колебался в пределах от 3 до 10 лет с обладанием четырех- и пятилеток.

Большинство проанализированных рыб (58%) имели длину от 36 до 44 см, вес — от 1 до 2 кг.

На Створинских ямах неполовозрелые рыбы встречаются очень редко, поэтому в сборах совершенно отсутствуют особи длиной менее 30 см.

Единичные самки достигают половой зрелости в возрасте 3 лет при средней длине 36,3 см и весе 1,1 кг. Основная масса самок становится половозрелой только в возрасте 4 лет при средней длине 39,1 см и весе 1,3 кг.

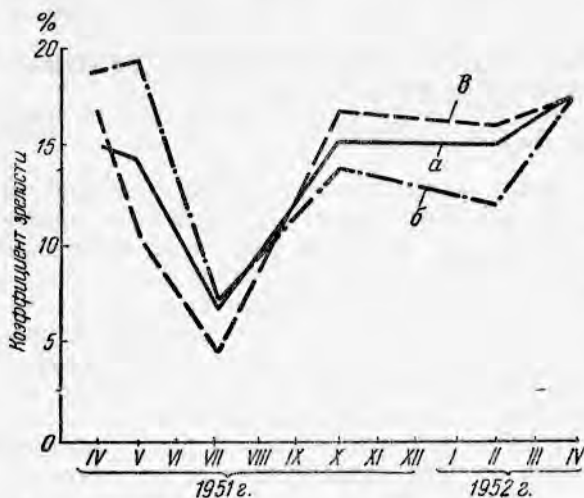


Рис. 1. Сезонные изменения коэффициента зрелости половых продуктов у сазана:
а—средней длины; б—длиной 48—50 см; в—длиной 38—40 см.

Вес яичников сазана колеблется в зависимости от степени зрелости гонад, а также от длины и веса рыб. Так, с увеличением длины рыб от 33 до 65 см и веса их от 0,5 до 6 кг вес яичника увеличивается в среднем от 120 до 895 г.

В течение года вес половых продуктов сазана сильно меняется и достигает наибольшей величины в преднерестовый период, т. е. в апреле — начале мая. Непосредственно после нереста вес яичников не определялся. В начале июля вес яичников по сравнению с весом их в преднерестовый период,

уменьшается в два-три раза, а к осени вновь достигает своей преднерестовой величины.

Такая же закономерность наблюдается и в отношении сезонного изменения коэффициента зрелости. На рис. 1 видно, что в преднерестовый период коэффициент зрелости колеблется от 15 до 19. К июлю он уменьшается до 4,5—7, а в октябре вновь увеличивается до своей преднерестовой величины. Зимой коэффициент зрелости остается почти неизменным; немного он увеличивается в апреле.

Такая картина сезонного изменения коэффициента зрелости несколько схематична, а так как для характеристики половых продуктов в летний посленерестовый период нами использован небольшой материал, собранный при спуске рыбхоза «Батрачок» в июле 1951 г., то он не отражает возможного вторичного нереста сазана, происходящего в естественных условиях в конце мая и в июне. В характере сезонных изменений коэффициента зрелости у рыб различной длины нет существенной разницы (см. рис. 1).

В апреле 1951 г. производители сазана со Створинских ям характеризовались неоднородностью зрелости половых продуктов с колебаниями коэффициента зрелости в пределах от 3 до 25. В распределении рыб по этому показателю наблюдаются две вершины, соответствующие коэффициентам зрелости 12 и 18 (рис. 2).

В октябрьской пробе 1951 г. при значительных колебаниях зрелости половых продуктов производителей сазана характерно наличие только одной вершины, приходящейся на коэффициент зрелости 14. Точно такая же картина наблюдалась и в феврале 1952 г. Это свидетельствует о том, что зимой никаких существенных изменений в состоянии зрелости рыб не происходит.

Чтобы проверить правильность подсчета плодовитости по навеске икры, взятой из средней части яичника, нами у одиннадцати рыб параллельно были взяты и подсчитаны навески из передней, средней и задней частей яичника. Результаты подсчетов общего количества икринок в этих навесках оказались почти одинаковыми и в среднем составили 541 икринку (табл. 1).

Количество икринок первой порции в различных частях яичника было неодинаковым. Из табл. 1 видно, что в задней части яичника их было 389, а в передней и средней соответственно — 340 и 334. Разность между крайними величинами в процентах от абсолютной плодовитости составила 9,3%. На основании этих расчетов можно утверждать, что, подсчитывая абсолютную плодовитость по навеске из средней части яичника, мы получаем вполне точные данные. Количество же икринок первой порции получается несколько заниженным.

Абсолютная плодовитость сазана в среднем по всем размерным группам составляет 344,3 тыс. икринок. У отдельных особей количество икринок первой порции колеблется в пределах 22—92% от общей плодовитости рыбы, а в среднем по всем пробам составляет 68,7% (табл. 2).

Размерная граница между икринками первой и второй порций выражена отчетливо (рис. 3). Во всех пробах она приходится на 0,97 мм. Размеры икринок первой порции колеблются в пределах от 0,97 до 1,55 мм. Наибольшего размера (1,55 мм) отдельные икринки

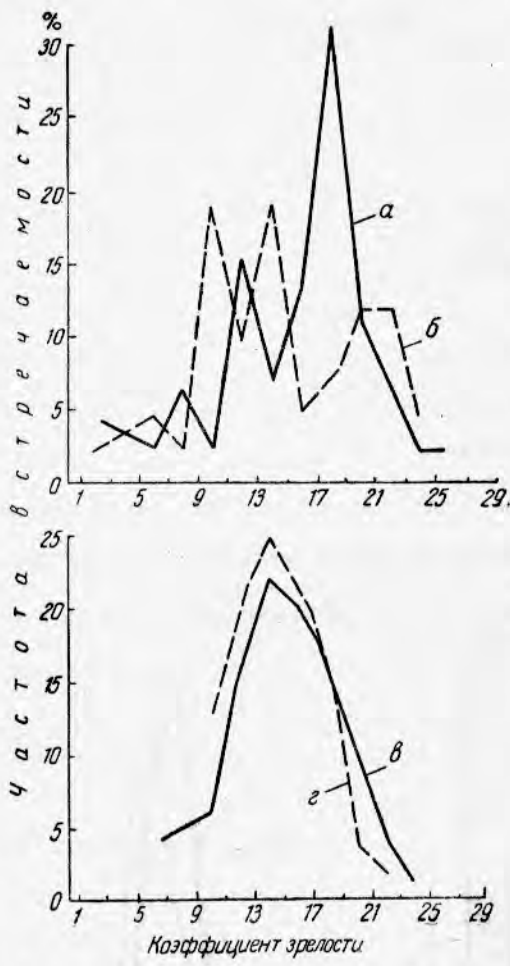


Рис. 2. Распределение сазана со Створинских зимовальных ям в зависимости от коэффициента зрелости:
а—в апреле 1951 г.; б—10 мая 1951 г.; в—в октябре 1951 г.; г—в феврале 1952 г.

Т а б л и ц а 1

Количество икринок в навесках 0,5 г, взятых из различных частей яичника сазана

Часть яичника	Число гравелизированных особей	Число икринок в навеске	Количество икринок первой порции в %	Число икринок первой порции в навеске	Диаметр икринок первой порции в мм
Передняя	11	541	62,8	340	1,16
Средняя	11	538	62,1	334	1,17
Задняя	11	545	71,4	389	1,18
В среднем по всем частям	11	541	69,2	353	1,17

Таблица 2

Характеристика икры сазана различных порций

Время взятия пробы	Количество исследо- ванных рыб	Первая порция		Вторая порция		Третья порция	
		Количество икри- нок в % к общей плодовитости	Средний размер икринок в мм	Количество икри- нок в % к общей плодовитости	Средний размер икринок в мм	Количество икри- нок в % к общей плодовитости	Средний размер икринок в мм
1951 г.							
Май	40	68,1	1,20	18,5	0,80	13,4	0,48
Октябрь	12	68,6	1,14	18,8	0,79	12,6	0,45
1952 г.							
Февраль	40	69,5	1,14	18,6	0,80	11,9	0,47
Апрель	108	66,0	1,19	—	—	—	—
В среднем ¹	—	68,7	—	18,6	—	12,7	—

¹ Средние величины вычислены по первым трем пробам.

достигают уже в феврале. Средние размеры икринок с октября по февраль остаются неизменными (1,14 мм). В апреле размер икринок увеличивается до 1,19 мм, почти достигая своего максимального размера в период нереста (1,20 мм). Размерная граница между икринками второй и третьей порций в вариационном ряду выражена очень нечетко.

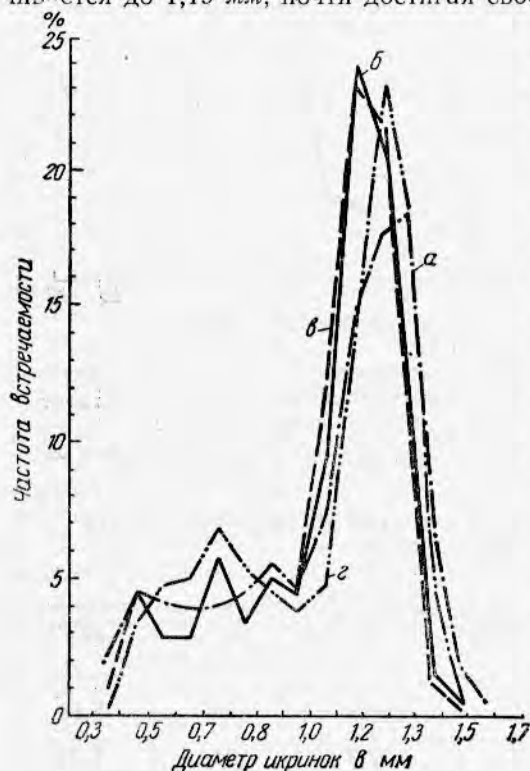


Рис. 3. Изменение размера икринок сазана по сезонам:
а—1-10 мая 1951 г.; б—октябрь 1951 г.; в—февраль 1952 г.; г—апрель 1952 г.

В течение всего периода наших наблюдений никаких существенных изменений в размерах икринок этих порций не происходило, что свидетельствует об отсутствии их развития в это время (табл. 2). Ориентировочно можно считать, что вторая порция составляет 18,6%, а третья — 12,7% от общего количества икринок в яичнике.

С увеличением длины тела сазана возрастает и его плодовитость. Из табл. 3 видно, что при увеличении длины тела с 34 до 60 см абсолютная плодовитость возрастает с 223,7 до 618 тыс. икринок, а количество икринок первой порции — с 166 до 466 тыс.

Повышение плодовитости наблюдается также в связи с увеличением веса тела сазана. Так, при увеличении веса рыбы с 0,5 до 4,5 кг абсолют-

Таблица 3

Зависимость плодовитости сазана от длины его тела

Длина тела сазана в см	34—36	36—38	38—40	40—42	42—44	44—46	46—48
Абсолютная плодовитость в тыс. икринок	223,7	243,7	244,3	280,1	297,8	343,1	399,4
Количество икринок первой порции в тыс. штук	166,0	159,0	179,3	185,0	203,6	222,1	258,3
Количество икринок первой порции в % к абсолютной плодовитости	74,2	65,2	73,4	66,0	68,3	64,7	64,7

Длина тела сазана в см	48—50	50—52	52—54	54—56	56—58	58—60
Абсолютная плодовитость в тыс. икринок	457,0	487,9	594,1	736,3	985,0	618,0
Количество икринок первой порции в тыс. штук	307,0	323,9	422,7	340,0	761,5	466,0
Количество икринок первой порции в % к абсолютной плодовитости	67,2	66,4	71,7	46,2	77,3	75,5

ная плодовитость возрастает с 201,0 до 807,3 тыс. икринок, а количество икринок первой порции увеличивается с 145 до 531,6 тыс. Увеличение плодовитости происходит непропорционально увеличению веса рыбы. При увеличении веса с 0,5 до 1,5 кг абсолютная плодовитость возрастает на 30,1%, а при увеличении веса с 1,5 до 2,5 кг — на 65,8%. Дальнейшее увеличение веса рыбы сопровождается уменьшением прироста количества икринок (табл. 4).

Таблица 4

Зависимость плодовитости сазана от его веса

Вес рыбы в кг	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Абсолютная плодовитость в тыс. икринок	201,0	261,6	434,1	563,5	807,3
Увеличение плодовитости в тыс. икринок	—	60,6	172,5	129,4	243,8
Увеличение плодовитости в %	—	30,1	65,8	29,8	43,3
Количество икринок первой порции в тыс.	145,0	173,5	292,5	413,9	531,6
Увеличение количества икринок первой порции в тыс.	—	28,5	119,0	121,4	117,7
Увеличение количества икринок первой порции в %	—	19,6	68,5	41,5	28,4

Все вышесказанное в равной степени относится и к изменению количества икринок первой порции.

Резкое увеличение плодовитости у рыб весом более чем 2 кг свидетельствует о том, что только по достижении этого веса рыбы становятся

вполне полноценными производителями. Из этого следует, что при использовании крупных производителей значительно сокращается количество рыб, необходимых для зарыбления водоемов. Например, по плодовитости 100 рыб со средним весом 2,5 кг соответствуют 168 рыбам со средним весом 1,5 кг и 201 рыбе со средним весом 1 кг. Коэффициент зрелости половых продуктов у рыб одинаковой длины из одной и той же пробы может колебаться от 7 до 29. Причины такого значительного колебания становятся понятными, если обратиться к рассмотрению плодовитости этих рыб (табл. 5). При увеличении коэффициента зрелости с 7 до 29 абсолютная плодовитость возрастает с 105 до 650,5 тыс. икринок, а количество икринок первой порции — с 75 до 533 тыс. Размеры икринок первой порции также различны. Так, при изменении коэффициента зрелости с 7 до 21 диаметр икринок увеличивается с 1,13 до 1,22 мм. Дальнейшее увеличение коэффициента зрелости до 29 сопровождается уменьшением диаметра икринок до 1,1 мм.

Таблица 5

Характеристика половых продуктов самок сазана длиной 33—40 см
(апрель 1952 г.)

Коэффициент зрелости половых продуктов	7—9	11—13	13—15	15—17	17—19	19—21	21—23	25—27	27—29
Количество рыб . . .	2	6	7	10	12	8	2	1	1
Абсолютная плодовитость в тыс. икринок	105	222,8	34,5	244,3	267,8	332,8	318,4	535,8	650,5
Количество икринок первой порции в тыс.	75,5	152,0	160,1	176,4	193,4	297,7	252,9	413,0	533,0
Количество икринок первой порции в %	71,9	68,2	68,3	72,2	72,2	89,5	79,4	77,1	81,9
Диаметр икринок первой порции в мм . .	1,13	1,16	1,3	1,20	1,19	1,22	1,16	1,16	1,1
Содержание гемоглобина в %	53,0	49,0	49,5	49,1	53,4	53,5	53,5	—	—
Средний вес рыбы в г	1311	1479	1393	1466	1375	1422	1444	—	—

Полученные данные наглядно показывают, что в пределах рассматриваемой нами группы рыб изменение коэффициента зрелости у отдельных особей определяется не только состоянием зрелости икры, но и ее количеством в яичнике.

Сазан в большинстве случаев икру второй и третьей порций в рыбхозах не выметывает, поэтому при зарыблении водоемов этих хозяйств надо исходить только из количества икринок первой порции.

Для установления показателей, которыми можно было бы руководствоваться при определении зрелости половых продуктов у производителей сазана, отбираемых для зарыбления рыбхозов, мы производили анализ крови этих рыб на содержание гемоглобина и эритроцитов. При этом нам пришлось столкнуться с явлением, отмеченным рядом авторов: значительными индивидуальными колебаниями содержания указанных элементов крови.

Для установления закономерностей изменения количества эритроцитов и содержания гемоглобина мы использовали средние величины, полученные на большом материале.

Первоначальная попытка увязать количественное изменение гемоглобина с длиной рыб не имела успеха. Затем взяли рыб с близкими коэф-

фициентами зрелости половых продуктов (от 16 до 20); при этом было установлено, что с увеличением длины рыбы возрастает и количество гемоглобина. В отдельных пробах это увеличение выражено в различной степени, но самый факт такой зависимости не вызывает сомнения.

Для выявления зависимости между состоянием зрелости половых продуктов, определяемых по коэффициенту зрелости, и содержанием гемоглобина мы подвергли анализу наиболее многочисленную группу рыб — длиной от 38 до 40 см. Было установлено, что при увеличении коэффициента зрелости с 5 до 15 содержание гемоглобина постепенно увеличивается с 41,8 до 43,5%. При дальнейшем увеличении коэффициента зрелости до 17 содержание гемоглобина резко возрастает и достигает 51,5% (рис. 4). На основании полученных результатов можно сделать вывод, что у сазана хорошо выражена зависимость между состоянием зрелости половых продуктов и содержанием гемоглобина.

Мы изучали также изменение содержания гемоглобина у самцов и самок сазана в различные сезоны года. Отчетливая картина получилась в тех случаях, когда исследования проводились у определенной группы рыб (длина 38—40 см). Характер изменения гемоглобина по сезонам у самцов и самок указанной размерной группы одинаков. После нереста количество гемоглобина снижается и достигает в июле наименьшей величины — 38,4% у самок и 49% у самцов. К октябрю количество гемо-

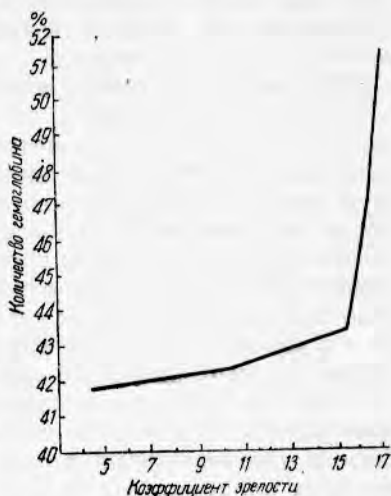


Рис. 4. Изменение содержания гемоглобина в крови сазана в зависимости от состояния зрелости его половых продуктов (у рыб длиной 38—40 см.).

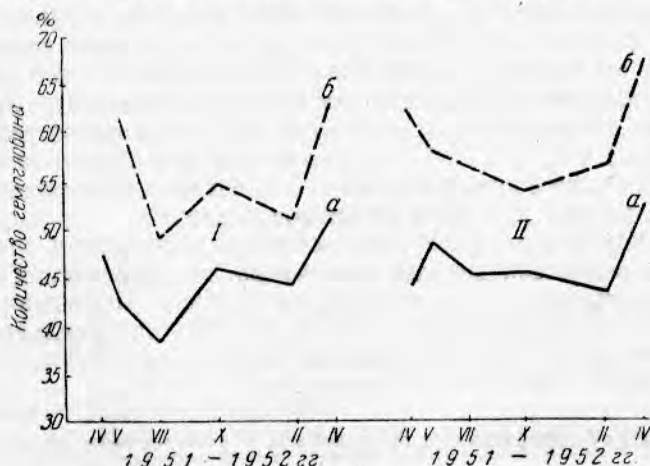


Рис. 5. Сезонное изменение содержания гемоглобина в крови сазана:

- I. При длине 38—40 см; а—для самок; б—для самцов.
- II. В среднем по всем размерам; а—для самок; б—для самцов.

глобина увеличивается до 54,5% у самцов и до 46,1% у самок, зимой оно снова несколько уменьшается. Начиная с февраля, количество гемоглобина резко увеличивается и достигает своей максимальной величины в апреле — 63,2% у самцов и 51,3% у самок (рис. 5).

Такой характер изменения содержания гемоглобина почти в точности отражает сезонный характер изменения коэффициента зрелости половых продуктов сазана. Это свидетельствует о том, что сезонное изменение количества гемоглобина у сазана в значительной степени обусловлено процессом созревания его половых продуктов. Однако использовать данные по количеству гемоглобина в качестве показателя состояния зрелости половых продуктов рыб при индивидуальных определениях нельзя. Эта закономерность выявляется только на средних пробах при большом количестве материала.

Количество эритроцитов подсчитывалось у 258 производителей сазана в период с апреля 1951 г. по февраль 1952 г. При установлении зависимости количества эритроцитов от длины рыб мы имели возможность проанализировать только одну пробу, взятую в феврале 1952 г. и состоящую всего из 56 производителей. Ввиду малочисленности пробы пришлось подвергнуть анализу всех рыб с различной степенью зрелости половых продуктов. В связи с этим полученные результаты позволяют лишь ориентировочно говорить о том, что с увеличением длины рыбы количество эритроцитов у самок сазана уменьшается. Так, у рыб длиной 34—50 см количество эритроцитов колеблется от 1527 до 1683 тыс. в 1 мм³ крови, а у рыб длиной 50—58 см — от 1389 до 1456 тыс. в 1 мм³ крови.

У сазана отчетливо выражен сезонный характер изменения количества эритроцитов. У самок наименьшее количество эритроцитов (990,1 тыс.) было в преднерестовый период (апрель). К моменту полного созревания половых продуктов количество их увеличивается и доходит до 1258 тыс. Максимальное количество эритроцитов (в среднем 1516 тыс.) наблюдалось в феврале.

Характер колебаний количества эритроцитов как у особей длиной 38—40 см, так и у всех рыб приблизительно одинаков.

Эритроцитов в крови самцов значительно больше, чем у самок. Так, если у самок в течение периода наших исследований количество эритроцитов колебалось от 990,1 до 1516,2 тыс., то у самцов количество их изменялось от 1117,5 до 1937,1 тыс.

Если между количеством гемоглобина и состоянием зрелости половых продуктов (коэффициент зрелости) наблюдается прямая зависимость, то в отношении эритроцитов такая связь отсутствует. У рыб длиной 38—40 см после нереста коэффициент зрелости уменьшается с 16,2 в апреле до 4,4 в июле, а количество эритроцитов в 1 мм³ крови за тот же период увеличивается с 897,5 до 1215 тыс. Начинаясь в июне созревание икры следующего года сопровождается дальнейшим увеличением количества эритроцитов, но ход этих двух процессов различен.

Связь между содержанием гемоглобина и количеством эритроцитов в крови сазана выражена довольно отчетливо: при увеличении числа эритроцитов увеличивается и количество гемоглобина. Исследование рыб из пробы, взятой в октябре 1951 г., показало, что при увеличении числа эритроцитов с 1 до 2 млн. количество гемоглобина возрастает с 35 до 60% (табл. 6).

Таблица 6

Связь между содержанием гемоглобина и количеством эритроцитов

Дата сбора материала	Количество проанализированных особей	Количество эритроцитов 1мм ³ в тыс.						
		600—800	800—1000	1000—1200	1200—1400	1400—1600	1600—1800	1800—2000
1951 г.		Гемоглобин в %						
Май	17	30,0	35,0	—	47,6	44,0	56,0	47,0
Июль	20	—	39,0	40,0	44,3	49,2	49,3	—
Октябрь	51	—	35,0	40,6	45,2	46,6	50,6	60,0
1952 г.								
Февраль	59	—	—	38,7	41,2	42,2	45,5	49,0

ВЫВОДЫ

1. В преднерестовый период производители сазана в районе Створия-ских ям имеют различный коэффициент зрелости половых продуктов, который колеблется в пределах от 6 до 20.

2. Анализ яичников сазана подтвердил наличие трех порций икры различной степени зрелости. Икра первой порции (наиболее зрелая) составляет около 68,7% общего количества икринок в яичнике. По своим размерам она отчетливо отделяется от икры второй порции. Икра второй порции недостаточно четко отличается от икры третьей порции. Количество икринок второй порции составляет в среднем 18,6%, а третьей — 12,7% от общего количества икринок в яичнике.

3. Количество икринок в 0,5-граммовой навеске из различных отделов яичника приблизительно одинаковое. Данные, полученные на основании измерений и подсчета икринок, взятых из среднего отдела яичника, в достаточной степени характеризуют абсолютную плодовитость; при пользовании этими данными лишь немного занижают количество икры первой порции.

4. Резкое увеличение плодовитости у рыб весом 2—2,5 кг свидетельствует о том, что только по достижении этого веса они становятся вполне полноценными производителями.

5. В нерестово-выростных хозяйствах сазан не выметывает икру второй и третьей порций, поэтому при расчете выхода молоди следует исходить из количества икры первой порции.

6. Значительные изменения величины коэффициента зрелости в пределах одной и той же размерной группы рыб обусловлены не только состоянием зрелости половых продуктов, но и плодовитостью рыб.

7. При одинаковом коэффициенте зрелости половых продуктов с увеличением длины рыб содержание гемоглобина увеличивается. По мере созревания половых продуктов содержание гемоглобина у сазана возрастает.

Содержание гемоглобина в крови самцов значительно выше, чем у самок, и в отличие от других рыб эти различия сохраняются у сазана в течение всего года.

8. Количество эритроцитов в 1 мм³ крови с увеличением длины рыбы несколько уменьшается. Сезонный характер изменения количества эритроцитов заключается в том, что от мая до февраля следующего года количество их непрерывно возрастает.

С увеличением количества эритроцитов содержание гемоглобина в крови производителей сазана также возрастает.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зуссер С. Г., Биология и промысел сазана Северного Каспия, «Рыбное хозяйство», 1938, № 3.

2. Кривобок М. Н. и Карасикова А. А., Особенности питания и роста популяций молоди сазана в нерестово-выростном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

3. Кривобок М. Н., Биологические особенности молоди сазана, выращиваемой в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги (напечатано в этом сборнике).

4. Летичевский М. А., О нерестовом значении аванделы Волги, Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции, т. IX, вып. 1, 1947.

5. Пучков Н. В., Физиология рыб, Пищепромиздат, 1954.

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЛОДИ САЗАНА
НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНЫХ ХОЗЯЙСТВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ**

Канд. биол. наук М. Н. КРИВОБОК

ВВЕДЕНИЕ

При зарегулировании стока Волги изменится режим весеннего паводка, вследствие чего нарушатся условия естественного размножения проходных и полупроходных рыб. Для сохранения запасов этих рыб необходимо значительно расширить мероприятия по их воспроизводству. Для полупроходных рыб основное значение будут иметь нерестово-вырастные хозяйства дельты Волги, в которых молодь будет выращиваться до определенного веса, а затем выпускаться в реки.

Для успешного разрешения этой задачи необходимо знать биологию и специфические особенности выращивания молоди леща, сазана, воблы и судака в условиях нерестово-вырастных хозяйств. Лаборатория физиологии ВНИРО занимается изучением этих вопросов с 1948 г., уделяя особое внимание росту молоди в связи с питанием. Последний исследуется путем постановки балансовых опытов по азотистому обмену [8].

В настоящей статье подводятся итоги этих исследований в отношении молоди сазана за период с 1948 по 1950 г. За это время была изучена молодь сазана в водоемах шести хозяйств, которые отличались различной степенью зарастания жесткой растительностью, различной плотностью посадки производителей и различным видовым сочетанием выращиваемой в них молоди сазана, леща, воблы и судака. В 1948 г. исследования велись в рыбхозе «Азово-Долгий», в 1949 г. — в рыбхозах «Горелый» и «Анкин-Черненский» и в 1950 г. — в рыбхозах «Бирючок», «Монашенско-Бахчинный» и «Хуторной-Козловский».

НЕРЕСТ САЗАНА И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП ЕГО МОЛОДИ

Заготовка производителей сазана для посадки в водоемы рыбхозов проводится в первой половине апреля на тонях и плавах в нижней части дельты Волги. Пойманных рыб транспортируют к месту назначения в прорезях. Посадку производителей в водоемы рыбхозов осуществляют вскоре после начала залития водоемов, т. е. при обычных сроках наступления паводка, в конце апреля или самом начале мая.

По состоянию зрелости половых продуктов производители сазана представляют очень неоднородный материал. Например, среди рыб, пойманных 1 апреля 1951 г. на Створинских ямах, наряду с вполне зрелыми особями, коэффициент зрелости которых был равен 27, попадались экземпляры со слабо развитой икрой (см. рис. 1 в статье Г. С. Карзинкина «Пути и методы повышения биологической продуктивности нерестово-вырастных хозяйств дельты Волги»).

Т. В. Вышеславцева [5] объясняет это тем, что весной на местах заготовки производителей держатся две биологические группы сазана. Одну группу, зимующую в реке на ямах, автор назвал я м и о й, а вторую,

приходящую весной с моря, ходовой. У ямного сазана по сравнению с ходовым икра более зрелая, и он значительно раньше нерестится (табл. 1). В рыбхозах единственный нерест сазана начинается спустя один-два дня после его посадки, т. е. в первых числах мая. В годы с обычным паводком интенсивность нереста достигает максимума около 15 мая, после чего идет на снижение. Отдельные нерестящиеся особи встречаются до конца мая — начала июня.

Таблица 1

Характеристика плодовитости сазана различных биологических групп
(по данным Т. В. Вышеславцевой)

Показатели	Биологические группы	
	Ямный сазан	Ходовой сазан
Число просмотренных рыб	44	30
Длина рыбы в см	38—40	38—40
Вес ястыка в г	238,0	179,7
Число икринок в 1 г ястыка	1069	1273
Размер икринок (в делениях окуляр-микрометра)	28,7	27,2
Абсолютная плодовитость в тыс. шт.	245,8	244,4
Количество икринок в первой порции в %	79,0	53,0
в тыс. шт.	88,0	152,4
Количество икринок во второй и третьей порциях в тыс. шт.	57,8	92,0

В начальный период залития рыбхозов нерест сазана происходит при очень неблагоприятных условиях. В это время бывают залиты только центральные участки, лишённые какой-либо мягкой растительности, и самки откладывают икру или непосредственно на пахотный слой, или, в лучшем случае, на стебли прошлогодних растений и плавающий на поверхности мусор.

В середине мая условия нереста улучшаются. К этому времени бывают залиты значительные площади рыбхозов, покрытые мягкой луговой растительностью.

Сазан относится к рыбам с растянутым и порционным икрометанием. О растянутости нереста можно судить по тому, что с конца апреля и до начала июня встречаются особи со зрелой, но еще не выметанной икрой первой порции.

П. А. Дрягин [6] и В. А. Мейен [18] на основании гистологических исследований яичников сазана констатируют наличие у него трех порций овоцитов различной зрелости, которые обуславливают возможность трехкратного нереста. Б. И. Черфас [20] и В. А. Мейен [18] считают, что нерест волжского сазана происходит в три срока с промежутками в 1 месяц.

Однако в условиях рыбхозов нам за все годы исследования ни разу не удалось констатировать повторного нереста. Это подтверждается специальным анализом яичников сазана, произведенным С. П. Алексеевой летом 1950 г.

Правда, Г. А. Муромова наблюдала один раз на опытных делянках рыбхоза «Батрачок» вторичный нерест двух самок сазана, однако по-

вторные опыты в 1951 г. не дали желательных результатов, и автор пришел к выводу, что в рыбхозах повторный нерест сазана отсутствует.

В рыбхозах при высоте паводка, равной средней многолетней высоте, выход личинок сазана из икры начинается между 12 и 17 мая и происходит неравномерно. Так, на одних и тех же местах одновременно попадают личинки в возрасте от 1 до 5 суток. Личинки с мест выклева откочевывают к берегу, где держатся в самых прибрежных участках на глубинах 10 см. Вследствие растянутого нереста выклев личинок длится до 30 мая — 10 июня.

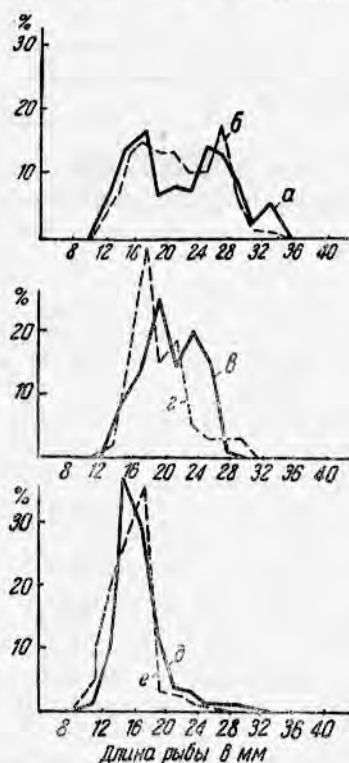


Рис. 1. Распределение молоди сазана по длине:

а—в рыбхозе «Черненский» 2 июня 1949 г.; б—в рыбхозе «Горелый» 31 мая 1949 г.; в—в рыбхозе «Батрачок», 1 июня 1950 г.; г—в рыбхозе «Бахчинный» 30 мая 1950 г.; д—в полое около деревни Бирючок, 2 июня 1950 г.; е—в Конном ерике, 2 июня 1949 г.

В это время распределение молоди по длине в вариационном ряду имеет двухвершинный характер. Одна вершина образована более крупными рыбами, полученными от рано нерестовавших производителей, вторая — мелкой молодь от позднего нереста. Наличие двух размерных групп сазана типично для большинства рыбхозов (рис. 1). Такая же двухвершинность в распределении молоди по длине отмечена и для аванделыты [13]. На полоях обычно встречается только одна группа, которая соответствует (в рыбхозах) рыбам более позднего выклева.

Это можно объяснить тем, что в природе окончательное созревание половых продуктов у рано нерестующего ямного сазана происходит раньше, чем образуются полوي. Единственным подходящим местом для его нереста в это время являются мелководья аванделыты. Позднее на этих мелководьях и на уже образовавшихся полоях нерестится вторая, позже созревающая группа ходового сазана. Подтверждение сказанному находим у М. А. Летичевского [15], который наблюдал массовый нерест сазана в аванделыте в середине апреля, задолго до образования естественных полоев.

Так как производителей заготавливают без соответствующей сортировки, то в рыбхозы обычно попадают рыбы с различной степенью зрелости половых продуктов. Этим объясняется растянутость нереста, а также то, что часть рыб нерестится буквально на другой день после их посадки в рыбхозы.

Вначале, когда жесткая растительность еще не успела вырасти, условия развития икры и последующего роста молоди сазана в рыбхозах с различной степенью зарастания приблизительно одинаковы. В это время эти условия в большей степени обуславливаются общими гидрометеорологическими показателями весны, а не особенностями того или иного рыбхоза.

Наметившиеся вначале две группы сазана хорошо прослеживаются в дальнейшем, до момента спуска водоемов (рис. 2). Это позволяет изучать рост молоди сазана раздельно по двум группам сазана (крупного и мелкого), соответствующим группам рыб раннего и позднего выклева. Группа крупного сазана менее многочисленна и составляет от 23 до 31% общего количества молоди.

В некоторых рыбхозах вследствие недостатка обычной пищи наиболее крупная молодь с середины июня переходит на хищничество. Эта небольшая группа хищного сазана отличается от остальных рыб весьма интенсивным ростом. Обнаруживается она легче всего на местах кормления, около шлюзов.

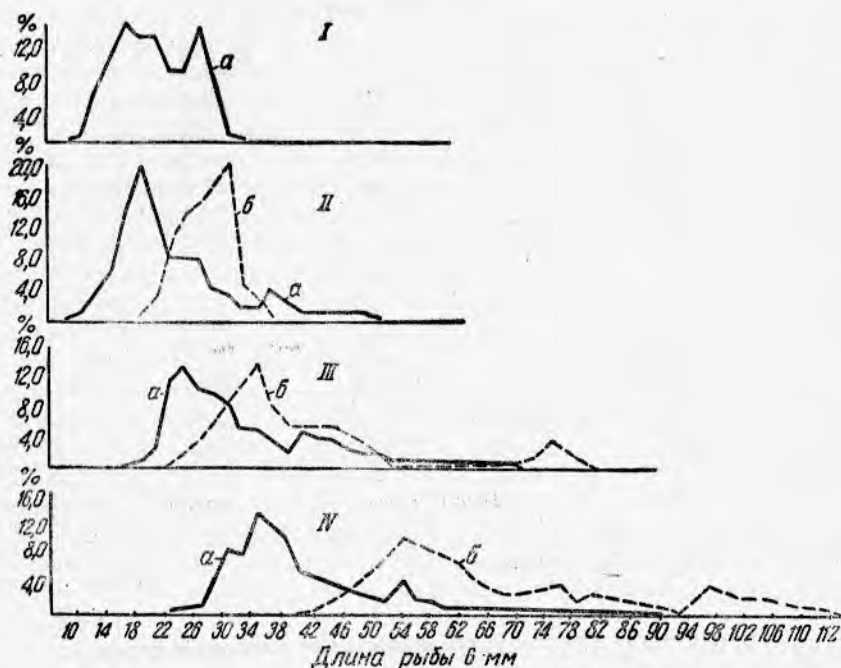


Рис. 2. Распределение молоди сазана по длине в рыбхозе «Горелый» летом 1949 г.:

a—размеры сазана, пойманного в рыбхозе; *b*—размеры сазана, пойманного около шлюза; *I*—проба от 31 мая 1949 г.; *II*—проба от 10 июня 1949 г.; *III*—проба от 18 июня 1949 г.; *IV*—проба от 2 июля 1949 г.

РОСТ И ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ САЗАНА

Условия питания и роста для молоди сазана различных сроков выклева в рыбхозе неодинаковы. Этим объясняется то, что в июле при спуске рыбхозов в одном и том же водоеме попадают особи длиной от 38 до 180 мм и весом от 2 до 250 г. Как уже было отмечено [14], при наличии такого значительного колебания длины и веса средние величины не всегда правильно отражают действительный рост молоди. При его изучении правильнее исходить не из анализа средних величин, а данных по росту сазана отдельных групп — крупного, мелкого и хищного.

Крупная молодь сазана (от раннего нереста) переходит на активное питание около 15 мая при средней длине тела 6,5 мм и среднем весе 2,2 мг. К началу августа в большинстве рыбхозов она достигает 69,8 мм длины при весе 10,53 г (табл. 2). В течение указанного промежутка интенсивность роста не остается постоянной. По нашим данным [14], суточный весовой прирост сазана этой группы в первые дни перехода на активное питание доходит до 100% и более. В дальнейшем интенсивность весового прироста замедляется: в июне она обычно не превышает 15%, в июле — 5%, а в августе — 1%. При длительной задержке молоди сазана в рыбхозе рост ее, по данным М. С. Идельсона [7], может полностью приостановиться.

Таблица 2

Рост молоди сазана в рыбхозах дельты Волги

Срок наблюдения	Мелкий сазан	Крупный сазан	Хищный сазан	В среднем по всем группам	Товарный ¹ сегеле-ток сазана
Д л и н а в м м					
20/V	8,6	9,7	—	9,5	—
25/V	11,6	16,8	—	14,0	—
31/V	14,9	22,0	31,5	18,2	—
10/VI	22,0	32,2	49,0	25,8	48,0
20/VI	27,4	42,2	72,7	32,0	76,0
30/VI	35,6	49,4	99,6	39,0	107,0
10/VII	38,0	56,9	114,5	42,8	145,0
20/VII	42,8	64,3	—	46,1	180,0
31/VII	46,2	69,8	—	55,2	209,0
В е с в г					
20/V	0,004	0,020	—	0,014	—
25/V	0,020	0,120	—	0,076	—
31/V	0,06	0,32	0,75	0,22	—
10/VI	0,37	1,05	3,00	0,67	3,40
20/VI	0,74	2,59	11,20	1,20	15,90
30/VI	1,66	5,12	30,85	2,43	46,20
10/VII	2,03	6,39	41,95	2,77	104,20
20/VII	2,52	9,78	—	3,30	197,00
31/VII	3,30	10,53	—	4,88	293,00

¹ По данным М. А. Летичевского.

Таблица 3

Сроки достижения определенного веса молодью сазана

Название рыб-хоза и группа сазана	„Азово-Долгий“ 1948 г.	„Горелый“	1949 г.		„Бирючок“ 1950 г.		„Ангин-Чер-невский“ 1949 г.	Хуторской Козловский 1950 г.	„Монашенско-Бахтинский“ 1950 г.
	сазан средней пробы	мел- кий	круп- ный	хищ- ный	мел- кий	круп- ный	круп- ный	круп- ный	круп- ный
Вес рыбы в г									

Дата начала активного питания

14/V	28/V	17/V	—	22/V	18/V	17/V	17/V	17/V
------	------	------	---	------	------	------	------	------

Возраст (в сутках) и дата

0,5	20 3/V	—	14 31/V	—	29 20/VI	21 8/VI	16 2/VI	16 2/VI	16 2/VI
1,0	34 18/VI	26 23/VI	21 8/VI	14 1/VI	44 8/VII	27 12/VI	24 10/VI	25 11/VI	24 10/VI
2,0	52 7/VII	38 3/VII	26 13/VI	20 5/VI	79 10/VIII	39 25/VI	29 15/VI	34 20/VI	29 —
4,0	—	58 23/VII	35 20/VI	25 10/VI	—	66 23/VII	37 23/VI	52 10/VII	—
10,0	—	—	49 8/VII	35 20/VI	—	—	50 6/VII	—	74 5/VIII
20,0	—	—	71 20/VII	40 25/VI	—	—	—	—	—

Мелкая молодь сазана (от позднего нереста) переходит на активное питание в конце мая. Она характеризуется более низкими показателями линейного и весового роста. Даже в самом начале активного питания суточный весовой прирост ее не превышал 35—45%. В дальнейшем интенсивность роста молоди этой группы, как и крупной молоди, снижается. К началу августа она достигает средней длины 46,2 мм при весе 3,3 г.

Ввиду благоприятных условий питания рост хищной молоди сазана протекает весьма интенсивно. Так, в рыбхозе «Горелый» в 1949 г. эта молодь к 10 июля достигла средней длины 114,5 мм при весе 41,95 г. В это же время крупная молодь из этого рыбхоза весила 11,3 г, а мелкая — 2,6 г. Следует отметить, однако, что даже эта группа быстро растущей хищной молоди не отражает полностью потенциальных возможностей роста сазана в условиях рыбхозов. Это видно из данных М. А. Летичевского, который при очень разреженной посадке производителей (2 пары на 60 га площади) в рыбхозе «Казалак» с хорошими условиями питания получил в 1953 г. молодь, средний вес которой 10 июля составил 104 г.

На рост молоди сазана большое влияние оказывает качество самих водоемов. Так, в рыбхозах, заросших жесткой растительностью, молодь растет хуже, чем в водоемах, ложе которых систематически перепаживается и используется под сельское хозяйство. Если в среднем в условиях рыбхозов молодь сазана достигает 2 г веса за 39 суток, то при благоприятных условиях этот срок уменьшается до 20 суток, а при плохих увеличивается до 79 суток (табл. 3).

В первые дни активного питания у молоди сазана из различных рыбхозов содержание влаги в теле приблизительно одинаковое и равно в среднем 87,6%. К началу августа влажность тела уменьшается до 78—80%.

Содержание протеина в сыром веществе тела сазана при переходе его на активное питание составляет 8,38—8,50%, а к первому августа оно увеличивается до 11,6—14,6%. За то же время содержание зольных элементов возрастает с 2,26 до 3,40%.

Содержание жира колеблется от 0,35 до 4,19% сырого веса. Хотя с увеличением возраста рыбы содержание жира возрастает, но в изменении этой величины нет той последовательности, которая отмечена в отношении влаги, протеина и золы. Общей особенностью является временное увеличение жирности в период с 20 июня по 5 июля, особенно резко выраженное у молоди сазана крупных групп. Так, содержание жира в теле крупного сазана из рыбхоза «Горелый» между 20 и 30 июня увеличилось с 0,93 до 4,19% сырого вещества, а у сазана из рыбхоза «Анкин-Черненский» с 25 июня по 5 июля содержание жира возросло с 0,93 до 2,79%. В дальнейшем происходит снижение жирности, однако степень этого снижения у молоди сазана неодинакова.

Молодь сазана из различных рыбхозов при одинаковом весе неоднородна по своему химическому составу. Например, у рыб весом 2 г содержание влаги колеблется от 80 до 83,40%, содержание протеина — от 11,40 до 13,32%, а содержание жира — от 0,35 до 2,28%. Эти различия обусловлены характером питания молоди в отдельных рыбхозах. Поэтому химическая характеристика молоди приобретает исключительное значение при изучении роста рыб в связи с питанием: все химические изменения могут быть объяснены на основании особенностей питания и использованы при оценке роста рыб.

Как показывают наши наблюдения в рыбхозе «Горелый» [14], переход крупного сазана с планктонного питания на питание фауной зарослей сопровождался сокращением влажности, которая за четыре дня уменьшилась с 87,53 до 84,78%, и одновременным увеличением содержания белка с 9 до 10,78%. Еще более резкие изменения отмечены при переходе молоди на питание семенами растений. Этот переход крупного сазана

из рыбхоза «Горелый» сопровождался временным увеличением жирности с 4,6 до 20% сухого вещества.

Накопление жира в связи с переходом на растительное питание типично для молоди сазана большинства рыбхозов. На характер линейного и весового прироста рыб оно не оказывает влияния. Однако, как показали наши исследования [12], положительная роль накопления жира заключается в меньшем расходе белка на окислительные процессы, что для молоди сазана в условиях рыбхозов имеет большое значение, так как к этому времени кормовые ресурсы уже бывают истощены и молодь испытывает все возрастающий недостаток в пище вообще и в белке в частности.

При характеристике сырого вещества рыб оказывается, что крупная молодь сазана отличается (при одинаковом весе) от мелкой большим содержанием влаги и меньшим содержанием протеина и золы. Хищный сазан также отличается (при одинаковом весе) от крупного сазана большим содержанием влаги и меньшим содержанием сырого протеина и золы (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Химическая характеристика молоди сазана рыбхозов

Сазан	Влага	Сырой протеин			Зола		Жир		Углеводы	
	в % сырого вещества	в % сырого вещества	в % сухого вещества		в % сырого вещества	в % сухого вещества	в % сырого вещества	в % сухого вещества	в % сырого вещества	в % сухого вещества
Рыбы весом 0,5 г										
Мелкий	82,25	12,36	69,68	2,92	16,44	0,55	3,05	1,92	10,83	
Крупный	84,25	11,11	70,63	2,39	15,20	0,72	4,53	1,57	9,64	
В среднем по всем группам	83,73	11,36	69,68	2,56	15,79	0,67	4,23	1,67	10,30	
Рыбы весом 1 г										
Мелкий	81,95	12,68	70,31	3,10	17,21	1,11	6,07	1,16	6,41	
Крупный	82,65	12,41	71,63	2,74	15,63	0,74	4,55	1,46	8,19	
В среднем по всем группам	82,25	12,18	68,85	2,85	15,98	1,15	6,34	1,56	8,83	
Рыбы весом 2 г										
Мелкий	81,45	12,69	68,44	3,30	17,78	0,62	3,35	1,94	10,43	
Крупный	81,96	12,63	70,20	2,79	15,60	1,03	5,65	1,59	8,55	
В среднем по всем группам	81,26	12,45	67,81	3,00	16,32	1,10	5,92	1,85	9,95	
Рыбы весом 4 г										
Мелкий	78,80	14,57	68,75	3,34	15,74	1,85	8,70	1,44	6,81	
Крупный	80,70	12,86	69,37	2,94	15,26	0,90	4,83	2,60	10,54	
В среднем по всем группам	80,20	13,29	67,19	3,04	15,38	1,14	5,80	2,28	11,83	
Рыбы весом 10 г										
Крупный	79,38	13,72	66,56	2,70	13,08	3,18	15,40	1,02	4,96	
Хищный	81,30	12,97	69,37	2,08	11,14	1,76	9,43	1,88	10,05	
В среднем по всем группам	80,07	13,46	67,50	2,48	12,44	2,71	13,41	1,30	6,65	

При пересчете на сухое вещество эти соотношения несколько изменяются. В этом случае содержание протеина у крупной молодежи по сравнению с мелкой будет выше, а содержание золы ниже. Таким образом, на основании приведенных данных можно заключить, что с повышением интенсивности роста молодежи сазана увеличивается оводнение тканей и накопление в них белка, а отложение золы отстает от нормы.

КОРМОВАЯ БАЗА

В рыбхозах кормовая база молодежи сазана складывается из планктона, бентоса, фауны зарослей и семян растений. По данным М. А. Кастальской, Г. С. Карзинкина и Н. И. Кожина [9], а также М. А. Летичевского [10, 16], зоопланктон в рыбхозах представлен главным образом Rotatoria, Copepoda и Cladocera. Сразу после заливания водоемов начинается массовое развитие этих форм с значительным преобладанием одного из представителей Cladocera — мойны. Биомасса зоопланктона быстро возрастает и достигает максимальной величины в двадцатых числах мая (более 20 г/м³). В начале июня цикл развития мойны заканчивается, и биомасса зоопланктона резко снижается до десятых долей грамма на 1 м³ (табл. 5). Таким образом, весенний период массового развития зоопланктона длится около 15 суток.

Таблица 5

Сезонные изменения биомассы зоопланктона (в мг/м³) в рыбхозах
(по данным М. А. Кастальской и М. А. Летичевского)

Дата наблюдения	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	Всего
5/V	21	364	53	438
10/V	172	452	161	785
15/V	1397	15902	6027	23326
20/V	1767	21088	1484	24339
25/V	508	1899	114	2521
30/V	207	137	108	452
5/VI	156	36	224	416
10/VI	360	224	167	751
15/VI	1034	123	392	1549
20/VI	617	330	348	1259
25/VI	486	250	367	1103
30/VI	465	332	699	1496
5/VII	1826	831	481	3138
10/VII	1498	759	436	2693
15/VII	2975	585	1096	4656
20/VII	1251	120	1877	3249
25/VII	4607	2144	732	7483

С середины июля начинается осенний период развития зоопланктона. Он обычно бывает менее мощным, чем весенний и обусловлен развитием Copepoda и Cladocera.

По данным Е. А. Яблонской [23] и Т. Н. Баклановской [2], основной группой в бентосе являются личинки хирономид, представители рода Tephropipes, составляющие около 73% общей биомассы. Олигохеты составляют 14,7%, Phyllozoa с примесью Gammaridae — 8,6%, а водяные жуки и личинки различных насекомых — только 3,7% биомассы (табл. 6).

Биомасса бентоса подтверждена резким сезонным изменениям вследствие колебания численности личинок хирономид и Phyllozoa. Наибольшей величины она достигает в начале июня, доходя в отдельных пробах до 100 г/м². В дальнейшем в результате выедания хирономид производителями сазана и леща возможность их воспроизводства в прежнем количестве подрывается, вследствие чего плотность населения их уменьшается и в некоторых случаях доходит до 0. Уменьшение биомассы бен-

Таблица 6

**Сезонные изменения биомассы бентоса рыбхозов (по данным
Т. Н. Баклановской и Е. А. Яблонской)**

Организмы бентоса Даты наблю- дений	Личинки хируномид		Phylloroda и другие ракообразные		Насекомые и их личинки		Олигохеты		Общая биомасса в мг/м²
	в мг/м²	в %	в мг/м²	в %	в мг/м²	в %	в мг/м²	в %	
1—15/V	—	—	17	0,6	—	—	2900	99,4	2917
16—31/V	6913	80,8	1015	11,9	248	2,9	383	4,4	8559
1—15/VI	8734	70,3	1981	15,9	96	0,8	1622	13,0	12433
16—30/VI	5523	84,3	8	0,1	459	7,0	563	8,6	6553
1—15/VII	2313	74,5	—	—	178	5,7	615	19,8	3106
16—31/VII	1276	41,4	—	—	87	2,8	1714	55,8	3077
1—15/VIII	499	—	—	—	214	—	217	—	930
16—30/VIII	180	22,6	—	—	615	77,4	—	—	795
В среднем с 15/V по 15/VIII	4209	73	501	8,6	215	3,7	852	14,7	5777

тоса связано также с окончанием в середине июня цикла развития Phylloroda.

Биомасса бентоса в рыбхозах в июне составляла 12,5 г/м², в июле — 3 г/м², в августе — только 0,7 г/м². В среднем за весь период она составляла 5,77 г/м².

По данным Т. Н. Баклановской [2], биомасса фауны зарослей по сравнению с биомассой бентоса составляет хотя и меньшую, но более стабильную величину. В среднем она равна 2,78 г/м², и составляла в мае 2,18, в июне 3,82, в июле 2,92 и в августе 2,90 г/м² (табл. 7).

Таблица 7

**Сезонные изменения биомассы фауны зарослей в водоемах
рыбхозов (по данным Т. Н. Баклановской)**

Организмы фауны зарослей Дата наблю- дений	Мшанки		Личинки и куколки хиру- номид		Прочие на- секомые и их личинки		Прочие		Общая биомасса в мг/м²
	в мг/м²	в %	в мг/м²	в %	в мг/м²	в %	в мг/м²	в %	
1—15/V	—	—	300	37,8	456	57,7	36	2,5	792
16—31/V	268	12,3	1133	51,8	517	23,7	267	12,2	2185
1—15/VI	1043	52,9	419	21,2	145	7,2	370	18,7	1977
16—30/VI	5079	89,7	374	6,6	165	2,9	47	0,8	5665
1—15/VII	2134	60,9	755	21,5	570	16,2	49	1,4	3508
16—31/VII	709	30,4	1077	46,1	422	18,1	125	5,4	2333
1—15/VIII	392	17,9	781	35,5	981	42,2	96	4,4	2200
16—30/VIII	204	5,6	1730	47,9	1290	35,7	392	10,8	3616
В среднем за весь период . .	1229	44,1	821	29,5	562	20,2	173	6,2	2875

Преобладающим элементом фауны зарослей в рыбхозах являются мшанки, максимум развития которых приходится на конец июня. На втором месте находятся личинки хирономид обрастаний, составляющие 29,5% общей биомассы. Эти личинки представлены очень мелкими формами различных видов. Количество их исчисляется десятками тысяч на 1 м². Третье место занимают мелкие насекомые, среди которых преобладают жуки и их личинки. Кроме того, среди организмов фауны зарослей в очень ограниченном количестве встречаются мелкие олигохеты.

С середины июня в пищу сазана в большом количестве начинают встречаться семена растений. Однако видовая принадлежность и состояние их запасов в рыбхозах пока остаются неизученными.

Отдельные рыбхозы отличаются один от другого состоянием кормовой базы. Эти различия обусловлены степенью их зарастания жесткой растительностью. Последняя отрицательно влияет на развитие зоопланктона, бентоса и фауны зарослей. Большое значение имеет также степень обработки ложа водоемов. В хозяйствах, где ложа водоемов через год перепаживаются и используются под сельскохозяйственные культуры, кормовая база бывает очень высокой.

АЗОТИСТЫЙ РАЦИОН МОЛОДИ САЗАНА

Для изучения роста молоди сазана в связи с его питанием проводились опыты по определению баланса азота [8]. Количество азота, потребляемого рыбой вместе с пищей в течение суток, называется суточным азотистым рационом. Обычно он выражается в процентах азота тела. У молоди сазана, только что перешедшей на активное питание, азотистый рацион равен 50—57% азота тела. По мере роста рыб относительные величины рациона уменьшаются, но степень этого уменьшения не во всех случаях одинакова. Например, у крупного сазана из рыбхоза «Горелый» со средним весом 20 г азотистый рацион был равен 5,9%, а у хищного сазана такого же веса из того же рыбхоза—17%.

Азотистый рацион складывается из азота, отложенного в теле, азота, выделенного с продуктами белкового обмена, и азота экскрементов. Азот, отложенный в теле и выраженный в процентах азотистого рациона, называется продуктивным действием пищи. При переходе молоди сазана на активное питание продуктивное действие составляет в среднем 67,5%. Дальнейшие изменения этой величины зависят от условий питания молоди. При избытке пищи у хищного сазана весом 16—28 г продуктивное действие равно в среднем 73%, а у плохо растущей молоди весом 2,8 г (рыбхоз «Азово-Долгий») — только 4,4%. При нормальном питании увеличение в весе молоди не отражается на величине продуктивного действия. Это хорошо видно на примере крупной молоди из рыбхоза «Горелый», у которой при увеличении в весе с 0,05 до 17,2 г продуктивное действие колебалось без определенной последовательности, в пределах от 36,4 до 67,7%. В среднем для молоди сазана за период ее выращивания в рыбхозах продуктивное действие составляет 47%.

Азот продуктов белкового обмена у молоди сазана в среднем составляет 43,6—52,3% азотистого рациона. При хороших условиях питания эта величина уменьшается до 21%, а при плохих — увеличивается до 87,2%. Азот экскрементов в среднем составляет 7,5% азотистого рациона. Поскольку молодь сазана питается разнообразной пищей, эта величина подвержена значительным колебаниям. При плохом корме она увеличивается до 15,2%.

Сравнивая отдельные элементы азотистого рациона у мелкой и крупной молоди сазана одинакового веса, мы видим, что во всех случаях мелкая молодь характеризуется более низкими показателями использования

азота пищи на рост и повышенным выделением неусвоенного азота и азота продуктов белкового обмена (табл. 8). Это говорит о том, что по сравнению с крупной молодью мелкая потребляет менее полноценную пищу, которая хуже усваивается и в меньшей степени используется на рост.

Таблица 8

Соотношение элементов азотистого рациона молоди сазана в процентах азота тела

Элементы азотистого рациона	Группа молоди сазана			
	мелкий сазан	крупный сазан	хищный сазан	среднее значение по всем группам
Рыбы весом 0,5 г				
Продуктивное действие	44,4	55,0	—	49,7
Азот продуктов обмена	45,6	38,0	—	43,6
Азот экскрементов	10,0	7,0	—	6,7
Рыбы весом 1 г				
Продуктивное действие	36,5	53,0	—	43,5
Азот продуктов обмена	52,2	38,6	—	48,6
Азот экскрементов	11,3	8,4	—	7,9
Рыбы весом 2 г				
Продуктивное действие	32,9	50,0	—	39,8
Азот продуктов обмена	56,5	41,7	—	52,3
Азот экскрементов	10,6	8,3	—	7,0
Рыбы весом 4 г				
Продуктивное действие	45,0	59,1	—	46,4
Азот продуктов обмена	50,8	31,2	—	46,2
Азот экскрементов	4,2	9,7	—	7,4
Рыбы весом 20 г				
Продуктивное действие	—	55,5	73,2	—
Азот продуктов обмена	—	38,7	24,7	—
Азот экскрементов	—	5,8	2,1	—

Сопоставляя элементы азотистого рациона у молоди и взрослого сазана в условиях рыбхоза, мы видим, что если у молоди откладывается в теле 47,9% азотистого рациона, то у взрослых рыб только 15,9%. Вследствие использования ими более грубых кормов количество неусвоенного азота составляет 15,1% против 5,1% у молоди, а общая величина азотистого рациона составляет для молоди 12,1%, а для взрослых рыб — 1,6% (табл. 9).

Таблица 9

Азотистый рацион взрослого сазана и его молоди

Азотистый рацион взрослого сазана				
Сазан	Элементы азотистого рациона			
	азотистый рацион (в процентах азота тела)	азот отложенный в теле	азот продуктов белкового обмена	азот экскрементов
Взрослый из рыбхоза „Бирючок“	1,6	15,9	69,0	15,1
Молодь из рыбхоза „Горелый“ (группа крупного сазана) . .	12,1	47,9	47,0	5,8

Зная величину азотистого рациона, соотношение в пище кормовых организмов и содержание в них азота, можно перейти от величины азотистого рациона к определению веса съеденной пищи. У молоди сазана на ранних стадиях развития суточное потребление пищи бывает наибольшим: доходит до 114,6% веса тела. По мере роста относительные величины пищевого рациона у рыб весом 10—20 г уменьшаются до 10—12%.

При одинаковом весе мелкий сазан по сравнению с крупным характеризуется меньшими величинами пищевого рациона (табл. 10). Зная величину суточного потребления пищи и суточный весовой прирост, можно вычислить кормовой коэффициент, т. е. то количество пищи, которое затрачивается рыбой для получения единицы прироста. У крупного сазана весом от 0,5 до 20 г величина кормового коэффициента колеблется без определенной последовательности в пределах от 3,1 до 4,4. У мелкого сазана с увеличением веса тела от 0,5 до 2 г кормовой коэффициент увеличивается с 3,7 до 5,3. Это говорит о том, что по мере роста условия питания рыб этой группы ухудшаются.

Таблица 10

Азотистый рацион (в процентах азота тела), пищевой рацион (в процентах веса тела) и кормовой коэффициент молоди сазана

Показатели питания	Группа молоди сазана			
	мелкий сазан	крупный сазан	хищный сазан	среднее по всем группам
Рыбы весом 0,5 г				
Азотистый рацион	20,7	30,8	—	24,8
Пищевой рацион	34,2	76,9	—	48,5
Кормовой коэффициент . . .	3,7	3,8	—	3,8
Рыбы весом 1 г				
Азотистый рацион	17,2	20,3	—	17,8
Пищевой рацион	26,9	47,6	—	34,4
Кормовой коэффициент . . .	4,7	4,4	—	4,5
Рыбы весом 2 г				
Азотистый рацион	12,4	15,4	—	13,4
Пищевой рацион	20,4	33,4	—	25,7
Кормовой коэффициент . . .	5,3	4,4	—	4,8

Показатели питания	Группа молоди сазана			
	мелкий сазан	крупный сазан	хищный сазан	среднее по всем группам

Рыбы весом 4 г

Азотистый рацион	7,7	12,0	—	10,5
Пищевой рацион	12,8	20,4	—	17,8
Кормовой коэффициент	—	—	—	4,6

Рыбы весом 10 г

Азотистый рацион	—	5,7	—	—
Пищевой рацион	—	11,9	—	—
Кормовой коэффициент	—	4,1	—	—

Рыбы весом 20 г

Азотистый рацион	—	5,9	9,7	—
Пищевой рацион	—	11,7	11,0	—
Кормовой коэффициент	—	3,1	1,9	—

Следует отметить, что у хищного сазана вследствие высоких пищевых качеств рыбной пищи и ее доступности кормовой коэффициент составляет только 1,9.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОДЬЮ САЗАНА КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБХОЗОВ

При изучении питания сазана необходимо учитывать, что рыбхозы относятся к временным водоемам полуживого типа. Это накладывает отпечаток на развивающуюся в них фауну. Отдельные элементы последней характеризуются относительно коротким циклом существования. Примером может служить весеннее развитие зоопланктона, развитие *Leptesteria*, различных насекомых и их личинок. В естественных полых весеннее развитие зоопланктона обеспечивает молоди хороший рост. Продолжительность ее пребывания в этих условиях и начало ската определяются состоянием паводка и сроками развития зоопланктона.

В рыбхозах весеннее развитие зоопланктона оканчивается в конце мая. В связи с этим условия питания молоди ухудшаются, и так как она не может покинуть водоем, то вынуждена приспособляться к новой обстановке. Степень этого приспособления определяется сроками перехода молоди на активное питание. Крупная молодь сазана переходит на активное питание около 15 мая по достижении длины 6,5—7 мм с еще нерасклевывшимся желточным мешком. В это время в ее кишечнике встречаются коловратки, копепоидные стадии циклопов и моина. Обилие в это время зоопланктона, в котором преобладает моина, создает весьма благоприятные условия для питания и роста сазана. Величины суточного рациона в это время бывают наиболее высокими и в некоторых случаях доходят до 115% веса тела.

В конце мая цикл развития моины заканчивается, и биомасса зоопланктона уменьшается. Это заставляет молодь сазана перейти на питание фауной зарослей (табл. 11). Переход совершается очень резко. Например, в рыбхозе «Горелый» 20 мая пища сазана почти на 100% состояла из зоопланктона, а 31 мая зоопланктон составил только 0,1% содержимого его кишечника.

Весовое соотношение кормовых групп (в %) в пище молоди сазана весом от 0,1 до 20 г

Название рыбхоза	Размерный состав сазана	Срок наблюдения	Коловратки	Веслоногие раки	Ветвистые раки	Листоногие раки	Личинки хирономид	Прочие насекомые и их личинки	Рыбы и лягушки	Мшанки	Семена растений
Рыбы весом менее 0,1 г											
„Азово-Долгий“	Без подразделения на группы	18/V	0,7	1,7	97,6	—	—	—	—	—	—
„Горелый“	Крупный	20/V	—	3,5	90,7	—	5,8	—	—	—	—
„Горелый“	Мелкий	25/V	—	45,0	10,0	—	15,0	30,0	—	—	—
„Бирючок“	Крупный	23/V	—	38,2	18,6	—	43,2	—	—	—	—
„Бирючок“	Мелкий	28/V	—	19,3	80,6	—	0,1	—	—	—	—
Рыбы весом 0,5 г ($l = 24,8$ мм)											
„Азово-Долгий“	Без подразделения на группы	8/VI	1,0	0,5	1,7	19,4	51,2	13,1	13,1	—	—
„Горелый“	Крупный	31/V	—	—	0,1	—	76,9	18,0	—	5,0	—
„Горелый“	Мелкий	13/VI	0,5	5,0	—	—	71,0	—	—	3,0	20,5
„Черненский“	Крупный	2/VI	—	5,0	4,0	36,0	25,0	25,0	—	5,0	—
„Черненский“	Мелкий	12/VI	10,0	50,0	6,3	—	30,0	—	—	3,7	—
„Бирючок“	Крупный	7/VI	—	5,5	—	—	11,6	70,3	—	—	12,6
„Бирючок“	Мелкий	23/VI	—	31,5	—	—	67,0	—	—	—	1,5
Рыбы весом 1 г ($l = 31,6$ мм)											
„Азово-Долгий“	Без подразделения на группы	18/VI	0,4	—	4,6	—	63,1	1,9	—	—	30,0
„Горелый“	Крупный	3/VI	—	—	0,1	46,0	39,0	12,4	—	2,5	—
„Горелый“	Мелкий	25/VI	2,0	6,5	2,0	—	56,0	15,7	—	6,5	11,3
„Черненский“	Крупный	12/VI	—	3,3	0,5	—	65,0	22,5	—	5,6	3,1
„Черненский“	Мелкий	26/VI	3,5	13,2	7,9	—	60,0	11,9	—	2,0	1,5
„Бирючок“	Крупный	8/VI	—	3,4	—	—	17,3	75,3	—	—	4,0
„Бирючок“	Мелкий	8/VII	0,6	3,7	0,5	—	94,0	—	—	—	1,2

Продолжение

Название рыбхоза	Размерный состав сазана	Сроки наблюдения	Коловратки	Веслоногие раки	Ветвистоусые раки	Листоногие раки	Личинки хирономид	Прочие насекомые и их личинки	Рыбы и лягушки	Мшанки	Семена растений
Рыбы весом 2 г ($l = 40,5$ мм)											
„Азово-Долгий“	Без подразделения на группы	5/VII	1,5	—	21,5	—	47,0	—	—	—	30,0
„Горелый“	Крупный	7/VI	—	—	—	92,0	—	8,0	—	—	—
„Горелый“	Мелкий	7/VII	3,0	7,7	4,0	—	41,1	31,2	—	10,0	3,0
„Черненский“	Крупный	19/VI	0,2	1,6	0,2	—	34,0	43,0	—	17,0	4,0
„Черненский“	Мелкий	1/VII	2,2	8,0	17,0	—	59,5	9,5	—	2,5	1,3
„Бирючок“	Крупный	27/VI	—	4,2	—	—	5,8	13,2	—	—	76,8
„Бирючок“	Мелкий	10/VIII	8,4	40,2	36,8	—	14,6	—	—	—	—
Рыбы весом 4 г ($l = 51,6$ мм)											
„Горелый“	Крупный	18/VI	0,1	1,0	—	—	5,9	23,0	—	10,0	60,0
„Горелый“	Мелкий	29/VII	—	4,5	6,4	—	50,0	16,6	—	19,0	3,5
„Черненский“	Крупный	26/VI	—	—	—	—	3,0	64,0	—	29,0	5,0
„Черненский“	Мелкий	5/VII	1,0	3,0	26,3	—	58,8	6,9	—	3,0	1,0
„Бирючок“	Крупный	14/VII	—	1,2	0,1	—	43,0	0,6	—	5,1	50,0
Рыбы весом 10 г ($l = 68,1$ мм)											
„Горелый“	„	2/VII	—	—	—	—	—	14,8	15,2	30,0	40,0
„Черненский“	„	5/VII	—	18,0	7,0	—	10,0	3,0	—	12,0	50,0
Рыбы весом 20 г ($l = 90,0$ мм)											
„Горелый“	„	29/VII	—	5,0	0,3	0,3	38,2	2,3	12,0	2,9	20,0

Фауна зарослей в это время очень бедна. Она состоит из различных личинок жуков, личинок хирономид обрастаний и мшанок. Многие формы из-за своих больших размеров еще не доступны для молоди сазана, и она вынуждена питаться мелкими личинками хирономид обрастаний и статобластами мшанок. При переходе на эту пищу интенсивность питания сазана снижается. Так, по данным П. Н. Хорошко, индекс наполнения кишечника сазана из рыбхоза «Бирючок» за период с 30 мая по 5 июня уменьшился с 255,7 до 55,3, а из рыбхоза «Монашенско-Бахчинный» — с 712,9 до 23,3. Это отразилось на росте молоди. За тот же срок у молоди сазана из рыбхоза «Бирючок» суточный весовой прирост уменьшился с 36,3 до 7,2%, а в рыбхозе «Горелый» — с 82,6 до 12,6%.

Переход молоди сазана с питания планктоном на питание фауной зарослей (личинками хирономид обрастаний) в условиях рыбхозов В. В. Васнецов [4] оценивает как типичную особенность сазана на данном этапе развития, подтверждаемую морфологическим строением рыбы. Однако анализ кормовой базы показывает, что этот переход обусловлен окончанием цикла развития зоопланктона и сопровождается резким замедлением роста. Это дает основание говорить, что в данном случае питание личинками хирономид обрастаний является вынужденным и, следовательно, не характерным для данного этапа развития.

Из-за ухудшения условий питания молодь сазана ищет выход из рыбхоза и с первых чисел июня в больших количествах скапливается около шлюзов. Это привлекает сюда лягушек, ужей, птиц и хищных рыб. На хищничество переходят производители сазана и леща, время от времени подходящие к шлюзу.

Так как скопившаяся около шлюзов молодь неоднородна по своим размерам, более крупные особи заглатывают мелких и быстро обгоняют в росте основную массу молоди, образуя группу хищного сазана. В некоторых рыбхозах с конца первой декады июня питание основной массы крупного сазана улучшается в связи с массовым развитием личинок мелких жуков и *Leptostheria*. Это сразу отражается на росте молоди. Например, в рыбхозе «Горелый» ее суточный весовой прирост увеличился с 12 до 19,8%, а в рыбхозе «Бирючок» — с 7,2 до 44%. При улучшении условий питания молодь сазана отходит от шлюза и снова расходится по рыбхозу.

С середины июня в пище сазана появляются семена растений и мшанки, составляющие до 60% пищевого рациона (см. табл. 11). В результате перехода на растительное питание в теле рыбы резко повышается содержание жира. Например, в рыбхозе «Азово-Долгий» с 12 по 26 июня жирность сазана увеличилась с 7 до 16,3%, а в рыбхозе «Горелый» с 18 июня по 1 июля — с 4,6 до 20% сухого веса тела.

С последних чисел июня в пище подросшего сазана, помимо семян и мшанок, начинают встречаться крупные личинки *Tendipes*, однако существенного значения в его питании они не имеют, так как в основном выедаются производителями. Помимо *Tendipes* второстепенными объектами питания являются различные водные насекомые и их личинки, головастики, лягушата, мальки рыб и зоопланктон. В июле состав пищи сазана остается таким же, как и в конце июня, но интенсивность питания постепенно уменьшается. Величина пищевого рациона в это время составляет 9—14%, а степень использования азота пищи на рост не превышает 15—20%. В тех рыбхозах, в которых остаются непересыхающие остаточные водоемы, зимуют моллюски, молодью которых может питаться уже подросший сазан. Однако удельный вес моллюсков в питании подросшего сазана незначителен, и по существу они приносят больше вреда, чем пользы, так как являются разносчиками чернильного заболевания.

Группа мелкого сазана переходит на активное питание в конце мая, на 10—15 дней позже крупной. В это время массовое развитие зоопланк-

тона заканчивается. Из-за недостатка последнего сазаны уже на этапе В при размерах тела 8 мм вынуждены переходить на питание личинками хирономид обрастаний [1]. Вследствие неблагоприятных условий питания молодь растет настолько медленно, что появляющиеся в начале июня *Leptestheria* и семена растений являются для нее недоступной пищей. В результате в течение всего последующего периода выращивания она питается малочисленным планктоном и личинками хирономид обрастаний.

Рассматривая питание рыб, находящихся на этапе G при средней длине тела 40 мм и среднем весе 2 г (см. табл. 11), мы видим, что крупная молодь сазана в одном случае питалась *Leptestheria*, во втором — крупными личинками насекомых и в третьем — семенами растений. У мелкой группы в трех случаях в пище преобладали личинки хирономид обрастаний и в одном — зоопланктон. Таким образом, крупный сазан в трех различных рыбхозах питался хотя и различной, но характерной для данного этапа его развития пищей, а мелкий — такими объектами, которые типичны для молодежи на более ранних этапах развития.

При одинаковом весе рыб пищевой рацион и продуктивное действие пищи мелкого сазана значительно меньше, чем пищи крупного сазана (см. табл. 10), а потому и рост его протекает медленнее. Так, например, мелкий сазан из рыбхоза «Бирючок» достигает веса 2 г за 79 суток при средней величине пищевого рациона 228 мг и продуктивном действии 17,5%, а крупный сазан из рыбхоза «Горелый» достигает этого веса за 26 суток при суточном рационе 434 мг и продуктивном действии 53,3% (табл. 12).

Таблица 12

Зависимость продолжительности выращивания молоди от интенсивности ее питания (для рыб весом 2 г)

Сазан	Продолжительность выращивания в сутках	Продуктивное действие пищи в %	Суточный пищевой рацион в мг
Мелкий из рыбхоза „Бирючок“ . .	79	17,5	228
Крупный из рыбхоза „Бирючок“ . .	39	42,4	335
Мелкий из рыбхоза „Горелый“ . .	38	43,3	314
Крупный из рыбхоза „Горелый“ . .	26	53,3	434
Средней пробы из рыбхоза „Азово-Долгий“	52	30,0	208

В результате удлинения периода роста молоди до достижения ею определенной длины или веса мелкий сазан в общей сложности потребляет пищи не меньше, чем крупный.

Таким образом, в рыбхозах для сазана, в зависимости от сроков его перехода на активное питание, создаются различные условия питания и роста. Для нормального развития рыбы необходима, помимо определенной последовательности в переключении на новый вид пищи при переходе на следующий этап развития, определенная скорость роста. В противном случае произойдет разрыв между развитием молоди и изменениями в ее кормовой базе. Нарушение связи между развитием молоди и кормовой базой приведет к замедлению роста, которое в условиях рыбхозов не может быть компенсировано. Этим объясняется тот факт, что в одном и том же водоеме индивидуальный вес выпускаемой молоди может колебаться в пределах от 2 до 250 г.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МОЛОДИ САЗАНА С ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ И МОЛОДЬЮ ДРУГИХ ВИДОВ РЫБ

Как показали наши наблюдения (1950), объектами питания взрослого сазана в рыбхозах являются *Phylloroda* (*Leptestheria*, *Apus*), личинки хирономид, различные насекомые и их личинки, семена растений, мшанки, головастики, лягушата и молодь рыб. Перечисленные организмы встречаются также в пище подросшей молоди сазана. Выедание взрослыми рыбами *Phylloroda* не приносит вреда молоди. То же можно сказать и о выедании водяных жуков, клопов и их личинок, поскольку производители питаются более крупными формами, недоступными для мелких рыб.

Существенное значение в питании сазана имеют личинки *Tendipes*. Они составляют основную часть бентоса рыбхозов и интенсивно выедаются. Основными их потребителями являются производители сазана и леща, которые легче проникают в иловую толщу дна и настолько тщательно выедают личинок, что на долю молоди остаются единичные экземпляры. Выедание личинок хирономид производителями не только подрывает кормовую базу молоди, но приводит к тому, что из уцелевших личинок выводится небольшое количество взрослых насекомых, не обеспечивающее повторного заселения водоема.

Наши подсчеты показали, что в рыбхозе «Бирючок» в 1950 г. стадо взрослого сазана, не считая леща, уничтожило 1624 кг личинок *Tendipes semireductus*. Аналогичные цифры выедания приводят Г. С. Карзинкин и Н. И. Кожин [9], которые подсчитали, что производители сазана, леща и воблы уничтожили летом 1948 г. в рыбхозе «Азово-Долгий» от 2227 до 3421 кг личинок хирономид.

Семена растений в питании сазана имеют не меньшее значение, чем личинки хирономид. Они в равной степени потребляются взрослыми рыбами и молодью. В пище взрослого сазана семена растений по весу составляют величину вдвое большую, чем личинки хирономид. На основании этого можно считать, что в рыбхозе «Бирючок» стадом производителей сазана было уничтожено более 3000 кг семян.

Таким образом, только по этим двум объектам из кормовой базы рыбхоза «Бирючок» производителями сазана было изъято 4500 кг пищи. Приблизительно такое же количество пищи было изъято производителями леща. На основании этих подсчетов можно сказать, что в результате совместного выращивания с производителями сазана и леща молодь сазана лишилась 9000 кг высококачественного корма. Если бы это количество пищи было съедено молодью сазана, то при кормовом коэффициенте 4 было бы обеспечено получение 750 тыс. экземпляров молоди сазана средним весом в 3,0 г.

Вред, приносимый взрослым сазаном, заключается не только в том, что он выедает пищу, которая может быть использована молодью, но и в непосредственном уничтожении самой молоди. Наши наблюдения в рыбхозе «Бирючок» показали, что за период выращивания производители сазана уничтожили около 378 кг молоди сазана и леща.

Рассмотренное нами явление конкуренции за пищу между производителями сазана и его молодью обусловлено особенностями рыбхозов. В естественных условиях, в частности в авандельте, они держатся в различных районах. Молодь концентрируется на хорошо прогреваемых мелководьях, а взрослые рыбы выбирают более глубокие и проточные участки.

Обычно в рыбхозах выращивают молодь сазана вместе с лещом, но иногда к ним еще добавляют воблу или судака. От молоди этих видов рыб сазан отличается тем, что в течение всего периода выращивания держится в прибрежных участках и редко встречается в открытой части водоема. Приспособленный к обитанию на небольших глубинах, он хорошо переносит повышение дневной температуры воды до 38° [13] и дефицит

кислорода ночью. Молодь леща, судака и воблы очень чувствительна к повышению температуры воды и недостатку кислорода; она рано отходит из прибрежных участков на большие глубины. Особенно резко это выражено у леща. Поэтому ареалы обитания молоди сазана и леща в рыбхозах почти не соприкасаются [11]. Вначале молодь обоих видов кормится планктоном, но очень скоро сазан переходит на питание перифитомом с примесью бентоса, а лещ до самого конца потребляет планктон с незначительной примесью перифитона.

В характере питания воблы и мелкого сазана позднего выклева много общего. Ареалы их обитания не разграничены.

Г. С. Карзинкин и Н. И. Кожин [9] констатируют наличие между ними значительной пищевой конкуренции. Это подтверждается на примере роста сазана в рыбхозах «Горелый» и «Анкин-Черненский». В рыбхозе «Горелый» выращивалась молодь сазана и воблы, а в рыбхозе «Анкин-Черненский» — молодь леща и сазана, и хотя первый из этих рыбхозов был более кормный, а плотность посадки сазана в нем была ниже нормальной, мелкая группа сазана росла в нем значительно хуже.

Поскольку молодь воблы питается в основном обрастаниями, то Г. С. Карзинкин [8] рекомендует выращивать ее совместно с сазаном и лещом в тех рыбхозах, где широко применяется зеленое удобрение.

С 1948 г. в рыбхозах пробуют выращивать вместе с сазаном и лещом молодь судака. Б. И. Черфас [21] считает такую комбинацию вполне допустимой без значительного уменьшения численности сазана и леща. По его мнению, судак переходит на хищничество по достижении длины 40 мм; молодь сазана к этому времени успевает настолько вырасти, что становится для него недоступной. Однако многочисленные исследования последних лет показывают, что в рыбхозах молодь судака уже при длине тела 16—18 мм переходит на хищничество и в массовых количествах уничтожает молодь сазана и леща. Поэтому вопрос о возможности совместного выращивания в рыбхозах молоди судака с лещом и сазаном в настоящее время нельзя считать разрешенным.

ВЫВОДЫ

1. Нерест сазана в рыбхозах начинается с первых чисел мая и длится 20—35 суток. Растянутость нереста объясняется тем, что весной на местах заготовки производителей держатся две биологические группы сазана с различной степенью зрелости половых продуктов.

Вначале нерест происходит при неблагоприятных условиях на участках, лишенных травяного покрова. После залития периферийных участков рыбхоза, заросших луговой растительностью, условия нереста улучшаются. В это время наблюдается меньший отход развивающейся икры.

2. Вследствие растянутого нереста развитие молоди сазана различных сроков выклева происходит при неодинаковых условиях питания. Это отражается на дальнейшем росте рыб и позволяет выделить три группы сазана с различным темпом роста: крупную молодь от раннего нереста, мелкую молодь от позднего нереста и группу хищного сазана.

3. Рост молоди сазана в различных рыбхозах неодинаков. Обычно в рыбхозах открытого типа, используемых под посев сельскохозяйственных культур, молодь растет лучше, чем в рыбхозах, в которых не производится сельскохозяйственная обработка почвы и заросших вследствие этого жесткой растительностью.

Хорошо растущая молодь достигает среднего веса 2 г за 20—30 суток, а плохо растущая — за 79 суток.

Индивидуальный рост молоди сазана значительно колеблется. В июле в одном и том же рыбхозе встречаются особи весом от 2 до 250 г. В рыбхозах молодь сазана растет вначале очень интенсивно, а к концу срока выращивания рост ее резко замедляется.

К 1 июля крупная молодь достигает среднего веса 5,1 г, мелкая — 1,6 г, хищная — 30,8 г.

4. В рыбхозах кормовая база молоди сазана состоит из зоопланктона, бентоса, перифитона и семян растений. Наибольшее значение в питании молоди имеет зоопланктон в период весеннего массового развития мойны.

Бентос рыбхозов состоит из личинок хирономид (в основном *Tendipes*), олигохет, листоногих раков и различных насекомых с их личинками. Наибольшей величины биомасса бентоса достигает в начале июня ($12,5 \text{ г/м}^2$), в дальнейшем она уменьшается и доходит в августе до $0,79 \text{ г/м}^2$. В перифитоне рыбхозов преобладают мшанки и мелкие личинки хирономид обростаний; биомасса их составляет в среднем $2,78 \text{ г/м}^2$. Без учета семян растений биомасса кормовой базы для уже подросшей молоди сазана в рыбхозах составляет в среднем $7,7 \text{ г/м}^2$.

5. Для определения величины пищевого рациона сазана изучался его азотистый обмен. В среднем величина продуктивного действия пищи у молоди сазана составляет 47%, азот продуктов белкового обмена — 45,5%, а азот экскрементов — 7,5% азотистого рациона. В отдельных случаях соотношение этих элементов может сильно изменяться.

6. Пища молоди сазана весьма разнообразна и состоит почти из всех организмов, встречающихся в водоемах рыбхозов.

В самом начале выращивания интенсивность питания молоди очень высокая: суточный рацион в это время достигает 115% веса тела; к концу выращивания он уменьшается до 15—20%. В питании крупной молоди сазана наблюдается следующая смена кормовых организмов: зоопланктон, личинки хирономид обростаний, личинки мелких жуков *Leptestheria*, семена растений и колонии мшанок. В питании мелкого сазана такая последовательность в переключении с одного вида корма на другой отсутствует, и в течение всего периода выращивания он в основном питается малочисленным зоопланктоном и мелкими личинками хирономид обростаний. Характер изменения питания крупной группы сазана хорошо увязывается с этапами его развития; у мелкого сазана такая связь отсутствует.

7. При совместном выращивании молоди сазана и леща значительно повышается рыбопродуктивность рыбхоза. Ареалы обитания молоди этих двух видов почти не соприкасаются, а состав пищи у них различный.

Совместное выращивание молоди сазана и воблы отрицательно влияет на рост сазана мелкой группы вследствие наличия между ними значительной пищевой конкуренции.

Совместное выращивание молоди сазана и судака в том виде, в каком оно проводится в настоящее время, не может быть рекомендовано. Судак переходит на хищничество уже по достижении 16 мм длины и уничтожает сазана мелкой группы.

8. Производители сазана и леща в условиях рыбхозов, питаясь личинками хирономид и семенами растений, подрывают кормовую базу уже подросшей молоди сазана и в большом количестве уничтожают молодь при скоплении ее около шлюзов.

Для улучшения качества выращиваемой молоди сазана необходимо осуществить следующие основные мероприятия.

1. Увеличить количество молоди сазана ранних сроков выклева путем отбора производителей с наиболее развитыми половыми продуктами.

2. Создать специальные нерестовики, обеспечивающие лучшие условия развития икры и молоди в начальный период ее жизни.

3. Обязательно удалять производителей из рыбхозов после окончания нереста.

4. Предупреждать массовое скопление молоди около шлюзов, для

чего на короткий срок открывать их или перебрасывать скопившуюся молодь из рыбхоза в реку.

5. При совместном выращивании судака и сазана следует использовать только рано нерестующих производителей сазана, обеспечивающих получение быстро растущей молоди, обгоняющей в росте судака.

6. При совместном выращивании молодь этих двух видов следует выпускать в более ранние сроки, чтобы период хищничества судака был сокращен до минимума.

7. Для улучшения кормовой базы рыбхозов следует рекомендовать: а) использование жесткой растительности в качестве зеленого удобрения; б) периодическое летование рыбхозов и перепахивание ложа для посева сельскохозяйственных культур.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Амелина Л. Г., Питание молоди карповых в пойменных водоемах дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
2. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон в нерестово-выростных хозяйствах «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
3. Богоявленская М. П., Изучение физиологии питания и роста молоди воблы в нерестово-выростном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
4. Васнецов В. В., Возможные кормовые объекты молоди леща, воблы и сазана, Сборник статей АН СССР, Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития, 1948.
5. Вышеславцева Т. В., Характеристика производителей сазана в дельте Волги (напечатано в этом сборнике).
6. Дрягин П. А., Половые циклы и нерест рыб, «Известия ВНИОРХ», т. XXVIII, Пищепромиздат, 1949.
7. Идельсон М. С., Зообентос пойменных водоемов дельты р. Волги и его значение в питании рыб, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
8. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1953.
9. Карзинкин Г. С., Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств дельты р. Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
10. Кожин Н. И. и Летичевский М. А., Нерестово-выростные хозяйства, Пищепромиздат, 1953.
11. Кононов В. А., Экология размножения леща и выживаемости молоди в нерестово-выростных хозяйствах, «Труды Украинского института прудового и озерного хозяйства», № 6, 1946.
12. Кривобок М. Н., Использование пищи молодью сазана в нерестово-выростном хозяйстве «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
13. Кривобок М. Н., Биология молоди сазана в предустьевом пространстве Волги (напечатано в этом сборнике).
14. Кривобок М. Н., Карасикова А. А., Особенности питания и роста популяций молоди сазана в нерестово-выростном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
15. Летичевский М. А., О нерестовом значении авандельты р. Волги, «Труды Волго-Каспийской научной рыбхозстанции», т. IX, 1947.
16. Летичевский М. А., Опыт выращивания молоди воблы в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, 1953.
17. Летичевский М. А., Рыбопродуктивность нерестово-выростных хозяйств дельты р. Волги при совместном выращивании сазана и леща, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
18. Мейен В. А., К вопросу о годовом цикле изменений яичников костистых рыб, «Известия АН СССР», Серия биологическая, Пищепромиздат, № 3, 1939.
19. Тарковская О. И., Физиология питания и роста молоди воблы в нерестово-выростном хозяйстве Азово-Долгий, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
20. Черфас Б. И., Сазан как объект прудового хозяйства, «Рыбное хозяйство», 1933, № 2.
21. Черфас Б. И., Рыбоводство в естественных водоемах, Пищепромиздат, 1950.
22. Чугунов Н. Л., Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района, «Труды Астраханской научной рыбохозяйственной станции», т. I, 1928.
23. Яблонская Е. А., Бентос нерестово-выростного хозяйства «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ МОЛОДЬЮ САЗАНА И ЛЕЩА В НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Канд. биол. наук М. Н. КРИВОБОК и Г. П. ДЬЯКОВА

ВВЕДЕНИЕ

В связи с постройкой Цимлянского гидроузла и зарегулированием стока Дона создались неблагоприятные условия для размножения проходных и полупроходных рыб. Для поддержания их запасов необходимо осуществить ряд мероприятий, из которых для полупроходных рыб наибольшее значение будет иметь создание нерестово-вырастных хозяйств. Эти хозяйства, или, как их называют, рыбхозы, предназначены для выращивания леща, сазана и судака до покатной стадии. После этого молодь рыб выпускают в реки.

На Волге нерестово-вырастные хозяйства являются основной формой воспроизводства полупроходных рыб. Такое же значение они будут иметь и на Дону, где сейчас осуществляется их строительство.

В статье описывается биология молоди сазана и леща, выращиваемых в опытных рыбхозах Дона с 1953 г. Проведенные наблюдения представляют интерес, так как опыт работы донских рыбхозов еще очень незначителен.

В 1953 г. на Аксайском экспериментальном рыбхозе велись наблюдения над совместно выращиваемой молодью сазана и леща в неудобренных прудах.

В 1954 г. исследования проводились ВНИРО совместно с Институтом микробиологии Академии наук СССР; изучалась возможность улучшения кормовой базы водоемов путем применения минеральных и зеленых удобрений. Сотрудники Института микробиологии изучали связь между вносимыми удобрениями и развитием бактерий, фито- и зоопланктона, сотрудники ВНИРО исследовали кормовую базу водоемов (зоопланктон, фауна зарослей и бентос) и ее использование молодью рыб. Эти работы проводились на прудах Усть-Койсугского рыбхоза.

ОПИСАНИЕ ПРУДОВ И ИХ КОРМОВАЯ БАЗА

Аксайский рыбхоз расположен на правом берегу Дона, на 60 км выше Ростова. В 1953 г. опыты проводили в прудах площадью от 2 до 5 га, в которых уровень воды из-за фильтрации сильно колебался. Температура воды за период выращивания молоди леща и сазана колебалась от 17 до 26°. К концу июня пруды на 25—75% заросли жесткой растительностью. Преобладал тростник с незначительной примесью рогоза, камыша и осоки.

В Усть-Койсугском нерестово-вырастном хозяйстве, расположенном на 20 км ниже Ростова, наблюдения велись на водоемах площадью от 1 до 3 га. Пруды № 1, 3 и 5 перед залитием были перепаханы. Уровень воды в них сильно колебался (вследствие ее неравномерной подачи), а зарастание жесткой растительностью было незначительно.

В кормовой базе наибольшее значение для молоди сазана и леща имел зоопланктон, в котором в весенний период преобладали клadoцеры, составляющие около 78% его биомассы.

При заливке прудов Аксайского рыбхоза в середине апреля раньше других клadoцеров появляется мoina, которая характеризуется массовым развитием при сравнительно коротком цикле существования. В первых числах мая развитие этой формы заканчивается, и в дальнейшем она встречается единично. Окончание развития мoiny совпадает с началом появления дафний (*D. pulex*). Цикл развития *D. pulex* продолжается до июня; максимум приходится на вторую или третью декаду мая. В это время общая биомасса клadoцеров в отдельных прудах увеличивается до 30 г/м³. В июне, после исчезновения из планктона дафний, биомасса клadoцеров уменьшается до 0,1—0,5 г/м³ и на таком низком уровне остается до начала июля, затем снова увеличивается вследствие развития *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Alona* и *Chydorus*.

Копеподы составляют около 18% общей биомассы зоопланктона. Наиболее распространенными формами являются представители рода *Acanthocyclops*. В развитии копепод наблюдается два максимума: в мае и июле.

В прудах в большом количестве встречаются коловратки, но их удельный вес по отношению к общей биомассе зоопланктона ничтожен.

Поскольку циклы развития копепод и клadoцеров совпадают, то общая биомасса зоопланктона в мае была очень высокой и составляла в отдельных случаях 30—40 г/м³. С начала июня вследствие интенсивного отмирания весенних форм биомасса снижается до десятых долей грамма на 1 м³, а в июле снова резко увеличивается вследствие появления летних форм (табл. 1).

Таблица 1

Динамика биомассы зоопланктона (в г/м³) в различных рыбхозах

Наименование хозяйств	Срок наблюдения (месяц, декада)									
	апрель	май			июнь			июль		
		III	I	II	III	I	II	III	I	II
Рыбхоз „Азово-Долгий“, 1948 г. [8]	—	0,4	25,4	1,7	0,6	1,3	1,3	1,1	3,6	—
Пруды Аксайского рыбхо- за, 1953 г. (наши на- блюдения)	18,9	14,5	9,5	5,5	0,9	0,6	1,5	2,5	—	—
Пруды Усть-Койсугского рыбхоза, 1950 г. [15]. .	—	4,3	3,4	7,3	5,2	2,5	4,8	12,6	—	—
Пруд № 1 Усть-Койсуг- ского рыбхоза, 1953 г. (данные Аздоррыбвода)	—	—	7,7	2,7	0,1	0,7	0,2	—	—	—
Пруд № 1 Усть-Койсуг- ского рыбхоза с мине- ральным удобрением, 1954 г. (наши наблюде- ния)	—	—	—	5,3	1,6	2,4	22,2	21,5	—	—
Пруд № 2 Усть-Койсуг- ского рыбхоза с зеле- ным удобрением, 1954 г. (наши наблюдения) . .	—	—	—	3,7	10,8	9,0	3,8	—	—	—

В прудах Усть-Койсугского рыбхоза в 1954 г. не было отмечено массового развития мшанки, столь характерного для Аксайского хозяйства в 1953 г. Кроме того, в неудобренных прудах общая биомасса зоопланктона в весенний период была ниже (в среднем 5 г/м^3), чем в Аксае (в среднем 11 г/м^3).

Летом наблюдалось обратное соотношение. По данным Ф. Д. Мордухай-Болтовского [15], биомасса зоопланктона в Усть-Койсуге составляла в июле 5 г/м^3 , а в Аксае — только 2 г/м^3 .

Среди организмов фауны зарослей нерестово-вырастных хозяйств на первом месте (по весу) стоят мшанки, которые в аксайских прудах составляют более половины всей биомассы. В мае встречаются только их статобласты, а мшанки появляются в июне. В дальнейшем их количество увеличивается и в некоторых прудах доходит до 15 г/м^2 .

Большое значение в прудах Усть-Койсугского хозяйства имеют моллюски, представленные родами *Bithynia* и *Planorbis*. Максимум их развития наблюдается в середине июня, когда появляется их молодежь. В это время численность моллюсков увеличивается до 600 при биомассе $9,2 \text{ г/м}^2$. Во всех прудах в большом количестве встречаются личинки хирономид обрастаний среди которых преобладают *Cricotopus*, *Psectrocladius* и *Glyptotendipes*. Максимум развития фитофильных хирономид приходится на конец апреля, когда их количество возрастает до 125 тыс. на 1 м^2 [15]. В июне, по нашим наблюдениям, их количество не превышает 7000 при биомассе $1,5 \text{ г/м}^2$.

Из других насекомых в зарослях встречаются личинки жуков, поденок, стрекоз и ручейников.

Общая биомасса организмов фауны зарослей в июне колебалась (в отдельных прудах) от $1,5$ до 5 г/м^3 .

Из организмов бентоса наибольшее значение имеют личинки хирономид, в основном *Tendipes plumosus* с небольшой примесью *Glyptotendipes*. Максимум развития приходится на начало мая, когда их биомасса составляет $8-16 \text{ г/м}^2$ [15]. В дальнейшем количество этих организмов уменьшается вследствие вылета и выедания, и в июне биомасса их не превышает 1 г . В первое время после заливки прудов в бентосе встречается много дождевых червей, которые, не выдержав длительного залива, к началу июня полностью отмирают. В бентосе прудов встречаются моллюски *Bithynia* и *Planorbis*. Кроме того, к организмам бентоса следует отнести и *Leptestheria*, максимум развития которой приходится на май, когда ее биомасса доходит до 20 г/м^2 .

При сравнении кормовой базы молоди рыб в волжских и донских нерестово-вырастных хозяйствах обнаруживается большое сходство. В отношении зоопланктона оно проявляется не только в общности видового состава, но также в сроках и характере развития [8, 12]. В бентосе рыбхозов обоих районов преобладают личинки *Tendipes*, а также лептестерии. Основная масса фитофильных хирономид также представлена одним и тем же родом *Cricotopus*.

Различия заключается в том, что в весенний период развития зоопланктона в Дону преобладает дафния, а на Волге — мшанка. Кроме того, в донских рыбхозах сравнительно мало мшанок, но зато встречаются моллюски, слабо представленные в волжских хозяйствах.

ОПЫТЫ С ПОВЫШЕНИЕМ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ

Пруд № 1 Усть-Койсугского рыбхоза площадью 3 га был использован для проведения опытов по применению минеральных удобрений. Первоначально предполагалось, что внесение удобрения должно вызвать развитие таких форм фитопланктона, которые обеспечат постоянную кормовую базу для зоопланктона.

Наблюдения С. И. Кузнецова показали, что фитопланктон опытного пруда нуждался в азотных и азотно-фосфорных удобрениях и сравнительно слабо реагировал на внесение фосфора. На основании этих данных в опытный пруд вносили в основном азотнокислый аммоний с незначительной примесью суперфосфата. Несмотря на значительные дозы удобрения, вносимого через 6—7 дней в течение месяца, потребность фитопланктона в азотных удобрениях не уменьшилась, а его количество хотя и увеличивалось, но очень медленно. Объясняется это тем, что к началу опыта в пруду уже существовала хорошо развитая высшая растительность и большое количество нитчатки, которые в основном и потребляли вносимые удобрения.

После 15 июня, в связи с повышением температуры воды до 30—32°, нитчатка начинает интенсивно отмирать, в результате чего создаются благоприятные условия для развития зоопланктона. Если с 25 мая по 12 июня биомасса зоопланктона уменьшилась с 5,8 до 1,8 г/м³ вследствие окончания цикла развития наиболее многочисленной формы *D. pulex*, то в дальнейшем, в конце июня, она снова увеличилась до 28,9 г/м³. Это увеличение обусловлено массовым развитием копепоид, численность которых возрастает с 630 (25 мая) до 728 тыс. (28 июня). Количество кладоцер также увеличивается вследствие развития *Ceriodaphnia*, *Alona*, *Alopella*, *Chydorus*, *Macrothrix*.

Биомасса зоопланктона в этом пруду во второй половине июня 1954 г. под влиянием внесенного удобрения увеличилась в 24 раза по сравнению с 1953 г. и составляла в среднем 12,5 г/м³ (см. табл. 1). Тот факт, что разложение нитчатки является основной причиной развития зоопланктона, подтверждается анализом фауны ее зарослей. Исследования, проведенные с 28 июня по 5 июля, показали, что разлагающаяся нитчатка заселена большим количеством личинок фитофильных хирономид (*Cricotopus*), а также теми же видами кладоцер и копепоид, которые преобладают в планктоне. Общая биомасса фауны зарослей нитчатки составляла в среднем 50,6 г/м², причем личинки хирономид составили 43,1 г/м², кладоцеры 4 г/м² и копепоиды 3,5 г/м². Находя в зарослях нитчатки благоприятные для себя условия, кладоцеры и копепоиды интенсивно размножались, постепенно распространяясь по всей водной толще. Обилие же здесь личинок хирономид следует объяснить тем, что отмирающая нитчатка служит для них не только кормом, но и надежным убежищем, защищающим их от выедания рыбами.

Однако следует отметить, что в Усть-Койсугском рыбхозе наблюдалось интенсивное развитие только фауны зарослей нитчатки. Развитие фауны зарослей высшей водной растительности ничем не отличалось от развития ее в других водоемах (табл. 2). Повидимому, это следует объяснить тем, что количество организмов, обитающих в этих зарослях, в основном определяется типом растительности, которая обеспечивает убежище ограниченному количеству организмов.

Таблица 2

Биомасса фауны зарослей (в мг/м²) различных рыбхозов за июнь

Наименование хозяйств	Кормовые группы					общая биомасса
	личинки хирономид	личинки жуков	личинки прочих насекомых	моллюски	мшанки	
Пруд № 1 Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.	355	228	174	1278	230	2265
Пруды Аксайского рыбхоза, 1953 г.	603	270	316	—	1679	2865
Рыбхозы дельты Волги, 1948—1950 гг.	400	150	204	—	3061	3815

Итак, увеличение зоопланктона в пруду № 1 произошло благодаря разложению нитчатки, развившейся под влиянием вносимого удобрения. С момента внесения в пруд первой порции удобрений (27 мая) биомасса зоопланктона в течение первых 9 дней уменьшилась с 4,7 до 1,2 г/м³. Заметное увеличение ее было отмечено только 24 июня, т. е. спустя 28 суток после начала опыта. Если бы развитие зоопланктона было обусловлено развитием фитопланктона, то, по данным И. Ф. Вельтищевой [3], количество зоопланктона увеличилось бы уже через 6 суток. Однако для того, чтобы минеральное удобрение вызвало развитие фитопланктона, его необходимо вносить в первые дни заливания водоема, до того, как в нем разовьются нитчатка и высшая водная растительность, которые являются основными потребителями этих удобрений.

В пруду № 2 Усть-Койсугского рыбхоза с 28 по 30 мая была скошена вся растительность. Большое количество ее обусловило заморные явления на значительной площади пруда. Где сохранился нормальный кислородный режим, количество зоопланктона начало быстро возрастать. Уже через 7 дней его биомасса увеличилась в два с половиной раза, в то время как в большинстве других прудов она заметно уменьшилась (см. табл. 1). В среднем биомасса зоопланктона опытного пруда в июне была равна 8,5 г/м³, а в других прудах этого хозяйства она не превышала 1 г/м³.

По данным М. А. Кастальской [10], в волжских рыбхозах при применении зеленого удобрения уже на четвертый день после покоса количество коловраток и кладоцер значительно увеличивается. При применении зеленого удобрения в опытном пруду Усть-Койсугского рыбхоза цикл развития массовой весенней формы *D. pulex* не увеличился; после 5 июня она полностью исчезла. В то же время благодаря зеленому удобрению заметно увеличилось количество *Chydoridae* и *Mecrothricidae*.

Эффект, получаемый в результате применения зеленого удобрения, дешевизна и простота применения делают это удобрение в условиях нерестово-выростных хозяйств более выгодным, чем минеральное удобрение. Однако выкос значительных площадей может вызвать заморные явления. Во избежание этого при применении зеленого удобрения в нерестово-выростных хозяйствах следует пользоваться методикой Г. С. Карзинкина и С. И. Кузнецова [9].

БИОЛОГИЯ МОЛОДИ САЗАНА

Вследствие одновременной посадки производителей сазана на нерест в пруды Аксайского рыбхоза здесь в 1953 г. наблюдались две возрастные группы молоди, различающиеся по срокам перехода на активное питание. Первая группа, перешедшая на активное питание 9 мая, к 1 июля достигла 52 мм длины и 4,3 г веса; вторая группа начала активно питаться на 14 дней позднее — 23 мая. За 37 суток выращивания она достигла 32 мм длины и 1,24 г веса. По сравнению с первой группой она росла более медленно (табл. 3).

В Усть-Койсугском рыбхозе сазан выращивался в пруду, в который были внесены минеральные удобрения. В этом пруду рыбы в возрасте 42 дней достигли 51 мм длины и 3,6 г веса. За исключением последнего периода наблюдений интенсивность роста молоди была хорошей.

Пища молоди сазана в обследованных нами хозяйствах была разнообразной. В начале она питалась преимущественно зоопланктоном, причем из кладоцер особенно важную роль в пище играли представители родов *Alona*, *Daphnia*, *Bosmina* и *Chydorus*, а из копепоид — циклопы, диапомусы и их науплиусы. Коловратки существенного значения в питании молоди не имели.

Из фитофильных хирономид в большом числе встречались *Cricotopus* и *Psectrocladius*; представителей донных хирономид (*Tendipes*) было

Таблица 3

Линейный и весовой рост молоди сазана

Дата наблюдения	Возраст в сутках	Средняя длина в мм	Средний вес в мг	Суточный весовой прирост	
				в мг	% веса тела

Молодь сазана из Аксайского рыбхоза от раннего нереста, 1953 г.

9/V	1	6	2	0,6	36,4
17/V	8	9	7	12,5	186,5
23/V	13	15	82	43,9	53,7
29/V	19	22	343	15,5	4,5
6/VI	27	26	467	130,0	27,8
14/VI	35	34	1510	130,0	8,6
22/VI	43	42	2554	194,0	7,8
1/VII	51	52	4300		

Молодь сазана из Аксайского рыбхоза от позднего нереста, 1953 г.

29/V	5	11	23	5,6	24,3
6/VI	12	15	68	19,0	28,1
14/VI	20	20	219	46,0	21,0
22/VI	28	27	588	72,4	12,3
1/VII	37	32	1240		

Молодь сазана из Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.

29/V	3	8	—	—	—
1/VI	6	10	12	12,1	103,0
7/VI	12	17	85	34,0	40,2
13/VI	18	23	289	129,0	44,6
19/VI	24	34	1062	192,6	18,6
29/VI	34	47	2988	87,0	2,6
6/VII	42	51	3596		

мало. Из других насекомых следует отметить личинок жука *Berosus*, личинок ручейников, стрекоз и подёнок.

Состав пищи у отдельных групп молоди сазана в Аксайском рыбхозе был различен (табл. 4). Рыбы, начавшие питаться в начале мая, до конца месяца кормились зоопланктоном, а затем перешли на питание лептестерией, семенами растений и личинками хирономид обрастаний. Молодь, перешедшая на активное питание во второй половине мая, перестает питаться зоопланктоном одновременно со старшей группой и в дальнейшем потребляет преимущественно мелкие личинки хирономид обрастаний.

Таблица 4

Весовое соотношение кормовых групп (в %) в пище молоди сазана

Дата наблюдения	Средний вес одной рыбы в г	Кладоцера	Копепода	Коловратки	Лептестерия	Личинки хирономид	Личинки прочих насекомых	Моллюски	Мшанки	Растительность	Прочие
-----------------	----------------------------	-----------	----------	------------	-------------	-------------------	--------------------------	----------	--------	----------------	--------

Молодь сазана из Аксайского рыбхоза от раннего нереста, 1953 г.

9/V	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17/V	7	—	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—
23/V	82	99,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
29/V	343	76,8	8,1	—	—	9,9	—	—	5,1	—	0,1
6/VI	467	2,1	1,6	—	65,9	25,6	1,1	—	0,5	—	3,2
14/VI	1510	0,3	0,2	—	95,7	3,2	—	—	0,1	0,3	0,2
22/VI	2554	0,7	0,7	—	10,5	44,5	—	—	1,0	42,5	0,1
1/VII	4300	1,4	0,1	—	38,0	43,5	—	—	1,9	15,1	—

Молодь сазана из Аксайского рыбхоза от позднего нереста, 1953 г.

29/V	23	45,2	54,8	—	—	—	—	—	—	—	—
6/VI	68	0,1	0,3	—	—	98,9	0,4	—	0,2	—	0,1
14/VI	219	0,5	0,8	0,1	—	93,8	—	—	0,6	4,1	0,1
22/VI	588	1,1	0,6	0,1	—	86,5	—	—	11,0	0,1	0,6
1/VII	1240	1,4	0,1	0,1	—	69,0	—	—	3,3	25,4	0,7

Молодь сазана из Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.

29/V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/VI	12	42,2	2,1	—	—	34,3	10,7	—	—	—	10,7
7/VI	35	22,9	2,4	0,3	—	73,8	—	—	—	0,3	0,3
13/VI	289	35,7	7,9	0,5	—	48,2	3,2	—	—	0,1	4,4
19/VI	1062	36,4	1,0	0,1	—	19,4	10,6	8,9	—	—	23,6
23/VI	2988	51,3	2,3	—	—	6,6	24,7	1,8	—	—	13,3
6/VII	3596	53,0	4,8	—	—	7,6	22,8	3,8	—	0,4	7,6

В пище молоди сазана из Усть-Койсуга в течение всего периода выращивания преобладали кладоцеры с большей или меньшей примесью личинок фитофильных хирономид, прочих насекомых, а также моллюсков.

Для определения величины пищевого рациона, а также для более углубленного изучения роста молоди сазана в зависимости от питания проводились балансовые опыты по азотистому обмену [7].

Из табл. 5 видно, что молодь сазана из Усть-Койсугского рыбхоза характеризуется наиболее высокими, а молодь из Аксайского рыбхоза от позднего нереста — наиболее низкими показателями азотистого рациона и использования азота пищи на рост.

Изменения в питании и росте молоди сазана обусловлены изменениями кормовой базы прудов. Так, развитие зоопланктона в мае в прудах Аксайского рыбхоза обеспечило интенсивное питание и хороший рост старшей группы молоди сазана. В это время суточный пищевой рацион ее был равен в среднем 63% веса тела, а степень использования азота пищи на рост составила 56%.

С первых чисел июня биомасса зоопланктона резко сократилась, что отразилось на питании рыб. Если 29 мая зоопланктон составлял еще 84,9% съеденной пищи, то 6 июня количество его составляло только 3,7%. Из-за отсутствия зоопланктона молодь перешла на питание лепте-

Таблица 5

Суточный азотистый и пищевой рационы молоди сазана

Сроки наблюдения	Средний вес молоди в мг	Содержание азота в теле рыбы в мг	Отложено в теле азота		Выделено с экскре- ментами		Выделено с продук- тами об- мена		Азотистый рацион		Пищевой рацион		Кормовой коэффициент
			в мг	в % азотисто- го рациона	в мг	в % азотисто- го рациона	в мг	в % азотисто- го рациона	в мг	в % азота тела	в мг	в % веса тела	
Молодь сазана из Аксайского рыбхоза от раннего нереста, 1953 г.													
17—23/V	44	0,72	0,20	56,7	—	—	0,16	43,3	0,36	51,0	31	73,5	2,5
23—29/V	212	3,53	0,73	55,6	0,02	1,3	0,57	43,1	1,32	37,3	114	53,8	2,6
29/V—6/VI	405	6,70	0,23	23,4	0,08	8,0	0,68	68,6	0,99	14,7	80	19,6	5,1
6—14/VI	988	17,60	2,51	61,2	0,20	4,9	1,39	33,9	4,10	23,3	318	32,2	2,5
14—22/VI	2032	37,31	2,42	42,6	0,40	7,0	2,86	50,4	5,68	15,2	502	24,2	3,8
22/VI—1/VII	3427	63,06	3,57	42,5	0,51	6,2	4,30	51,3	8,38	13,2	769	22,5	3,9
Молодь сазана из Аксайского рыбхоза от позднего нереста, 1953 г.													
29/V—6/VI	45	0,79	0,10	34,5	—	—	0,19	65,5	0,29	35,9	22	48,8	3,9
6—14/VI	144	2,50	0,33	39,5	0,01	1,4	0,49	59,1	0,83	33,2	59	41,0	3,1
14—22/VI	404	7,43	0,90	49,2	0,07	3,8	0,87	47,0	1,84	24,8	136	33,7	2,9
22/VI—1/VII	914	16,93	1,31	42,7	0,12	3,8	1,64	53,5	3,07	18,1	250	27,4	3,4
Молодь сазана из Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.													
6—14/VI	187	2,91	0,53	57,8	—	—	0,39	42,2	0,92	43,2	76	40,6	2,3
14—19/VI	675	12,01	2,50	51,8	0,13	2,8	2,20	45,4	4,83	51,4	418	61,9	3,2
19—29/VI	2025	38,46	3,78	47,3	0,40	5,1	3,82	47,6	8,00	37,8	692	34,2	3,5
29/VI—6/VII	3292	66,08	2,49	35,3	—	—	4,58	64,7	7,07	19,0	815	24,9	9,3

стерией и личинками хирономид обростаний. Но так как лептестерия была еще слишком крупна для молоди, то переход сазана на этот вид пищи сначала сопровождался замедлением его роста. По сравнению с предыдущим периодом суточный пищевой рацион молоди уменьшился в два с половиной раза, а интенсивность весового прироста — в 12 раз. В дальнейшем по мере роста рыб лептестерии стали для них более доступными, в связи с чем при этом же составе пищи интенсивность роста снова увеличилась. В конце июня, после окончания цикла развития лептестерии, сазан в основном переходит на питание менее полноценным кормом — личинками фитофильных хирономид и семенами растений, что снова приводит к уменьшению интенсивности питания и замедлению роста.

В связи с окончанием весеннего цикла развития зоопланктона мелкая молодь сазана от позднего нереста перестает им питаться одновременно с более крупной молодь. В это время лептестерия является для нее совершенно недоступной пищей, и она вынуждена питаться личинками хирономид обростаний и семенами растений. Вследствие такого неудовлетворительного питания на рост используется только 37% съеденной пищи, а сам рост крайне замедляется.

Таким образом, благодаря сходному характеру кормовой базы в нерестово-выростных хозяйствах Дона и Волги создаются одинаковые условия для питания и роста молоди сазана в этих водоемах [12]. Это сходство дополняется также и тем, что характер питания и роста молоди сазана различных сроков перехода на активное питание также одинаков.

Зоопланктон в пруду № 1 Усть-Койсугского рыбхоза в мае и июне был обильным и сазан интенсивно им питался в течение всего периода выращивания. Если в Аксайском рыбхозе у отдельных групп молоди зоопланктон составлял в среднем от 15 до 21% пищи, то у устькойсугского сазана его удельный вес увеличивался до 43,4%.

При питании зоопланктоном молодь этого пруда особенно охотно потребляла кладоцер. В пруду копеподы составляли 70,2%, а кладоцеры — 27,2% биомассы зоопланктона. В пище же молоди наблюдается обратное соотношение: копепод только 2,2%, а кладоцер 40,2% от веса съеденной пищи.

Несмотря на преобладание в пище зоопланктона молодь росла хорошо. В возрасте 37 суток она весила 3,2 г, а такая же молодь в Аксайском рыбхозе — от 1,24 до 1,77 г.

Принято считать [1], что при нормальном развитии молодь сазана уже на этапе Е переходит с планктонного на бентосное питание и что потребление пищи, характерной для более ранних этапов, приводит к замедлению роста. Однако, как видно из приводимых данных, сазан, питаясь планктоном даже на этапе F, продолжал хорошо расти.

Г. Б. Мельников и А. М. Чаплина [14] в результате опытов с карпом установили, что молодь при интенсивном питании зоопланктоном в течение 2 недель достигает веса 2 г. Из рыбоводной практики также известна способность карпа хорошо расти при обильном питании зоопланктоном [5, 19]. В то же время нельзя согласиться, что переход молоди сазана на этапе Е с питания планктоном на питание фауной зарослей отвечает требованиям растущего организма. Этот переход скорее следует оценивать как вынужденный, так как он сопровождается замедлением роста молоди. Так, в Аксайском рыбхозе при переходе молоди на этот вид пищи интенсивность весового роста ее снизилась с 57,7 до 4,5%; то же отмечается и во всех волжских хозяйствах [12]. Объясняется это тем, что в это время оканчивается весенний цикл развития зоопланктона и его биомасса снижается до 0,5—1 г/м³. Питающейся зоопланктоном молоди при такой его концентрации не хватало пищи, и она вынуждена была переходить на питание фауной зарослей.

Поскольку в таких условиях в рыбхозах находится молодь всех возрастных групп, то на питание фауной зарослей переходит также молодь от позднего нереста (длина 8 мм), которая часто еще только начинает активно питаться.

Как показали наблюдения 1954 г., способность сазана нормально расти в рыбхозах на одном планктонном корме до стандартной навески (2 г) имеет большое практическое значение. Дело в том, что для улучшения кормовой базы водоемов гораздо легче воздействовать на зоопланктон, чем на фауну зарослей или бентос. Об этом свидетельствуют многочисленные опыты с удобрением водоемов минеральным и зеленым удобрением [9]. Ранее считалось, что увеличение зоопланктона имеет существенное значение только для молоди леща, а для сазана играет второстепенную роль. В действительности увеличение зоопланктона одинаково важно для обоих видов рыб во время выращивания их в рыбхозах.

БИОЛОГИЯ МОЛОДИ ЛЕЩА

Икрометание донского леща в отличие от волжского порционное. Поэтому в нерестово-выростных хозяйствах Дона имеется две группы его молоди, отличающиеся 12—14-дневным сроком перехода на активное питание. Многочисленные наблюдения показывают, что вторая порция икры часто остается невыметанной. Так, по наблюдениям Т. В. Выше-славцевой, в 1955 г. в Аксайском рыбхозе не выметало первую порцию икры 6% самок, а вторую — 61%. Имеются указания, что и в естественных условиях лещ не всегда выметывает икру второй порции [18]. Так

как биология молоди леща, полученной от этих двух порций икры, различна, то изучали ее раздельно.

В 1953 г. исследования проводили в Аксайском рыбхозе, где молодь леща выращивалась совместно с сазаном на естественной кормовой базе. Вследствие двойной нормы посадки производителей (24 пары на 1 га) было получено большое количество молоди с очень замедленным ростом. Перейдя на активное питание 9 мая, молодь леща от раннего нереста к 1 июля достигла средней длины 20,4 мм и среднего веса 134 мг. Молодь росла неравномерно с колебаниями суточного весового прироста от 76,3 до 0,9% (табл. 6). Во всех прудах этого хозяйства была обнаружена также молодь от позднего нереста, которая почти не росла. С 24 мая по 14 июня она увеличилась в длине с 9 до 11 мм, а в дальнейшем молодь этой группы вообще ни разу не была обнаружена.

Линейный и весовой рост молоди леща

Таблица 6

Даты наблюдения	Возраст в сутках	Средняя длина в мм	Средний вес в мг	Суточный весовой прирост	
				в мг	в % веса тела

Молодь леща из Аксайского рыбхоза, 1953 г.

9/V	1	6,1	1,2		
14/V	6	7,2	1,6	0,08	6,6
19/V	11	10,1	7,7	1,2	76,3
24/V	16	12,3	23,6	3,2	41,3
29/V	21	15,1	44,6	4,2	17,7
6/VI	29	15,7	48,0	0,4	0,9
14/VI	35	16,3	64,0	2,0	4,2
22/VI	43	18,0	90,8	3,3	5,2
1/VII	51	20,4	133,6	4,7	5,2

Молодь леща из пруда № 1 Усть-Койсугского рыбхоза с минеральным удобрением, 1954 г.

22/V	7	8,3	2,1	1,0	50,0
26/V	11	9,4	6,3	2,1	33,8
1/VI	17	13,5	19,1	8,9	46,8
7/VI	23	17,5	72,8	13,3	16,6
13/VI	29	21,9	146,7	21,0	14,3
19/VI	35	25,1	273,0	18,7	6,8
29/VI	45	29,7	460,3	42,8	9,3
6/VII	52	34,9	760,0		

Молодь леща из пруда № 3 (контрольный) Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.

22/V	7	8,9	2,8	1,0	35,7
26/V	11	10,3	6,8	2,5	36,3
1/VI	17	12,9	21,6	2,9	13,3
7/VI	23	14,8	38,8	9,0	23,2
13/VI	29	19,0	92,9	8,2	9,5
19/VI	35	21,0	145,8		

В 1954 г. наблюдения проводились в Усть-Койсугском рыбхозе, где молодь леща выращивалась в прудах, удобренных минеральным и зеленым удобрениями, а также совместно с судаком. В пруду, удобренном минеральным удобрением, лещ за 52 дня достиг средней длины 34,9 мм и веса 760 мг. Еще лучшие результаты были получены в пруду № 2, где применялось зеленое удобрение. Здесь уже через 40 дней рыбы весили 680 мг. В этом же пруду была выращена молодь от позднего нереста, которая в возрасте 33 дней весила 219 мг.

Чтобы яснее было, в какой мере удобрение прудов способствовало росту молоди, в табл. 6 приводятся данные по выращиванию леща на

естественной кормовой базе в этом же хозяйстве. Как видно, вначале молодь во всех прудах росла одинаково, а влияние удобрений начало сказываться лишь через 23 суток. Контрольная молодь из неудобренных прудов в возрасте 35 дней весила в среднем 146 мг, а в пруду с минеральным удобрением — 273 мг. Такая же молодь из пруда с зеленым удобрением весила 548 мг.

В нерестово-выростных хозяйствах Дона молодь леща питается в основном планктоном. Наибольшее значение в пище имеют кладоцеры, представленные родами *Daphnia*, *Moina*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Alona*, *Chydorus* и др. Из копепод обычно встречаются циклопы со своими науплиальными стадиями и значительно реже диаптомусы. Коловратки, хотя представлены большим числом видов, но удельный вес их в питании молоди леща незначителен.

Постоянным объектом питания подросшего леща являются личинки фитофильных хирономид: *Cricotopus*, *Psectrocladius*, *Tanytarsus* и др. Личинки донных хирономид (*Tendipes*), а также личинки различных насекомых и жуков в пище леща отсутствуют. К случайным кормовым организмам следует отнести моллюсков (*Bithynia* и *Planorbis*) и мелких клещей, а к вынужденной пище — различные низшие водоросли.

В 1953 г. в прудах Аксайского рыбхоза молодь леща от первого нереста при переходе на активное питание начала питаться мелкими копеподами; в дальнейшем рыбы перешли на питание кладоцерами, которые в середине мая составляли 90% веса съеденной пищи. В июне зоопланктон почти исчезает из рациона леща и лещ начинает питаться личинками хирономид обрастаний со значительной примесью водорослей (табл. 7).

Таблица 7

Весовое соотношение кормовых групп в пище молоди леща (в %)

Дата наблюдения	Средний вес молоди в мг	Кладоцера	Копепода	Коловратки	Личинки хирономид	Растительность	Прочие организмы
-----------------	-------------------------	-----------	----------	------------	-------------------	----------------	------------------

Молодь леща из Аксайского рыбхоза от раннего нереста, 1953 г.

9/V	1,2	—	100,0	—	—	—	—
14/V	1,6	34,3	65,6	0,1	—	—	—
19/V	7,7	87,9	11,9	0,2	—	—	—
24/V	23,6	93,4	5,5	0,1	—	1,0	—
29/V	44,6	72,4	2,1	0,1	24,1	0,5	0,8
6/VI	48,0	1,2	4,6	0,3	35,4	53,0	5,5
14/VI	64,0	4,2	12,4	0,3	75,4	7,5	0,2
22/VI	90,8	13,6	5,0	2,1	72,9	5,1	1,3
1/VII	133,6	15,7	3,4	3,8	51,7	25,7	0,3

Молодь леща из Аксайского рыбхоза от позднего нереста, 1953 г.

29/V	8,0	27,5	6,5	1,3	—	51,0	13,7
6/VI	12,0	0,7	3,9	1,4	3,4	90,0	0,6
14/VI	19,0	1,2	15,2	52,6	19,1	10,0	1,9

Молодь леща из пруда № 1 Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.

26/V	6,3	70,6	8,8	0,1	20,5	—	—
1/VI	19,1	47,8	0,5	—	51,7	0,1	—
7/VI	72,8	29,8	36,3	0,3	24,8	0,1	8,7
13/VI	146,7	26,0	52,8	1,2	3,9	2,9	13,2
19/VI	273,0	46,6	12,0	2,7	13,0	—	25,7
29/VI	460,0	59,0	33,2	0,4	1,7	—	5,7
6/VII	760,3	79,6	7,6	0,2	6,2	—	6,4

Молодь леща от второго нереста из этого же пруда в течение всего периода существования преимущественно питается водорослями.

Состав пищи леща в прудах Усть-Койсугского рыбхоза, удобряемых минеральным и зеленым удобрениями, был приблизительно одинаковым. Основным кормом в течение всего периода выращивания были кладоцеры, представленные в первой половине лета дафниями, а во второй — различными хидоридами. На втором месте в пище леща стояли копепода, личинки хирономид обростаний в существенных количествах встречались в пище леща только в первой декаде июня. Следует отметить, что в пруду, удобряемом зеленым удобрением, характер питания молоди от раннего и позднего нереста был приблизительно одинаков.

В удобренных прудах этого хозяйства в отличие от удобренных молодь леща в меньшей степени питалась кладоцерами и копеподами и больше использовала личинок хирономид обростаний и всякую случайную пищу (моллюсков, клещей).

У молоди леща, как и у сазана, величина пищевого рациона определялась путем постановки балансовых опытов по азотистому обмену. Из табл. 8 видно, что молодь из пруда № 1, удобренного минеральным удобрением, характеризовалась (в сравнении с молодь из прудов Аксайского рыбхоза) большими величинами пищевого и азотистого рациона и повышенным использованием азота пищи на рост.

Таблица 8
Суточный азотистый и пищевой рацион молоди леща

Дата наблюдения	Средний вес рыбы в мг	Содержание азота в теле в мг	Отложено азота в теле		Выделено с продуктами обмена и экскрементами		Азотистый рацион		Пищевой рацион		Кормовой коэффициент
			в мг	в % азотистого рациона	в мг	в % азотистого рациона	в мг	в % азота тела	в мг	в % веса тела	

Молодь леща из Аксайского рыбхоза, 1953 г.

24—29/VI	34,1	0,570	0,073	43,8	0,094	56,2	0,167	29,2	17,77	52,1	4,2
29 V—6/VI	46,3	0,790	0,009	5,1	0,178	94,9	0,187	23,6	19,58	42,3	49,0
6—14/VI	56,0	0,963	0,034	13,5	0,221	86,5	0,255	25,4	25,94	46,3	12,9
14—22/VI	77,4	1,363	0,066	22,6	0,219	77,5	0,285	20,9	22,90	29,6	6,9
22/VI—1/VII	112,2	2,119	0,108	27,5	0,285	72,5	0,394	17,2	28,95	25,8	6,1

Молодь леща из пруда № 1 Усть-Койсугского рыбхоза, 1954 г.

26/V—1/VI	12,9	0,210	0,047	43,1	0,067	59,9	0,109	51,9	10,6	82,1	5,0
1—7/VI	45,9	0,858	0,177	50,1	0,176	49,9	0,353	41,1	31,9	69,7	3,6
7—13/VI	109,7	2,250	0,087	47,6	0,316	52,4	0,603	26,8	55,7	50,8	4,2
13—19/VI	209,8	4,312	0,401	41,6	0,562	58,4	0,963	22,3	88,4	42,1	4,2
19—29/VI	366,7	7,475	0,392	30,3	0,903	69,7	1,295	17,3	146,4	39,9	7,8
29/VI—6/VII	610,0	12,698	0,932	40,3	1,382	53,7	2,314	18,2	248,2	40,8	5,5

Исследуя зависимость роста и питания леща от состояния кормовой базы, мы установили, что в Аксайском рыбхозе рост молоди леща от раннего нереста при переходе на активное питание был замедлен. Это объясняется тем, что в зоопланктоне в это время преобладали крупные дафнии, которые были еще недоступны для молоди. Но через пятидневку подросшая молодь уже могла питаться этими организмами, и интенсивность ее весового роста увеличилась в 12 раз и составила 76,3% веса тела.

Вследствие уменьшения биомассы зоопланктона, обусловленного окончанием весеннего цикла развития, значение зоопланктона в питании рыб снизилось. Так, 23 мая он составлял 74,6% съеденной пищи, а 6 июня — только 6%. Недостаток планктонной пищи рыбы компенсировали водорослями. При этом количество потребляемой пищи как по ве-

су, так и по содержанию азота было немногим меньше, чем в предыдущий период, но из-за низких пищевых качеств водорослей степень использования азота пищи на рост снизилась до 5,1%, а интенсивность весового прироста — до 0,9%.

После 15 июня в фауне зарослей заметно увеличивается количество личинок хирономид обрастаний, которые становятся основным объектом питания молоди леща, обеспечивая 4—5% суточного весового прироста. Молодь от позднего нереста перешла в Аксайском рыбхозе на активное питание в конце мая. Так как преобладающие в то время формы зоопланктона были для нее слишком крупны, она питалась в основном фитопланктоном (см. табл. 7) и поэтому плохо росла. Плохое питание не только замедляло рост, но и ослабляло рыб делая их доступными различным хищникам. В прудах было много личинок плавунцов (*Dytiscus*), которые к 14 июня полностью уничтожали эту молодь.

Таким образом, у молоди леща, как и сазана, интенсивность роста в нерестово-выростных хозяйствах определяется сроком ее перехода на активное питание. Чем раньше молодь начинает питаться, тем большего размера она успевает достичь за период весеннего развития планктона и тем лучше оказывается подготовленной к последующему периоду, когда после окончания весеннего развития зоопланктона переходит на питание случайной пищей.

Сравнивая питание и рост молоди сазана и леща от раннего нереста в Аксайском рыбхозе, мы видим, что до окончания весеннего цикла развития зоопланктона (в конце мая) их питание было одинаковым, а рост наиболее интенсивным. В дальнейшем спектры питания этих рыб становятся различными, но для обоих видов характерно временное замедление роста в момент перехода с питания планктоном на питание фауной зарослей. Для молоди от позднего нереста характер питания с самого начала различен. Сазан питается преимущественно фитофильными хирономидами, а лещ — фитопланктоном с примесью коловраток и всякой случайной пищей.

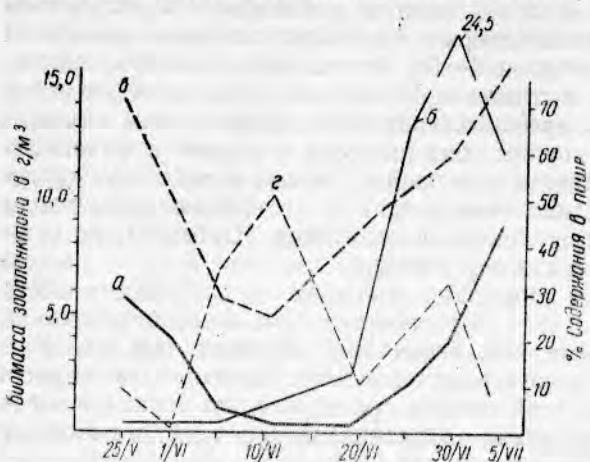
Одинаковый состав и сходный характер развития кормовой базы в нерестово-выростных хозяйствах Дона и Волги обуславливают так же, как в отношении молоди сазана, одинаковый характер питания и роста молоди леща в этих водоемах. В обоих случаях развитие весной зоопланктона обеспечивает молоди интенсивное питание и хороший рост, а по окончании весеннего развития зоопланктона молодь переходит на другие виды пищи, что сопровождается замедлением роста. Благодаря развитию зоопланктона в пруду № 1 Усть-Койсугского рыбхоза, обусловленному внесением минерального удобрения, молодь леща была обеспечена этим видом пищи в течение всего периода ее выращивания. Если в Аксайском рыбхозе в неудобряемых прудах зоопланктона в пище леща составлял в среднем 35,3%, а личинки хирономид — 52,9%, то в пруду № 1 Усть-Койсугского рыбхоза значение зоопланктона увеличивается до 73,6%, а роль хирономид уменьшается до 17,4%.

Точно такая же зависимость питания леща от состояния кормовой базы была отмечена и в пруду № 2, в который было внесено зеленое удобрение. Обилие зоопланктона и его постоянное присутствие в этом пруду создали благоприятные условия для питания и роста молоди леща от второго нереста, которая в возрасте 33 дней достигла 213 мг веса. За два года наблюдения это был единственный случай, когда в условиях нерестово-выростного хозяйства удалось получить качественную молодь от второго нереста.

Наибольшее значение в питании леща имели клadoцеры. Изменение количества этих организмов в зоопланктоне соответственно влияло на характер питания молоди. Связи между содержанием копепоид и личинок хирономид в водоеме и в пище рыб не было отмечено. Но так как максимальное потребление этих форм наблюдается в периоды, когда клado-

цер бывает меньше всего, то это обстоятельство позволяет оценить их как второстепенные замещающие кормовые объекты (см. рисунок).

В 1954 г. были проведены опыты по кормлению рыб зоопланктоном, взятым из различных прудов Усть-Койсугского хозяйства. Опыты показа-



Влияние концентрации зоопланктона на потребление его лещом:

а — биомасса Cladocera в г/м³; б — биомасса Ceriodaphnia в г/м³; в — содержание Cladocera в пище леща в %; г — содержание Ceriodaphnia в пище в %.

ли, что хотя по количеству встречающихся в зоопланктоне организмов клadoцеры занимали третье место после копепоид и водорослей (табл. 9), но в питании рыб они во всех случаях имели основное значение. Индекс избирательной способности леща в отношении клadoцеры в 18 раз превышает эту его способность в отношении копепоид и в 37 раз — в отношении водорослей.

Хороший рост молоди леща при питании одним планктоном в течение всего периода выращивания дает основание утверждать, что переход молоди на питание личинками хо-

Таблица 9

Индексы избирательной способности молоди леща

Места взятия проб зоопланктона	Количественное соотношение кормовых групп в зоопланктоне в %				Количественное соотношение кормовых групп в пище леща в %				Индексы избирательной способности леща			
	клатоцеры	копепоиды	коло-вратки	водоросли	клатоцеры	копепоиды	коло-вратки	водоросли	клатоцеры	копепоиды	коло-вратки	водоросли
Пруд 1	22,6	48,9	3,2	25,3	84,9	8,7	2,0	4,4	3,7	0,1	0,6	0,1
2	46,1	37,2	2,2	14,5	93,2	4,3	0,6	1,9	2,0	0,1	0,3	0,1
3	12,7	36,9	5,5	44,9	81,0	7,4	3,1	8,5	5,9	0,2	0,6	0,2
7	18,5	31,7	4,8	45,0	80,0	9,3	1,6	8,9	4,3	0,3	0,3	0,2
8	15,6	23,9	2,0	58,5	85,6	2,2	2,0	10,2	5,5	0,1	1,0	0,2
Карьер	15,7	49,6	6,4	18,3	79,2	13,7	3,7	3,4	3,1	0,3	0,6	0,2
Дон	14,3	24,5	6,3	54,9	80,6	8,3	5,0	6,1	5,3	0,3	0,8	0,1
Среднее значение												
	22,2	36,1	4,3	37,4	83,5	7,8	2,5	6,2	3,7	0,2	0,5	0,1

рономид в неудобренных водоемах обусловлен не требованием организма на данном этапе развития, а недостатком планктонного корма. Это подтверждается тем, что как в волжских, так и в донских рыбхозах молодь леща переходит на питание хирономидами обрастаний лишь после того, как биомасса зоопланктона резко уменьшится, а также и тем, что этот период всегда сопровождается замедлением ее роста.

ВЕЛИЧИНА ВЫХОДА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Для молоди сазана и леща в условиях донских рыбхозов мы еще не располагаем достаточными данными по величине выхода рыбной продукции.

Заслуживают внимания результаты выращивания молоди сазана и леща в пруду № 1 Усть-Койсугского рыбхоза, удобренном минеральным

удобрением (табл. 10). В этот водоем было посажено незначительное по сравнению с волжскими нормативами количество производителей. Несмотря на это, выход молоди как по количеству, так и по весу оказался очень близким к норме вследствие значительно большей выживаемости мальков. Такой хороший результат объясняется внесением минерального удобрения, которое обеспечило в этом водоеме устойчивую кормовую базу.

Т а б л и ц а 10

Рыбоводные нормативы и результаты выращивания молоди в пруду № 1
Усть-Койсугского рыбхоза

Показатели	Лещ		Сазан	
	пруд № 1	волжские нормативы	пруд № 1	волжские нормативы
Сроки посадки производителей на перест	3/V	1/V	15/V	1/V
Число самок на 1 га	4	12	2	4
Принятая плодовитость шт. икр.	94400	30000	180000	180000
Выживаемость в % от количества икринок	36,6	6,0	12,4	8,0
Средний вес молоди в г	0,9	0,5	2,7	2,5
Выход рыбной продукции в экз.	34650	64000	45153	51000
Выход рыбной продукции в кг	29,8	32,0	117,8	128,0

Одинаковые условия выращивания молоди сазана и леща как в волжских, так и в донских рыбхозах дают основание считать, что выход рыбной продукции по этим породам в донских хозяйствах должен быть такой же, как и на Волге. Для сазана он принимается равным 128 кг/га (51 тыс. экз.) при навеске 2,5 г, а для леща — 32 кг/га (64 тыс. экз.) при навеске 0,5 г [17].

В донских рыбхозах лещ выращивают вместе с судаком. Обычно за период выращивания судак уничтожает большое количество как своей собственной более мелкой молоди, так и молоди леща. В результате выход рыбной продукции обоих видов резко снижается.

В целях повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств при выращивании в них судака и леща Аздорьбвод [16] провел в 1954 г. на Усть-Койсугском хозяйстве удачный опыт совместного выращивания этих видов рыб при уплотненной посадке. На 1 га площади в среднем сажали 3—4 гнезда судака и 14—15 пар леща. Выращивание велось в течение 40 суток до середины июня, когда молодь судака вследствие недостатка пищи перешла на хищничество. В это время средний вес судака составлял 0,7 г при норме 1,5 г, а леща — 0,2 г при норме 0,5 г. Такой ранний выпуск молоди обеспечил получение 65 тыс. экз. судака и 25 тыс. экз. леща при общей величине рыбной продукции 65 кг/га; хотя выращенная молодь и не достигла стандартных навесок, но это было компенсировано ее повышенным выходом.

Дальнейшее выращивание до установленных стандартов не имело смысла не только потому, что это привело бы к резкому уменьшению количества молоди, но также потому, что со второй половины июня условия откорма молоди становятся в Дону более благоприятными, чем в водоемах рыбхозов. Так, в июне 1953 г. биомасса зоопланктона в Дону составляла в среднем 3,2 г/м³, а в Аксайском рыбхозе — только

0,8 г/м³. То же было констатировано и в 1954 г. для прудов Усть-Койсугского хозяйства.

В рассмотренных выше опытах выживаемость молоди леща в отдельных прудах колебалась от 0,07 до 2% при средней плодовитости леща 200 тыс. икринок. Такую плодовитость следует признать завышенной. По уточненным данным Т. В. Вышеславцевой, абсолютная плодовитость донского леща в 1954 г. составляла в среднем 166,9 тыс. икринок, из которых 94,4 тыс. икринок являются первой порцией.

Наши наблюдения в Аксайском и Усть-Койсугском рыбхозах показали, что при совместном выращивании леща с судаком судак полностью уничтожает всю молодь леща от позднего нереста. Поэтому в этих условиях выживаемость леща следует рассчитывать только для икры первой порции. При соответствующем перерасчете мы получим, что в разбигаемом опыте выживаемость молоди леща составляла в среднем 2%.

Для нерестово-вырастных хозяйств Дона не установлена норма выживаемости молоди леща. Поэтому для сравнения следует взять нормы волжских рыбхозов, для которых они составят в среднем 6% при плодовитости леща 90 тыс. икринок. Таким образом, при совместном выращивании молоди судака и леща при уплотненных посадках выживаемость леща по сравнению с нормой уменьшается в три раза.

ВЫВОДЫ

1. Размеры кормовой базы и характер ее развития в волжских рыбхозах и опытных хозяйствах Дона очень сходны.

2. В опытных рыбхозах Дона наблюдаются два максимума развития зоопланктона: весенний — в мае и летний — в июле. Июнь характеризуется слабым развитием зоопланктона.

3. Применение минерального и зеленого удобрений повышает общую биомассу зоопланктона и удлиняет срок его развития.

4. Одинаковый состав кормовой базы обуславливает одинаковое питание и рост молоди сазана и леща как в волжских, так и в донских хозяйствах.

5. Время перехода на активное питание определяет характер питания и роста молоди сазана. Молодь от раннего нереста более полно использует кормовую базу рыбхозов, ее рост очень интенсивен. Молодь от поздних сроков нереста характеризуется вынужденным питанием и замедленным ростом.

6. Икрометание донского леща — порционное с двухнедельным промежутком между выметом первой и второй порций. По наблюдениям Т. В. Вышеславцевой, абсолютная плодовитость леща в среднем составляет 166 тыс. икринок, а количество икринок первой порции колеблется по годам от 58,4 до 73%.

7. Молодь леща от второго нереста в нерестово-вырастных хозяйствах обычно полностью уничтожается различными хищниками. Поэтому посадку производителей леща в водоемы рыбхозов следует осуществлять, исходя из количества икры первой порции.

8. Опыт с внесением в водоемы минеральных и зеленых удобрений показал, что сазан и лещ могут хорошо расти до установленных размерных и весовых норм при питании одним зоопланктоном.

9. При выращивании молоди судака до навески 0,7 г и леща — до 0,2 г период выращивания сокращается до 40 дней, а выход молоди резко увеличивается.

10. Для увеличения выхода молоди сазана необходима ранняя посадка его производителей в водоемы рыбхозов. Чем раньше молодь переходит на активное питание, тем более полно она использует кормовую базу и характеризуется интенсивным ростом.

11. Для создания устойчивой кормовой базы можно рекомендовать применять в донских хозяйствах, как и в волжских, зеленое удобрение.

12. Спуск прудов следует осуществлять в середине июня после того, как молодь вследствие недостатка пищи начнет подходить к шлюзу. В это время условия откорма молоди в Дону более благоприятны, чем в водоемах рыбхозов.

13. Дальнейшая задержка молоди в прудах приводит не только к замедлению ее роста, но сопровождается также резким уменьшением численности.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Васнецов В. В., Этапы развития системы органов, связанных с питанием, у леща, воблы и сазана. Сборник «Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития», изд. АН СССР, 1948.

2. Васнецов В. В., Этапы развития костистых рыб, Сборник «Очерки по вопросам ихтиологии», изд. АН СССР, 1953.

3. Вельтищева И. Ф., Повышение продуктивности прудов при выращивании осетровых, «Рыбное хозяйство», 1953, № 2.

4. Воинов И. К., Питание мальков карповых в дельте Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XII, 1952.

5. Елеонский А. Н., Прудовое рыбоводство, 1946.

6. Карзинкин Г. С., Рост сеголетков щуки в зависимости от некоторых естественных кормов, «Труды Лимнологической станции в Косино», вып. 22, 1939.

7. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.

8. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

9. Карзинкин Г. С. и Кузнецов С. И., Использование рогоза и тростника как зеленого удобрения в нерестово-выростных хозяйствах (напечатано в этом сборнике).

10. Кузнецов С. И., Карзинкин Г. С., Егорова А. А., Кастальская М. А. и др., Влияние скошенной жесткой растительности на развитие микронаселения и повышение рыбопродуктивности водоемов рыбоводных хозяйств, «Вопросы ихтиологии», 1955, № 4.

11. Кожин Н. И., Пути воспроизводства полупроходных рыб в дельте Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.

12. Кривобок М. Н., Биологические особенности молоди сазана, выращиваемой в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги (напечатано в этом сборнике).

13. Кривобок М. Н., Биология молоди сазана в предустьевом пространстве Волги (напечатано в этом сборнике).

14. Мельников Г. Б. и Чаплина А. М., Форсирование роста молоди карпа в рыбопитомниках Днепровской области, Тезисы докладов на совещании по рыбоводству 10—18 декабря 1954 г., Ихтиологическая комиссия АН СССР, 1954.

15. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Гидробиологический режим опытного нерестово-выростного хозяйства в низовьях Дона. Труды проблемных совещаний, вып. 2. Проблема гидробиологии внутренних вод, 1954.

16. Никольский П. Д., Выращивание молоди судака и леща при уплотненных посадках производителей в условиях нерестово-выростного хозяйства дельты Дона, «Рыбное хозяйство», 1955, № 3.

17. Сыроватская Н. И., Материалы к биологическому обоснованию воспроизводства леща и судака в условиях Волго-Дона, «Ученые записки Ростовского государственного университета», т. XVIII, 1952.

18. Ярошенко М. Ф., К анализу условий повышения рыбопродуктивности прудов Молдавии, «Известия Молдавского филиала АН СССР», 1953, № 5.

ВЫРАЩИВАНИЕ ТОВАРНОГО САЗАНА В ВОДОЕМАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Канд. биол. наук. М. А. ЛЕТИЧЕВСКИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Каспийский филиал ВНИРО совместно с Астраханским рыбацким союзом, Севкаспрыбводом и рыболовецким колхозом имени Жданова в 1952 г. провел опыт выращивания товарного сазана на обвалованном и зашлюзованном ильмене «Казалак».

В этой работе от Каспийского филиала ВНИРО принимали участие М. А. Летичевский, младшие научные сотрудники П. Н. Хорошко и Т. В. Астахова и лаборант Л. В. Раздрогоина, а от колхоза имени Жданова — И. А. Миронов.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЛЬМЕНЯ «КАЗАЛАК»

Ильмень «Казалак» расположен на р. Чилимной в 25 км от Астрахани на территории рыболовецкого колхоза имени Жданова. С юга и севера «Казалак» огражден двумя бэровскими буграми, а с востока и запада — земляными валами. Вода в ильмень во время паводка самотеком поступает через однопролетный с заградительными сооружениями шлюз, построенный в 1951—1952 гг. в 50 м от берега р. Чилимной.

Рельеф ильменя блюдцеобразный, т. е. центральная часть понижена, а берега повышены; поэтому водная поверхность за лето сокращается меньше, чем ее объем. При максимальном уровне глубина в ильмене колебалась от нескольких сантиметров до 1,6 м, составляя в среднем 1,1 м. В центре водоема преобладает суглинок с примесью ила, в прибрежной зоне — супесь.

Ильмень «Казалак» относится к водоемам средней зарастаемости. Среди надводной растительности преобладает рогоз, занимающий около $\frac{1}{5}$ части зеркала воды. В отдельных участках доминируют густые заросли рогоза. Широко развиты в ильмене и редкие поросли тростника. Из подводной растительности, заросли которой весьма значительны, преобладают гречиха земноводная, рдесты (плавающий и блестящий), уховник кувшинковидный и другие.

Площадь ильменя, составляющая в границах бугров и валов около 100 га, поочередно использовалась под рыбное и сельское хозяйство, т. е. год—под выращивание молоди полупроходных рыб, год—под посевы риса.

ПОСАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ И ЗАРЫБЛЕНИЕ ИЛЬМЕНЯ «КАЗАЛАК»

Материал для посадки (годовики сазана) был получен из Башмаковского зимовального хозяйства Севкаспрыбвода, при спуске которого в начале мая 1952 г. было выловлено 21 354 годовика, или 13,9% общего количества посаженной на зимовку молоди. Средняя длина годовиков была 8,87 см, средний вес — 19,8 г; особи длиной от 6,5 до 9 см и весом от 7,88 до 17,6 г составляли 62,6%.

Кожный покров большинства годовиков сазана был заражен *Gyrodactylus elegans*. Жабры в среднем у 66,6% годовиков были заражены *Gyrodactylus elegans*, *Dactylogyrus solidus* и *D. apochoratus*. Инвазия первого вида в среднем составила 84 экз. на одного годовика, второго — 4 экз. и третьего — 31 экз. на одного годовика [1].

В Башмаковском зимовальном хозяйстве наблюдался большой отход годовиков сазана, что объясняется, главным образом, недостаточно доброкачественным посадочным материалом и заносом зимовальника песком и другими взвешенными частицами вследствие подачи в него воды по песчано-глинистому грунту.

Наполнение ильменя «Казалак» паводковыми водами началось 12 мая и закончилось 30 июня, когда был закрыт шлюз. К этому времени площадь ильменя составила 66 га, а объем — 750 тыс. м³.

В среднем за сутки уровень воды в ильмене в июле снижается на 0,72 см, в августе — на 0,51 см и в сентябре — на 0,63 см. Ввиду снижения уровня воды производилась небольшая механическая подкачка воды. Однако к концу сентября площадь воды в ильмене сократилась на 16 га (20%), а объем воды — на 380 тыс. м³ (50%).

При постановке опыта выход рыбопродукции в ильмене «Казалак» мы условно приняли в 250 кг/га, а конечный вес сазана — в 500 г. Удобрение водоема и кормление не предусматривались, так как в 1952 г. основной целью наших опытов было выяснить величину естественной рыбопродуктивности водоемов дельты Волги при выращивании в них товарной рыбы. Потребность в посадочном материале при намечаемой площади заливки ильменя 80—85 га и отлове годовиков в количестве 15% составила 48 875 экз.

В Башмаковском зимовальнике мы получили 21 354 годовика сазана, из которых 2590 экз. было отбраковано вследствие заражения их моногенетическими сосальщиками; часть посадочного материала (3—4%) погибла при транспортировке.

Ввиду запоздалого паводка и отсутствия залитой площади мы создали на одном из пониженных участков ильменя «Казалак» временный водоем. Вода подавалась сюда из р. Чилимной при помощи мотора Болиндер мощностью 20 л. с. Длина этого водоема составляла 300 м, ширина 12—35 м, глубина 1—1,2 м. Самые низкие участки были обвалованы.

Во временный водоем в три приема было посажено 18 764 годовика сазана: 5 мая — 7842 экз., 7 мая — 4189 и 10 мая — 6733 экз.

Вначале годовики голодали, так как биомасса зоопланктона в р. Чилимной, откуда поступала вода, в это время не превышала 69 мг/м³. Но скоро условия для нагула улучшились; 11 мая биомасса зоопланктона во временном водоеме достигла 17,1 г/м³ и оставалась на этом уровне до 21 мая. К этому времени увеличилась биомасса зообентоса, достигшая 15,1 г/м². Из зоопланктона преобладали коловратки (*Asplanchna priodonta* и *Br. pala*), составившие почти 95% всей биомассы. *Cladocera* были представлены *Moina rectirostris* и *Bosmina longirostris*. Бентос состоял из личинок хирономид (*Chironomus* из группы *semireductus* и группы *plumosus*).

Сазанчик начал более интенсивно питаться, причем потреблял семена высшей водной растительности. Вскоре он принял яркзолотистую окраску. К концу пребывания во временном водоеме снизилась зараженность годовиков моногенетическими сосальщиками. Однако вследствие отсутствия разливов на полях в водоеме появилось большое количество жуков-плавунцов, ужей, змей, лягушек и других хищников. Жуки нападали на сазанчиков, в особенности на ослабленных и обгрызали им спины, брюшные и спинные плавники. Ужи заглатывали мелких годовиков. Мы прокопали канаву и выпустили воду и сохранившихся годовиков сазана в ильмень «Казалак». Оставшуюся неспускиную площадь обловили и пойманных сазанчиков также выпустили в ильмень.

Вследствие недостатка посадочного материала по сравнению с запланированным мы были вынуждены изменить первоначальное направление опыта и совместно выращивать в ильмене «Казалак» товарных двухлеток и товарных сеголетков сазана. Для этой цели посадили в ильмень на нерест одно гнездо сазана (1 самка и 4 самца). Длина самки составляла 40 см. При такой длине она должна была выметать 300 тыс. икринок, из которых предполагалось получить к осени 30 тыс. товарных сеголетков (10%) со средним весом 500 г каждый.

Опасаясь срыва опыта в случае неблагоприятного нереста одной самки, мы посадили на нерест еще одно резервное гнездо сазана. Длина второй самки также равнялась 40 см.

Производителей сазана посадили на нерест 17 и 18 мая. Площадь зеркала воды, занятая стеблями прошлогоднего рогоза и тростника, 20 мая составляла 25 га. Производители сазана 21 мая появились близ южного бэровского бугра, где наблюдалось всплескивание воды, хотя оплодотворенной икры обнаружить не удалось. В этот день температура воды достигла 19,3°, а насыщение воды кислородом не превышало 60,6%. На этом участке субстратом для икры сазана служили стебли прошлогоднего рогоза и луговая растительность. После тщательных поисков 30 мая нам впервые удалось обнаружить и выловить 58 вполне оформившихся мальков сазана, средняя длина которых была равна 13,1 мм, а средний вес — 29,8 мг.

В ильмене «Казалак» кроме сазана происходит нерест других случайно попавших в ильмень рыб, главным образом воблы, которая в больших количествах заходит в р. Чилимную. Попадание ее производителей в ильмень трудно было предотвратить.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДЫ В ИЛЬМЕНЕ «КАЗАЛАК»

Физико-химические особенности воды (температурный и газовый режим, pH, окисляемость, биогенные элементы и др.) являются важными факторами абиотической среды, оказывающими непосредственное влияние на рост товарной рыбы в ильмене «Казалак». Многолетние наблюдения показывают, что в неглубоких и стоячих водоемах дельты Волги, каким является ильмень «Казалак», температура воды летом в дневное время нередко превышает 30°. Частые ветры перемешивают воду, и разница температур у дна и на поверхности незначительна.

Из литературных данных [4] известно, что в прудах карп наиболее интенсивно растет при температуре воды 25—29°. В мае в ильмене только 1 день, а в июне 8 дней температура воды была 25—26°. Средняя месячная температура воды в мае не превышала 19,1°, а в июне — 22,4°. В июле и августе, когда температура воды в ильмене в течение 42 дней превышала 25°, условия для роста сазана были наиболее благоприятны. Однако в течение 12 дней температура воды в ильмене была выше 30°, что, по А. Н. Елеонскому [4], нежелательно для карпа. Во время проведения опыта высокая температура воды в июле и августе нередко превышала 32° и не была помехой ни для роста сазана, ни для развития кормовых организмов для рыб. Наоборот, лучший абсолютный прирост сазана и развитие кормовой базы наблюдались именно в эти месяцы, что указывает на приспособление сазана дельты Волги к высокой температуре.

Кислородный режим в ильмене за вегетационный период резко колебался. Так, в период обводнения ильменя насыщение воды кислородом на различных участках колебалось от 32 до 72%. С усилением цветения воды и, следовательно, при интенсивном развитии фитопланктона (Апабаена) насыщение кислородом повысилось до 153—253%. Вскоре,

однако, цветение воды прекратилось, и к 20 августа содержание кислорода вновь снизилось до 55—59%, в особенности в зарослях рогоза и центральной части ильмена.

В дальнейшем вследствие понижения температуры воздуха, особенно ночью, и частичного сокращения потребления кислорода на биохимические процессы разложения органического вещества насыщение воды кислородом вновь повысилось. Так, 30 августа на всех станциях насыщение было выше 100%, а в сентябре оно колебалось от 74,2 до 95,1%. Наиболее значительная разница в содержании кислорода в воде отмечалась в пробах, взятых днем со дна и с поверхности ильмена (табл. 1).

Таблица 1

Содержание кислорода в воде ильмена „Казалак“ (в % насыщения)

Дата взятия пробы	Центральная часть (станция первая)			Заросли рогоза (станция третья)		
	глубина в см	поверхность (60 см)	дно	глубина в см	поверхность (60 см)	дно
20/VII	139	153,1	70,5	133	169,1	70,0
30/VII	130	175,5	70,1	118	188,5	89,3
10/VIII	122	74,2	35,2	116	54,3	18,7
20/VIII	119	55,0	35,0	110	59,0	22,0
30/VIII	111	129,1	56,6	105	111,5	51,8

В конце каждого месяца (май—август) брали пробы воды для определения содержания кислорода в ильмене в течение суток (табл. 2).

Таблица 2

Насыщение воды кислородом (в %) на разных участках ильмена в различное время суток

Месяцы	Центральная часть (станция первая)			Прибрежная зона (станция вторая)			Заросли рогоза (станция третья)		
	12—15 часов	24 часа	4 часа	12—15 часов	24 часа	4 часа	12—15 часов	24 часа	4 часа
Май	60,2	39,4	38,2	44,1	25,5	20,1	39,2	31,9	31,4
Июнь	58,1	55,5	54,5	67,9	50,8	42,8	64,2	51,8	46,9
Июль	175,5	159,6	94,0	195,6	117,1	81,7	188,5	140,4	100,2
Август	129,1	114,7	67,9	107,6	56,5	32,1	111,5	91,2	28,3

Из табл. 2 видно, что насыщение воды кислородом к рассвету заметно уменьшается, особенно в июле и августе, однако это обстоятельство не отразилось на жизни рыб. В ильмене «Казалак» благополучно выжил не только сазан, но и молодь судака, сельдевых и других рыб, которые более требовательны к кислороду.

Прозрачность воды в ильмене также изменялась. В период наполнения водой прозрачность без удвоения показателей не превышала 12—19 см; с прекращением притока она повысилась до 39—68 см, в особенности в прибрежной песчаной зоне и зарослях рогоза. В конце июля и начале августа, в период развития фитопланктона, прозрачность воды вновь уменьшилась до 15—20 см, но вскоре достигла опять высоких показателей.

Активная реакция воды pH колебалась в пределах 7,59—8,89 и только во время интенсивного цветения воды (20 июля—10 августа) была более 9,5.

Содержание хлора в воде в мае составляло 18,9 мг/л, в июне — 66,2 мг/л, в июле — 74,1 мг/л, в августе — 85,9 мг/л и в сентябре — 100 мг/л.

Данные о биогенных элементах и окисляемости воды приводятся в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Содержание биогенных элементов (в мг/м³) в ильмене „Казалак“

Дата	P	Si	NO ₂	NO ₃
20/V	20	2150	—	43
10/VI	11	5208	—	63
30/VI	21	7853	—	105
15/VII	20	3571	—	115
31/VII	139	8621	—	357
10/VIII	94	7500	—	417
30/VIII	37,5	11111	—	105
15/IX	43,6	11900	Следы	82
30/IX	34,2	6575	„	57

Примечание. Анализы воды выполнены Н. И. Винецкой и А. Р. Чернецовым.

Таблица 4

Окисляемость воды в ильмене „Казалак“ в мг/л кислорода

Вода	20/V	10/VI	30/VI	15/VII	30/VII	10/VIII	30/VIII	15/IX	30/IX
Фильтрованная	3,13	5,08	2,08	4,8	8,36	13,84	15,26	—	—
Нефильтрованная . . .	4,57	10,66	4,8	4,8	18,55	24,4	21,32	17,19	15,49

ПРЕДЕЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА ДЛЯ САЗАНА

Помимо непосредственного наблюдения за кислородным режимом в ильмене «Казалак», мы в конце каждого месяца ставили опыты по изучению дыхания сазана для установления минимального содержания кислорода в воде, при котором рыба начинает гибнуть от асфиксии.

В стеклянную банку объемом 3—6,5 л с профильтрованной водой из ильменя помещали одного сазана. Чтобы пузырьки воздуха не проникали в банку, последнюю покрывали стеклянными пластинками, пригруженными тяжестью. Для поддержания равномерной температуры банки помещали в ванну с водой. Каждый опыт проводился с тремя сазанами и длился до момента почти полного прекращения дыхания рыбы, которые затем измерялись и взвешивались. Для контроля в каждом опыте одну банку с водой из ильменя оставляли без рыбы. Все расчеты производились по разнице кислорода в контрольной банке и в банках с подопытными рыбами.

Подопытные рыбы находились на грани летали, когда кислорода в воде было 0,17—0,88 мг/л (в среднем 0,35 мг/л). При пересадке рыб в свежую речную воду дыхание усиливалось, и они приходили в нормальное состояние. Поэтому все опыты проводились без потерь и подопытные рыбы живыми выпускались назад в ильмень.

Результаты опытов по изучению дыхания сазана приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты опытов по изучению дыхания сазана

Месяц	Вес рыбы в г	Длина рыбы в см	Возраст рыбы в месяцах	Продолжительность опыта в минутах	Температура воды в °С	Содержание кислорода в конце опыта в мг	
						в контрольной банке	в банках с рыбой
Май	23	8,8	11	230	17,8—19,9	2,49	0,21
	30	9,3	—	188	17,8—19,6	2,49	0,21
	51	12,0	—	140	17,8—19,2	2,49	0,31
Июнь	193	18,0	12	45	24	3,35	0,17
	220	19,5	12	47	24	3,35	0,20
	287	21,5	12	50	24	3,35	0,20
Июль	270	21,0	13	72	25,8—25,2	9,27	0,25
	385	24,0	13	43	25,8—25,2	9,27	0,25
	715	29,0	13	36	25,8—25,2	9,27	0,51
Август	750	30,0	14	54	21—21,2	10,82	0,59
	820	31,0	14	53	21—21,2	10,82	0,49
	850	3,0	14	56	21—21,2	10,82	0,88
Сентябрь	675	29,0	15	117	16,2—16,7	12,25	0,26
	529	27,0	15	128	16,2—17,2	12,25	0,26
	482	25,0	15	127	16,2—16,7	12,25	0,53

Примечание. Каждый опыт проводился с одной рыбой.

За период наблюдений содержание в воде кислорода в ильмене не снижалось до 0,35 мг/л. Отмечен единственный случай (10 августа), когда содержание кислорода на дне густых зарослей упало до 1,47 мг/л.

Таким образом, наблюдения показали, что сазан дельты Волги приспособлен к широкому колебанию насыщения воды кислородом. Поэтому нет основания опасаться, что в водоемах типа ильменя «Казалак» летом могут быть заморные явления и гибель сазана.

ПЛАНКТОН

Планктон в ильмене «Казалак» собирали через каждые 5—10 дней на четырех различных станциях посредством процеживания 50 л воды через планктонную сетку из газа № 49. Биомассу определяли с помощью пересчета количества встречавшихся форм зоопланктона на их сырой вес, установленный А. Ф. Зиновьевым [5] и лабораторией физиологии ВНИРО.

Зоопланктон в ильмене «Казалак» состоял из Copepoda, представленных в основном Cyclops и их Nauplii, Cladocera, Moina, Bosmina, Alona, Alonella и Chydorus. В несколько большем количестве встречались Rotatoria, Anuraea и Brachionus (наиболее многочисленные), Asplanchna, Rattulus, Monostyla, Euchlanis, Notholca, Polyarthra, Pedalion, Battulus, Triathra и другие.

К началу залития ильменя (11 мая) зоопланктон был очень беден.

биомасса его не превышала 69 мг/м^3 воды, причем преобладали *Moina rectirostris* и *Aпугаеа aculeata* (более 60% по весу). Однако через 2 недели (25 мая) зоопланктон начал интенсивно развиваться, и биомасса его составила в среднем $12,58 \text{ г/м}^3$.

Характер изменения состава и остаточной биомассы зоопланктона за период наблюдений на ильмене приводится в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Динамика средней биомассы зоопланктона в ильмене „Казалак“

Дата	Copepoda		Cladocera		Rotatoria		Итого	
	в тыс. экз. на 1 м^3	в г/м^3	в тыс. экз. на 1 м^3	в г/м^3	в тыс. экз. на 1 м^3	в г/м^3	в тыс. экз. на 1 м^3	в г/м^3
20/V	332,7	1,1	2,5	0,05	67,5	0,3	402,7	1,48
25/V	590,46	2,57	112,8	3,62	623,33	7,5	1326,59	13,69
30/V	256,8	1,88	57,7	1,94	102,9	0,1	416,9	3,92
5/VI	86,8	0,54	6,0	0,2	472,4	0,25	565,2	0,96
10/VI	556,4	2,55	11,87	0,35	555,42	0,34	1123,69	3,24
20/VI	878,3	5,83	0,55	0,01	29,92	0,01	908,77	5,85
30/VI	369,9	3,87	4,2	0,03	72,55	0,02	446,75	3,92
10/VII	455,55	3,96	—	—	86,4	0,02	541,95	3,98
20/VII	1101,15	5,65	4,9	0,03	276,75	0,24	1382,8	5,92
30/VII	2649,5	10,34	281,5	9,11	220,0	0,18	1351,0	19,65
10/VIII	3700,5	32,95	268,5	7,9	2300,5	10,85	6269,5	51,7
20/VIII	948,35	9,28	178,85	4,52	327,35	0,24	1454,55	14,04
30/VIII	978,1	9,28	569,1	5,83	139,9	0,34	1687,1	15,45
10/IX	614,5	9,34	2459,5	19,09	84,5	0,12	3158,5	28,55
20/IX	324,5	3,18	830,6	6,28	56,5	0,04	1211,6	9,5
30/IX	154,05	1,45	107,35	0,78	103,35	0,04	364,75	2,28

Изучение видового состава и биомассы зоопланктона ильменя «Казалак» позволило установить три характерных периода, в течение которых с различной степенью интенсивности происходило развитие: весенне-летний (20 мая—20 июля) со средней биомассой $4,76 \text{ г/м}^3$, летний (30 июля—20 августа) со средней биомассой $28,46 \text{ г/м}^3$, летне-осенний (30 августа—30 сентября) со средней биомассой $13,94 \text{ г/м}^3$. В начале весенне-летнего периода (25—30 мая) основную биомассу ($13,58 \text{ г/м}^3$) составляли Rotatoria и Cladocera, преимущественно *Asplanchna priodonta*, *Brachionus pala* и *Moina rectirostris*. Вскоре, однако, *Moina* полностью выпадает, удельный вес коловраток значительно снижается, а Copepoda (*Cyclops* и их *nauplii*) составляют основу биомассы. В летний период попрежнему преобладают Copepoda (более 60% по весу), вновь в значительном количестве появляются *Moina*, а коловратки почти исчезают. В летне-осенний период доминируют Cladocera, преимущественно *Bosmina longirostris* (более 70% по весу), значение Copepoda снижается, а биомасса коловраток стабилизируется на уровне $0,12 \text{ г/м}^3$.

Наиболее устойчивая биомасса зоопланктона наблюдалась в летний и летне-осенний периоды. Весенняя вспышка зоопланктона была гораздо слабее и длилась недолго. Подобное явление, ежегодно наблюдаемое весной в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги, объясняется обычно коротким циклом развития *Moina* и выеданием зоопланктона молодью рыб [8]. Вместе с тем *Moina*, выпадая из состава зоопланктона в весенне-летний период, в конце июля и августе дает новую вспышку.

По биомассе и видовому составу зоопланктон не на всех станциях ильмена «Казалак» был равноценным (табл. 7).

Таблица 7

Колебания биомассы зоопланктона (в г/м³) в ильмене „Казалак“

Станция	20/V	25/V	30/V	5/VI	10/VI	20/VI	30/VI	10/VII
Центральная часть	1,5	7,97	3,87	1,04	2,82	6,33	4,62	4,11
Прибрежная зона	2,51	22,38	2,68	1,21	7,47	6,42	1,73	2,03
Заросли рогаза	—	—	6,84	1,18	1,93	7,69	7,21	5,49
Повышенный рельеф	0,48	10,49	2,3	0,37	2,1	2,99	2,13	4,32

Продолжение

Станция	20/VII	30/VII	10/VIII	20/VIII	30/VIII	10/IX	20/IX	30/IX
Центральная часть	4,96	11,77	38,66	12,81	8,63	25,69	8,13	1,34
Прибрежная зона	2,81	31,19	54,39	7,88	17,29	31,55	8,49	4,05
Заросли рогаза	7,3	24,52	70,96	26,43	17,22	28,53	7,08	1,76
Повышенный рельеф	8,66	1,18	42,84	9,08	18,7	33,5	14,29	2,0

Из табл. 7 видно, что наибольшее развитие зоопланктона наблюдалось преимущественно в прибрежной зоне и зарослях рогаза.

На станциях отмечены значительные колебания и в отношении качественного состава зоопланктона. Например, в центральной части ильмена к 25 мая наибольшего развития достигла *Moina rectirostris* (более 60% по весу), а в прибрежной зоне — *Asplanchna priodonta* (более 80% по весу). Обилие зоопланктона в густых зарослях рогаза объясняется, повидимому, менее интенсивным использованием его, чем в открытых и, следовательно, более доступных для рыб участках.

ЗООБЕНТОС

Зообентос собирали металлической трубой диаметром 9,2 см на тех же станциях и в те же сроки, что и зоопланктон. На каждой станции брали пять проб; это соответствовало 1/30 м² площади дна. Материал после промывки разбирали и фиксировали 4—5%-ным формалином.

Качественный состав зообентоса был однообразный. Преобладали личинки Chironomidae, глизным образом Chironomidae из группы semigductus и группы plumosus.

Динамика изменений количества и остаточной биомассы зообентоса во времени приводятся в табл. 8.

Из табл. 8 видно, что биомасса зообентоса была все время высокой: в июне она колебалась от 8,26 до 22,8 г/м² (в среднем 18,75 г/м²), в июле от 11,92 до 18,07 г/м² (в среднем 15,11 г/м²).

Наибольшее развитие зообентоса наблюдалось в августе, когда биомасса его достигла в среднем 36,22 г/м². Такое количество зообентоса редко встречается на полях и в нерестово-вырастных хозяйствах дельты Волги [М. С. Идельсон, 16]. Это подтверждается также данными Т. Н. Баклановской [3] и Е. А. Яблонской [19].

Таблица 8

Изменение плотности (в экз/м²) и биомассы (в г/м²) зообентоса в ильмене „Казалак“

Дата	Chironomidae		Oligochaeta		Прочие		Итого	
	плотность	биомасса	плотность	биомасса	плотность	биомасса	плотность	биомасса
30/V	465	1,5	15	0,15	—	—	480	1,65
10/VI	1125	8,02	—	—	30	0,24	1155	8,26
20/VI	1520	18,0	30	1,2	—	—	1550	19,2
30/VI	1500	22,6	10	0,2	—	—	1510	22,8
10/VII	697	14,79	22	2,19	30	1,09	749	18,07
20/VII	570	10,95	15	0,37	30	0,6	615	11,92
30/VII	825	12,26	22	2,44	30	0,64	877	15,34
10/VIII	2445	41,96	15	4,87	30	0,73	2490	47,5
20/VIII	2962	35,65	22	0,07	112	2,02	3097	37,7
30/VIII	1387	24,4	15	0,52	30	0,49	1432	25,46
10/IX	390	5,8	15	2,25	15	0,22	420	8,29
20/IX	127	0,6	22	4,72	37	0,6	187	5,92
30/IX	405	3,0	22	1,8	—	—	427	4,8

Развитие зообентоса в ильмене «Казалак» в значительной мере определялось высокой биомассой зоопланктона; эта взаимосвязь устанавливается, когда от учета общей биомассы переходим к ее дифференцированному анализу по каждой станции в отдельности (табл. 9).

Таблица 9

Колебания биомассы личинок хирономид в г/м²

Станция	30/V	10/VI	20/VI	30/VI	10/VII	20/VII	30/VII
Центральная часть	3,0	11,2	21,6	47,7	26,1	10,2	10,3
Прибрежная зона	—	—	—	—	9,9	12,9	14,4
Заросли рогоза	—	4,8	11,7	11,7	17,7	12,9	5,7
Высокий рельеф	—	—	20,7	8,4	5,4	7,8	18,6

Продолжение

Станция	10/VIII	20/VIII	30/VIII	10/IX	20/IX	30/IX
Центральная часть	3,2	3,0	3,6	4,5	0,6	4,35
Прибрежная зона	91,6	61,5	30,0	7,8	—	0,3
Заросли рогоза	15,2	4,9	7,5	4,3	1,8	7,2
Высокий рельеф	57,9	73,1	56,7	6,6	—	0,3

В центральной части ильмена на суглинистой почве со значительной примесью ила, подвергавшейся сельскохозяйственной обработке, были наиболее благоприятные условия для развития зообентоса. Поэтому биомасса личинок хирономид на этой станции уже к 30 июня составила $47,7 \text{ г/м}^2$, а вместе с *Oligochaeta* — 66 г/м^2 . Такого обилия зообентоса к этому времени на других станциях не было. В прибрежной зоне с песчаной почвой зообентос к 30 июня отсутствовал. Однако с обогащением дна прибрежной зоны остатками зоопланктона и фитопланктона личинки хирономид стали и здесь интенсивно развиваться; в августе их биомасса достигла в среднем $61,5 \text{ г/м}^2$. Аналогичное явление наблюдалось на станции с повышенным рельефом.

Кроме зоопланктона и зообентоса в ильмене «Казалак» в течение июня, в особенности в первой половине, интенсивно развивались нектобентосные формы *Branchiopoda*, преимущественно *Triops (Apus) coneriformis* и частично *Leptestheria*. Количество их в ильмене было очень велико. Нередко волокуши, которыми вылавливали сазана, были сплошь заполнены этими организмами. Годовики и крупные сеголетки сазана интенсивно питались этими рачками. Однако ценный корм использовался непродолжительное время, так как к концу июня в ильмене *Leptestheria* и, в особенности *Triops*, почти полностью исчезли.

Рачки из *Branchiopoda* для некоторых нерестово-выростных хозяйств дельты Волги обычны, но они мало используются рыбами. Это объясняется тем, что к началу массового развития *Branchiopoda* (первая половина июня) молодь рыб в нерестово-выростных хозяйствах еще мелкая и не может питаться такими крупными рачками. Их потребляет только наиболее крупная молодь [11]. В ильмене «Казалак» годовики сазана интенсивно питались этими рачками в течение месяца.

Немалое значение в ильмене имел зооперифитон, ведущей формой которого были личинки *Cricotopus*. Некоторое представление о величине биомассы зооперифитона в ильмене «Казалак» в 1952 г. можно получить по четырем пробам, собранным 21 июля на рогозе и рдесте плавающем (табл. 10).

Таблица 10

Изменение биомассы (в г/м^2) и численности кормовых организмов перифитона

Состав перифитона	Рогоз		Рдест плавающий	
	число	биомасса	число	биомасса
Личинки хирономид	11872	17860	20984	24168
Куколки хирономид	564	1920	320	1488
Личинки стрекоз	36	640	4	32
Моллюски	368	1868	18	1755
Прочие	30	760	24	56
Итого	12870	23048	21350	27499

ПИТАНИЕ САЗАНА

Для изучения питания сазана через каждые 10 дней мы брали пробы. Было проанализировано 76 кишечника годовиков сазана и 77 кишечника сеголетков сазана. Основными кормовыми организмами молоди сазана весом 75—170 г в июне являлись *Triops* и *Leptestheria*. В этот период пищевой комок на 99% (по весу) состоял из этих рачков, а индекс наполнения кишечника достиг наиболее высоких показателей (в

среднем 308). В конце июня — начале июля с исчезновением Branchiopoda годовики сазана были вынуждены перейти на питание другими организмами. Так, 11 июля у двух сазанов со средним весом 250 г в кишечниках пищи не оказалось, а 19 июня у четырех сазанов со средним весом 314 г пища на 99,9% состояла из семян различных растений.

Несмотря на обилие в ильмене личинок хирономид, сазан начал питаться ими только 30 июля. В дальнейшем значение личинок хирономид в питании сазана значительно увеличивается, и в течение августа и сентября они составляют в среднем 41,6% веса пищевого комка. Компонентами пищи сазана в этот период являются также семена растений (в среднем 17,9%), прочие организмы (18,5%) и детрит 15%*.

В августе и сентябре сазан со средним весом 644 г, питался также Cladocera и Copepoda, которые составляли в среднем 1,47% веса пищевого комка. 20 августа они составляли более 60% пищевого комка, что объясняется интенсивным развитием в этот период в ильмене зоопланктона. На питание карпа на втором году жизни ракообразными указывал А. Н. Елеонский [4].

Вместе с тем индекс наполнения кишечника у сазана в июле—сентябре был значительно ниже, чем в июне (в среднем 65,7). Возможно, что некоторую роль в этом отношении сыграло также раннее созревание у сазана гонад. Об изменениях интенсивности питания рыб в связи с созреванием половых продуктов имеются указания и в литературе [17]. Создание в ильмене «Казалак» максимально благоприятных условий для развития и роста обусловило созревание сазана на втором году жизни. В течение последней декады июля, а также в августе—сентябре у самцов сазана при малейшем надавливании брюшка интенсивно выделялась сперма. В сентябре и октябре зрелость гонад у самок достигла IV стадии. Коэффициент зрелости самок сазана в этот период был невелик (2,2—8,5%), но количество икринок было значительным. У самки длиной 22 см и весом 770 г оказалось к 23 мая 50 г икры (118 050 икринок).

Питание сеголетков сазана в ильмене более или менее сходно с питанием особей на втором году жизни. В конце мая и начале июня (30 мая — 9 июня) сазанчики весом 32—711 мг питались в основном зоопланктоном (свыше 90% по весу), преимущественно *Moina rectirostris* и *Cyclops*. С 19 июня по 9 июля подросшие сазанчики достигали среднего веса 11,7 г и наряду с зоопланктоном питались Branchiopoda, преимущественно *Leptestheria* и частично мелкими Triops. Эти рачки составляли в среднем 63,2% веса пищевого комка. Когда в ильмене «Казалак» Branchiopoda исчезли, сеголетки, как и товарный сазан, начали интенсивно истреблять личинок хирономид, которые с 19 июля по 1 октября составляли в среднем 52,3% веса пищевого комка. В течение всего периода нагула в ильмене сеголетки интенсивно питались также прочими организмами¹, составившими в среднем 23% пищевого комка, а также детритом.

Сеголетки сазана в июле—сентябре потребляли меньше зоопланктона, чем сазан на втором году жизни. Так, зоопланктон в пищевом комке двухлеток составлял в этот период в среднем 1,47%, в отдельных пробах — более 60%, а у сеголетков сазана — только 0,57%. Сеголетки гораздо меньше, чем двухлетний сазан, потребляли семена растений. Растительным кормом они начали питаться только с 10 сентября.

В период, когда молодь сазана питалась преимущественно зоопланктоном (в конце мая), индекс наполнения кишечника достиг 126,5. Наи-

* К прочим организмам относятся личинки жуков, стрекоз, а также Ostracoda, мшанки и их статобласты.

¹ К прочим относятся Ostracoda, личинки жуков, стрекоз, мшанки и их статобласты, семена растений и другие.

более высокие индексы (233,8—609,9, в среднем 384,5) наблюдались, как и у товарного сазана, во время питания молоди Branchiopoda. В дальнейшем, с переходом сеголетков сазана на смешанное питание личинками хирономид, жуков, стрекоз и т. д., а также детритом и частично зоопланктоном, индексы несколько снизились (160,2—435, в среднем 223,6). Исключительно низкое наполнение кишечника у сеголетков отмечено 1 октября (60,7), когда растительная пища составляла в пищевом комке более 52%.

ЛИНЕЙНЫЙ И ВЕСОВОЙ РОСТ САЗАНА

Изучение линейного и весового роста сазана сильно затруднялось тем, что не всегда удавалось выловить необходимое количество рыбы для анализа. Это объясняется обширностью акватории (66 га), почти сплошь заросшей надводной и подводной растительностью, и разреженной посадкой рыбы. Поэтому рыбу пришлось ловить не только волокушей, но и более уловистыми капроновыми сетями с ячейей различных размеров. Больше всего сазан попадал в сети к вечеру, после заката солнца. Пробные обловы в 1952 г. проводили каждые 10 дней в течение всего вегетационного периода. Всех рыб в живом виде измеряли (от вершины рыла до конца чешуйного покрова), взвешивали, а затем выпускали в ильмень (табл. 11).

Таблица 11
Рост товарного сазана в ильмене „Казалак“

Показатели	10/VI	20/VI	30/VI	10/VII	20/VII	30/VII
Колебания веса в г . . .	26—211	65—340	110—460	—	152—670	200—920
Средний вес в г	92,5	125,1	203,4	—	314,2	406,1
Колебания длины в см .	9,5—19,5	12—24	15,5—26,5	—	17—28	19—32
Средняя длина в см . .	14,2	15,5	19,1	—	21,7	23,9
Число экземпляров . .	37	94	87	—	95	126

Продолжение

Показатели	10/VIII	20/VIII	30/VIII	10/IX	20/IX	30/IX
Колебания веса в г . . .	270—740	380—1040	465—1105	420—1030	465—1220	458—1260
Средний вес в г	486,6	600,2	682,1	704,1	720,6	697,1
Колебания длины в см .	20,5—30,0	23—34	25—34	25—33	25—37	25—36
Средняя длина в см . .	25,6	27,3	28,6	29,1	29,8	29,7
Число экземпляров . .	89	79	53	78	56	51

Посадочный материал в ильмене был очень пестрый, поэтому колебания линейного и весового роста сазана весьма значительны. Вес сазана беспрерывно увеличивался и к 20 сентября достиг в среднем 720,6 г¹.

¹ Данные за сентябрь занижены, так как капроновыми сетями (максимальный размер ячеей 55 мм) слабо вылавливались крупные особи. По этой причине вес сазана 30 сентября оказался меньше веса сазана предыдущих двух декад.

Данные о весовом приросте тела сазана на втором году жизни приводятся в табл. 12.

Таблица 12

Весовой прирост двухлеток сазана

Показатели	Май—июнь (40 дней)	Июль	Август	Сентябрь
Средний вес в г	203	406	682	720
Абсолютный прирост в г . .	183	203	276	38
Прирост в ‰	100,0 ¹	110,9	150,8	20,8
Среднесуточный прирост в г .	4,57	6,55	8,87	1,31

¹ Прирост за 10 дней в мае и 30 дней в июне условно принят нами за 100‰.

Из табл. 12 видно, что наибольший весовой прирост сазана был в августе; это объясняется состоянием кормовой базы; биомасса зоопланктона и зообентоса достигла в этом месяце наиболее высоких показателей.

Линейный и весовой рост сеголетков сазана в ильмене «Казалак» приводится в табл. 13.

Таблица 13

Рост сеголетков сазана в ильмене „Казалак“

Показатели	10/VI	20/VI	30/VI	10/VII	20/VII	30/VII
Колебания веса в г . . .	0,27—0,9	0,56—4,3	1,15—20,7	2,5—35,0	8,0—66,0	21—105
Средний вес в г	0,647	2,17	9,61	14,64	32,06	57,0
Колебания длины в см . .	2,1—3,35	2,7—5,1	3,6—9,0	4,5—11,5	6,5—13,5	8,1—15,0
Средняя длина в см . . .	3,0	4,0	6,55	7,75	10,1	11,8
Число экземпляров . . .	61	135	138	113	142	184

Продолжение табл. 13

Показатели	10/VIII	20/VIII	30/VIII	10/IX	20/IX	30/IX
Колебания веса в г . . .	50,0—190	57—220	66—281	50—350	120—390	151—462
Средний вес в г	124,8	129,3	191,2	197,5	217,6	247,1
Колебания длины в см . .	11—19	12—19	12—21	11—24	16—25	17—26
Средняя длина в см . . .	15,5	16,0	18,0	19,8	20,4	20,4
Число экземпляров . . .	155	198	84	125	98	101

За 35 дней нагула в ильмене, т. е. с момента выклева из икры 26 мая) до конца июня, средний вес молоди сазана достиг 9,6 г. Вес некоторых особей превысил даже 19 г. Наибольший рост наблюдался в июле

и особенно в августе, когда средний вес сеголетков составил 191 г. К концу опыта значительное количество сеголетков сазана достигло в среднем веса более 430 г (табл. 14).

Т а б л и ц а 14

Прирост сеголетков сазана

Показатели	Май—июнь (35 дней)	Июль	Август	Сентябрь
Средний вес в г	9,61	57	191,2	247,1
Прирост в г	9,61	47,39	134,2	55,9
Прирост в %	100,0	493,1	1396,4	581,6
Среднесуточный прирост в г .	0,27	1,53	4,47	1,86

ПИЩЕВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТОВАРНОГО САЗАНА

Для выяснения пищевой ценности товарного сазана, выращенного в ильмене «Казалак», были подвергнуты биологическому и химическому анализу семь особей этого вида, выловленных осенью 1952 г. в районе Каралатского банка, и семь особей из ильменя «Казалак» (табл. 15).

Т а б л и ц а 15

Химическая характеристика сазана из ильменя «Казалак» и района Каралатского банка (в %)

Место лова	Число эк-земпляров	Влага	Жир	Белок	Зола
Ильмень „Казалак“	7	75,89	5,53	17,07	0,92
Створинские ямы (Каралатский банк)	7	76,3	4,95	17,5	1,13

В ильмене «Казалак» сазан на втором году жизни достигает веса 1008 г, а в естественных условиях — несколько большего (в среднем 1294 г) только на третьем-пятом году жизни. Сазан из ильменя выгодно отличается и по другим показателям: по упитанности (в среднем 2,73 и 2,32), по отношению наибольшей высоты тела к длине (1:2,62 и 1:2,82) и по другим показателям.

Из табл. 15 видно, что по пищевой ценности сазан из ильменя «Казалак» не только не уступает сазану из района Каралатского банка, но даже несколько превосходит его по жирности. У отдельных особей из ильменя жирность в два раза выше. Запах ила у сазана из ильменя «Казалак» полностью отсутствует, мясо нежное и вкусное.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ САЗАНА

Сброс воды из ильменя «Казалак» начался 10 октября; в этот день максимальная глубина в ильмене составляла 86 см, а площадь зеркала воды не превышала 50 га. Сбрасываемую воду процеживали через деревянные рамы, обитые специально плетеной хребтиной (сеточником) с ячей 40—50 мм. Рамы, вкладываемые в первые пазы шлюза со стороны ильменя, задерживали товарную рыбу и сеголетков сазана около шлюза и пропускали в реку молодь посторонних рыб. Сеголетков и товарного сазана предполагали учитывать по мере скопления у шлюза и облова их специально построенной волокушей.

Сазан неохотно уходил из ильменя, в котором он находился в благоприятных условиях, хотя уровень воды в нем резко понижался. В дальнейшем при сокращении площади водоема и объема воды скат товарного сазана усилился, но происходил преимущественно ночью. Малейший шум отпугивал сазана, и он уходил по магистальному каналу назад в ильмень. Поэтому вместо волокуши, создающей шум, мы применяли другие орудия лова. Воспользовались деревянной рамой, к которой был прибит кутец из неводной дели. Раму вставляли во второй паз со стороны ильменя; кутец в расправленном виде занимал почти всю длину коробки шлюза.

Наблюдения показали, что товарный сазан ночью скапливается в этом кутце в большом количестве лишь в том случае, когда в ильмене остается немного воды, но течение из него продолжается еще в направлении реки. При развязывании стяжного троса кутца раскрывалось отверстие, откуда рыба выливалась в корзины. Корзины с рыбой переносили затем на расстояние 50 м от шлюза к прорезям, стоявшим на берегу р. Чилимной. Здесь часть рыбы измеряли, взвешивали и сортировали, а затем товарного сазана сдавали на приемку, а сеголетков помещали в прорези и перевозили в Башмаковский зимовальник.

Описываемая техника лова весьма несовершенна. Товарный сазан начал подходить к шлюзу 24 октября, когда уровень воды (по ильменной рейке) снизился с 86 до 28 см. Наибольший скат (31%) наблюдался только 1—2 ноября при уровне 16 см. Сеголетки сазана частично подошли к шлюзу только 5—6 ноября, когда уровень воды в ильмене составил 11 см. Спад воды в ильмене продолжался месяц вследствие недостаточно хорошего устройства магистрального канала и коллекторов и высокого уровня воды в реке.

Окончательный учет показал, что товарного сазана в ильмене «Казалак» было выращено 6931 экз., общий вес которых составил 4578 кг, а средний вес одной рыбы—660 г; сеголетков насчитывалось 54657 экз. общим весом 11011 кг при среднем весе одной рыбы 201 г.

Результаты учета отдельных размерных групп сазана (двухлеток и сеголетков), выращенного в ильмене «Казалак», приведены в табл. 16.

Таблица 16

Значение отдельных размерных групп сазана (двухлеток и сеголетков) в общем улове

Размерные группы в см	Вес сазана в г			Число рыб в ‰
	минимальный	максимальный	средний	
Д в у х л е т к и				
20—25	486	540	513	0,2
26—30	471	648	548	36,77
31—35	716	1014	860	56,24
36—40	1100	1441	1263	6,56
41—45	1553	1750	1683	0,23
С е г о л е т к и				
10—15	63	93	77	0,52
16—20	114	201	153	32,8
21—25	229	380	301	63,0
26—30	370	505	431	3,68

Из табл. 16 видно, что основная масса двухлетнего сазана (93%) была представлена размерными группами 26—30 и 31—35 см со средним весом 548—860 г, а сеголетки — размерными группами 16—20 и 21—25 см со средним весом 153—301 г.

Для установления различия в длине и весе между сазаном из ильменя «Казалак» и сазаном из промысловых уловов дельты Волги мы приводим данные Каспийского филиала ВНИРО за ряд лет (табл. 17).

Таблица 17

Размеры сазана в дельте Волги

Показатели	Годы								Среднее значение
	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	
Средняя длина в см	31,4	34,4	34,9	33,8	30,0	31,8	32,8	32,4	32,7
Средний вес в г	761	986	933	824	631	793	882	860	833,7

Из табл. 17 видно, что средняя длина и вес сазана из промысловых уловов дельты Волги в возрасте 4—5 лет не превышают 32,7 см и 833,7 г. На ильмене «Казалак» почти такие же показатели получены в течение одного лета на втором году жизни сазана (1+). При расчете рыбопродукции мы исходим из средней площади 57 га. Кроме сазана, в ильмене нагуливалась также молодь других рыб, преимущественно воблы, густеры, уклей, судака и др. Периодический учет этой молоди показал, что общий вес ее составлял 2280 кг, или 40 кг/га. Результат опыта по выращиванию сазана в ильмене «Казалак» приводится в сводной табл. 18.

Таблица 18

Сводные данные по выращиванию сазана в ильмене „Казалак“ (площадь водного зеркала 57 га, продолжительность выращивания 128 суток)

Показатели	Товарный сазан	Сеголетки сазана	Итого
Посадка годовиков сазана в экз./га	18764	—	18764
Количество годовиков сазана в экз/га	329	—	329
Общий вылов рыбы в экз.	6931	54652	61583
Вылов рыбы в экз/га	122	959	1081
Гибель рыбы в экз.	11833	—	11833
Гибель рыбы в %	63,0	—	63,0
Средний вес годовиков при посадке в г	19,82	—	19,82
Средний вес при облове в г	660,4	201,3	—
Общий вылов рыбы в кг	4577,8	11011,0	15588,8
Вылов сазана в кг/га	80,3	193,2	273,5
Вылов молоди прочих рыб в кг/га	—	—	40,0
Рыбопродукция водоема в кг	—	—	17868,8
Рыбопродуктивность в кг/га	—	—	313,5

Основная масса рыбопродукции (193,2 кг/га) приходится на сеголетков сазана, численность которых в ильмене «Казалак» составляла 54652 экз. Значительная гибель двухлетнего сазана является результатом недоброкачественности посадочного материала и вынужденного содержания его во временном водоеме до подъема уровня и начала залития ильмена.

Выживаемость сеголетков сазана при средней плодовитости самок в 300 тыс. икринок составляла 27326 экз., или 9,1%.

По данным Б. И. Черфас [16], в прудовых хозяйствах выживаемость сеголетков сазана в возрасте 4 месяцев не превышает в среднем 4,7% от всего количества выметанной самкой икры, а в ильмене «Казалак» она была вдвое выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На результаты наших опытов в 1952 г. оказывали отрицательное влияние различные факторы. Поздний и низкий по высоте паводок привел к значительному сокращению площади водоема и времени нагула сазана в ильмене «Казалак». Недоброкачественный посадочный материал, долгое время содержащийся во временном водоеме, изобилующем различными хищниками, обусловил большой отход.

Из-за проникновения молоди посторонних рыб, особенно воблы, и в результате посадки на нерест одной лишней самки сазана (на случай неудачного нереста первой самки) значительно увеличилась численность рыб в водоеме. Это отразилось на интенсивности нагула и росте сеголетков сазана весом до 400—500 г. Однако при всех этих условиях вес двухлетнего сазана в ильмене «Казалак» составил в среднем 660 г, а вес сеголетков сазана — в среднем 201 г. Рыбопродукция составила в общем более 3 ц рыбы с 1 га без применения каких-либо мер интенсификации.

Наиболее благоприятные условия для развития кормовой базы и роста рыб в ильмене «Казалак» были в июле и августе. В сентябре несмотря на то, что кормовая база в первой половине месяца благоприятствовала нагулу рыб, рост сазана почти прекратился. Температура воды во второй половине сентября нередко снижалась в утренние и вечерние часы до 12—14°, а ночью была еще ниже.

Увеличение периода нагула до конца сентября может в отдельные годы при современном гидрологическом режиме Волги привести к нежелательным последствиям, какие наблюдались в 1952 г. Особое опасение вызывает подпор воды при осеннем повышении уровня в реке, тем более, что сазан, нагуливающийся в течение 4 месяцев в благоприятных условиях, не уходит из ильмена. Он начинает скатываться почти к концу завершения сброса воды, т. е. через 15—25 дней после открытия шлюза. Основная масса сазана скатывается ночью, когда температура воздуха нередко сильно снижается, что ухудшает условия работы.

Учитывая опыт 1952 г., можно рекомендовать сокращение срока нагула до 15—20 сентября; в эти сроки следует начинать спуск нагульных водоемов. Сброс должен быть с самого начала усилен с таким расчетом, чтобы в течение второй половины сентября максимально сократить объем воды в ильменах и тем самым вынудить сазана к скату не позднее начала октября. Все работы по облову и учету результатов должны быть завершены не позднее конца октября.

Результаты, полученные нами в 1952 г., показывают целесообразность продолжения опытных работ по выращиванию сазана до товарного веса (двухлетки) и товарного сеголетка сазана до веса 400—500 г. Однако последний считается в Волго-Каспийском районе рыбой незаконной меры, так как не достигает промысловой длины 24 см, установленной правилами рыболовства. Вместе с тем вес сазана, достигшего в естественных условиях промысловой длины, бывает нередко меньше, чем все отстающего по длине товарного сеголетка.

ВЫВОДЫ

1. Наблюдения 1952 г. показали, что посадка годовиков сазана на нагул в водоем дельты Волги должна производиться при наличии достаточной площади залития, что обеспечит с самого начала более разреженное обитание посадочного материала.

2. Для предохранения годовиков от выедания хищниками, особенно во время зарыбления на ограниченной водной площади нагульных водоемов, необходимо выращивать более крупный и жизнестойкий посадочный материал весом не ниже 30—35 г; такой посадочный материал будет менее доступен хищникам. Необходимо разработать меры борьбы с вредителями рыб, в особенности с жуком-плавунцом.

3. Отсутствие достаточного количества посадочного материала (норма 48 875 годовиков) вынудило нас, помимо выращивания товарного сазана (двухлетки), одновременно выращивать в ильмене «Казалак» товарных сеголетков.

4. Условия абиотической среды в ильмене были относительно благоприятными. Наиболее высокая и устойчивая биомасса зоопланктона наблюдалась в летний и летне-осенний периоды. Весенняя вспышка зоопланктона была гораздо слабее и длилась недолго.

5. Остаточная биомасса зообентоса была все время высокой. Наибольшее развитие бентоса наблюдалось в августе. Развитию зообентоса значительно способствовал фито- и зоопланктон, в результате отмирания которого дно ильменя обогащается органическими веществами.

Кроме зоопланктона и зообентоса, в ильмене в течение июня интенсивно развивались придонные формы *Triops* и *Leptestheria*.

6. Сазан на втором году жизни питался вначале только Branchiopoda, а с исчезновением их — личинками хирономид Ostracoda, личинками жуков, стрекоз и других, а также частично зоопланктоном, семенами различных водных растений, мшанками и их статобластами и т. д.

7. Питание сеголетков сазана сходно с питанием двухлетнего сазана. Разница в питании наблюдается только в начальный период, когда мелкие мальки сазана питаются преимущественно зоопланктоном. В нашем опыте при разреженной посадке этот период был непродолжителен.

8. Сазан в ильмене рос весьма интенсивно. К концу опыта вес двухлетнего сазана колебался от 540 до 1750 г (средний 660,4 г), а вес сеголетка сазана — от 63 до 505 г (средний 201,3 г). Наибольший весовой прирост наблюдался в июле и особенно в августе, когда кормовая база в ильмене была наилучшей. Благоприятные условия нагула способствовали резкому снижению зараженности сазана паразитами.

9. Мясо двухлетнего сазана из ильменя «Казалак» нежное и вкусное. Содержание жира в нем в среднем на 0,58% больше, чем в мясе сазана, выросшего в естественных условиях. У отдельных сазанов из ильменя жирность была почти вдвое больше, чем у тех же рыб, пойманных в реке.

10. При спуске воды из ильменя, где условия нагула продолжительное время были весьма благоприятными, сазан стремится задержаться в нем, хотя уровень воды в ильмене резко понижается.

11. Результаты опытного выращивания были следующие.

Выловлено двухлетнего сазана 6931 экз., сеголетков сазана 54 652 экз. Отход посадочного материала за вегетационный период достиг 63%. Выживаемость сеголетков от икры составила 9,1%. Рыбопродуктивность (по сазану) достигла 273,5 кг/га, общая рыбопродуктивность — 313,48 кг/га.

12. Полученные результаты указывают на необходимость продолжения опытных работ по выращиванию двухлетнего сазана и товарного сеголетка.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Астахова Т. В., Влияние условий выращивания на паразитофауну сазана, ДАН СССР, № 3, 1953.
 2. Бородин Н., Опыт выращивания рыбы в ильменах Волжской дельты, «Вестник рыбопромышленности», 1906.
 3. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон нерестово-выростных хозяйств «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
 4. Елеонский А. Н., Прудовое рыбоводство, 1946.
 5. Зинovieв А. Ф., Планктон полоев и ильменей дельты Волги и его кормовое значение для молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района, «Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции», т. IX, вып. 1, 1947.
 6. Идельсон М. С., Зообентос полонных водоемов дельты Волги и его значение в питании рыб, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
 7. Иванова М. Т., Дыхание различных видов рыб р. Москвы района Звенигорода, «Ученые записки МГУ», вып. 33, 1939.
 8. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
 9. Кривобок М. Н., Биологические особенности молоди сазана, выращиваемой в нерестово-выростном хозяйстве дельты Волги (напечатано в этом сборнике).
 10. Киселевич К. А., Рыбоводство и мелиорация как способы увеличения добычи рыбы, «Сталинградский край», 1934, № 3.
 11. Летичевский М. А., Зимовка сеголетков сазана в дельте Волги, «Рыбное хозяйство», 1949, № 10.
 12. Мельштейн В. В., Муромова Г. А., Использовать сазанчика дельты Волги для зарыбления московских прудов, «Рыбное хозяйство», 1950, № 8.
 13. Мейен В. А., Карзинкин Г. С. и др., Использование двухлетним карпом естественных кормовых запасов пруда, «Русский зоологический журнал», т. XVI, вып. 2, 1937.
 14. Мовчин В. А., Зоологические основы интенсификации роста карпа, изд. АН УССР, Киев, 1948.
 15. Новикова Т. В., Влияние рН среды на питание карпа и окуня, «Ученые записки МГУ», вып. 33, 1939.
 16. Черкас Б. И., Сазан как объект прудового хозяйства, «Рыбное хозяйство», 1933, № 2.
 17. Черкас Б. И., Рыбоводство в естественных водоемах. Пищепромиздат, 1950.
 18. Шорыгин А. А., Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря, 1952.
 19. Яблонская Е. А., Бентос нерестово-выростного хозяйства «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
-

ЗНАЧЕНИЕ АВАНДЕЛЬТЫ ВОЛГИ ДЛЯ МОЛОДИ ПОЛУПРОХОДНЫХ РЫБ

Канд. биол. наук М. Н. КРИВОБОК

ВВЕДЕНИЕ

В Волге молодь полупроходных рыб во время ската на некоторое время задерживается на мелководьях предустьевого пространства в так называемой авандельте. Этот период жизни молоди изучен очень слабо из-за малодоступности района (небольшие глубины, значительная зарастаемость).

Зарегулирование стока Волги вызовет значительные изменения не только в дельте, но и в предустьевом пространстве. Чтобы оценить, в какой мере это отразится на запасах полупроходных рыб, необходимо знать, какое значение в настоящее время этот район имеет в жизни полупроходных рыб.

В статье показывается значение авандельты для молоди полупроходных рыб на примере одного участка в районе Кировского банка. Этот участок является типичным для всей центральной части предустьевого пространства. Кроме того, на нем велись наблюдения в прошедшие годы, которые позволяют проследить изменения авандельты во времени. Исследования на участке продолжались с 10 мая по 10 августа 1951 г. центральным институтом ВНИРО и его Каспийским филиалом. Изучались гидрологический режим, кормовая база, распределение молоди, ее рост, питание и азотистый обмен.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Авандельта Волги является как бы подводным продолжением дельты. Она характеризуется небольшими глубинами, замедленным течением и значительной зарастаемостью различной водной растительностью.

Исследованный нами участок в районе Кировского банка, помимо открытой части, включает ряд мелководных заливов. С востока он ограничен островами Ближний и Дальний Галкин, а с запада — Обуховской косой; общая площадь его 210 км².

По характеру зарастания участок делится на култучную зону и открытую часть авандельты. Култуки — это мелководные заливы. Развивающаяся в них водная растительность замедляет течение и способствует отложению в них ила.

По данным К. В. Доброхотовой [4], в култуках встречаются все типы водной растительности: погруженные растения, растения с плавающими листьями и растения, у которых хорошо развита надводная часть. За линией распространения надводной растительности в сторону моря начинается зона так называемых подводных лугов, образованных зарослями валиснерии, резухи малой, рдеста пронзеннолистного и др. Сопоставляя имеющиеся данные по этому району за 1949 г. с результатами наблюдений, проведенных в 1951 г., можно констатировать, что в 1951 г. заросли

ежеголовки и сусака стали более мощными и значительно продвинулись из прибрежных участков в сторону моря.

Не менее характерным является массовое развитие в этом районе элодеи. По данным К. В. Лоброхотовой [4], элодея была впервые обнаружена в дельте Волги в 1938 г. Элодея в 1949 г. в районе Кировского банка встречалась в ограниченном количестве (по наблюдениям И. К. Вонокова). За истекшие два года она распространилась вдоль островов Ближний и Дальний Галкин и далее в сторону моря и не только вытеснила произраставшую здесь раньше валиснерию, но во многих местах образовала мощные заросли.

Весной, когда водная растительность еще не успела развиваться, степень прогрева воды в различных участках аванделыты была приблизительно одинаковая. В дальнейшем мощное развитие полупогруженных растений препятствовало прогреву воды в культурной зоне. Здесь даже в самое жаркое время температура воды не поднимается выше 24—26°.

На открытых участках, не защищенных надводной растительностью, вода в июле днем нагревается в среднем до 30°, а в отдельных случаях даже до 38—39°.

В связи с развитием водной растительности, повышением температуры воды и уменьшением проточности на мелководьях аванделыты наблюдается значительный недостаток кислорода в ночное время. Так, по данным Л. А. Барсуковой [2], ночной дефицит кислорода в культурной зоне с июня по сентябрь 1951 г. составлял от 80 до 90 %.

ЗООПЛАНКТОН

Зоопланктон изучался П. Н. Хорошко [13]. Автором был выявлен характер распределения зоопланктона по отдельным участкам аванделыты и в различных растительных ассоциациях. Материал собирали два раза в месяц с 11 мая по 2 августа 1951 г. Для взятия проб двухлитровой кружкой процеживали 50 л воды через планктонную сетку с газом № 49. Был исследован зоопланктон в зарослях рогоза, тростника, ежеголовки, сусака, чилима, узовника и рдеста гребенчатого.

При этом установили зависимость концентрации зоопланктона от густоты зарастания. В среднем по трем исследованным видам растений биомасса зоопланктона в гуще зарослей была в 37,5 раза больше, чем на соседних участках с разреженной растительностью (табл. 1).

Таблица 1
Зависимость концентрации зоопланктона от
густоты зарослей в мг/м³ (по данным
П. Н. Хорошко)

Растения	Разреженные участки	Заросли
Рдест гребенчатый .	506,7	6123,4
Сусак	4,0	1526,6
Чилим	193,9	18842,8
В среднем . .	234,8	8830,9

Качественный состав зоопланктона зарослей аванделыты характеризовался следующими группами: Copepoda, Cladocera, Rotatoria, Ostracoda и простейшими с примесью случайных организмов (нематоды, личинки хирономид обрастаний и пр.). Наибольшее значение имели первые три группы.

Наименьшая биомасса зоопланктона (48 мг/м^3) наблюдалась в зарослях рогоза, а наибольшая в зарослях рдеста гребенчатого (7203 мг/м^3) (табл. 2). По данным П. Н. Хорошко [13], полупогруженные растения (рогоз, ежеголовка, тростник и сусак) имеют наименьшую биомассу зоопланктона, а растения, полностью погруженные или имеющие плавающие на поверхности листья (ужовник, чилим и гребенчатый рдест), — наибольшую.

Максимум развития зоопланктона в той или иной растительной ассоциации в значительной мере обусловлен особенностями данного вида растений. Например, в зарослях рогоза максимум развития приходится на конец мая, в зарослях тростника и уховника — на вторую половину июня, а в зарослях остальных видов растений — на вторую половину июля. Соотношение отдельных групп зоопланктона в этих растительных ассоциациях не остается одинаковым. В зарослях рогоза явно преобладают коловратки, в зарослях тростника и уховника — Cladocera, в остальных — Copepoda.

Зоопланктон открытой части авандельты очень беден. Его биомасса в среднем равна $100\text{--}150 \text{ мг/м}^3$ и только в отдельных случаях достигает 600 мг/м^3 .

Развитие зоопланктона в культурной зоне находится в прямой зависимости от зарастания этого участка водной растительностью. Его биомасса до середины июня очень мала, а в дальнейшем резко возрастает. В среднем за весь период она составляет 2000 мг/м^3 . Значение планктона в питании молоди полупроходных рыб в различных участках авандельты П. Н. Хорошко показала [13] на примере анализа содержимого кишечника молоди леща.

В культуках основным объектом ее питания является зоопланктон. В открытых участках роль зоопланктона снижается; здесь лещ переключается на питание личинками хирономид, различными насекомыми и детритом.

Таблица 2
Сезонные изменения общей биомассы зоопланктона в различных растительных ассоциациях в мг/м^3 (по данным П. Н. Хорошко)

Дата взятия пробы		Растения										В среднем
11/V	20—25/V	6/VI	12/VI	19—22/VI	26/VI	3—6/VII	12/VII	19/VII	27/VII	2/VIII		
—	228,9	8,5	—	10,9	—	1,7	—	5,4	—	37,2	48	
—	—	—	24,4	48,4	—	—	16,9	64,9	191,2	110,3	76	
243,9	215,3	78,8	—	740,6	—	408,2	—	46,8	—	98,6	261	
—	—	26,8	66,3	38,1	947,8	151,1	195,4	150,1	3548,5	1526,7	738	
—	—	—	—	—	4333,1	2310,1	1940,0	2122,7	2327,9	4280,6	2885	
—	—	122,0	80,3	—	3438,7	1968,3	2448,1	2409,9	9300,7	18421,2	4774	
—	—	85,3	338,1	—	15798,3	2453,6	19652,2	4891,6	—	—	7203	
Рдест гребенчатый												

Таблица 3
Средняя биомасса организмов зарослей в различных растительных ассоциациях авандельты летом 1951 г. (по Т. Н. Баклановской)

Организмы	Хирономиды		Гаммариды		Моллюски		Ручейники		Олигохеты		Прочие		Всего
	в мг/м ²	в % общей биомассы	в мг/м ²	в % общей биомассы	в мг/м ²	в % общей биомассы	в мг/м ²	в % общей биомассы	в мг/м ²	в % общей биомассы	в мг/м ²	в % общей биомассы	
Растения													
Рогоз	62	0,9	464	6,8	5900	87,9	136	2,1	8	0,1	138	2,2	678
Ежоголовка	709	8,5	974	11,7	4564	54,7	380	4,5	26	0,3	1690	20,3	8343
Сусак	1102	15,7	750	10,7	877	41,1	396	5,6	49	0,7	1823	26,2	697
Чилим	283	19,1	27	1,9	152	10,3	—	—	171	11,5	849	57,2	1482
Ужовник	135	6,9	65	3,3	137	6,8	170	8,7	53	2,7	1381	71,5	1951
Резуха малая	992	8,5	1138	9,8	7822	67,8	358	3,1	110	0,9	1121	9,9	1141
Элодея	870	2,2	7898	20,2	27850	71,5	545	1,4	131	0,3	1654	4,4	38948
Валиснерия	276	3,2	721	8,2	6800	77,8	526	6,0	14	0,2	398	4,6	8737
Рдест пронзеннолистный	746	10,4	1478	19,7	4324	60,4	140	1,9	25	0,3	505	7,3	7128
Рдест гребенчатый	1042	25,8	395	9,8	1858	46,1	153	3,8	212	5,2	369	9,3	4029
Рдест блестящий	992	20,9	6	0,1	494	10,4	128	2,8	20	0,4	3096	65,4	4736

ФАУНА ЗАРОСЛЕЙ АВАНДЕЛТЫ

Фауна зарослей авандельты изучалась Т. Н. Баклановской [1]. Материал собирали с конца мая до начала августа 1951 г. на одиннадцати наиболее распространенных видах растений: рогоз, ежоголовка, сусак, чилим, ужовник, рдест гребенчатый, рдест пронзеннолистный, валиснерия, резуха малая, элодея.

Для сбора материала применяли деревянную квадратную раму площадью 0,16 м²; раму накладывали на исследуемый участок зарослей, а растения внутри рамы выстригали ножницами.

Общее количество организмов зарослей в отдельных растительных ассоциациях колебалось от 517 до 14500 на 1 м² при изменении общей биомассы от 1,48 г/м² для зарослей чилима до 38,9 г/м² для элодеи (табл. 3).

Отдельные группы организмов зарослей по численности и биомассе различны. По численности преобладают личинки хирономид, за ними идут олигохеты, моллюски, гаммариды, группа прочих¹ и ручейники; по весу наибольшее значение имеют моллюски, затем прочие, личинки хирономид, гаммариды, ручейники и олигохеты.

Моллюски, личинки хирономид и гаммариды в наибольших количествах сосредоточены в зарослях элодеи, резухи малой и в рдестах пронзеннолистном и гребенчатом, т. е. в погруженных растениях, обладающих в то же время значительной поверхностью. Полупогруженные растения или растения с плавающими листьями имеют наименьшую биомассу, в них преобладает группа прочих. Это хорошо увязывается с незначительной поверхностью этих растений, пригодной для заселения.

Сопоставляя данные по распределению организмов зарослей и зоопланктона по отдельным растительным ассоциациям, можно сказать, что полупогруженные

¹ В группу прочих входят пиявки, пауки и различные насекомые с их личинками, кроме хирономид и трихотер.

растения типа рогоза, ежеголовки и тростника имеют наименьшую биомассу как планктона, так и организмов зарослей, а погруженные растения типа гребенчатого рдеста имеют наибольшую биомассу. Чилим и узовник с плавающими на поверхности листьями характеризуются незначительным развитием фауны зарослей и относительно богатым зоопланктоном.

В култушной зоне биомасса организмов зарослей составляет в среднем $5,9 \text{ г/м}^2$. По мере удаления в сторону моря биомасса возрастает и достигает максимальной величины ($12,7 \text{ г/м}^2$) в районе косы о. Дальнего Галкина (табл. 4).

Соотношение отдельных групп организмов в различных участках неодинаково. В култушной зоне преобладают различные насекомые и их личинки, которые вместе с группой прочих составляют здесь 50,2% общей биомассы. В открытой части аванделы их количество уменьшается до 2,6%.

Иная картина наблюдается в отношении распределения моллюсков и гаммарид. В прибрежной зоне они вместе составляют 49,3% биомассы; по мере удаления в море их количество увеличивается до 97,3% в районе косы о. Дальнего Галкина (см. табл. 4).

Таблица 4

Биомасса организмов зарослей различных участков аванделы летом 1951 г.
(по Т. Н. Баклановской)

Участки аванделы	Хирономиды		Ракообразные		Моллюски		Ручейники и другие насекомые	
	в мг/м^2	в % общей биомассы	в мг/м^2	в % общей биомассы	в мг/м^2	в % общей биомассы	в мг/м^2	в % общей биомассы
Култук Дмитричев	863	15,1	796	12,6	2268	36,7	354	5,5
Обуховская коса	545	7,5	894	12,4	4435	61,4	447	6,2
Остров Ближний Галкин .	693	5,6	1376	12,9	7629	70,4	722	5,9
Остров Дальний Галкин .	839	8,0	1359	13,0	7704	74,3	161	1,5
Очиркин осередок и коса острова Дальний Галкин	146	1,1	3110	24,5	9244	72,8	76	0,6
В среднем	617	6,5	1507	15,9	6256	66,3	352	37

Продолжение

Участки аванделы	Олигохеты		Прочие		Общая биомасса в мг/м^2	Число проб
	в мг/м^2	в % общей биомассы	в мг/м^2	в % общей биомассы		
Култук Дмитричев	24	0,5	1663	29,6	5970	32
Обуховская коса	49	0,7	843	11,8	7223	19
Остров Ближний Галкин .	107	0,8	472	4,4	10949	18
Остров Дальний Галкин .	76	0,7	261	2,5	10399	15
Очиркин осередок и коса острова Дальний Галкин	14	0,1	117	0,9	12707	5
В среднем	54	0,5	671	7,1	9457	—

БЕНТОС АВАНДЕЛЬТЫ

Бентос авандельты изучал И. К. Воноков [3]. Материал собирали на разрезах от о. Ближний Галкин до Обуховской косы и от о. Дальний Галкин в сторону Очиркина осередка, а также в Каменском култуке. Пробы брали два раза в месяц с середины мая до начала августа трубчатым дночерпателем.

Каменский кулдук характеризуется постоянством биомассы, которая в среднем равна 7071 мг/м^2 (табл. 5).

Таблица 5

Сезонные изменения биомассы бентоса (в мг/м^2) в отдельных участках авандельты (по И. К. Вонокову)

Участки	Дата взятия пробы							Средняя биомасса за все время
	11-15 V	20-23 V	6-10 VI	21-23 VI	6-7 VII	19-21 VII	2-4 VIII	
Каменский кулдук . .	8 485	3 976	7 782	7 650	7 850	8 262	6 200	7 071
Первый разрез	13 954	12 458	18 664	32 871	21 013	40 292	30 992	24 182
Второй разрез	8 685	11 397	7 774	19 250	16 062	20 312	17 375	14 650
В среднем по району .	10 375	9 277	11 107	14 148	14 975	22 955	18 189	15 301

На первом разрезе, от о. Ближний Галкин до Обуховской косы, биомасса бентоса возрастает от $13\,957 \text{ мг/м}^2$ в мае до $40\,292 \text{ мг/м}^2$ в июле, после чего снова несколько уменьшается. В среднем за весь период она составляет $24\,182 \text{ мг/м}^2$. Доминирующей группой являются моллюски, которые и обуславливают указанные изменения общей биомассы.

На втором разрезе, от о. Дальний Галкин в сторону Очиркина осередка, биомасса бентоса в среднем составляет $14\,650 \text{ мг/м}^2$. В ее сезонных изменениях наблюдается та же закономерность, что и в изменениях биомассы бентоса на первом разрезе.

Из табл. 5 видно, что наибольшая биомасса бентоса была на участке первого разреза, на границе открытой и заросшей частей авандельты; ближе к берегу и в сторону моря биомасса уменьшается.

Обследованные участки резко отличны и по соотношению отдельных групп бентоса. Биомасса высших ракообразных последовательно увеличивается от култочной зоны в сторону моря. Личинки хирономид и прочих насекомых характеризуются массовым развитием в култочной зоне и сравнительной бедностью в открытых участках. Олигохет, прочих червей и моллюсков имеется больше всего на границе зарослей и открытой части авандельты. В сторону моря и в сторону берега их количество уменьшается.

По данным И. К. Вонокова [3], в этом районе в 1951 г. по сравнению с 1949 г. резко уменьшилась биомасса всех видов червей, особенно олигохет, а биомасса моллюсков увеличилась. Если в 1949 г. в среднем по указанным двум разрезам биомасса червей составляла $13\,958 \text{ мг/м}^2$, а моллюсков — $1\,890 \text{ мг/м}^2$, то в 1951 г. биомасса червей уменьшилась до $5\,883 \text{ мг/м}^2$, а биомасса моллюсков увеличилась до $9\,177 \text{ мг/м}^2$.

По данным В. С. Ивлева [5], за 1938 г. бентос Дамчикского участка как в култочной зоне, так и в открытой части характеризовался сравнительно небольшими величинами биомассы, составляющими в среднем $1-2 \text{ г/м}^2$. Преобладающими формами были личинки хирономид, олигохеты вместе с пиявками и высшие ракообразные. Из моллюсков присутствовала только одна группа Unionidae, которая не учитывалась.

Сопоставляя эти данные с данными И. К. Вонокова [3], можно констатировать, что за истекшие 13 лет биомасса аванделыты в связи с ее зарастанием в среднем увеличилась в семь раз. Значительно увеличилась численность личинок хирономид, олигохет, высших ракообразных, и в качестве нового компонента бентоса появились брюхоногие моллюски, которые в 1938 г. отсутствовали, а теперь являются преобладающей группой.

Исследования бентоса в открытой части аванделыты проводил в 1951 г. И. К. Воноков на тех же местах, на которых в 1916 г. работал Н. Л. Чугунов. По данным Н. Л. Чугунова [15], бентос этого района на 96% состоял из моллюсков, дрейссены со значительной примесью адакны и монодакны. Много было и ракообразных.

Таким образом, за истекшие 35 лет солоноватоводная фауна полностью сменилась пресноводной с преобладанием типично пресноводных моллюсков, личинок насекомых и олигохет.

В среднем по всему району аванделыты биомасса бентоса приблизительно в полтора раза превышала биомассу фауны зарослей. И в бентосе и в фауне зарослей преобладали моллюски. Группы высших ракообразных, личинок хирономид и прочих насекомых характеризовались одинаковыми величинами биомассы. Наибольшие различия наблюдались в биомассе олигохет. В бентосе олигохеты составляли 25,3%, а в зарослях — только 0,5% общей биомассы.

Одинаковым является и характер изменения биомассы отдельных группировок животных бентоса и зарослей по районам.

Чтобы составить более полное представление о кормовой базе аванделыты, имеющиеся данные сравним с данными А. К. Саенковой по Северному Каспию (табл. 6).

Таблица 6

Состав кормовой базы бентосоядных рыб Северного Каспия и аванделыты (по И. К. Вонокову и А. К. Саенковой)

Районы	Моллюски		Высшие ракообразные		Черви		Личинки хирономид и другое население		Прочие		Общая биомасса в г/м ²
	в г/м ²	в % общей биомассы	в г/м ²	в % общей биомассы	в г/м ²	в % общей биомассы	в г/м ²	в % общей биомассы	в г/м ²	в % общей биомассы	
Северный Каспий, 1949 г.	24,43	84,6	1,89	6,53	2,33	8,13	0,16	0,6	0,05	0,2	28,86
Северный Каспий 1950 г.	19,99	81,6	1,94	8,0	2,38	9,74	0,11	0,5	—	—	24,42
Култучная зона, 1951 г.	2,00	16,2	1,11	8,1	2,56	20,7	5,07	42,4	1,57	12,6	12,31
Открытая часть аванделыты, 1951 г.	16,39	56,4	4,40	15,1	5,39	18,5	2,53	8,6	0,42	1,4	29,13
В среднем по аванделыте, 1951 г.	12,29	50,2	3,45	14,1	4,79	19,5	3,34	13,6	0,65	2,6	24,52

Из табл. 6 видно, что общая биомасса кормовых организмов аванделыты и Северного Каспия за 1950 г. равны. В обоих случаях преобладает группа моллюсков. В море они составляют 81,6% всей биомассы, а в аванделыте — только 50,2%. Количество ракообразных, червей и ли-

чинок насекомых в авандельте в два раза выше, чем в Северном Каспии. Это говорит о том, что кормовая база при одинаковых абсолютных величинах в качественном отношении значительно лучше в авандельте, чем в море.

ВОБЛА

Исследования молоди воблы проводились И. Н. Петренко [10]. Материал собирали на двух участках Дмитричева култука. Один участок находился в глубине култука, среди зарослей ежеголовки, а второй — на границе култука и открытой части авандельты.

Впервые молодь воблы была обнаружена 2 мая на первом участке. Поскольку это были рыбы, только что перешедшие на активное питание и находившиеся в таком месте, в которое они не могли быть занесены течением, то это указывало на их местное происхождение. Анализ распределения рыб по размерам (в %) позволил И. Н. Петренко сделать заключение, что в глубине култука преобладала местная молодь, к которой в июне прибавилась более крупная покатная.

То же самое наблюдалось и в наружной части култука, но здесь картина усложнялась значительно большей примесью покатных рыб, которые попадали сюда из расположенной по соседству р. Жеребец.

С начала июля молодь воблы почти полностью ушла из исследуемого района и единично встречалась в более открытых и глубоких участках. К 3 июля молодь воблы в глубине култука достигла 25,9 мм длины при весе 290 мг. В наружной части култука вобла росла значительно лучше и уже 26 июня достигла средней длины 29,9 мм при весе 415 мг. Для обеих исследуемых групп величина суточного весового прироста колебалась от 5,2 до 39,3% веса тела.

В октябре 1951 г. часть молоди воблы вернулась из открытых участков моря в прибрежные районы (средняя длина тела ее в это время составляла 59 мм, средний вес 3,5 г).

Основными объектами питания молоди воблы были водоросли и личинки хирономид обрастаний с небольшой примесью коловраток, Cladocera, Соперода и личинок различных насекомых. Различие в составе пищи воблы отдельных участков заключалось в том, что в наружной части култука она в большом количестве потребляла Cladocera и коловраток, а в качестве дополнительного источника питания использовала мелких хирономид обрастаний.

По данным Т. К. Небольсиной [9], в пище молоди воблы открытых участков авандельты во второй половине лета преобладают различные личинки насекомых, гаммариды и мелкие олигохеты при значительно меньшем содержании водорослей и зоопланктона.

Н. Л. Чугунов [14] также отмечает, что в первой половине лета молодь воблы кормится водорослями, личинками насекомых и Cladocera. Во второй половине лета основным объектом ее питания становятся Amphipoda, а водоросли, личинки насекомых и Cladocera имеют второстепенное значение.

Суточный пищевой рацион, определенный на основании опытов по азотистому обмену и выраженный в процентах веса тела, за исследованный период колебался от 27,4 до 120,4. Однако изменения в количестве потребляемой пищи не отражают изменений интенсивности роста. Период максимального питания характеризуется наиболее низкими величинами весового прироста.

Это обусловлено неодинаковой пищевой ценностью отдельных кормовых объектов. Из данных И. Н. Петренко [10] видно, что с увеличением количества растительности в пищевом рационе воблы интенсивность ее роста замедляется и наоборот. Это говорит о весьма низком пищевом

качества водорослей, которые не обеспечивают нормального роста рыбы. Отсюда понятно, отчего вобла, потреблявшая большое количество водорослей в глубине култука, обладала более замедленным ростом по сравнению с той, которая держалась в наружной его части.

САЗАН

Авандельта характеризуется повсеместным нерестом сазана, который в 1951 г. продолжался до 25 мая. Первые мальки сазана были обнаружены 27 мая, а в массовом количестве они появились 11 июня. Помимо местной молодежи различных сроков выклева, здесь также держалась и покатная молодежь.

На основании распределения рыб по размерам в авандельте можно выделить крупную группу молодежи от раннего нереста и мелкую группу, в которую входят покатная молодежь и рыбы от позднего нереста. Граница между этими двумя группами хорошо сохранялась в течение всего лета.

К 1 августа крупная молодежь достигла средней длины 94 мм при весе 23,3 г, а мелкая — 75,4 мм длины при весе 12,4 г.

В составе пищи молодежи сазана отдельных размерных групп в авандельте нет принципиальных различий, которые отмечены для рыбхозов [7].

Вначале сазан питается Cladocera и мелкими личинками хирономид обростаний. С середины июня он переключается на мелких моллюсков (Valvata), которые в условиях авандельты являются основным объектом его питания. Помимо моллюсков, во второй половине лета существенную роль в питании сазана играют гаммариды, личинки различных насекомых и растения.

По мере роста рыб суточное потребление пищи сначала возрастает, а с середины июля понижается. Последнее вызвано не состоянием кормовой базы, которая все время остается на высоком уровне, а резким повышением дневной температуры воды и систематическим дефицитом кислорода в утренние часы. Суточный пищевой рацион молодежи сазана изменялся от 43,9 до 14,5% веса тела.

Соотношение кормовых групп в пище сазана Обуховской косы хорошо отражает соотношение организмов зарослей этого участка. Коэффициент сходства, вычисленный по принципу наименьших процентов, составляет 87,7. В отношении бентоса коэффициент сходства равен 42,7. Такое различие обусловлено почти полным отсутствием олигохет в пище сазана. Коэффициент сходства между составом пищи сазана и бентосом без учета олигохет составляет 83,7%. Таким образом, можно заключить, что все организмы зарослей и бентоса, за исключением олигохет, в большей или меньшей степени являются объектами питания молодежи сазана.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования показывают, что авандельта по всем показателям резко разграничивается на два района: култочную зону с прилегающими заросшими участками и открытую часть. Эти различия в значительной степени обусловлены характером водной растительности. Весной, пока еще не развилась растительность, различия выражены слабо и наиболее отчетливыми становятся с конца июня.

В култочной зоне происходит частичный нерест воблы. Выклюнувшаяся молодежь не сразу уходит в море, а задерживается здесь до конца июня — начала июля. Со второй декады июня в этом районе начинается скапливаться покатная вобла, отличающаяся от местной большими размерами. Это различие обусловлено тем, что на полях в мае условия питания значительно лучше, чем в авандельте.

В конце июня — начале июля вся покатная и значительная часть местной молоди уходит из култуков. Этот отход выражен очень резко. Так, в уловах от 26 июня на различных участках ловилось большое количество как местной, так и покатной молоди, а 3 июля осталось только небольшое число рыб в глубине култука. В наружной его части в это время молодь воблы полностью отсутствовала.

То что вобла временно концентрируется в култуках, которые она затем покидает, хорошо иллюстрируется данными В. С. Танасийчук [12]. Из приводимой автором диаграммы видно, что количество воблы, попадающей в одну волокушу в култужной зоне, возрастает с 40 экз. в конце мая до 280 экз. в начале июля, после чего она полностью исчезает из уловов в этом районе.

Концентрация воблы в култуках находится в прямой зависимости от степени их зарастания. В мае и начале июня, пока растительность была еще слабо развита, рыба здесь держалась в таких же количествах, как и в открытых участках. Благодаря зарастанию култуков улучшается кормовая база и скатывающаяся из реки молодь воблы задерживается здесь на некоторое время. Последующий ее отход вызван не условиями питания, а исключительно неблагоприятным кислородным режимом. В открытых участках аванделыты молодь воблы не задерживается, так как в июне здесь для нее мало пищи, а в июле вода в дневные часы перегревается, а ночью наблюдается дефицит кислорода. После ухода основной массы воблы в июле и августе в авандельте остается небольшое число особей, которые придерживаются наиболее глубоких и проточных участков.

Осенью часть молоди воблы возвращается из моря в авандельту, постепенно концентрируясь в устье рек. Эти подходы констатированы многолетними наблюдениями Н. Л. Чугунова [15] и В. С. Танасийчук [12], а также были отмечены нами в 1951 г. Перезимовавшая годовалая вобла весной не вся уходит в море, а, как показывают наблюдения И. Н. Петренко [10], распространяется по всей территории аванделыты. В июле и августе она отходит в более глубокие участки аванделыты, а осенью снова появляется на мелководьях. В октябре вобла достигает длины 120 мм и веса 30 г; половые продукты ее находятся в стадии третьей-четвертой, что позволяет предполагать возможность ее нереста в следующем году в возрасте 2 лет.

Н. Л. Чугунов [15] отмечает, что весной при раннем прогреве мелководий сюда подходит некоторое количество морской воблы, а также той молоди, которая перезимовала в устьях рек. Однако, судя по описаниям, эти подходы в те годы не носили массового характера. Появление старших возрастных групп воблы на мелководьях аванделыты Г. С. Карзинкин, связывает, с одной стороны, с обеднением кормовой базы моря, а с другой — с улучшением условий питания в самой авандельте, обусловленным ее зарастанием. Сочетание этих двух явлений послужило причиной образования самостоятельного стада воблы в прибрежных участках моря; это стадо большую часть года проводит на мелководьях, отходя в жаркое время года в более глубокие участки.

Молодь леща встречается в култужной зоне в очень ограниченном количестве. В этом возрасте лещ является типично планктоноядной рыбой, явно избегает заросшие участки. Так как до середины июня планктон култужной зоны очень беден, то молодь леща здесь не задерживается. В дальнейшем хотя биомасса планктона и увеличивается, но из-за интенсивного разрастания водной растительности и ухудшающегося газового режима молодь в этих участках не концентрируется. В открытых районах аванделыты она также не задерживается. Зоопланктон здесь в течение всего лета очень беден, а развивающаяся в конце июня богатая фауна зарослей для молоди леща в это время не является подходящей пищей.

Для сазана авандельта является местом постоянного массового нереста. Учитывая данные М. А. Летичевского [8], можно считать, что нерест сазана здесь начинается с середины апреля и продолжается в течение всего мая. Растянута нереста обусловлена одновременным созреванием половых продуктов. Отсутствие в апреле подходящих для нереста мест в самой дельте вынуждает сазана со зрелыми половыми продуктами нереститься в авандельте.

Подросшая молодь сазана единично встречается по всей территории авандельты с первых чисел июня. В култушной зоне сазан не концентрируется. Здесь очень мало моллюсков и гаммарид, которые являются основными объектами его питания. Кроме того, необходимый температурный оптимум для развития сазана составляет около 30° , а на этих участках температура воды редко поднимается выше 25° .

Местами его массового скопления являются открытые районы авандельты с глубинами 40—60 см, сильно прогреваемые в дневные часы, с хорошей проточностью и покрытые зарослями гребенчатого рдеста и рдестухи малой с примесью сусака. В июне на этих мелководьях, кроме сазана, много молоди других видов рыб. С конца июня вследствие значительного прогреваемости воды в дневные часы вся молодь, за исключением сазана, отходит на большие глубины.

Молодь сазана в течение июня и июля не проявляет склонности к значительным перемещениям. Наблюдаемый отход в сторону моря был обусловлен падением уровня воды и почти полным обмелением тех участков, на которых молодь держалась вначале. На этих мелководьях, как и в култушной зоне, в июле наблюдаются явления ночного дефицита кислорода. Сазан в эти часы перестает питаться. Кормовая база молоди сазана состоит из фауны зарослей и организмов бентоса без олигохет. Их сумма на исследованном нами участке авандельты составила $20,4 \text{ г/м}^2$.

Постоянство кормовой базы в течение всего исследуемого периода говорит о том, что в это время рост молоди сазана не лимитируется условиями питания. Замедление роста в июле обусловлено исключительно неблагоприятным температурным и газовым режимом.

Как уже отмечалось, молодь сазана авандельты отличается большой пестротой своего стада, обусловленной наличием различных групп местного происхождения и скатившейся из реки молоди.

Сравнивая наши данные по росту сазана с данными Н. Л. Чугунова [15], можно сказать, что за истекшие 30 лет интенсивность роста сазана увеличилась в три раза. Это обусловлено значительным улучшением условий питания.

За последние годы в авандельте резко возросли уловы леща, сазана и линя, что указывает на увеличение численности этих видов рыб в связи с зарастанием района. Особенно резко увеличилось количество линя. Теперь его ловится не меньше, чем леща и сазана. Поскольку сазан в открытых участках моря встречается редко, а линь совсем не встречается, можно считать, что авандельта является основным местом их обитания.

Перечисленные рыбы являются основными потребителями кормовой базы авандельты. По данным Е. М. Помпик, в пище взрослого сазана встречаются личинки хирономид, моллюски и ручейники, в меньшем количестве — олигохеты, гаммариды и растения. У леща пища состоит из личинок хирономид, ручейников, гаммарид и растений, а у линя — из моллюсков и гаммарид при полном отсутствии растительной пищи. Поскольку эти рыбы держатся в более глубоких и более проточных участках, на них мало влияет дневной перегрев воды и ночной дефицит кислорода на мелководьях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили дать ориентировочную оценку значения авандельты для молодежи полупроходных рыб. Был выявлен состав зоопланктона и фауны зарослей различных растительных ассоциаций, обуславливающий приуроченность молодежи рыб к зарослям определенного типа. Было прослежено распределение отдельных элементов кормовой базы по районам и их динамика во времени, а в отношении бентоса был показан характер его изменения в связи с зарастанием авандельты. Благодаря наблюдениям за воблой и сазаном, как за молодью, так и за взрослыми рыбами, был выявлен ряд моментов, значительно расширяющих наше представление об их питании, росте и поведении в этом районе. Интенсивное зарастание авандельты объясняется тем, что водная растительность задерживает и потребляет большое количество биогенных элементов, поступающих из реки в море. При зарегулированном стоке поступление биогенных элементов как в растворенном, так и во взвешенном состоянии уменьшится, и это соответственно отразится на зарастаемости района.

Если при зарегулировании стока Волги уровень Каспия останется неизменным, то кормовая база авандельты будет изменяться в двух направлениях. С одной стороны, массовое развитие элодеи будет способствовать значительному увеличению численности и биомассы моллюсков и гаммарид; с другой стороны, продвижение в открытые участки зарослей ежеголовки и сусака повлечет за собой уменьшение численности гаммарид и моллюсков при значительном увеличении всех видов насекомых и их личинок. Какой из этих процессов будет преобладать, сейчас трудно сказать. Но в обоих случаях кормовая база сазана, линя и частично взрослого леща будет увеличиваться, и это положительно скажется на состоянии их запасов.

Если уровень Каспийского моря понизится, то вся современная авандельта обсохнет. Поскольку при этом повысится соленость Северного Каспия, то площадь опресненных участков сократится. Это повлечет за собой изменение кормовой базы за счет вытеснения пресноводных форм солоноватоводными. Наиболее отрицательно это повлияет на сазана и линя, весь жизненный цикл которых в настоящее время приурочен к опресненным мелководьям.

Для молодежи леща такое изменение авандельты не будет иметь существенного значения, так как районом его обитания в этом возрасте является открытое море. Но здесь на молодь леща может отрицательно повлиять резко возросшая соленость.

Поскольку вобла в настоящее время очень слабо использует кормовые запасы авандельты, то сокращение площади последней на ней не отразится; исчезнет или значительно сократится численность ее мелкой местной формы, количество которой в настоящее время увеличивается в связи с зарастанием авандельты.

При зарегулированном паводке Волги в самой дельте условия нереста полупроходных рыб и откорма их молодежи резко ухудшатся. Площади, заливаемые паводковыми водами, сократятся, сроки залития сдвинутся, а продолжительность залития уменьшится. Поэтому значение авандельты как нерестово-вырастного угодья увеличится и удельный вес авандельты в восстановлении запасов полупроходных рыб возрастет.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баклановская Т. Н., Изучение фауны зарослей в предустьевом пространстве Волги и ее значение в питании молодежи карповых (напечатано в этом сборнике).
2. Барсукова Л. А., Гидрохимическая характеристика дельты и авандельты Волги за 1948—1951 гг. (напечатано в этом сборнике).

3. Воноков И. К., Бентос авандельты Кировского банка (напечатано в этом сборнике).

4. Доброхотова К. В., Ассоциации высших водных растений как фактор роста дельты Волги, «Труды Астраханского государственного заповедника», вып. 3, 1940.

5. Ивлев В. С., Материалы к характеристике водоемов Астраханского заповедника, «Труды Астраханского государственного заповедника», вып. 3, 1940.

6. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.

7. Кривобок М. Н., Биология молоди сазана в предустьевом пространстве Волги (напечатано в этом сборнике).

8. Летичевский М. А., О нерестовом значении авандельты Волги, «Труды Волго-Каспийской научно-рыбохозяйственной станции», т. IX, 1947.

9. Небольсина Т. К., Материалы по питанию мальков карповых в Волжской авандельте, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XII, 1952.

10. Петренко И. Н., Некоторые данные по физиологии питания и роста молоди воблы в волжском предустьевом пространстве (напечатано в этом сборнике).

11. Танасийчук В. С., Скаты молоди воблы, леща и сазана из пойменных водоемов дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1940.

12. Танасийчук В. С., Миграция мальков воблы и леща через култужную зону в авандельту Волги, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XI, 1950.

13. Хорошко П. Н., Зоопланктон авандельты Волги и его роль в питании молоди леща (напечатано в этом сборнике).

14. Чугунов Н. Л., Изучение питания молоди рыб в Каспийско-Волжском районе, «Труды Астраханской ихтиологической лаборатории», т. III, вып. 6, 1918.

15. Чугунов Н. Л., Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района, «Труды Астраханской ихтиологической станции», т. VI, вып. 4, 1928.

16. Чугунов Н. Л., Опыт количественного исследования продуктивности фауны в Северном Каспии и нижних водоемах дельты Волги, «Труды Астраханской ихтиологической лаборатории», т. V, вып. 1, 1923.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЛЬТЫ И АВАНДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Л. А. БАРСУКОВА

ВВЕДЕНИЕ

Авандельта и култучная зона дельты Волги являются обширным мелководным пространством, обильно зарастающим летом и играющим значительную роль в воспроизводстве рыбных запасов Волго-Каспийского района. Ввиду того, что этот район мало изучен, перед нами была поставлена задача исследовать его гидрохимический режим.

Цель изучения — выяснить изменения химического состава воды на участке от приверха¹ дельты до устьев рек в период паводка, спада воды и межени. Исследования проводились с 1948 по 1951 г. включительно. Наблюдения начинались выше истока р. Болды у железнодорожного моста и охватывали р. Кизань, завод Стекольный, рыбхоз «Танатарка», р. Камызяк (у села Камызяк), р. Кировскую (рыбозавод имени Кирова, устье реки), култук Архиерейский и авандельту между островами Ближний и Дальний Галкин. Было сделано два разреза (см. рисунок в статье И. К. Воновока «Бентос Кировского банка Волги»): о. Дальний Галкин — бороздина (четыре станции); о. Ближний Галкин — Кулагинская, или Большая Обуховская коса (семь станций).

Анализы выполнялись по инструкции «Стандартные методы химического и бактериологического анализа воды». Пробы воды брали один раз в месяц батометром Рутнера с поверхности и у дна на стрежне реки и с одного-двух горизонтов в авандельте и култучной зоне.

В сборе и обработке материала участвовали Н. А. Ельченко, А. П. Чернецов, М. П. Гудков, В. Я. Горемыкин и П. Н. Хорошко. Сделано 185 станций и произведено около 2500 анализов воды.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ УЧАСТКОВ

Изменения гидрологического, химического и биологического режимов Северного Каспия в последние годы, с 1935 г., обусловлены сильным уменьшением стока Волги и понижением уровня Каспийского моря [2 и 6].

Характер весеннего паводка Волги, особенно его высота и продолжительность, оказывают чрезвычайно большое влияние на водный режим дельты и авандельты.

Паводок 1948 г. был сравнительно высокий, близкий к среднему многолетнему (рис. 1), паводок 1949 г. — намного ниже паводка 1948 г. с очень медленным спадом воды начиная с шестой пятинедельки июля. Паводок 1950 г. начался 25 апреля, он резко отличался от паводка двух предыдущих лет своеобразием спада. Паводок 1951 г. начался в первых числах апреля и характеризовался меньшим стоком, недолгим стоянием вод и быстрым спадом.

¹ Приверх — местное название Волги в районе Астрахани.

В результате паводка, начинающегося на Волге обычно в конце апреля, заливаются все районы авандельты и култушной зоны, причем паводковые воды отличаются большой мутностью. Светлые участки воды наблюдаются лишь там, где она профильтровывается через заросли тростника и рогоза. Малая прозрачность воды наблюдается от приверха до авандельты и не превышает 20—40 см. В 1951 г. прозрачность воды равнялась 8—15 см.

Во время паводка в авандельте в большом количестве встречаются остатки прошлогодней растительности.

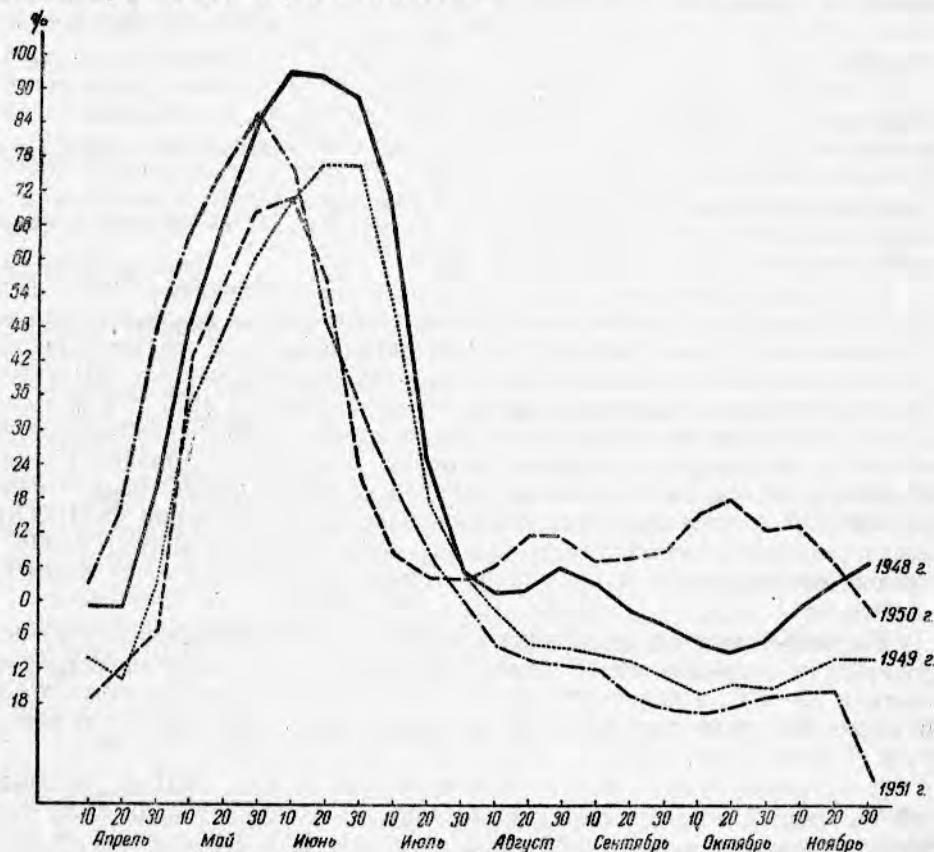


Рис. 1. Колебания уровня воды в Волге у Астрахани за 1948—1951 гг.

В култушной зоне и авандельте большие участки покрыты в это время разрастающейся ежеголовкой, плывущей к взморью. Температура воды в култушной зоне колеблется от 12,9 до 17,1°, на мелких участках авандельты — от 15,6 до 18,4°.

В мае гидрохимический режим всех участков авандельты и култушной зоны сходен с речным. Лишь на островах и косах, залитых местами водой, происходит интенсивный процесс разложения растительных остатков при низком рН (6,95—7,21) и малом содержании в воде кислорода. Прозрачность воды колеблется от 10 до 20 см, а температура ее повышается до 17,1—27,5°. Водная растительность развивается довольно интенсивно, особенно распространена ежеголовка (*Sparganium ramosum*), а на островах и косах — тростник.

В начале июня начинается процесс осветления паводковых вод вследствие уменьшения в них взвесей. В конце июня отмечается убыль воды на всех участках култушной зоны и авандельты, что совпадает с мощным развитием погруженной и надводной растительности. Температура воды в

это время на отмелях высокая, в отдельные годы (1951 г.) доходящая до 29,4°. В авандельте на таких участках происходит богатое развитие фитопланктона, отмечается высокая величина рН (8,69—9,2), перенасыщение воды кислородом (221%), но цветения воды здесь не бывает.

В июле и августе наблюдается весьма интенсивное развитие погруженной и надводной растительности. Температура воды в это время на глубинах 20—50 см в 1951 г. доходила до 39°.

После спада воды гидрохимический режим на различных участках дельты и авандельты приобретает свои характерные черты. В отдельные годы (1951 г.) в култуках отмечается резко выраженный дефицит кислорода.

В сентябре скорость течения рек замедляется. Сильно разрастается подводная и надводная растительность, наблюдается обмеление авандельты и култушной зоны. Мягкая водная растительность (чили́м) в култуках начинает частично разлагаться. В 1951 г. температура воды в реках колебалась от 18,2 до 21,4°, на бороздинах дельты и авандельты — от 19,6 до 19,8°, в мелководной части авандельты — от 20,5 до 25,8° и в глубоководной части — от 19,2 до 20°.

В районе Кировского банка в 1951 г. по сравнению с 1948, 1949, 1950 гг. происходило сильное обмеление. Наблюдалось исключительно интенсивное зарастание дельты и авандельты подводной растительностью (элодея, ежеголовка и сусак). В исследованиях прошлых лет отмечалось присутствие лишь единичных экземпляров элодеи, а в 1951 г. она вытеснила преобладавшую в авандельте валлиснерию. Наибольшее распространение элодея получила в районе островов Ближний и Дальний Галкин; по мере приближения к взморью заросли ее уменьшались. Вода в районе зарослей элодеи содержит избыток бикарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, вследствие чего происходит выпадение углекислого кальция (CaCO_3) в осадок, покрывающий почти сплошь тонкой корочкой листочки этого растения.

Высокая температура воздуха в 1951 г. способствовала сильному прогреву воды в авандельте. В июне температура воды на мелководьях достигала 32—33°; в июле даже на больших глубинах она доходила до 39° и выше, что создавало неблагоприятные условия для обитания молоди рыб.

В култушной зоне (култук Архиерейский) летом 1951 г. величина рН достигла 7, а содержание растворенного в воде кислорода было чрезвычайно низким: в июле 0,83—0,91 мг/л (9—10% насыщения), в августе 1,78—1,87 мг/л (20% насыщения) и в сентябре 1,59—3,37 мг/л (15—30% насыщения).

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ДЕЛЬТЫ И АВАНДЕЛЬТЫ

Кислород и активная реакция

В результате трехлетних наблюдений за кислородным режимом и активной реакцией (рН) в реках, авандельте и култушной зоне дельты Волги были выявлены следующие изменения.

В 1949 и 1950 гг. перед паводком (в апреле) на всех участках отмечалось одинаково высокое содержание растворенного в воде кислорода (от 11,87 до 17,28 мг/л, или 102—177% насыщения) и большая величина рН (от 8,16 до 8,90) (табл. 1).

В 1951 г. газовый режим в этот период значительно отличался от газового режима предыдущих лет. Содержание растворенного в воде кислорода было значительно меньше и колебалось во всем исследованном нами районе от 9,4 до 11,08 мг/л (79—104% насыщения); величина рН в это время была 7,69—8,29. Исключение составлял район о. Дальний

Таблица 1

Содержание растворенного в воде кислорода и величина рН в апреле 1949 г.
(авандельта в районе Кировского банка)

Название участков	Дата	рН	Кислород		Температура воды в °С
			в мг/л	в %	
Култук Архиерейский	24	8,30	12,70	118	12,9
Устье р. Архиерейской	24	8,18	12,58	102	7,0
Авандельта (бороздина)	26	8,45	13,40	126	13,6
Остров Ближний Галкин	27	8,40	13,64	134	15,9
Остров Дальний Галкин	26	8,16	11,87	116	15,6
Кулагинская коса . .	27	8,90	17,28	177	17,8

Галкин (станции первая и вторая), где содержание в воде кислорода составляло 12,52 мг/л, или 123% насыщения (табл. 2).

Глубина на этом участке авандельты была незначительна, вода — светлая, прозрачность — до дна; паводковой воды здесь еще не было.

Разница в содержании кислорода объясняется, повидимому, тем, что все расположенные выше участки авандельты и култушной зоны были уже залиты паводковой водой, которая несла большое количество взвесей, поглощающих на окисление органического вещества кислород. В апреле 1949 г. паводковая вода еще не дошла до авандельты.

Колебания содержания кислорода в реке и авандельте наблюдаются почти одновременно. Наибольшее содержание кислорода в воде было в сентябре: 10,32—11,01 мг/л (107—119% насыщения) в 1948 г., 11,61—13,37 мг/л (101% насыщения) в 1949 г., 9,46—10,94 мг/л (98—113% насыщения) в 1950 г.

Период паводка (май—июль) характеризуется наименьшим содержанием в воде кислорода почти на всех участках авандельты и по всему Кировскому банку (табл. 3).

В 1951 г. колебания растворенного в воде кислорода несколько отличались от колебаний, наблюдавшихся в предыдущие три года. Особенно высоким содержанием в воде кислорода и большой величиной рН отличались в весенне-летний и осенний периоды участки авандельты, расположенные в районе о-вов Ближний и Дальний Галкин и Кулагинской косы (15,6—19,48 мг/л, или 168—244% насыщения, при рН 8,29—9,2), что свидетельствует об интенсивном фотосинтезе. Районы авандельты, заросшие элодеей, составляли исключение и отличались сравнительно низкими величинами кислорода и рН. Так, на станциях первой, второй и третьей (о. Ближний Галкин) низкое содержание в воде кислорода наблюдалось в мае — 4,50 мг/л, или 47% насыщения, в июле — 5,14 мг/л, или 60% насыщения, и в августе — 6,27 мг/л, или 80% насыщения. Таким образом, при исключительно высокой температуре воздуха в 1951 г. в зарослях элодеи наблюдался дефицит кислорода от 20 до 53% при одновременном увеличении в воде свободной углекислоты с 2,80 до 14,90 мг/л (см. табл. 3). Такой газовый режим был неблагоприятен для рыб.

Иную картину представляет кислородный режим Архиерейского култука. По наблюдениям 1948 г., в мае содержание растворенного в воде кислорода составляло здесь 6,39 мг/л (75% насыщения) при рН 7,3.

Таблица 2

Содержание растворенного в воде кислорода и величина pH в реках, дельте и авандельте в районе Кировского банка
в 1951 г. по месяцам

Название участков	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь		
	кислород			кислород			кислород			кислород			кислород			кислород			кислород		
	pH	в мг/л	в %	pH	в мг/л	в %	pH	в мг/л	в %	pH	в мг/л	в %	pH	в мг/л	в %	pH	в мг/л	в %	pH	в мг/л	в %
Река Волга (у Астрахани)	7,69	10,52	87	7,65	8,61	84	7,99	9,18	100	7,96	7,76	90	8,18	7,75	88	8,18	8,32	86	8,22	9,67	88
Река Кизань (завод Стекольный)	7,69	10,60	89	7,65	9,20	90	7,99	9,15	99	7,96	8,14	94	8,18	8,06	92	8,18	8,25	85	—	—	—
Рыбхоз „Танатарка“	7,69	9,45	79	7,59	8,65	85	7,99	9,33	101	7,96	7,78	91	8,18	8,04	92	8,18	8,47	88	—	—	—
Река Камызяк (с. Камызяк)	7,69	10,50	88	7,59	8,81	86	7,99	8,84	96	7,97	8,21	96	8,18	8,15	94	8,18	8,60	91	—	—	—
Река Кировская (рыбозавод имени Кирова)	7,69	10,31	86	7,59	8,55	84	7,99	9,11	101	7,95	7,65	90	8,18	8,02	93	8,18	8,76	94	—	—	—
Река Кировская (устье)	7,69	10,71	93	7,59	8,49	85	7,81	8,23	91	7,96	7,16	83	7,29	7,85	90	8,18	8,40	87	—	—	—
Култук Архирейский	7,75	10,13	104	7,00	5,17	53	7,00	4,49	50	7,00	0,87	10	7,21	1,82	20	7,30	1,59	15	—	—	—
Авандельта (болоздина, о. Ближний Галкин) (станция четвертая)	7,64	10,13	87	7,59	8,15	83	7,95	8,01	92	7,85	6,19	72	8,18	8,36	98	8,18	9,46	100	—	10,89	94
Авандельта, о. Дальний Галкин (станция четвертая)	7,69	10,53	93	7,62	8,84	90	7,99	8,31	95	8,18	7,54	91	8,18	8,72	103	8,18	9,22	98	—	12,66	111
Морские острова ближние (станции первая, вторая)	8,18	11,08	88	7,31	4,50	47	8,65	13,44	158	7,82	5,14	60	8,18	6,27	80	8,45	12,75	141	—	14,42	126
Морские острова дальние (станции первая, вторая)	8,29	12,52	123	9,20	12,14	132	8,38	10,71	125	8,89	14,64	186	9,20	19,48	249	8,75	10,07	104	—	13,54	116
Кулагинская коса (станции седьмая, шестая)	8,29	9,92	94	9,09	15,59	168	9,20	17,79	221	8,69	13,52	159	7,69	4,72	55	8,55	11,87	126	—	14,42	126

Содержание кислорода и различных форм углекислоты в воде Кировского банка от Астрахани до взморья в 1951 г. (в мг/л)

Содержание кислорода и различных форм углекислоты в воде Кировского банка от 1957 до 1960 г.																													
Места взятия проб	№ станции	рН	Кислород		Углекислота в мг/л				рН	Кислород		Углекислота в мг/л				рН	Кислород		Углекислота в мг/л				рН	Кислород		Углекислота в мг/л			
			в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество		в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество		в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество		в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество
Река Архиреевская (Кировский банк)	1	7,6	25 мая		5,7	—	65,5	71,2	7,8	25 июня		13,0	—	84,0	97	7,9	22 июля		7,2	83	14,9	—	117,4	132,3	8,3	20 августа		7,8	89
			8,5	85	—	—	—	—	8,2	91	—	—	—	—	7,2	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Остров Биканский (Кулагинская коса (первый разрез))	1 2 3 4 5 6 7	7,3 8,2 8,2 8,2 8,2 8,3 9,1	23 мая		11,3	—	97,1	108,4	8,6	23 июня		9,7	—	105,5	115,2	7,8	21 июля		5,1	60	16,8	—	127,1	143,9	8,2	23 августа		6,3	80
			4,5	47	—	—	—	—	13,4	158	9,7	—	105,5	115,2	7,8	5,1	60	16,8	—	127,1	143,9	8,2	6,3	80	—	—	—	—	
			8,2	85	2,8	—	72,0	274,8	8,3	10,3	124	7,4	—	92,6	100,0	7,8	6,5	76	14,9	—	108,8	123,7	8,2	6,4	81	—	—	—	—
			8,6	90	2,8	—	75,3	78,1	7,6	7,5	88	11,2	—	100,1	111,3	7,7	5,7	67	16,8	—	115,2	132,0	8,2	6,5	78	—	—	—	—
			8,1	83	3,8	—	73,1	76,9	7,9	8,0	92	7,4	—	90,5	97,9	7,8	6,2	72	16,8	—	94,8	111,6	8,2	8,4	98	—	—	—	—
			8,5	87	3,8	—	72,0	75,8	7,9	8,0	93	11,2	—	95,8	107,0	7,8	6,4	75	15,8	—	114,1	129,9	8,2	7,5	87	—	—	—	—
			9,0	98	7,5	—	82,9	90,4	9,1	13,7	167	—	2,1	99,1	101,2	8,5	8,6	101	14,9	—	104,4	119,3	7,7	4,7	55	—	—	—	—
9,1	15,6	168	9,4	—	66,6	76,0	Большее 9,2	17,8	221	—	28,0	48,5	76,5	8,7	13,5	159	11,2	—	96,9	108,1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Остров Давыдовский (второй разрез)	1 2 3 4	9,2 8,1 7,6 7,6	21 мая		—	—	67,6	67,6	8,4	21 июня		10,2	—	99,1	109,3	8,9	20 июля		14,7	186	11,2	—	109,8	121,0	9,2	22 августа		19,5	244
			12,1	132	—	—	—	—	9,3	110	10,2	—	99,1	109,3	8,9	14,7	186	11,2	—	109,8	121,0	9,2	19,5	244	—	—	—	—	
			9,6	104	1,9	—	65,5	67,4	8,4	10,7	125	9,3	—	103,4	112,7	9,1	10,6	131	2,7	—	96,9	100,6	9,2	12,9	156	—	—	—	—
			8,3	87	—	—	—	—	8,4	8,9	104	6,5	—	94,8	101,3	8,4	8,8	108	12,1	—	106,3	118,4	8,8	10,3	124	—	—	—	—
7,6	8,8	90	3,8	—	61,1	64,9	7,0	8,3	95	11,2	—	101,2	112,4	8,2	7,5	91	14,9	—	93,7	108,6	8,2	8,7	103	—	—	—	—		
Волга у Астрахани	1	7,6	20 мая		—	—	—	—	8,0	20 июня		9,2	100	9,3	—	105,5	114,8	8,0	7,8	90	8,4	—	103,4	111,8	8,2	20 августа		7,7	88
			8,7	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кулак Архиреевский	1 2 3	7,0 — —	25 мая		9,4	—	70,9	80,4	7,0	25 июня		4,5	50	24,2	—	92,6	116,8	7,0	2,6	30	32,6	—	155,0	177,6	7,4	20 августа		2,6	30
			5,2	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		

Резкое уменьшение кислорода наблюдалось в начале июля (2 мг/л, или 30% насыщения). В конце июля содержание кислорода увеличилось до 11,5 мг/л, или 126% насыщения. В мае 1949 г. содержание растворенного в воде кислорода в том же култуке было высоким (13,16 мг/л, или 106% насыщения); резкое снижение произошло в конце июня (до 3,33 мг/л, или до 39% насыщения). Такое явление объясняется, вероятно, активным распадом органических веществ, накопившихся в течение зимы и во время паводка; об этом свидетельствует сравнительно высокая окисляемость воды (23,45 мг/л кислорода).

В 1951 г. в мае и июне в Архиерейском култуке содержание кислорода в воде было низким (5,17—4,49 мг/л), в июле, августе и сентябре оно еще значительно снизилось (0,90—1,80 мг/л); дефицит кислорода достиг 80—

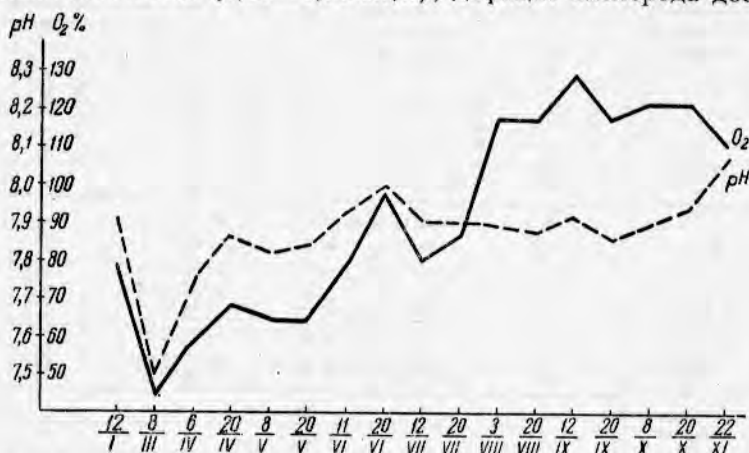


Рис. 2. Изменения pH и процента насыщения кислородом волжской воды (главного русла) в январе—декабре 1951 г.

90% (см. табл. 3), а количество свободной углекислоты возросло с 24,22 до 41,93 мг/л. Такое явление свидетельствует о напряженности протекающих в водоеме окислительных процессов и отрицательно влияет на жизнь обитающих в култуке организмов, в том числе и молоди рыб.

Наблюдения за газовым режимом воды в русле Волги (у Астрахани) показали, что максимальное содержание кислорода в воде бывает перед ледоставом. Зимой вода изолирована от атмосферы ледовым покровом. Кислородный режим подо льдом ухудшается, поэтому насыщение кислородом воды в марте 1951 г. составило всего лишь 50% (рис. 2).

Весной 1952 г. распадение льда происходило в конце первой декады апреля и вследствие затянувшегося ледового периода в низовье Волги наблюдался замор рыбы, достигший больших размеров [20]. О зимнем гидрохимическом режиме Средней и Нижней Волги в связи с заморными явлениями имеются интересные литературные данные [14, 17].

После вскрытия реки содержание кислорода в воде повышается. Освобождение водной поверхности от ледового покрова обуславливает удаление избыточного количества углекислоты, накопившейся зимой подо льдом. Образовавшийся в течение зимы дефицит кислорода начинает быстро ликвидироваться, и насыщение достигает 70—85%.

Суточные колебания pH и растворенных в воде кислорода и углекислоты

Наблюдения за суточными колебаниями кислорода, углекислоты и pH велись ежемесячно на прибрежной станции № 2 разреза о. Ближний Галкин — Кулагинская коса. Полученные данные приведены в табл. 4—8.

В различные сезоны года максимальное и минимальное содержание

кислорода в воде наблюдалось в разное время суток. Так, в апреле наибольшее содержание растворенного в воде кислорода отмечено в 16—18 часов, наименьшее — в 6 часов (см. табл. 4). В мае максимум наблюдался в 18—21 час, минимум — в 15 часов (табл. 5). В июне максимум был отмечен в 15 часов, минимум — в 3—6 часов (табл. 6). В июле максимум был в 12 часов, минимум — в 3—6 часов (табл. 7). В сентябре максимум отмечен в 15—18 часов, минимум — в 6 часов (табл. 8).

Таблица 4

Суточные колебания температуры, рН, содержания кислорода и биогенных элементов в воде аванделыты в апреле 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °С	рН	Кислород		Окисляемость в мг/л кислорода		Р в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO ₂	NH ₃
24 апреля	14	16,5	8,78	11,08	124	7,48	14,32	33	3500	10	184
	16	17,4	8,29	12,28	125	—	—	—	—	—	—
	18	18,4	8,29	12,37	128	—	—	—	—	—	—
	20	17,8	8,29	11,49	118	8,12	8,80	28	5000	7	140
	22	16,8	Темно	9,66	97	—	—	—	—	—	—
	24	15,8	•	9,08	89	—	—	—	—	—	—
25 апреля	2	14,8	•	7,43	72	—	—	—	—	—	—
	4	14,8	•	6,91	67	—	—	—	—	—	—
	6	13,4	8,13	6,28	59	7,88	10,40	26	3500	11	286
	8	12,0	8,18	6,57	60	—	—	—	—	—	—
	10	13,6	8,18	7,78	75	—	—	—	—	—	—
	12	14,2	8,18	7,94	76	—	—	—	—	—	—
	14	15,0	8,18	9,18	89	—	—	—	—	—	—

Таблица 5

Суточные колебания температуры, рН, содержания кислорода, углекислоты и биогенных элементов в воде аванделыты Кировского банка в мае 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °С	рН	Кислород		Углекислота в мг/л				Окисляемость в мг/л кислорода		Р в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO ₂	NH ₃
25 мая	15	20,6	8,08	9,81	106	3,78	—	80,75	84,53	8,28	9,76	13	1250	0	74
	18	21,8	8,38	11,52	127	0,57	—	74,20	74,77	—	—	—	—	—	—
	21	21,4	8,60	11,60	127	—	2,18	79,66	81,84	8,64	9,08	16	1250	0	48
	24	19,2	Темно	10,71	112	—	2,18	68,65	70,93	—	—	—	—	—	—
26 мая	3	18,0	•	9,59	98	3,78	—	69,84	73,62	8,28	9,00	16	1250	1	48
	6	17,4	8,18	8,25	84	3,78	—	80,75	84,53	—	—	—	—	—	—
	9	17,4	7,65	7,36	75	3,40	—	76,38	79,78	8,64	9,36	17	1250	1	50
	12	17,6	7,59	7,22	74	4,72	—	76,38	81,10	—	—	—	—	—	—
	15	17,8	7,62	7,16	73	3,35	—	76,38	79,73	8,28	10,48	17	1200	1	55

Таблица 6

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода, углекислоты и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в июне 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °C	pH	Кислород		Углекислота в мг/л				Окисляемость в мг/л кислорода		Р в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO ₃	NH ₃
25 июня	15	25,9	8,85	14,40	169	—	2,15	79,69	81,84	9,36	9,36	8	1390	0	70
	18	25,4	9,09	12,45	146	—	4,31	90,45	94,76	—	—	—	—	—	—
	21	24,4	9,09	10,95	126	—	4,31	71,07	75,38	8,72	8,72	10	2500	0	78
	24	22,2	Темно	7,99	88	2,24	—	75,38	77,62	—	—	—	—	—	—
26 июня	3	20,3	Темно	6,78	73	6,62	—	81,84	88,46	8,40	9,04	14	2450	0	70
	6	19,0	8,38	6,27	66	9,32	—	89,37	98,69	—	—	—	—	—	—
	9	19,0	8,40	9,88	102	7,45	—	91,54	98,99	8,40	9,04	10	2075	0	76
	12	20,4	8,89	12,09	139	3,73	—	99,07	102,80	—	—	—	—	—	—
	15	22,4	9,15	13,87	154	—	3,88	91,54	95,42	9,04	9,04	9	1560	0	85

Таблица 7

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода, углекислоты и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в июле 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °C	pH	Кислород		Углекислота в мг/л				Окисляемость в мг/л кислорода		Р в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO ₃	NH ₃
23 июля	9	26,0	8,18	9,17	108	14,91	—	126,0	140,91	9,08	9,08	6	2500	0	192
	12	27,8	8,72	14,65	178	11,18	—	100,15	111,33	—	—	—	—	—	—
	15	28,0	9,05	11,96	146	1,18	—	115,23	117,09	10,68	10,68	8	4300	0	200
	18	26,4	8,92	9,15	109	2,24	—	107,69	109,93	—	—	—	—	—	—
	21	24,6	8,69	6,50	75	9,32	—	106,61	115,93	11,64	11,64	6	3050	0	128
	24	23,2	Темно	6,63	75	14,91	—	112,0	126,91	—	—	—	—	—	—
27 июля	3	22,0	Темно	5,89	65	20,50	—	114,15	134,65	8,76	9,08	8	2500	0	123
	6	21,0	7,82	6,07	66	21,43	—	110,92	132,25	—	—	—	—	—	—
	9	21,2	8,29	10,15	110	13,04	—	103,38	116,42	9,08	9,08	8	2150	0	125

Таблица 8

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в сентябре 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °C	pH	Кислород		Окисляемость в мг/л кислорода		Р в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO ₃	NH ₃
20 сентября	15	20,5	8,45	14,46	155	—	—	—	—	—	—
	18	20,3	8,79	14,52	181	—	—	—	—	—	—
	21	21,4	Темно	11,41	125	—	—	—	—	—	—
	24	20,6	.	9,41	101	6,00	6,64	4	850	0	44
21 сентября	3	19,2	.	7,18	75	—	—	—	—	—	—
	6	18,8	.	5,49	57	—	—	—	—	—	—
	9	19,8	7,85	6,48	68	—	—	—	—	—	—
	12	20,6	8,32	11,15	120	—	—	—	—	—	—
	15	21,4	8,55	14,75	161	9,24	9,88	3	1600	0	71

Сезонные наблюдения на суточной станции № 2 в районе Кировского банка выявили исключительно большую величину суточных колебаний рН и содержания кислорода. Это зависит, по нашему мнению, от ряда характерных для волжской аванделты особенностей, из которых большое значение имеют зарастаемость водной растительностью, приток паводковых вод, направление и сила ветра, течение и колебание качественного и количественного состава планктона.

Изменение содержания растворенного в воде кислорода вызывает изменение содержания в воде свободной углекислоты и наоборот.

Гидрохимический расчет продукции органического вещества

Суточные колебания рН и растворенного в воде кислорода дают представление об интенсивности процесса фотосинтеза. Они обусловлены разностью двух величин: продукции кислорода в результате фотосинтеза и расхода кислорода на дыхание организмов и окисление органического вещества.

С. В. Бруевичем [4, 5] предложен метод приближенного подсчета первичной продукции органического вещества в процессе фотосинтеза.

Из реакции фотосинтеза $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ следует, что 1 мг продуцированного кислорода соответствует 0,938 мг синтезированной глюкозы.

Подсчет продукции фитопланктона на основе химических данных произведен по следующей формуле:

$$\text{PO}_2 = \Delta \text{O}_{2_{\text{макс}}} + 0,85 \times \Delta \text{O}_{2_{\text{н}}} \cdot \frac{n}{24-n},$$

где:

- PO_2 — продукция кислорода за день;
- $\Delta \text{O}_{2_{\text{макс}}}$ — максимальная разница между дневным максимумом и ночным минимумом;
- $\Delta \text{O}_{2_{\text{н}}}$ — убыль кислорода за ночь (от захода до восхода солнца);
- n — продолжительность дня в часах;
- 0,85 — коэффициент, равный отношению продолжительности времени от восхода солнца до послеполуденного максимума к продолжительности дня в часах.

Результаты вычислений приводятся в табл. 9.

Таблица 9

Фотосинтетическая продукция, выраженная в кислороде и глюкозе

Дата	Глубина станции в м	Горизонт	Продолжительность дня в часах	$\Delta \text{O}_{2_{\text{макс}}}$ в мг/л	$\Delta \text{O}_{2_{\text{н}}}$ в мг/л	Продукция за день	
						кислород в мг/л	глюкоза в мг/л
24-25/IV	0,50	0,30	14,50	6,09	5,21	12,82	12,15
25-26/V	0,80	0,40	16,50	4,44	—	—	—
25-26/VI	0,65	0,40	17,33	8,13	4,19	17,35	16,31
23-24/VII	0,70	0,40	16,35	8,76	0,52	9,70	9,12
20-21/IX	0,65	0,40	12,24	9,26	7,66	15,97	15,01

Вследствие пасмурной погоды и дождя в период майских наблюдений мы не смогли вычислить величину $\Delta \text{O}_{2_{\text{н}}}$.

Как уже отмечалось, в апреле, июне и сентябре максимум кислорода наблюдается в 15—18 часов, а в июле — в 12 часов. Таким образом, пос-

ле 18 часов потребление кислорода преобладает над продукцией его. Вычисление, произведенное на основе наблюдений за суточным изменением содержания растворенного в воде кислорода, показало исключительно высокие величины суточной продукции живого вещества, образующейся в результате деятельности всей водной растительности.

В июне и августе 1949 г. наблюдения над суточными колебаниями рН и содержания кислорода проводились на этой же станции в зарослях валлиснерии и также показали высокую продукцию органического вещества в течение дня: в июне — 20,31 мг/л, в августе—7,10 мг/л глюкозы.

Окисляемость

Окисляемость, косвенно отражающая количество органических веществ в воде, подвержена в течение года значительным колебаниям.

Данные, приведенные в табл. 10, указывают на зимний максимум окисляемости (январь—март) в главном русле Волги, который, повидимому, отражает поступление осенних богатых органическими веществами вод из Верхней и Средней Волги.

В конце апреля окисляемость нефильтрованной воды резко возрастает на всем протяжении реки, дельты и авандельты. В 1951 г. в отличие от предыдущих трех лет в конце августа наблюдался летний максимум окисляемости как в самой реке, так и в дельте и различных частях авандельты.

Таблица 10

Окисляемость воды (в мг/л кислорода) рек, дельты и авандельты Волги за период январь—октябрь 1951 г.

Дата	Волга у Астрахани		Г. Кизань, завод Стекольный		Река Кизань, село „Танатарка“		Река Камызяк, село Камызяк	
	фильтрованная вода	нефильтрованная вода	фильтрованная вода	нефильтрованная вода	фильтрованная вода	нефильтрованная вода	фильтрованная вода	нефильтрованная вода
12/I	13,12	14,12	—	—	—	—	—	—
8/III	9,32	10,40	—	—	—	—	—	—
6/IV	7,76	8,08	—	—	—	—	—	—
20/IV	8,44	13,00	5,20	12,68	8,44	13,00	13,68	14,32
8/V	8,44	9,12	—	—	—	—	—	—
19/V	6,88	7,88	6,88	9,20	7,24	7,56	6,88	8,88
20/VI	6,00	7,36	7,88	8,48	7,00	7,36	6,84	7,36
12/VII	8,08	8,72	—	—	—	—	—	—
18/VII	6,84	8,04	8,04	8,64	8,04	8,04	8,72	8,72
3/VIII	7,48	7,80	—	—	—	—	—	—
20/VIII	16,04	17,80	17,00	17,00	17,64	18,28	14,44	15,72
12/IX	7,00	7,32	—	—	—	—	—	—
18/IX	5,36	5,68	6,00	6,64	5,36	5,36	5,36	5,36
8/X	6,64	7,60	—	—	—	—	—	—
23/X	7,44	8,56	—	—	—	—	—	—

Продолжение

Дата	Река Киревская, рыбозавод Кировский		Река Киревская (устье)		Авандельта Киров- ского банка (ближняя)		Авандельта Киров- ского банка (дальняя)	
	филътро- ванная вода	нефилъ- трованная вода	филътро- ванная вода	нефилъ- трованная вода	филътро- ванная вода	нефилъ- трованная вода	филътро- ванная вода	нефилъ- трованная вода
12/I	—	—	—	—	—	—	—	—
8/III	—	—	—	—	—	—	—	—
6/IV	—	—	—	—	—	—	—	—
20/IV	6,80	12,36	8,12	14,00	6,80	10,76	7,48	12,68
8/V	—	—	—	—	—	—	—	—
19/V	6,76	7,88	7,88	10,12	6,24	7,88	7,56	8,24
20/VI	6,00	6,32	8,56	9,20	5,52	5,84	5,68	6,68
12/VII	—	—	—	—	—	—	—	—
18/VII	9,56	9,56	7,84	9,40	8,16	10,36	8,16	9,08
3/VIII	—	—	—	—	—	—	—	—
20/VIII	15,08	16,20	14,44	16,36	14,34	16,50	14,44	16,36
12/IX	—	—	—	—	—	—	—	—
18/IX	5,36	5,68	5,36	6,32	6,00	6,00	6,00	6,00
8/X	—	—	—	—	—	—	—	—
23/X	—	—	—	—	6,96	7,60	7,26	7,92

Такое явление свидетельствует о богатстве органическими веществами вод ильменей (вод поверхностного стока) и грунтовых вод, питающих в это время водоемы Волжской дельты.

Окисляемость воды Волги значительно выше окисляемости воды дельты и авандельты.

Биогенные элементы

Первичная продукция водоема обусловлена наличием в нем биогенных элементов (солей фосфора, азота и кремния) в количествах, необходимых для развития органической жизни.

Концентрация биогенных элементов в воде Волги и сток их в море в различные годы значительно колеблются, что безусловно отражается на химико-биологическом облике Северного Каспия. Наименьшим колебаниям подвержено содержание кремния, наибольшим — содержание соединений азота и фосфора.

В формировании биогенного и солевого состава речных вод, поступающих в море, дельта и авандельта являются последним завершающим этапом. Чем больше акватория и изрезанность реками, ериками, протоками, тем больше роль дельты в формировании химического состава речной воды.

Дельта и авандельта Волги отличаются мощными зарослями водной растительности, в результате отмирания и распада которой образуются растворенные органические и минеральные соединения. Кроме того, биогенные элементы могут переходить в растворенное состояние из громадного количества поступающих взвешенных веществ стока.

При прохождении через полой дельты Волги и тростниковые заросли речная вода обогащается кремниевой кислотой, фосфатами, аммонийным азотом (табл. 11). Такой характер обогащения наблюдался как во время паводка, так и в период межени.

Таблица 11
Роль дельты и авандельты в формировании химического состава речной воды

Дата и место взятия пробы	P в мг/м ³	Si в мг/м ³	NO ₃ в мг/м ³	NH ₃ в мг/м ³	pH	O ₂ в мг/л
М а й 1948 г.						
Речная вода	26	2940	1	160	7,59	7,62
Дельта Кировского банка	25	1620	6	100	7,50	7,59
Заросли тростника	33	2290	0	44	7,23	6,39
Заросли тростника	54	4500	0	141	7,30	3,30
И ю н ь 1948 г.						
Речная вода	14	2940	0	35	7,60	7,28
Дельта Кировского банка	25	2000	0	37	7,50	7,03
Заросли тростника	29	3850	0	45	7,30	2,22
М а й 1949 г.						
Речная вода	20	2000	2	120	7,60	7,50
Дельта Кировского банка	21	2500	7	143	7,60	9,93
Заросли тростника	33	5500	0	150	7,85	5,68
Заросли тростника	125	10000	0	200	7,30	4,45
А в г у с т 1949 г.						
Речная вода	10	1250	0	35	8,78	7,85
Дельта Кировского банка	25	1250	0	35	8,18	9,25
Заросли тростника	58	5000	0	50	7,40	5,48
М а й 1951 г.						
Речная вода	7	1800	6	53	7,65	8,61
Дельта Кировского банка	6	2250	4	50	7,59	8,49
Полой	29	2000	Следы	61	—	—
И ю н ь 1951 г.						
Речная вода	6	750	0	90	7,99	9,18
Дельта Кировского банка	6	1250	0	84	7,81	8,23
Заросли тростника	15	1160	0	84	7,79	3,85
А в г у с т 1951 г.						
Речная вода	7	1750	0	50	8,18	7,75
Дельта Кировского банка	8	2625	0	131	8,18	7,85
Заросли тростника	166	6950	0	200	7,30	3,58

В 1948, 1949 и 1951 гг. нами были собраны материалы, характеризующие роль дельты в формировании химического состава проходящих через нее водоемы речных вод. Установлено, что в прибрежных зарослях морских островов и кос происходят значительные изменения химического состава воды вследствие затрудненного водообмена и биохимических процессов, протекающих при наличии большого количества растительности. В этих зарослях происходит обогащение речной воды как свободной, так и связанной углекислотой, смещается рН воды в сторону кислой реакции и наблюдается острый дефицит кислорода при увеличении органических соединений (продуктов распада растительности).

В результате микробиологических исследований водоемов Волжской дельты К. В. Горбунов [11] обнаружил, что в период наиболее интенсивного распада органических остатков параллельно со значительным сдвигом в химическом составе воды во время весеннего паводка наблюдается максимальное возрастание количества целлюлозных бактерий. Таким образом, участок трофической цепи, начинающийся органическим веществом, образовавшимся преимущественно вследствие деятельности высших водных растений после их отмирания, продолжается бактериями. Последние, в свою очередь, и составляют пищевую основу для ряда водных животных.

Изменения содержания биогенных элементов в отдельные годы бывают весьма различны и зависят в первую очередь от количества поступающих паводковых вод. Наибольшее содержание минерального растворенного фосфора, кремния и азота аммиака в реках, дельте и авандельте наблюдается до пика паводка (апрель—июнь) (табл. 12).

Таблица 12

Сезонное распределение биогенных элементов (в мг/м³) в Волге и водоемах дельты за период 1949—1951 гг.

Участки	Январь		Март		Апрель			Май		
	1951	1950	1951	1949	1950	1951	1949	1950	1951	

Фосфор минеральный (растворенный)

Волга (у Астрахани)	23	—	17	—	7	18	—	18	12
Дельта Кировского банка	—	—	—	13	—	10	21	5	6
Начало авандельты	—	—	—	15	—	21	19	9	24
Авандельта	—	—	—	0	—	7	21	10	13

Кремний

Волга (у Астрахани)	5000	—	3700	—	3325	3500	—	3900	2200
Дельта Кировского банка	—	—	—	5000	—	5000	2500	2925	2250
Начало авандельты	—	—	—	3750	—	5000	2250	5150	2125
Авандельта	—	—	—	3000	—	4000	2500	—	2000

Азот аммиачных солей

Волга (у Астрахани)	196	—	570	—	50	200	—	416	150
Дельта Кировского банка	—	125	—	125	—	200	150	110	50
Начало авандельты	—	—	—	154	—	216	115	125	42
Авандельта	—	—	—	65	—	200	141	120	40

Азот нитритов

Волга (у Астрахани)	2	—	1	—	2	2	—	12	13
Дельта Кировского банка	—	—	—	0	—	3	14	10	4
Начало авандельты	—	—	—	4	—	5	18	8	4
Авандельта	—	—	—	3	—	2	20	13	5

Участки	Июнь			Июль			Август		
	1949	1950	1951	1949	1950	1951	1949	1950	1951
Фосфор минеральный (растворенный)									
Волга (у Астрахани)	—	8	7	—	21	7	—	20	6
Дельта Кировского банка	15	16	6	—	5	13	20	8	8
Начало авандельты	20	14	10	—	6	6	5	5	11
Авандельта	25	12	20	—	7	5	10	6	10

Кремний

Волга (у Астрахани)	—	2625	1925	—	1500	1560	—	2600	1250
Дельта Кировского банка	2500	3150	1250	5000	1925	1250	1375	938	2800
Начало авандельты	2500	2518	765	—	1513	1500	1450	825	2250
Авандельта	3475	—	1100	—	—	1825	1625	—	1875

Азот аммиачных солей

Волга (у Астрахани)	—	182	151	—	95	182	—	80	42
Дельта Кировского банка	84	100	83	29	80	131	50	75	37
Начало авандельты	82	125	117	—	95	88	50	80	32
Авандельта	65	148	120	—	137	122	25	95	35

Азот нитритов

Волга (у Астрахани)	—	4	1	—	1	0	—	2	0
Дельта Кировского банка	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Начало авандельты	1	2	0	—	0	0	0	0	0
Авандельта	0	1	0	—	0	0	0	0	0

Продолжение

Участки	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	1949	1950	1951	1949	1950	1951	1949	1950	1951

Фосфор минеральный (растворенный)

Волга (у Астрахани)	—	10	6	—	6	13	—	5	8
Дельта Кировского банка	7	—	7	5	—	10	8	—	—
Начало авандельты	6	—	8	6	—	7	9	—	—
Авандельта	7	—	9	6	—	7	5	—	—

Кремний

Волга (у Астрахани)	—	1925	1800	—	2375	2012	—	1900	2450
Дельта Кировского банка	—	—	1690	—	—	1000	1413	—	—
Начало авандельты	—	—	2713	—	—	1540	1413	—	—
Авандельта	—	—	1790	—	—	1660	—	—	—

Азот аммиачных солей

Волга (у Астрахани)	—	110	55	—	71	51	—	62	52
Дельта Кировского банка	—	—	40	—	—	50	80	—	—
Начало авандельты	—	—	85	—	—	46	60	—	—
Авандельта	—	—	64	—	—	50	50	—	—

Азот нитритов

Волга (у Астрахани)	—	1	0	—	0	0	—	0	0
Дельта Кировского банка	—	0	1	—	0	0	0	—	—
Начало авандельты	—	1	2	—	0	0	0	—	—
Авандельта	—	0	0	—	0	0	0	—	—

Авандельта по сравнению с приверхом и устьями реки в апреле, мае, июле обогащалась фосфатами за счет регенерации прошлогодних отмерших растений.

Наблюдалось значительное увеличение азота нитритоз по мере нарастания паводковой воды в основном русле до наступления пика паводка и почти полная минерализация его при прохождении через водоемы Кировского банка.

Содержание хлора с поступлением паводковой воды резко снижалось и достигало минимума в июне. С конца июля концентрация хлора начинает возрастать.

Солевой состав волжской воды от Астрахани до взморья остается почти неизменным. Это видно по данным содержания плотного остатка (табл. 13). В межень содержание солей составляет в среднем 300 мг/л. По мере увеличения весеннего паводкового стока в основном русле степень минерализации речной воды резко уменьшается, минимум наблюдается обычно до наступления пика паводка. В верхнем и нижнем течении волжская вода характеризуется [12, 19, 20] высокой минерализацией (см. табл. 13). По мере продвижения к низовью вода Волги претерпевает значительные изменения. Вследствие уменьшения концентрации солей в реке, в районе дельты, вода в весенний период становится агалинной до конца июня — начала августа.

Т а б л и ц а 13

Содержание плотного остатка (в мг/л) при 180° в воде Волги и различных участков волжской дельты по месяцам

Участки и год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1950 г.												
Волга (у Астрахани)	—	—	—	328	223	142	212	213	195	225	203	—
Дельта Белинского банка	—	—	—	—	160	175	225	218	177	—	—	—
Авандельта	—	—	—	—	158	163	209	193	211	—	—	—
1951 г.												
Волга (у Астрахани)	300	—	329	321	132	162	200	250	317	310	291	—
Дельта Кировского банка	—	—	—	—	128	188	232	281	305	317	—	—
Авандельта	—	—	—	—	132	175	221	243	302	321	—	—
1949 г.												
Волга (у Саратова)	326	326	344	322	202	236	283	350	375	340	340	330

Этим обстоятельством до некоторой степени объясняется то, что нерестилища основных полупроходных рыб Волго-Каспийского района расположены выше по реке, хотя при таком расположении нерестилищ миграционные пути рыб удлиняются.

Паводковые воды Волги несут громадное количество твердых взвешенных веществ, которые играют большую роль в химическом балансе моря. Содержание твердого стока начинает уменьшаться приблизительно в середине периода подъема воды при весеннем паводке как у приверха (Астрахань), так и по мере продвижения к взморью (табл. 14).

Количество взвешенных веществ (в мг/л воздушно-сухого веса)
в воде Волги и различных участков волжской дельты

Участки	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
1950 г.											
Волга (у Астрахани)	—	—	—	16	231	58	30	31	38	61	36
Дельта Белинского банка . . .	—	—	—	—	191	54	28	31	23	—	—
Авандельта	—	—	—	—	172	47	43	37	24	—	—
1951 г.											
Волга (у Астрахани)	8	—	7	292	114	43	24	15	15	9	15
Дельта Кировского банка . . .	—	—	—	278	113	53	33	28	25	—	—
Авандельта	—	—	—	201	109	23	13	17	18	—	—

С приближением пика паводка скорость течения в районе дельты Волги уменьшается и большое количество взвешенных веществ оседает в авандельте и предустьевом пространстве Северного Каспия.

Взвешенный сток имеет большое значение в балансе биогенных элементов в море. Установлено, что содержание биогенов во взвешенных веществах, сбрасываемых реками в море, превышает количество этих элементов, вносимых в растворенном состоянии [3 и 20].

Количество взвешенных веществ в низовье (дельта и авандельта) во время весеннего паводка (апрель—май) мало отличается от количества их у приверха (см. табл. 14). Некоторое увеличение содержания взвешенных веществ в русле реки в эти месяцы объясняется тем, что седиментация основного количества взвешенного вещества (крупные частицы) идет сравнительно быстро; по мере продвижения паводковых вод оседание более мелких фракций происходит менее интенсивно. По мере увеличения солености в районе предустья количество взвешенных веществ уменьшается, чему способствует и смешивание речных вод с морскими прозрачными водами.

С июня по сентябрь количество взвеси в дельте Кировского банка было больше, чем у приверха, что указывает на смыл из ильменей дельты. В авандельте в это время взвешенных веществ имелось мало.

Наши наблюдения в 1951 г., а также исследования прошлых лет [2] показывают, что наибольшее содержание взвеси в дельте в июле — октябре наблюдалось в водоемах Белинского банка. Распределение выноса взвеси по месяцам показывает, что наибольшее количество взвешенных веществ выносятся Волгой до наступления максимума паводка. Количество взвесей в русле реки в мае — ноябре 1951 г. было меньше, чем в 1950 г., максимум был отмечен в апреле. В 1950 г. максимум наблюдался в мае.

ВЫВОДЫ

1. Кислородный режим и активная реакция (рН) в реках, дельте, авандельте и култушной зоне изменяются по отдельным годам и сезонам. Колебания содержания кислорода в реках и авандельте происходят почти параллельно (с максимумом в сентябре и минимумом в марте и апреле — июне) в связи с нарастанием паводковых вод. В 1951 г. колебания

содержания растворенного в воде кислорода несколько отличались от колебаний предыдущих 3 лет. Исключительно высокая температура воздуха в этом году обусловила дефицит кислорода на участках, заросших элодеей. В култушной зоне дефицит кислорода достиг 80—90% в июне—сентябре.

В результате недостатка кислорода и высокого содержания углекислоты ухудшались условия от обитания молоди рыб, наблюдались даже отдельные случаи ее гибели.

2. Исследования на суточной станции в районе авандельты за период апрель — сентябрь показали, что максимум кислорода в апреле, июне и сентябре наблюдается в 15—18 часов, а в июле — в 12 часов. Таким образом, начиная с 18 часов потребление кислорода преобладает над его продукцией. Наблюдения за суточным изменением содержания растворенного в воде кислорода показали, что авандельта в районе Кировского банка характеризуется исключительно высокими величинами суточной продукции органического вещества вследствие интенсивной деятельности различной водной растительности.

3. Изменения в содержании биогенных элементов в отдельные годы бывают весьма различны и зависят в первую очередь от количества поступающих паводковых вод.

4. Солевой состав волжской воды от Астрахани до взморья остается почти неизменным при сравнительно высокой минерализации. По мере увеличения весеннего паводкового стока в основном русле степень минерализации воды резко уменьшается, и минимум наблюдается обычно до наступления пика паводка. Паводковые воды Волги несут громадное количество твердых взвешенных веществ, которые играют большую роль в химическом балансе моря.

5. Твердый сток начинает уменьшаться приблизительно в середине периода подъема воды при весеннем паводке как у приверха (Астрахань), так и по мере продвижения к взморью. С июня по сентябрь количество взвеси в дельте Кировского банка больше, чем у приверха, что указывает на смыл из ильменей дельты. В авандельте в это время взвешенных веществ мало. Распределение выноса взвеси по месяцам показывает, что наибольшее количество взвешенных веществ выносятся Волгой до наступления максимума паводка.

6. Характер весеннего паводка Волги, т. е. его высота и продолжительность, оказывает большое влияние на водный режим дельты и авандельты. При снижении пика паводка значительно уменьшится количество выносимого материала, содержащего много органического вещества, не говоря уже о том количестве взвеси, которое осядет в водохранилищах. Поэтому намеченные мелиоративные мероприятия в ильменах дельты Волги будут способствовать обеспечению первичной кормности Северного Каспия.

Зарегулирование стока Волги сократит паводки, в связи с чем сократится и естественное вымывание солей; при этом в дельте установится новый гидрологический и гидрохимический режим.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Барсукова Л. А., Гидрохимический режим волжской авандельты в районе Кировского банка, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XII, 1952.
2. Бруевич С. В., Химия волжского стока в Каспийское море, Гидрохимические материалы, т. XVI, 1949.
3. Бруевич С. В. и Аничкова Н. И., Элементы химического баланса Каспийского моря, изд. АН СССР, 1941.
4. Бруевич С. В., Гидрохимия Среднего и Южного Каспия, изд. АН СССР, 1937.
5. Бруевич С. В., Определение продукции органического вещества в море, Сборник, посвященный пятидесятилетию научной и педагогической деятельности академика В. И. Вернадского, изд. АН СССР, 1936.

6. Винецкая Н. И., О годовых и сезонных колебаниях фосфора и кремния в Северном Каспии, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XI, 1950.
7. Винецкая Н. И., Продукция и редуция органического вещества в нерестово-выростном хозяйстве дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
8. Воноков И. К., Бентос авандельты Кировского банка (напечатано в этом сборнике).
9. Верещагин Г. Ю., Суточный ход некоторых гидрологических элементов на Байкале и его лимнологическое значение, «Труды Байкальской лимнологической станции», т. II, 1932.
10. Винберг Г. Г., Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества, «Труды Лимнологической станции в Косино», т. XVIII, 1934.
11. Горбунов К. В., Распад остатков высших водных растений и его экологическая роль в водоемах нижней зоны дельты Волги, «Труды Всесоюзного гидро-биологического общества», т. V, 1953.
12. Додонова Е. В., Гидрохимическая характеристика Волги в районе Саратова за 1924—1949 гг., «Труды Саратовского отделения Каспийского филиала ВНИРО», 1951.
13. Жданов С. П., Зимний гидрохимический режим Волги и волжские заморы 1939 и 1940 гг., «Труды Зоологического института АН СССР», т. VIII, вып. 3, 1948.
14. Иванов К. И., Основные черты гидрохимического режима предустьевого пространства Волги и северной части Каспийского моря, «Труды ГОИН», вып. 4, 1948.
15. Небольсина Т. К., Материалы по питанию мальков карповых в авандельте Кировского банка, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XII, 1952.
16. Скопинцев Б. А., Подледный зимний гидрохимический режим Волги в связи с замором зимой 1939 г., ДАН, т. XXV, № 7, 1940.
17. Танасийчук В. С., Скаты молоди воблы, леща и сазана из пойменных водоемов дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
18. Танасийчук В. С., Миграция мальков воблы и леща через култушную зону и авандельту Волги, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XI, 1950.
19. Федосов М. В., Особенности гидрохимического режима в низовье Волги, «Труды ГОИН», вып. 15 (27), 1950.
20. Федосов М. В., Детали гидрохимии Северного Каспия и дельты Волги, «Доклады ВНИРО», вып. 1, Пищепромиздат, 1952.

ЗООПЛАНКТОН АВАНДЕЛЬТЫ ВОЛГИ И ЕГО РОЛЬ В ПИТАНИИ МОЛОДИ ЛЕЩА

П. Н. ХОРОШКО

ВВЕДЕНИЕ

Зоопланктон авандельты Волги и ее приморских култуков изучен очень слабо. В 1940 г. В. С. Ивлев [6] дал общую гидробиологическую характеристику взморья в районе Дамчикского участка Астраханского заповедника, но его работа крайне схематична.

И. К. Воноков на основании количественного учета зоопланктона пришел к выводу, что молодь рыб, питающаяся планктоном в полях дельты, скатываясь из ильменей в реки, попадает в весьма неблагоприятные кормовые условия. По мере продвижения молоди вниз по реке эти условия еще более ухудшаются. Наиболее неблагоприятные условия для молоди рыб бывают в нижней зоне авандельты.

Вследствие отсутствия исследований о связи зоопланктона с различными растительными ассоциациями, слабой изученности его качественного состава, а также изменений во времени мы обратили особое внимание на разрешение этих вопросов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Наши работы проводились в районе волжской авандельты на участке Кировского банка и в култушной зоне. В этот район входят весьма разнообразные участки [2; 15].

Зоопланктон учитывался на двух стандартных разрезах открытого взморья и на постоянных станциях в приморских култуках — Дмитричевом и Каменском. Первый разрез пересекал Кировский банк от о. Ближний Галкин до Большой Обуховской косы, второй — от о. Дальний Галкин до Очиркина осередка. Всего на двух разрезах было девять постоянных станций; пробы брали два раза в месяц. В Дмитричевом и Каменском култуках было восемь постоянных станций в различных растительных ассоциациях и на участках, свободных от зарослей. Пробы в култуках брали раз в неделю. Кроме сбора проб на постоянных станциях, планктон брали также в местах лова молоди воблы и леща.

Сбор и обработку материала по зоопланктону автор осуществлял с некоторыми изменениями по методике В. Н. Рылова и В. Г. Богорова. Пробы для учета зоопланктона брали двухлитровым черпаком (кружкой) путем процеживания 50 л воды через малую сеть Апштейна с газом № 49.

При изучении питания молоди леща материал обрабатывали по общепринятой методике А. А. Шорыгина — Л. А. Зенкевича.

Всего было обработано 180 проб планктона и содержимое 240 кишечника молоди леща.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА ЗАРОСЛЕЙ И НЕЗАРОСШИХ ВОДНЫХ УЧАСТКОВ АВАНДЕЛТЫ

Т. К. Небольсина [12] заметила, что в большинстве случаев состав содержимого желудков рыб богаче состава планктонных проб. На это же указывает и В. Н. Грезе [3]. Он обращает внимание на существование микрозоны в непосредственной близости от грунта (1—2 см над ним), где наблюдаются значительные концентрации придонных планктонных организмов.

Мы предполагаем, что для зарослей водной растительности характерно наличие такой же микрозоны вокруг стеблей и листьев, но это требует специальной проверки.

Таблица 1

Состав и биомасса зоопланктона (в мг/м³) в зарослях и окнах

Планктеры	Рдест пронзенно- лиственный		Сусак		Чилим	
	заросли	окно	заросли	окно	заросли	окно
Copepoda						
Cyclops	1444,80	60,0	729,00	—	12240,00	54,00
Nauplius I-II-III	30,96	—	21,60	0,43	331,29	1,08
Harpacticoida	60,20	—	92,40	2,24	—	—
Cladocera						
Chydorus sphaericus	231,90	13,50	36,00	—	777,75	15,75
Pleuroxus striatus	154,80	—	—	—	51,00	3,00
Peracantha truncata	41,28	—	158,40	—	—	—
Simocephalus vetulus	3508,80	—	288,00	—	2856,00	72,00
Acroperus harpae	189,20	—	12,00	—	323,00	—
Graptoleberis testudinaria .	116,96	—	24,00	—	34,00	—
Ceriodaphnia quadrangula .	23,22	—	—	—	—	—
Alona quadrangularis	—	—	28,80	0,64	238,00	12,00
Rhynchotalona rostrata . . .	—	—	4,80	—	—	—
Scapholeberis mucronata . .	—	—	72,00	—	—	—
Sida crystallina	—	420,00	—	—	—	—
Macrothrix	—	—	—	—	612,00	—
Bosmina longirostris	—	—	—	—	—	2,10
Rotatoria						
Mytilina mucronata	66,22	13,20	19,80	—	121,55	—
Brachionus bakeri	2,23	—	—	—	—	—
Dinocharis tetractis	1,37	—	—	—	—	—
Asplanchna priodonta	103,20	—	24,00	—	714,00	24,00
Monostyla bulla	1,72	—	—	—	85,00	4,50
Rattulus longiseta	0,34	—	—	—	1,70	—
Notholca acuminata	—	—	0,36	—	—	—
Cathypna luna	—	—	—	—	10,62	—
Brachionus militaris	—	—	—	—	16,15	0,45
Diurella stylata	—	—	—	—	20,40	—
Br. quadratus	—	—	—	—	6,73	—
Прочие						
Arcella	116,34	—	15,50	0,72	303,62	5,04
Nematoda	0,17	—	—	—	—	—
Ostracoda	29,75	—	—	—	—	—
Общая биомасса	6123,46	506,70	1526,66	4,03	18842,82	193,92

Собирая планктонные пробы не только с открытых мест, но и непосредственно среди растений, мы получили материал, характеризующий качественный и количественный состав зоопланктона более полно, чем материал, собранный прежними исследователями. Так, по данным за 1940 г. [6], планктон в култуке Грануином представлен всего тремя видами веслоногих рачков, девятью видами ветвистоусых рачков, одиннадцатью видами коловраток и прочими. В наших сборах ветвистоусые рачки представлены двадцатью тремя видами и коловратки двадцатью видами, обитающими в различных растительных ассоциациях. Планктон, взятый в зарослях и местах, свободных от растительности, так называемых окнах, резко различен и в качественном, и в количественном отношении (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что *Cyclops* в большом количестве концентрируются в зарослях, в окнах их очень мало. Можно сказать поэтому, что основным местом обитания веслоногих рачков являются заросли подводной и плавающей растительности. На обильные сборы веслоногих в зарослях указывает также Рылов [13].

По группе *Cladocera* эта разница выражена ярче. Так, в зарослях рдеста пронзеннолистного отмечен довольно богатый состав ветвистоусых рачков. Из них только одна *Ceriodaphnia* относится к планктерам, не приуроченным к зарослям, все же другие виды принадлежат к формам, обитающим в зарослях [4, 11].

Из коловраток только *Asplanchna priodonta* и *Anuraea cochlearis* могут быть отнесены к формам, населяющим открытые воды, все же другие обитают или в зарослях, или на дне, или принадлежат к переходной группе.

На основании данных табл. 1 можно сделать вывод, что пробы, взятые непосредственно в зарослях, во много раз богаче проб, взятых в окнах, как по видовому составу, так и по количеству. В окнах встречаются те же зарослевые формы, но временно находящиеся в открытой воде.

ЗООПЛАНКТОН РАСТИТЕЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ

Сезонные изменения качественного и количественного состава зоопланктона изучались в растительных ассоциациях рогоза, тростника, ежеголовки, сусака, рдеста гребенчатого, узовника кувшинковидного, чилима, а также на участках со смешанной растительностью.

По характеру распределения зоопланктона эти растительные ассоциации можно разбить на две группы. К одной группе относятся первые четыре вида растительности, имеющей надводные и подводные стебли и листья.

К другой группе относятся последние три вида подводной растительности, часть из которых имеет плавающие листья. Сбор зоопланктона в зарослях рогоза проводили летом — с конца мая до начала августа. Данные об изменении состава планктона приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что ракообразные встречаются в начале и конце наблюдений. Наибольшая биомасса *Cladocera* наблюдается в конце мая и состоит в основном из *Bosmina longirostris*. Второй максимум развития ракообразных наблюдается в конце июля — начале августа за счет *Ascorperus harpae* и *Graptoleberis testudinaria*.

Коловратки характерны для весеннего периода, а также в качестве единственного представителя планктона для первой половины лета, когда ракообразные совсем выпадают, причем весной преобладают пелагические формы коловраток, преимущественно *Asplanchna priodonta*, *Anuraea cochlearis* и *Anuraea aculeata*, а в первой половине лета — виды, свойственные зарослям. К августу коловратки совсем выпадают из состава планктона.

Таблица 2

Состав и биомасса зоопланктона (в мг/м^3) в зарослях рогоза в Каменском култуке

Планктеры	Д а т а с б о р а					
	25/V	6/VI	22/VI	6/VII	19/VII	2/VIII
Copepoda						
<i>Cyclops</i>	32,00	—	—	—	—	14,40
<i>Nauplius</i> I-II-III	0,72	—	—	—	—	1,29
<i>Harpacticoida</i>	—	—	—	—	—	10,08
Итого веслоногих	32,72	—	—	—	—	25,77
Cladocera						
<i>Bosmina longirostris</i>	23,36	6,57	—	—	—	—
<i>Acroperus harpae</i>	8,00	—	—	—	5,20	—
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	—	—	—	—	—	1,92
Итого ветвистоусых	31,36	6,57	—	—	5,20	1,92
Rotatoria						
<i>Anuraea aculeata</i>	3,84	1,08	—	—	—	—
<i>A. cochlearis</i>	0,40	—	—	—	—	—
<i>Asplanchna priodonta</i>	160,00	—	—	—	—	—
<i>Cathypna luna</i>	0,60	—	0,20	—	—	—
<i>Filinia longiseta</i>	—	0,31	—	—	—	—
<i>Brachionus bakeri</i>	—	0,58	—	—	—	—
<i>B. pala</i>	—	—	7,80	—	—	—
<i>Mytilina mucronata</i>	—	—	2,20	1,65	—	—
<i>Notholca longispina</i>	—	—	0,12	—	—	—
Итого коловраток	164,84	1,97	10,32	1,65	—	—
Прочие	—	—	0,60	—	0,19	9,48
	—	—	—	0,06	—	—
Общая биомасса (в мг/м^3)						
	228,92	8,54	10,92	1,71	5,39	37,17
Температура воды						
	19,1	18,10	21,8	22,8	25,4	23,2
Глубина в см						
	100	105	95	100	85	75

Более богата планктоном растительная ассоциация ежеголовки (рис. 1). В первой половине лета планктон здесь состоит почти исключительно из коловраток; преобладает та же форма, что и в зарослях рогоза (*A. priodonta*). Из ракообразных встречаются только науплиусы. С половины июня начинают встречаться веслоногие и ветвистоусые рачки. Преобладающими формами из ветвистоусых являются *Sida crystallina* и *Simoscerphalus vetulus*. Однако уже в первых числах августа значение ветвисто-

усых сильно падает. В это время достигают наибольшего развития циклопы.

В зарослях тростника (см. рис. 1) в течение всего времени наблюдений планктон представлен всеми группами, но разными видами для каждого сезона. Так, 20 мая в планктоне отмечены только два вида ветвистоусых рачков: *Bosmina coregoni* и *Ceriodaphnia quadrangula*; 6 июня, кроме этих двух видов, появляются еще *Pleuroxus striatus* и *Chydorus sphaericus*. В конце июня при полном выпадении *B. coregoni* и *C. quadrangula* в планктоне большое значение получают еще три вида *Cladocera*, причем *Moina rectirostris* дает бурную вспышку. В первых числах июля массовое развитие получает уже другой вид *Sida crystallina* при полном выпадении из планктона *Moina rectirostris*.

Во второй половине июля ветвистоусые рачки почти полностью выпадают из зоопланктона. Веслоногие рачки встречаются во всех планктонных пробах, взятых в зарослях тростника.

Самое богатое развитие зоопланктона по первой группе растений отмечается в сусаке (см. рис. 1). Особенно большую биомассу дают *Copepoda*. В течение лета наблюдаются две вспышки *Cyclops*: первая 26 июня и вторая 27 июля. Появление нового поколения циклопов и науплиусов происходит с некоторыми колебаниями в течение всего периода наблюдений. *Harpacticoida* в зарослях сусака также, повидимому, находят более благоприятные условия для развития и жизни. *Cladocera* начинают постоянно встречаться в сусак только с 26 июня. Раньше всех других форм в планктоне появляются *Chydorus sphaericus* и *Acroporus harpae*. Затем 3 июля включаются другие представители зарослевых ветвистоусых рачков — *Macrothrix*, *Alona quadrangularis*, *Simocephalus vetulus*. Только 2 августа в пробах были обнаружены также *Peracantha truncata* и *Rhynchotalona rostrata*.

Коловратки, как и ракообразные, представлены значительно большим числом видов. В зарослях сусака наиболее благоприятными, повидимому, были условия для *Mytilina mucronata*. Максимальное развитие этой коловратки наблюдалось 26 июня ($192,5 \text{ мг/м}^3$).

При сравнении динамики зоопланктона в рассмотренных нами зарослях надводной растительности можно заметить, что в одних зарослях основная масса планктона развивается в более ранние сроки, в других — в более поздние. К первым следует отнести рогаз и тростник, ко вторым — ежеголовку и сусак. Так, *Cladocera* в зарослях сусака развиваются со второй половины июня до начала августа, в зарослях тростника эти рачки начинают появляться уже во второй половине мая и, достигая максимума в конце июня, почти совершенно исчезают уже со второй половины июля.

Средние биомассы зоопланктона в этой группе растений также очень

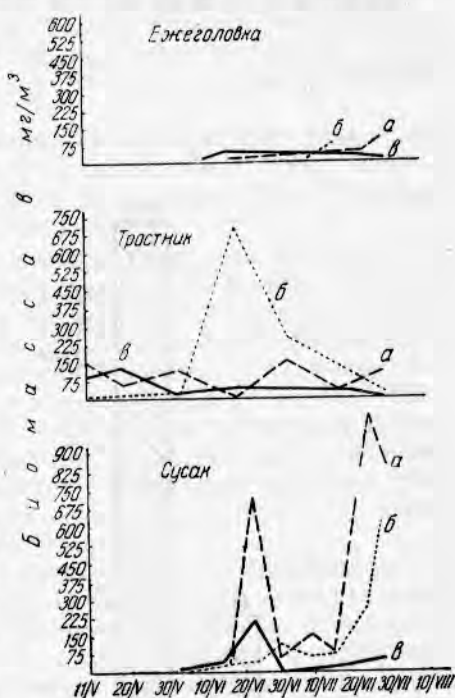


Рис. 1. Динамика зоопланктона надводных растительных ассоциаций в мг/м^3 :
а — Copepoda; б — Cladocera; в — Rotatoria.

различны (рис. 2). Например, в рогозе на 1 м^3 приходится только 48 мг планктонных животных, а в зарослях сусака — 738 мг. Такое увеличение общей биомассы обусловлено массовым развитием Copepoda в сусаке.

Рассмотрение зоопланктона, обитающего в группе подводных растений, начнем с наиболее бедных планктоном зарослей. Заросли подводной растительности значительно богаче планктоном, чем заросли надводной растительности.

Наиболее бедной из группы подводной растительности является узов-

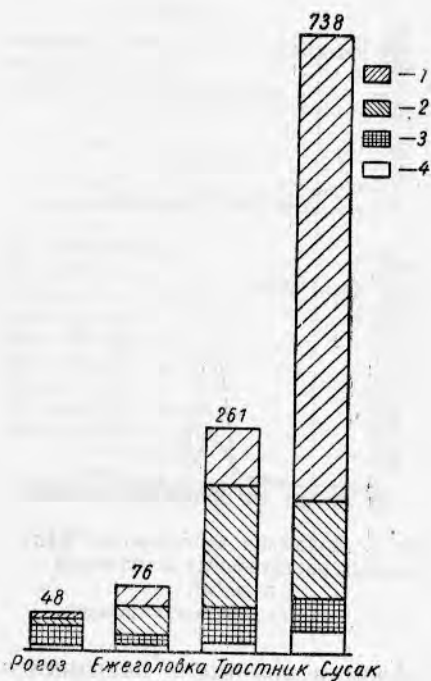


Рис. 2. Средняя биомасса зоопланктона в различных надводных растительных ассоциациях в мг/м³:
1—Copepoda; 2—Cladocera; 3—Rotatoria
4—прочие.

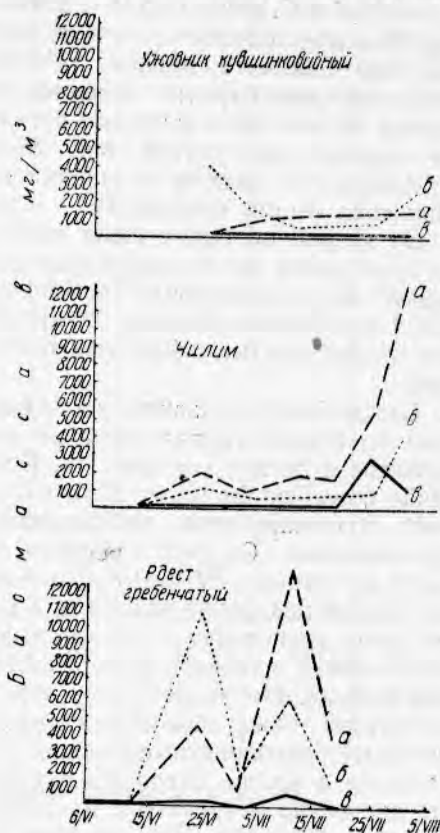


Рис. 3. Динамика зоопланктона подводных растительных ассоциаций в мг/м³:
а—Copepoda; б—Cladocera; в—Rotatoria.

ник кувшинковидный (рис. 3). Все виды Cladocera, обитающих в этой растительной ассоциации, относятся к зарослевым или придонным формам. Только один раз, 26 июня, встретилась пелагическая форма *Moina rectirostris*. В первых числах июля узовник покрывает всю поверхность воды сплошным слоем и *Moina rectirostris* больше не встречается. Следует отметить наличие в планктоне большого количества *Sida crystallina*. Максимальное развитие ее наблюдается в конце июля. В августе количество ее постепенно уменьшается. В других растительных ассоциациях этот вид встречается весьма редко.

Более богатой планктоном является ассоциация водяного ореха или чилима. По богатству зоопланктонных форм этот биотоп резко выделяется среди всех других растительных биотопов. Заросли чилима, в которых брали пробы, с трех сторон окружены сплошной тростниковой крепью. Течение в этом районе даже в самом начале наблюдений было очень

медленным, глубины не превышали 70 см. Характер изменения количественного состава зоопланктона в зарослях чилима изображен на рис. 3. 26 июня наблюдается резкий скачок в развитии *Sopropoda* — с 20 мг/м³ в первой половине июня их биомасса к концу июня увеличивается до 1920 мг/м³. Соответственно колебаниям количества циклопов происходят колебания и численности науплиусов.

Число видов *Cladocera* постепенно нарастает от июня к августу. 6 июня в пробах обнаружены только три вида: *Camptocercus rectirostris*, *Pegacantha truncata* и *Chydorus sphaericus*, а 12 июня имелись уже четыре вида. Самое большое число видов было 12 июля, а высокая биомасса *Cladocera* наблюдалась 26 июня (1394,5 мг/м³). Вторая вспышка наблюдалась 2 августа (4891,75 мг/м³).

Основным видом, определяющим биомассу ветвистоусых рачков, был *Simoscephalus vetulus*. Из коловраток постоянными обитателями зарослей чилима можно назвать *Mytilina musonata* и *Cathypna luna*. Все другие виды коловраток встречались лишь спорадически.

В пробах планктона, взятых в зарослях чилима, был впервые обнаружен *Monospilus dispar*, который в работах по зоопланктону култуков и взморья никем ранее не указывался. Первое и единичное указание на наличие ветвистоусого рачка *Monospilus dispar* в районе взморья есть у Н. Л. Чугунова [16], который обнаружил данного рачка в кишечнике воблы. Этот рачок очень редко встречался в зоопланктонных пробах 1951 г. В кишечниках молоди леща и сазана, напротив, он встречался сравнительно часто. Можно предположить, что редкая встречаемость *Monospilus dispar* в пробах планктона объясняется неточностью методики сбора материала. Такое предположение имеет основание, если учесть, что он относится к представителям придонного комплекса.

Самое богатое в количественном отношении развитие зоопланктона отмечается на рдесте гребенчатом (см. рис. 3). С 26 июня в зарослях рдеста наблюдается резкое увеличение количественного состава планктонных организмов. Из *Cladocera* выпадают виды открытых вод *M. rectirostris*, *B. longirostris* и *Ceriodaphnia*, но появляется большое количество зарослевых видов.

О циклопах можно сказать, что с 26 июня до 12 июля количество их резко увеличивается.

Количество коловраток в зарослях рдеста невелико и качественный состав их сравнительно беден. Основной формой можно считать *M. musonata*.

Общая биомасса зоопланктона достигает максимальной величины 12 июля, а уже 19 июля она значительно уменьшается. Это объясняется до некоторой степени тем, что 12 июля наблюдался распад отмершего к этому времени рдеста гребенчатого. Таким образом, отмирающий рдест явился естественным удобрением и вызвал 12 июля вспышку в развитии зоопланктона. Вспышка стала затухать к концу разложения рдеста гребенчатого (19 июля).

Средняя биомасса зоопланктона в ассоциациях подводной растительности изображена на рис. 4. На рисунке видно, что увеличение ее обусловлено возрастающим развитием *Sopropoda*. Коловратки достигают наибольшего развития в зарослях чилима. Наивысшая биомасса *Cladocera* наблюдается в рдесте гребенчатом.

Помимо чистых растительных ассоциаций, т. е. характеризующихся каким-либо одним видом растений, большая площадь авандельты занята смешанной растительностью. Заросли состоят из двух и более видов растительности. Так, на одной из станций в Каменском култуке заросли состояли из узовника кувшинковидного и ежеголовки. При изучении зоопланктона этого растительного сообщества установлено, что он занимает промежуточное положение в зоопланктоне чистых растительных ассоци-

аций. В зарослях смешанной растительности качественный и количественный состав организмов больше, чем на ежеголовке, и меньше, чем на ужовнике (табл. 3).

Таблица 3

Количественная характеристика зоопланктона чистых и смешанных растительных ассоциаций (в $мг/м^3$)

Растительные ассоциации	Дата взятия пробы			
	12/VII	19/VII	27/VII	2/VIII
Ужовник	1940,06	2122,75	2327,94	4280,65
Ужовник—ежеголовка	—	866,90	—	1196,92
Ежеголовка	16,92	64,89	191,18	110,30

Исследовав зоопланктон разных растительных ассоциаций, мы получили возможность судить о кормовом значении растительных сообществ.

Из ассоциаций надводной группы растений по биомассе зоопланктона

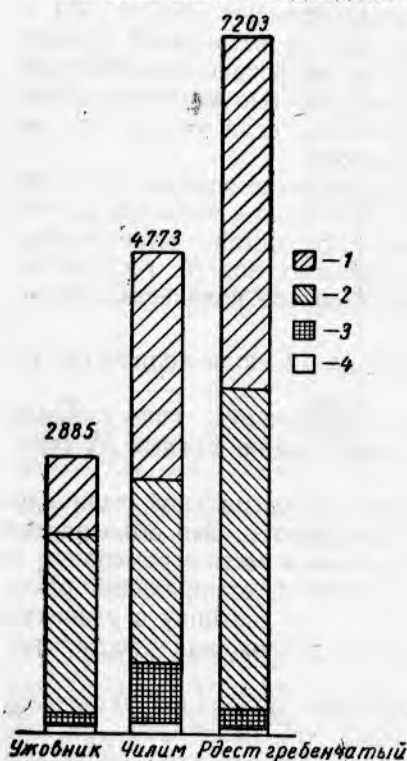


Рис. 4. Средняя биомасса зоопланктона в различных подводных растительных ассоциациях в $мг/м^3$.

1—Copepoda; 2—Cladocera; 3—Rotatoria; 4—прочие.

на первом месте стоит сусак, на втором — тростник, на третьем — ежеголовка и на четвертом — рогоз (см. рис. 2). Из ассоциаций подводноплавающей группы растений по величине биомассы первое место занимает ассоциация рдеста гребенчатого, второе — чилима, третье — ужовника кувшинковидного (см. рис. 4).

На основании изложенного можно говорить о подводноплавающей растительности как о биотопе, богатом планктонными организмами, и о надводной (в которую входит и жесткая растительность) как об очень бедном биотопе.

Из всех встречающихся ракообразных особый интерес представляют *B. longirostris* и *B. coregoni*. Эти виды босмин встречались в зарослях рогоза, тростника, сусака, чилима и рдеста гребенчатого. Основной особенностью этих рачков является то, что они встречаются в зарослях только до 12 июня. Позже они не были обнаружены в пробах планктона. Ранее выпадение босмин из состава зарослевого планктона объясняется, вероятно, тем, что они являются обитателями более глубоких открытых вод, где всегда существует температурная стратификация. Температура, при которой в зарослях были обнаружены босмины, во всех случаях не превы-

шала 21° . Температура воды в култуках и на банках в период наших наблюдений поднималась до 30° .

По сообщению Р. П. Егорочевой, в мелководном районе Северного Каспия с глубинами 1—2 м в июне были обнаружены всего две босмины,

правда, при высокой поверхностной температуре воды (23—24°). В глубоководном районе при той же поверхностной температуре они встречаются чаще. В августе при понижении температуры воды до 21—22° количество босмин в мелководной части Северного Каспия значительно увеличивается. Из изложенного следует, что для босмин температурный оптимум, повидимому, не превышает 21°.

Для сравнимости наших материалов с материалами 1949 г. мы собирали пробы по двум стандартным створам в районе открытого взморья. Сравнивая полученные данные с данными 1949 г., можно сказать, что планктон в 1951 г. мало чем отличался от установленного Воиновым в 1949 г. и Ивлевым в 1940 г. Небольшое увеличение количества зоопланктона в 1951 г. может быть объяснено большей по сравнению с 1949 г. зарастаемостью данных районов. По той же причине несколько изменился и качественный состав зоопланктона. Например, обращает внимание увеличение количества зарослевых форм ветвистоусых ракообразных.

При обследовании открытых култуков и взморья было выявлено кормовое значение этих рядом лежащих участков.

Большая часть молоди рыб, мигрирующей из реки, в первую очередь попадает в открытые култуки и здесь на некоторое время задерживается. Поэтому интересно было выяснить, как обстоят дела с кормами на миграционном пути молоди. Ответ дает относительное сравнение биомасс зоопланктона в различных участках цепи рыбхоз — река — открытый кулдук — взморье (первый разрез) — взморье (второй разрез). В табл. 4 приведены изменения кормовых условий на пути миграций молоди.

Таблица 4

Изменение биомассы зоопланктона (в $мг/м^3$) в различных участках дельты и авандельты Волги

Срок наблюдения	1949 г.		1951 г.		
	рыбхоз „Горелый“	река Кизань	Дмитричев кулдук	взморье (первый разрез)	взморье (второй разрез)
1—10/V	22,6	24,52	—	—	—
10—20/V	2670,40	146,17	6,88	115,98	221,50
20—30/V	339,80	—	16,13	110,67	57,50
30/V—10/VI	263,90	157,96	46,98	40,69	85,09
10—20/VI	329,50	81,02	135,75	—	—
20—30/VI	414,30	—	5077,66	113,36	17,65
30/VI—10/VII	1524,90	129,48	1349,07	160,39	60,41
10—20/VII	2034,80	—	4861,16	—	66,20
20—30/VII	6065,30	334,52	3953,60	127,55	—
30/VII—10/VIII	5229,00	—	4334,18	623,24	18,11

Из табл. 4 видно, что рыбхозы и открытые култуки являются наиболее кормными водоемами по богатству зоопланктоном. В первых молодь проходит начальный период развития, а во вторых — задерживается для откорма после речного этапа миграции. Молодь, покинувшая рыбхоз, в реке находит плохие кормовые условия. Переходя в култуки открытого типа, она попадает в благоприятные условия и задерживается здесь на некоторое время для откорма. На пути следования от култука к морю

молодь промысловых рыб попадает в район взморья, очень бедный зоопланктоном.

В июне на морском мелководье бывает очень мало зоопланктона, а в августе наблюдается в его развитии максимальная вспышка. Объясняется это тем, что в июне главный потребитель планктона—молодь сельдевых—резко снижает его численность. В августе молодь сельдевых отходит дальше в море, поэтому количество зоопланктона в мелководной зоне увеличивается. В море кормовые условия для молоди карповых, питающейся зоопланктоном, более благоприятны, чем на открытом взморье.

В рыбхозах наблюдаются две вспышки в развитии зоопланктона (табл. 4): первая—в мае, вторая, более сильная,—в июле—начале августа. В Дмитричевом култуке весенней вспышки не наблюдается. До середины июня биомасса зоопланктона в култуке низкая. С конца июня она резко увеличивается и держится примерно на одном уровне до августа, что объясняется целым рядом абиотических факторов. К концу июля значительно уменьшаются скорости течения, увеличивается густота зарослей и температура воды достигает 23—25°. Молодь подходит в култуки в тот период, когда в них наблюдается максимальное развитие зоопланктона, и, следовательно, находит здесь обильный корм.

РОЛЬ ЗООПЛАНКТОНА В ПИТАНИИ МОЛОДИ ЛЕЩА

Скатывающаяся из ильменей в реки молодь рыб, питающаяся планктоном, попадает в очень неблагоприятные кормовые условия. По мере продвижения молоди вниз по реке эти условия ухудшаются. Наиболее неблагоприятными для молоди рыб являются кормовые условия в нижней зоне авандельты.

И. К. Воноков считает, что молодь рыб проходит весь путь от полоя к морю в очень тяжелых кормовых условиях. Такой вывод был сделан им после того, как, изучив два крайних отрезка пути молоди, он не обратил внимание на промежуточный, каким являются култуки открытого типа и где молодь задерживается в большом количестве.

Вследствие того, что в 1951 г. изучения распределения молоди леща не проводилось, сборы материала по питанию леща были случайными. Как отмечалось выше, молодь леща из реки попадает в зону открытых култуков, где и распределяется для откорма. Здесь она находит достаточное количество зоопланктона. Состав пищи молоди леща в култуках приведен в табл. 5.

Таблица 5
Накормленность молоди леща в открытых култуках
(в индексах наполнения)

Планктеры	Водоемы	
	Дмитричев култук, 26/VI	Бакланенский култук, 17/VII
<i>Copepoda</i>		
<i>Cyclops</i>	10,01	9,19
<i>Harpacticoida</i>	0,11	12,64
Всего веслоногих	10,12	21,83
<i>Cladocera</i>		
<i>Eurycercus lamellatus</i>	34,90	—
<i>Acroperus harpae</i>	6,61	—
<i>Chydorus sphaericus</i>	0,93	—
<i>Pleuroxus striatus</i>	4,81	26,53

Продолжение

Планктеры	Водоемы	
	Дмитричев култук, 26/VI	Бакланенский култук, 17/VII
<i>Rhynchotalona rostrata</i>	2,18	47,76
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	1,27	—
<i>Bosmina longirostris</i>	1,12	—
<i>Alona quadrangula</i>	0,90	7,22
<i>Scapholeberis mucronata</i>	0,37	—
<i>Macrothrix</i>	0,28	—
<i>Daphnia longispina</i>	0,07	—
<i>Peracantha truncata</i>	—	0,60
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	—	9,11
Всего ветвистоусых	53,44	90,68
Rotatoria		
<i>Brachionus militaris</i>	0,57	—
<i>Diurella stylata</i>	1,16	—
<i>Mytilina mucronata</i>	0,82	—
Всего коловраток	2,55	—
Личинки хирономид	27,33	30,54
Прочие	42,54	60,19
Общий индекс наполнения		
	135,97	203,24
Средняя длина молоди (в мм)		
	23,5	36,3
Количество экземпляров		
	25	10

Содержимое кишечника молоди леща больше чем на 50% состоит из планктонных животных. Меньшее значение имеют личинки хирономид. Кроме планктонных организмов и личинок хирономид, в пище молоди встречаются другие насекомые, остатки растений и детрит. Все они вынесены в общую группу (прочие) для того, чтобы лучше показать роль зоопланктона в питании молоди.

Качественный состав пищи молоди леща можно сравнить с составом зоопланктона, приведенным в табл. 6. В Дмитричевом култуке 26 июня в районе облова молоди было большое количество зоопланктона. Такое массовое развитие зоопланктона не могло не сказаться на питании.

Как видно из табл. 5, значительную часть пищевого комка составляют циклопы, так как они являются основной частью биомассы зоопланктона (табл. 6). Необходимо указать на некоторое несоответствие в качественном составе пищи и планктона, которое объясняется хорошей подвижностью малька. Поэтому состав пищи у него гораздо разнообразнее, чем состав зоопланктона, взятого в одной точке.

Таблица 6

Биомасса зоопланктона (в мг/м³) в Дмитричевом
култуке 26 июня

Планктеры	Биомасса
Сорепода	
Cyclops	1860,00
Nauplius	13,85
Harpacticoida	4,60
Итого . . .	1878,45
Cladocera	
Scapholeberis mucronata	1060,00
Chydorus sphaericus	697,50
Acroperus harpae	190,00
Simoccephalus vetulus	1586,60
Graptoleberis testudinaria	17,33
Pleuroxus striatus	20,00
Peracantha truncata	38,00
Sida crystallina	1316,66
Moina rectirostris	11,33
Chydorus globosus	21,25
Итого	4958,67
Rotatoria	
Mytilina mucronata	146,66
Brachionus pala	0,43
Asplanchna priodonta	6,66
Monostyla bulla	0,33
Anuraea aculeata	0,66
Brachionus bakeri	0,43
Итого	154,51
Прочие	272,07
	Общая биомасса
	7263,70

Чем дальше к морю продвигаются мальки, тем меньше зоопланктона в их кишечниках. На Большой Обуховской косе (разрез первый), выходящей на взморье, с 9 июня по 3 августа зоопланктон по сравнению с зоопланктоном култука очень беден (табл. 7).

Таблица 7

Биомасса зоопланктона (в мг/м³) на первом разрезе

Планктеры	Дата взятия пробы					
	9/VI	27/VI	4/VII	14/VII	22/VII	3/VIII
Сорепода						
Cyclops	16,00	120,00	66,00	—	282,00	5,2
Nauplius I-II-III	—	12,60	0,27	—	12,42	0,34
Harpacticoida	—	—	—	—	—	0,98
Итого	16,00	132,60	66,27	—	294,42	6,44

Продолжение

Планктеры	Дата взятия пробы					
	9/VI	27/VI	4/VII	14/VII	22/VII	3/VIII
Cladocera						
<i>Bosmina coregoni</i>	8,76	—	—	—	—	—
<i>Chydorus sphaericus</i>	3,00	31,50	13,50	—	33,75	—
<i>Pleuroxus striatus</i>	—	6,00	—	—	—	—
<i>Moina rectirostris</i>	—	122,40	—	—	—	—
<i>Acroperus harpae</i>	—	—	3,00	—	—	—
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	—	—	3,60	—	—	—
<i>Rhynchotalona rostrata</i>	—	—	—	—	—	0,40
<i>A. quadrangularis</i>	—	—	8,40	—	—	—
Итого	11,76	159,90	38,50	—	33,75	0,40
Rotatoria						
<i>Cathypna luna</i>	0,10	1,95	—	—	0,37	1,53
<i>Anuraea aculeata</i>	0,16	—	—	—	—	—
<i>Diurella stylata</i>	0,32	—	—	—	—	—
<i>Conochilus volvox</i>	5,12	—	—	—	—	—
<i>Mytilina mucronata</i>	—	56,10	23,10*	—	34,65	38,17
<i>Monostyla bulla</i>	—	—	0,60	—	—	0,30
<i>Brachionus bakeri</i>	—	—	—	—	0,19	—
Итого	5,70	58,05	23,70	—	35,21	40,00
Прочие	—	0,91	—	0,15	—	—
Общая биомасса						
	33,46	351,46	128,47	0,15	363,38	46,84

Пища молоди леща в те же сроки характеризуется малым количеством планктонных организмов, что резко отличает питание молоди из этого района от питания молоди, пойманной в култуках. В районе первого разреза мальки потребляют большое количество детрита и растительности, что вызвано недостатком здесь кормовых организмов (табл. 8).

Таблица 8

Накормленность молоди леща на первом разрезе (в индексах наполнения)

Планктеры	Дата взятия пробы					
	11/VI	27/VI	4/VII	14/VII	22/VII	3/VIII
Copepoda						
<i>Cyclops</i>	3,39	0,96	0,95	7,61	5,97	17,83
<i>Nauplius I-II-III</i>	—	—	5,81	—	0,21	—
<i>Harpacticoida</i>	—	—	—	0,15	0,16	—
Итого	3,39	0,96	6,76	7,76	6,34	17,83

Планктеры	Дата взятия пробы					
	11/VI	27/VI	4/VII	14/VII	22/VII	3/VIII
Cladocera						
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	0,39	—	—	—	—	—
<i>Macrothrix</i>	2,03	—	—	—	—	—
<i>Chydorus sphaericus</i>	1,23	—	4,02	—	0,62	0,64
<i>Eurycercus lamellatus</i>	0,05	—	—	—	—	—
<i>Acroperus harpae</i>	1,39	—	0,25	—	—	9,36
<i>Pleuroxus striatus</i>	2,54	—	—	—	—	—
<i>Alona quadrangularis</i>	0,07	—	7,77	—	0,68	0,32
<i>Bosmina longirostris</i>	0,27	—	—	—	—	—
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	—	—	—	—	—	7,95
<i>Monospilus dispar</i>	—	—	—	1,75	0,16	0,73
Итого . . .	7,97	—	12,04	1,75	1,46	19,00
Rotatoria						
<i>Distyla stylata</i>	—	—	2,35	0,23	—	—
<i>Cathypna luna</i>	—	—	—	—	—	1,31
<i>Monostyla bulla</i>	—	—	—	—	—	1,56
Итого . . .	—	—	2,35	0,23	—	2,87
Личинки хирономид	74,52	0,42	57,57	32,39	71,09	139,97
Прочие	7,77	185,60	241,65	207,68	155,27	34,31
Общий индекс						
	93,65	186,98	320,37	249,81	234,14	213,98
Количество исследованной молодежи леща						
	14	15	10	13	10	10
Средняя длина молодежи (в мм)						
	16,50	21,26	21,80	25,00	28,10	31,60

На основании полученных данных можно сказать, что верхние участки взморья (первый разрез) должны быть отнесены к малокормному району авандельты.

Еще меньшее значение в пище молодежи леща имеет зоопланктон в районе о. Дальний Галкин (второй разрез), т. е. в нижней зоне авандельты. Мигрирующие через этот район мальки не находят здесь достаточного количества зоопланктона. Основной частью пищи молодежи леща являются, как и на первом разрезе, детрит и растительность, а также хирономиды (табл. 9). Уменьшение питания мальков планктоном по мере продвижения их из култуков к открытому взморью безусловно зависит от количественного распределения зоопланктона в этих зонах авандельты. Биомасса зоопланктона здесь мала, поэтому молодежь потребляет любой встречающийся на ее пути корм (табл. 10).

Связь питания молоди леща с количественным распределением зоопланктона приведена на рис. 5.

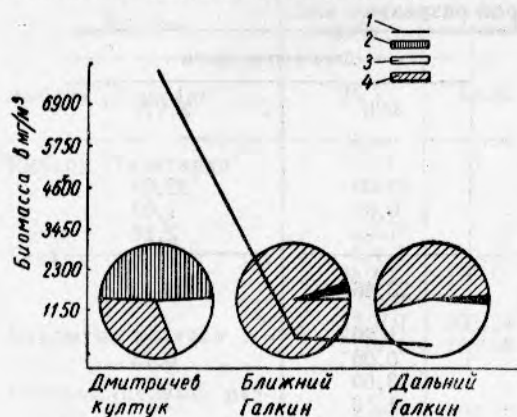


Рис. 5. Зависимость питания молоди леща от количественного распределения зоопланктона:

1 — биомасса зоопланктона в $\text{мг}/\text{м}^3$; 2 — количество зоопланктона в %; 3 — количество личинок хирономид в %; 4 — количество детрита и растительности в %.

Таблица 9

Накормленность молоди леща на втором разрезе
(в индексах наполнения кишечника)

Планктеры	Дата взятия пробы	
	5/VII	20/VII
Copepoda		
Cyclops	—	7,26
Nauplius	—	12,96
Harpacticoida	0,95	—
Всего веслоногих	0,95	20,22
Cladocera		
Graptoleberis testudinaria	—	3,46
Всего ветвистоусых . . .	—	3,46
Rotatoria		
Mytilina mucronata	—	5,45
Cathypna luna	—	0,18
Monostyla bulla	—	0,19
Всего коловраток	—	6,82
Личинки хирономид	92,16	86,113
Прочие	104,93	79,13
Общий индекс		
	198,04	196,36
Количество исследованных экземпляров		
	10	10
Средняя длина молоди (в мм)		
	24,2	28,6

Таблица 10

**Биомасса зоопланктона (в мг/м³) в районе о. Дальний Галкин
(второй разрез)**

Планктеры	Дата взятия пробы	
	5/VII	20/VII
Cyclops	22,60	22,00
Nauplius I-II-III	0,86	1,03
Harpacticoida	—	2,10
Итого . . .	23,46	23,13
Chydorus sphaericus	1,20	—
Macrothrix	0,06	0,75
Scapholeberis mucronata	3,60	—
Acroperus harpae	1,50	—
Alona quadrangularis	0,40	—
Итого . . .	6,40	0,75
Rotatoria		
Cathypna luna	0,30	0,37
Mytilina mucronata	7,15	6,81
Asplanchna priodonta	1,00	7,50
Brachionis militaris	—	0,15
Итого . . .	8,45	14,83
Прочие	21,97	28,11

Высокая биомасса зоопланктона в Дмитричевом култуке находит свое отражение в питании молоди леща. Планктонные организмы составляют почти 50% всего пищевого комка. На разрезах первом и втором выявлена такая же зависимость — низкая биомасса зоопланктона обуславливает малое потребление его молодь леща.

В 1951 г. мы имели возможность проследить изменение степени накормленности молоди леща во время ее миграции из ильменей и рыбхозов к морю. М. П. Богоявленской было установлено, что в конце июня в рыбхозах «Бирючок» и «Танатарка» индексы наполнения кишечника молоди леща очень низки (табл. 11).

В рыбхозе «Бирючок» пробы брали в 1950 г., в остальных водоемах — в 1951 г.

Мигрирующая по реке молодь леща отличается еще более низкими индексами наполнения. Молодь леща, рассредоточившаяся в открытых култуках, напротив, имеет высокие индексы наполнения, причем накормленность последней на 40—50% обеспечена зоопланктоном, которого в култуках с конца июня до августа не меньше, чем в рыбхозах.

Дальше молодь леща проходит район взморья, отличающийся очень бедным качественным и количественным составом зоопланктона. На первом разрезе общие индексы продолжают оставаться высокими, но они обусловлены не зоопланктоном, а детритом, растительностью и личинками хирономид (см. рис. 5). В районе открытого взморья (второй разрез) степень накормленности молоди леща высокая, но за счет личинок хирономид, растительности и детрита. Это вполне понятно, так как район взморья (первый-второй разрезы) очень беден зоопланктоном. Поэтому молодь леща использует любой корм, попадающийся ей на пути.

Таблица 11

Степень накормленности молоди леща в миграционный период

Водоемы	Дата взятия пробы	Индекс наполнения	Зоопланктон в %	Прочие в %	Средняя длина молоди в мм	Количество экземпляров
Рыбхоз „Бирючок“ . .	24/VI	43,00	89,80	10,20	28,35	18
Рыбхоз „Танатарка“ . .	21/VI	0,85	94,79	5,21	25,60	10
	23/VI	0	0	0	0	0
	24/VI	2,01	100	0	24,83	12
Река	5/VII	0,99	68,33	31,67	28,26	25
	6/VII	0,82	9,88	8,12	31,94	25
	26/VI	135,97	41,26	58,74	23,5	25
Открытые култуки . .	17/VII	203,24	55,30	44,70	36,30	10
	27/VII	186,98	0,43	99,57	21,26	15
Взморье (первый разрез)	4/VII	320,37	6,55	93,45	21,80	10
Взморье (второй разрез)	5/VII	198,04	0,46	99,54	24,20	10

На основании имеющегося в нашем распоряжении материала мы можем констатировать большое кормовое значение култуков открытого типа вследствие богатства их зоопланктоном.

В этих култуках останавливается не только мигрирующая молодь промысловых рыб, но и сорные рыбы: густера, красноперка и укля. Все эти рыбы потребляют зоопланктон, что видно из работы Т. К. Небольсиной [12], причем молодь этих рыб концентрируется в култуках в период самого максимального развития здесь зоопланктона.

ВЫВОДЫ

1. Количественный и качественный состав зоопланктона весьма различен в зарослях и на свободных от растительности участках (окнах). В надводной (жесткой) растительности зоопланктон очень беден, в подводной — очень богат.

2. По видовому составу зоопланктона самой богатой растительной ассоциацией является чилим, по биомассе зоопланктона — рдест гребенчатый.

3. На основании полученных нами данных по развитию зоопланктона можно рекомендовать уничтожение жесткой растительности (рогоза, ежеголовки, тростника) и заселение водоемов мягкой подводной растительностью.

В култуках открытого типа богатое развитие планктона обеспечивает интенсивное питание молоди рыб и является причиной ее задержки в этом районе.

5. Питание молоди леща зависит от количественного распределения зоопланктона в различных участках авандельты Волги.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон нерестово-выростных хозяйств «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
2. Воноков И. К., Бентос авандельты Кировского банка (напечатано в этом сборнике).
3. Грезе В. Н., Придонный планктон, его роль в питании рыб и методика учета, «Зоологический журнал», т. XXX, вып. 1, 1951.
4. Жадин В. И., Жизнь пресных вод СССР, тт. I—II, 1940 и 1949.

5. Зенкевич Л. А. и Броцкая В. Н., Материалы по питанию рыб Баренцева моря, Доклады 1-й сессии ГОИН, 1931.
6. Ивлев В. С., Материалы и характеристика водоемов Астраханского заповедника, «Труды Астраханского госзаповедника», вып. 3, 1940.
7. Исакова-Кео М. М., Зональный метод выращивания живых кормов и его значение для прудовых хозяйств и рыбоводных заводов, «Вестник ЛГУ», № 8, 1950.
8. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
9. Киселев И. А., Изучение планктона водоемов, «Известия АН СССР», 1950.
10. Лetichevский М. А., Опыт выращивания молоди воблы в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
11. Липин А. Н., Пресные воды и их жизнь, 1950.
12. Небольсина Т. К., Материалы по питанию молоди карповых в Волжской авандельте, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XII, 1952.
13. Рылов В. М., Свободноживущие веслоногие ракообразные (Euscorperoda), 1922.
14. Скориков А. С., К планктону нижнего течения реки Волги в связи с вопросом о патомопланктоне, «Труды Астраханской ихтиологической лаборатории», т. III, вып. 5, 1914.
15. Танасийчук В. С., Миграция мальков воблы и леща через култучную зону и авандельту Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XI, 1951.
16. Чугунов Н. Л., Изучение питания молоди рыб в Каспийско-Волжском районе, «Труды Астраханской ихтиологической лаборатории», т. III, вып. 6, 1918.

БЕНТОС АВАНДЕЛЬТЫ КИРОВСКОГО БАНКА

И. К. ВОНОКОВ

ВВЕДЕНИЕ

Авандельта Волги — малоизученное обширное мелководное пространство; оно является местом нагула молоди ценных промысловых рыб. Имеющиеся в литературе сведения о кормовом значении авандельты для молоди рыб [4, 5, 6] недостаточны или не подтверждены цифровыми данными.

Ввиду большого рыбохозяйственного значения авандельты ВНИРО совместно с Каспийским филиалом в течение ряда лет ведет планомерное ее изучение.

Наблюдения за динамикой биомассы, а также за составом бентоса и планктона проводились нами в 1949 и 1951 гг. на одном из рукавов Кировского банка в районе, прилегающем к низовьям Архиерейского и Обуховского банков и включающем выходные участки рек, Каменскую бороздину, морские острова (Ближний и Дальний Галкин) и Большую Обуховскую косу, а также Каменский култук.

В настоящей работе мы используем в основном материалы 1951 г. и частично для сравнения приводим данные за 1949 г.

Материал собирали два раза в месяц с середины мая до начала августа на постоянных станциях по двум разрезам: 1) от о. Ближний Галкин до южной оконечности Большой Обуховской косы (семь станций) и 2) от о. Дальний Галкин по направлению к Очиркину осередку до Каменской бороздины (четыре станции) и в Каменском култуке (четыре станции) (см. рисунок). На каждой станции брали по одной пробе с помощью трубы с площадью поперечного сечения $1/50 \text{ м}^2$. За период наблюдений на первом разрезе собрано 48 проб, на втором — 27 и в Каменском култуке — 26.

Организмы бентоса в большинстве случаев определяли до вида и взвешивали с последующим пересчетом биомассы на 1 м^2 . При подсчете биомассы моллюсков учитывали только такие экземпляры, длина которых не превышала 10 мм и которые безусловно могли быть пищей для рыб.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованный нами район авандельты характеризуется малыми глубинами.

Грунт Каменского култука отличался от грунта других исследованных нами районов большим количеством растительных остатков. Станция первая и седьмая первого разреза и станция первая второго разреза по характеру грунтов близки к култуку. На первом и втором разрезах на станции четвертой грунт твердый, глинистый, покрыт тонким слоем ила и песка. На остальных станциях грунт состоит из песка и ила с примесью ракуши.

морю, а также сусака и рдестов. В 1951 г. сильнее заросла рдестами станция четвертая второго разреза. На станциях первой и второй значительное развитие растительности наблюдалось в июне и начале июля, а в конце июля и начале августа большая часть ее отмерла и была вынесена течением.

Заращение авандельты наложило отпечаток на состав бентоса и на ход изменения его биомассы в течение весенне-летнего периода.

ДИНАМИКА БЕНТОСА АВАНДЕЛЬТЫ

В авандельте, в районе Кировского банка, где мы проводили наблюдения, в 1951 г. в составе бентоса произошли значительные качественные изменения. Так, если в 1949 г. преобладающей группой здесь были олигохеты, то в 1951 г. их место заняли моллюски¹.

В култочной зоне авандельты (Каменский култук), наиболее сильно заросшей растительностью, биомасса бентоса была самой низкой. Она составляла в среднем за весь период наблюдений $7,07 \text{ г/м}^2$ и держалась все время на одном уровне, кроме второй половины мая, когда уменьшилась до $3,8 \text{ г/м}^2$. В период наблюдений в составе бентоса происходили значительные количественные изменения. Основными группами бентоса здесь были личинки хирономид и других насекомых, составлявшие по весу от 39,9 до 75,6%. Обычно преобладали или личинки хирономид, или личинки других насекомых, суммарная же биомасса обеих групп все время оставалась на одном уровне. Такое чередование доминирования этих групп организмов и постоянство их суммарной биомассы, повидимому, можно объяснить двумя причинами: 1) несовпадением жизненных циклов и 2) ограничивающим воздействием внешней среды.

Следующей по значению группой организмов бентоса в култуке были олигохеты, составлявшие в некоторые периоды от 15,3 до 43,6% всей биомассы. Пиявки хотя и имели большой удельный вес в составе бентоса, но были встречены всего два раза. Ракообразные встречались более часто, но в небольшом количестве, и только во второй половине июня их биомасса составила 29,4% (табл. 1).

Наиболее сильное развитие бентоса наблюдалось в зоне, следующей за култуком и слабее заросшей (станции первого разреза). Здесь биомасса бентоса в среднем составляла $24,2 \text{ г/м}^2$, т. е. была почти такой же, как и в 1949 г.

Однако вследствие различия в качественном составе бентоса (в 1951 г. преобладали моллюски) ход изменения биомассы в 1949 и 1951 гг. с апреля по август был различен (табл. 2).

В 1949 г. динамика бентоса определялась изменениями биомассы олигохет, составлявшей 56,8% общей биомассы и уменьшавшейся от апреля к августу. В 1951 г. наблюдалось увеличение общей биомассы от мая к августу в связи с динамикой руководящей группы бентоса в этом году — моллюсков. В 1951 г. биомасса олигохет колебалась незначительно. Удельный вес этой группы в общем бентосе изменялся в связи с колебанием биомассы моллюсков. В мае, когда моллюсков было мало, олигохеты составляли 51—65% всего бентоса; в начале июля, когда биомасса моллюсков увеличилась, олигохеты составляли всего лишь 14,9%.

Наибольшее развитие олигохет наблюдалось на станциях второй, третьей и пятой, наименьшее — на станциях четвертой и первой. В 1951 г. коконы олигохет встречались до первой половины июня (10 июня), в 1949 г. последний раз они были обнаружены во второй половине мая (24 мая). Кокконы олигохет совершенно не встречались на станциях первой и седьмой, сильно заросших и с большим количеством растительных

¹ Исключение составляла култочная зона, где моллюски почти отсутствовали.

Биомасса бентоса в Каменском култуке в 1951 г.

Таблица 1

Дата взятия пробы Организмы	11/V		20/V		6/VI		22/VI		6/VII		19/VII		2/VIII		Средняя за весь период	
	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %
Корофииды	—	—	0,117	2,9	0,262	3,4	0,100	1,3	—	—	0,187	2,3	—	—	0,105	1,5
Гаммариды	—	—	—	—	0,063	0,8	2,150	28,1	—	—	—	—	—	—	0,371	5,2
Всего ракообразных	—	—	0,117	2,9	0,325	4,2	2,250	29,4	—	—	0,187	2,3	0,213	3,4	0,476	6,7
Хирономиды	4,285	50,5	0,205	5,20	0,506	6,5	3,050	39,9	5,688	72,4	4,075	49,3	0,325	5,2	2,460	34,8
Личинки других насекомых	0,775	9,1	1,872	47,1	3,138	40,3	—	—	—	—	0,125	1,5	4,362	70,4	1,521	21,5
Олигохеты	3,425	40,4	1,732	43,6	1,825	23,4	2,350	30,7	2,162	27,6	1,262	15,3	1,300	21,0	1,899	26,9
Пиявки	—	—	—	—	1,563	20,1	—	—	—	—	2,613	31,6	—	—	0,642	9,1
Всего червей	3,425	40,4	1,732	43,6	3,388	43,5	2,350	30,7	2,162	27,6	3,875	46,9	1,300	21,0	2,541	36,0
Pisidium sp.	—	—	0,050	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,008	0,1
Limnaea ovata	—	—	—	—	0,45	5,50	—	—	—	—	—	—	—	—	0,065	0,9
Всего моллюсков	—	—	0,050	1,2	0,425	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,073	1,0
Общая биомасса	8,485	100	3,976	100	7,782	100	7,650	100	7,850	100	8,262	100	6,200	100	7,071	100

Таблица 2

Общая биомасса бентоса (в $г/м^2$) на станциях первого разреза в первой и второй половине месяца

Годы	Апрель	Май		Июнь		Июль		Август		Средняя за весь период
	вторая половина	первая половина	вторая половина	первая половина	вторая половина	первая половина	вторая половина	первая половина	вторая половина	
1949	39,483	33,393	34,066	21,155	27,113	23,802	13,701	—	10,694	25,917
1951	—	13,954	12,458	18,664	32,871	21,013	40,292	30,992	—	24,182

остатков в грунте. Встречаемость коконов олигохет с апреля по май 1949 г. и по июнь в 1951 г. и отсутствие их в остальное время указывает на то, что размножение олигохет, обитающих в авандельте, происходит только в конце весны и начале лета.

Средняя биомасса полихет в 1951 г. была в три раза меньше, чем в 1949 г.; в ее динамике не было таких резких колебаний, какие наблюдались в 1949 г. На сильно заросших станциях первой, шестой и седьмой полихеты в бентосе отсутствовали.

Биомасса хирономид в 1951 г. увеличивалась от мая к августу (табл. 3), но в среднем за весь период наблюдений была ниже, чем в 1949 г. Биомасса личинок других насекомых не превышала $0,764 г/м^2$ (10 июня). Личинки хирономид и других насекомых наибольшего развития достигли на станциях с сильным зарастанием.

Биомасса ракообразных обуславливалась главным образом численностью гаммарид, встречавшихся на всех станциях первого разреза. Наибольшая биомасса ракообразных ($5,350 г/м^2$) была в конце лета (21 июля), наименьшая ($0,3262 г/м^2$) — весной (23 мая). Корофиид по сравнению с гаммаридами было в два раза меньше. Они совершенно отсутствовали на сильно заросших станциях (первой, шестой и седьмой).

В 1951 г. наблюдалось интенсивное зарастание авандельты, в результате чего создались, повидимому, благоприятные условия для развития брюхоногих моллюсков. Общая биомасса моллюсков начинает увеличиваться с половины мая, достигает максимума ($21,964 г/м^2$, или 66,8% всего бентоса) во второй половине июня (23 июня), а затем постепенно уменьшается и в начале августа составляет $13,625 г/м^2$, или 43,9% (табл. 3).

Средняя биомасса моллюсков за весь период наблюдений составляла $12,098 г/м^2$, или 50%. *Pisidium* и *Sphaerium* в бентосе начинают встречаться со второй половины мая, а в первой половине июня достигают максимального развития ($1,147 г/м^2$, или 6,1%); в дальнейшем их биомасса постепенно снижается. *Pisidium* отсутствовали на станциях первой, шестой и седьмой, *Sphaerium* — на станциях первой, второй и третьей; наибольшая их биомасса была на станции четвертой, наименьшая — на станции пятой. *Theodoxus* в бентосе начинают встречаться в начале июня. В конце июня их биомасса достигает максимума ($5,186 г/м^2$), но уже в начале июля уменьшается до $0,421 г/м^2$, а к началу августа (4 августа) — до $0,033 г/м^2$.

Theodoxus отсутствовал на станциях первой, шестой, седьмой, сильно заросших, и на станции четвертой с быстрым течением и твердым глинистым грунтом.

У *Bithynia* наблюдается два максимума развития: первый во второй половине июня, второй в начале августа. Она отсутствовала в бентосе на станции седьмой, по характеру и степени зарастания близкой к култуку, а также в местах с быстрым течением на станции четвертой.

Биомасса бентоса на станциях первого разреза (о. Ближний Гадкин—Большая Обуховская коса) в 1931 г. Таблица 3

Дата взятия пробы Организмы бентоса	15/V		23/V		10/VI		23/VI		7/VII		21/VII		4/VIII		Средняя за весь период	
	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %
Корофииды	0,263	1,9	0,023	0,20	0,907	4,9	0,421	1,3	0,164	0,8	2,507	6,2	1,200	3,8	0,775	3,2
Гаммариды	0,486	3,5	0,196	1,6	0,900	4,8	2,922	8,0	0,657	3,1	2,821	7,0	1,042	3,4	1,294	5,3
Кумацеи	—	—	0,107	0,8	0,122	0,6	0,057	0,2	0,115	0,5	0,022	0,1	0,008	0,1	0,063	0,3
Всего ракообразных	0,748	5,4	0,326	2,6	1,929	10,3	3,400	10,4	0,936	4,4	5,350	13,3	2,250	7,3	2,132	8,8
Хирономиды	0,136	1,0	0,736	5,9	0,807	4,3	0,693	2,1	1,179	5,6	0,193	0,5	2,217	7,2	0,823	3,4
Личинки других насекомых	0,591	2,2	0,114	0,9	0,764	4,1	—	—	0,086	0,4	0,821	2,0	0,525	1,7	0,412	1,7
Олигохеты	7,076	50,7	8,060	64,7	5,714	30,6	6,721	20,4	7,707	36,7	6,029	14,9	8,417	27,1	7,076	29,3
Коконь олигохет	0,048	0,3	0,263	2,1	0,050	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,053	0,2
Полихеты	1,719	12,3	0,723	5,8	1,443	7,7	0,093	0,3	1,100	5,2	1,586	3,9	1,858	6,0	1,204	5,0
Пиявки	0,650	4,7	—	—	—	—	—	—	0,064	0,3	0,121	0,4	2,100	6,8	0,384	1,6
Всего червей	9,493	68,0	9,046	72,6	7,207	38,6	6,814	20,7	8,871	42,2	7,736	19,2	12,375	39,9	8,717	36,1
Pisidium sp.	—	—	0,061	0,5	0,457	2,4	0,043	0,1	0,721	3,4	0,293	0,7	0,617	2,0	0,307	1,2
Sphaerium sp.	—	—	0,021	0,2	0,700	3,7	0,779	2,4	0,071	0,3	0,014	—	—	—	0,231	1,0
Valvata sp.	2,986	21,4	1,583	12,7	2,671	14,3	2,264	6,9	2,357	11,2	8,071	20,0	8,075	26,0	3,916	16,2
Theodoxus sp.	—	—	—	—	2,250	12,1	5,186	15,8	0,421	2,0	0,071	0,2	0,033	0,1	1,160	4,8
Bithynia sp.	—	—	0,571	4,6	0,993	5,3	2,750	8,4	0,050	0,3	1,486	3,7	3,817	12,3	1,330	5,5
V. viviparus	—	—	—	—	0,886	4,8	9,079	27,6	4,400	20,09	15,464	38,4	—	—	4,300	18,0
Lim. ovata	—	—	—	—	—	—	1,864	5,6	1,921	9,2	0,793	2,0	1,083	3,5	0,803	3,3
Всего моллюсков	2,986	21,4	2,237	18,0	7,957	42,6	21,964	66,8	9,941	47,3	20,193	65,0	13,625	43,9	12,098	50,0
Общая биомасса	13,954	100	12,458	100	18,664	100	32,871	100	21,013	100	40,292	100	30,992	100	24,182	100

V. viviparus начинает встречаться в бентосе в первой половине июня и достигает максимального развития во второй половине июня и во второй половине июля. В начале августа его в пробах нет. Наибольшая биомасса *V. viviparus* была на станции четвертой с сильным течением и свободной от зарослей и на станции пятой со слабым развитием растительности, наименьшая биомасса его наблюдалась на сильно заросшей станции первой. Позднее всех начала встречаться *Lim. ovata* (23 июня), появившаяся сразу в большом количестве; к концу наблюдений ее биомасса уменьшилась почти в два раза (табл. 3). Встречалась *Lim. ovata* только на сильно заросших станциях (первой, второй, шестой и седьмой).

Заращение авандельты, по-видимому, особенно благоприятно повлияло на развитие *Valvata*, встречавшейся в больших количествах в течение всего периода наблюдений на всех станциях, имеющих большое количество растительности. На станции четвертой, где было более сильное течение и отсутствовала растительность, *Valvata* не было; мало было ее и на незначительно заросшей станции пятой.

Биомасса *Valvata* с половины мая и до первой половины июля колебалась мало, во второй половине июля и в начале августа она резко увеличилась (до 8,075 г/м², что составило 26% к весу всего бентоса). Сильное развитие *Valvata* наблюдалось на станциях у острова Ближний Галкин и у Большой Обуховской косы (табл. 4).

Особенно резко биомасса *Valvata* увеличилась на станциях первой, шестой и седьмой во второй половине июля и в начале августа. Стабильность биомассы *Valvata* в первой половине лета и резкое ее увеличение в конце легко объяснить, если проанализировать из-

Таблица 4

Биомасса *Valvata* на станциях первого разреза (о. Ближний Галкин—Большая Обуховская коса) в 1951 г.

Биомасса Valva на станциях первого разреза (0. Ближний Галкин — Большая Оруховская)		Станции		Первая		Вторая		Третья		Четвертая		Пятая		Шестая		Седьмая		Средняя био-масса за весь период		Средний вес в г	
				в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²		
Дата взятия пробы																					
15/V		2,300	50	1,750	50	16,000	650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	850	50	2,986	114	26,2
23/V		0	0	0	0	3,210	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,750	50	1,583	64	24,6
10/VI		0	0	1,500	50	2,000	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,700	50	2,671	86	31,06
23/VI		3,250	650	0,550	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,750	200	2,264	164	13,8
7/VII		4,650	1150	2,000	200	7,350	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,800	50	2,357	257	9,2
21/VII		12,100	1950	0	0	3,600	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,100	2350	8,071	771	10,5
4/VIII		23,250	2750	3,200	200	1,200	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	900	8,075	650	12,4
Биомасса средняя по станциям																					
		6,507	936	1,286	79	4,766	214	0	0	0,214	7	9,146	564	5,750	250	3,916	294	13,3			

менение плотности населения и среднего веса *Valvata* (см. табл. 4). С 15 мая по 10 июня как биомасса, так и количество и средний вес *Valvata* находились примерно на одном уровне, но уже к 23 июня количество особей увеличивается в два раза, средний вес уменьшается также в два раза. К 7 июля количество особей увеличивается в три раза, средний вес уменьшается в три раза, а биомасса в это время остается на одном уровне. К 21 июля количество и биомасса *Valvata* продолжают увеличиваться, намечается также увеличение среднего веса. В начале августа биомасса *Valvata* остается такой же, как и во второй половине июля, количество их начинает уменьшаться, а средний вес увеличивается.

Увеличение количества *Valvata* 23 июня мы объясняем началом переселения ее молоди с растений на грунт; во второй половине июля переселение становится массовым; кроме того, к этому времени заметно подрастает переселившаяся молодежь, что и вызывает резкое увеличение биомассы. В начале августа биомасса остается постоянной, переселения с растительности уже не наблюдается, моллюски продолжают расти.

Второй разрез станций, прошедший от о. Дальний Галкин на Каменскую бороздину, прилегает к мелководной части моря. Заращение здесь было наиболее слабым. По общей биомассе этот район авандельты занимал промежуточное положение между станциями первого разреза и Каменским култуком.

На станциях второго разреза, как и на станциях первого разреза, в динамике биомассы бентоса наблюдались значительные колебания (табл. 5). Средняя биомасса бентоса за весь период наблюдений в 1951 г. была несколько ниже, чем в 1949 г., причем наибольшая биомасса была на станции третьей, наименьшая — на станции второй.

Т а б л и ц а 5

Средние показатели биомассы бентоса (в $г/м^2$) на станциях второго разреза в первой и второй половине месяца

Годы	Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Средняя за весь период
	вторая половина	первая половина	первая половина	вторая половина	первая половина	вторая половина	первая половина	вторая половина	первая половина	вторая половина	
1949	38,130	35,006	15,287	10,310	9,294	18,611	8,592	—	18,289	—	17,837
1951	—	8,685	11,397	7,774	19,250	16,062	20,312	17,375	—	—	14,620

Если в 1949 г. на створе второго разреза, как и на первом разрезе, общая биомасса от апреля к августу понижалась, то в 1951 г. она заметно повышалась.

В 1949 г. динамика биомассы бентоса на станциях второго разреза, как и на станциях первого разреза, зависела главным образом от изменения биомассы олигохет, в среднем составлявшей 42,5% от общей биомассы. Большое значение имели здесь ракообразные.

В 1951 г. в бентосе преобладали моллюски, которые обусловили характер динамики бентоса. Наиболее высокая биомасса олигохет наблюдалась в мае, в дальнейшем она снизилась вдвое и держалась на одном уровне. Средняя биомасса олигохет составляла $2,661 г/м^2$, или 18,2% общей биомассы (табл. 6). Наибольшая биомасса олигохет в 1951 г. наблюдалась на станции третьей, близкой по характеру зарастания и глубине к станции третьей первого разреза. Полихеты существенного значения в бентосе не имели. Встречались они только на станции третьей и четвертой и то в небольшом количестве.

Таблица 6

Биомасса бентоса на станциях второго разреза (о. Дальний Галкин—Каменная бороздина) в 1951 г.

Дата взятия пробы Организмы бентоса	13/V		21/V		7/VI		21/VI		5/VII		20/VII		3/VIII		Средняя биомасса за весь период	
	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %	в г/м²	в %
Корофииды	0,953	11,0	0,927	8,1	2,162	27,8	5,200	27,0	1,925	12,0	4,612	20,7	1,250	7,2	2,488	17,0
Гаммариды	0,350	4,0	1,170	10,3	0,350	4,5	1,300	6,7	0,262	1,6	1,713	8,4	0,300	1,7	0,794	5,4
Кумацеи	—	—	0,088	0,8	0,050	0,6	0,050	0,3	—	—	—	—	—	—	0,027	0,2
Всего ракообразных	1,303	15,0	2,185	19,2	2,562	32,9	6,550	34,0	2,187	13,6	6,325	31,1	1,550	8,9	3,309	22,6
Хирономиды	0,065	0,8	0,992	8,70	0,375	4,8	0,688	3,6	1,412	8,8	5,087	25,0	3,333	22,0	1,843	12,6
Личинки других насекомых	0,217	2,5	0,008	0,1	0,525	6,8	—	—	0,250	1,6	0,038	0,2	0,787	4,5	0,262	1,8
Олигохеты	5,067	58,3	4,875	42,8	1,750	22,5	1,788	9,3	2,988	18,6	1,037	5,1	1,725	9,9	2,661	18,2
Кокконы олигохет	0,143	1,7	0,162	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,040	0,3
Полухеты	0,020	0,2	—	—	0,037	0,5	0,512	1,6	0,162	1,0	0,263	1,3	0,400	2,3	0,206	1,4
Пиявки	—	—	—	—	—	—	—	—	0,288	1,8	—	—	—	—	0,042	0,3
Всего червей	5,230	60,2	5,037	44,2	1,787	23,0	2,300	11,9	3,438	21,4	1,300	6,4	2,125	12,2	2,949	20,2
Pisidium	0,137	1,6	1,338	11,7	—	—	1,362	7,1	0,025	0,2	—	—	2,975	17,1	0,860	5,9
Sphaerium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,925	4,5	—	—	0,137	0,9
Valvata	1,733	19,9	1,837	16,1	2,338	30,1	0,588	3,1	1,125	7,00	0,512	2,5	3,025	17,4	1,589	10,9
Theodoxus	—	—	—	—	0,187	2,4	1,812	9,4	—	—	1,662	8,2	1,300	7,5	0,735	5,0
V. viviparus	—	—	—	—	—	—	4,425	23,0	3,000	18,6	3,788	18,7	—	—	1,661	11,4
Lim. ovata	—	—	—	—	—	—	1,525	7,9	4,625	22,8	0,675	3,3	1,775	10,2	1,274	8,7
Всего моллюсков	1,870	21,5	3,175	27,8	2,525	32,5	9,712	50,5	8,775	54,6	7,562	37,2	9,075	52,2	6,256	42,8
Общая биомасса	8,685	100	11,397	100	7,774	100	19,250	100	16,062	100	20,312	100	17,375	100	14,620	100

Биомасса личинок хирономид в 1951 г. в среднем за весь период наблюдений была в три с лишним раза больше, чем в 1949 г., и в два раза больше, чем на станциях первого разреза в 1951 г. Наибольшая биомасса хирономид наблюдалась во второй половине июля и начале августа. Максимальная биомасса личинок хирономид отмечена на станции первой у о. Дальний Галкин. По мере удаления от берега биомасса резко уменьшалась.

Личинки других насекомых существенного значения в бентосе не имели.

Из ракообразных преобладающее значение на станциях второго разреза имели не гаммариды, как на первом разрезе, а корофииды. Наибольшая биомасса ракообразных наблюдалась 21 июня ($6,550 \text{ г/м}^2$) и 20 июля ($6,325 \text{ г/м}^2$). Наибольшее значение ракообразные имели на станции третьей, причем главным образом корофииды, совершенно отсутствующие на станции первой.

В 1951 г. на станциях второго разреза, как и на станциях первого разреза, наблюдалось значительное развитие моллюсков; биомасса их колебалась от $1,870$ до $9,712 \text{ г/м}^2$, или от $21,5$ до $54,6\%$. Наибольшая биомасса моллюсков отмечалась со второй половины июня до начала августа. В среднем за все время она составляла $6,256 \text{ г/м}^2$, или $42,8\%$.

Pisidium в небольших количествах начинают встречаться в пробах с половины мая, но отсутствуют в первой половине июня и во второй половине июля; наибольшая биомасса их наблюдалась в начале августа. Особенно много *Pisidium* было на станции третьей; на станции первой эти моллюски отсутствовали.

Sphaerium за весь период наблюдений встречались во второй половине июля на станции четвертой. *Theodoxus*, как и на станциях первого разреза, начинают встречаться лишь в первой половине июня. Биомасса их во второй половине июня была наибольшей, но все же она была значительно меньше, чем максимальная биомасса, наблюдавшаяся на станциях первого разреза. *Theodoxus* встречались на станциях третьей и четвертой, а на станциях первой и второй отсутствовали. *Bithynia*, богато представленная в пробах, взятых на станциях первого разреза, здесь отсутствовала. *V. viviparus* в бентосе встречались только на станции четвертой и то со второй половины июня по вторую половину июля. Их биомасса колебалась незначительно и была почти в три раза меньше, чем на станциях первого разреза. *Lim. ovata* встречались со второй половины июня и до конца наблюдений. Максимальная биомасса их ($4,625 \text{ г/м}^2$, или $28,8\%$ общей биомассы) отмечена 5 июля. Наибольшее развитие *Lim. ovata* наблюдалось на станции первой. На станциях третьей и четвертой этот моллюск совершенно отсутствовал.

На станциях первого разреза биомасса *Valvata* резко увеличилась во второй половине июля и начале августа; в начале наблюдений она была значительно меньше. На станциях второго разреза биомасса *Valvata* в мае и июне уменьшилась и вновь резко возросла в начале августа (табл. 7). Средняя биомасса *Valvata* на станциях второго разреза была в два с половиной раза ниже, чем на станциях первого разреза. Наибольшее развитие *Valvata* наблюдалось на станциях первой и третьей. На станции первой биомасса *Valvata* была наибольшей к концу наблюдений; на станции третьей максимальная ее биомасса была отмечена в мае — июне. Максимальная плотность населения *Valvata* и наибольший средний вес наблюдались в мае и первой половине июня. Меньшие плотность и средний вес были во второй половине июня и июле. В начале августа наблюдалось резкое увеличение количества и биомассы *Valvata* при одновременном снижении среднего веса. Этот факт указывает на то, что массовое переселение *Valvata* на грунт на станциях второго разреза происходит несколько позднее, чем на станциях первого разреза.

Таблица 7

Средняя биомасса *Valvata* по станциям второго разреза (о. Дальний Галкин — Каменская бороздина) в 1951 г.

Станции Дата взятия пробы	Первая		Вторая		Третья		Четвертая		Средняя биомасса за весь период		Средний вес в г.
	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	в г/м ²	в экз/м ²	
13/V	0	0	0	0	5,200	350	0	0	1,733	117	14,8
21/V	1,500	100	0	0	5,850	350	0	0	1,837	112	16,3
7/VI	0	0	0	0	9,350	750	0	0	2,338	187	12,5
21/VI	0,500	50	0	0	1,850	200	0	0	0,588	62	9,4
5/VII	0,450	150	2,400	50	1,650	100	0	0	1,125	75	15,0
20/VII	1,050	150	0	0	1,000	50	0	0	0,512	50	10,2
3/VIII	10,000	1450	0,750	50	1,350	50	0	0	3,025	387	7,8
Биомасса средняя по станциям											
	1,929	271	0,450	14	3,750	264	0	0	1,589	143	11,1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОСА РАЗЛИЧНЫХ ЗОН АВАНДЕЛЬТЫ В 1949 и 1951 гг.

Выше мы рассмотрели, как происходит изменение состава и биомассы бентоса в период с половины мая до начала августа в различных зонах авандельты. Теперь сравним состав и величину биомассы бентоса различных зон авандельты в 1951 г. с составом и биомассой бентоса в 1949 г.

В 1951 г. наибольшая биомасса бентоса была на станциях первого разреза, наименьшая — в Каменском култуке. На станциях первого разреза биомасса бентоса в 1949 и 1951 гг. была примерно одинаковой. На станциях второго разреза в 1949 г. биомасса была несколько выше, чем в 1951 г. (табл. 8).

Относительное значение олигохет в бентосе всех трех зон авандельты в 1951 г. было примерно одинаковым и колебалось в пределах от 18,21 до 29,26%, но абсолютное значение сильно различалось. Наибольшая биомасса была на станциях первого разреза (7,076 г/м²), наименьшая — в Каменском култуке (1,899 г/м²); на станциях второго разреза она составляла 2,661 г/м². В 1949 г. олигохет на станциях первого разреза было в два раза больше, чем в 1951 г., а на станциях второго разреза — в два с половиной раза больше, чем в 1951 г. Биомасса олигохет в 1949 г. составляла в среднем на станциях первого разреза 56,82%, а на станциях второго разреза — 42,45% общей биомассы бентоса.

Полихеты в бентосе Каменского култука в 1951 г. отсутствовали, наиболее высокая их биомасса была на станциях первого разреза. В 1949 г. биомасса полихет на станциях первого и второго разрезов была в три раза больше, чем в 1951 г.

Биомасса личинок хирономид и других насекомых в Каменском култуке в 1951 г. составляла 56,3% общей биомассы бентоса. В других зонах авандельты в оба рассматриваемых нами года наибольшее количество их в бентосе было на станциях второго разреза.

Таблица 8

Биомасса бентоса в авандельте в районе Кировского банка

Разрез и годы Организмы бентоса	Каменский култук		Первый разрез о. Ближний Галкиа—Большая Обуховская коса				Второй разрез о. Дальний Галкин—Каменская бороздина			
	1951		1949		1951		1949		1951	
	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %	в г/м ²	в %
Корофииды . . .	0,105	1,5	0,583	2,3	0,775	3,2	2,114	11,9	2,488	17,0
Гаммариды . . .	0,371	5,2	2,462	9,5	1,294	5,3	3,753	21,0	0,794	5,4
Кумацеи	—	—	0,026	0,1	0,063	0,3	0,007	0,1	0,027	0,2
Мизиды	—	—	0,034	0,1	—	—	0,061	0,3	—	—
Всего ракообраз- ных	0,476	6,7	3,105	12,0	2,132	8,8	5,935	33,3	3,309	22,6
Хирономиды . .	2,460	34,8	1,201	4,6	0,823	3,4	0,512	2,9	1,843	12,6
Личинки других насекомых . . .	1,521	21,5	0,418	1,6	0,412	1,7	0,887	4,9	0,262	1,8
Олигохеты . . .	1,899	26,9	14,725	56,8	7,076	29,3	7,572	42,5	2,661	18,2
Коконь олигохет	—	—	0,082	0,3	0,053	0,2	0,089	0,5	0,040	0,3
Полихеты	—	—	3,704	14,3	1,204	5,0	0,643	3,6	0,206	1,4
Пиявки	0,642	9,1	0,059	0,2	0,384	1,6	1,017	5,7	0,042	0,3
Нематоды	—	—	0,006	0,1	—	—	0,019	0,1	—	—
Всего червей . .	2,541	36,0	18,576	71,7	8,717	36,1	9,340	52,4	2,949	20,2
Pisidium	0,008	0,1	—	—	0,307	1,2	—	—	0,860	5,9
Sphaerium	—	—	—	—	0,231	1,0	—	—	0,137	0,9
Valvata	—	—	—	—	3,916	16,2	—	—	1,589	10,9
Theodoxus	—	—	—	—	1,160	4,8	—	—	1,735	5,0
Bithynia	—	—	—	—	1,330	5,5	—	—	—	—
V. viviparus . . .	—	—	—	—	4,350	18,0	—	—	1,661	11,4
Lim. ovata	0,064	0,9	—	—	0,803	3,3	—	—	1,274	8,7
Всего моллюсков	0,073	1,0	2,617	10,1	12,098	50,0	1,163	6,5	6,256	42,8
Общая биомасса	7,071	—	25,917	—	24,182	—	17,837	—	14,620	—

Биомасса ракообразных в 1951 г., как абсолютная, так и относительная, была наименьшей в Каменском култуке. Биомасса ракообразных за оба рассматриваемых нами года была наибольшей на станциях второго разреза, причем в 1951 г. ракообразных на обоих разрезах было несколько меньше, чем в 1949 г. В 1949 г. в биомассе ракообразных преобладали гаммариды. В 1951 г. на станциях второго разреза преобладали корофииды.

Выше мы отмечали, что в 1951 г. наблюдалось значительное развитие моллюсков как на станциях первого, так и на станциях второго разреза, в то время как в Каменском култуке они составляли всего 1,03% общей биомассы бентоса. В 1949 г. моллюски составляли на станциях первого разреза 10,1%, на станциях второго разреза 6,52%, а в 1951 г. соответственно 50,03 и 42,79% общей биомассы бентоса.

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы: 1) общие величины биомассы бентоса как на первом, так и на втором разрезе в оба рассматриваемых года были на одном уровне; 2) в качественном составе бентоса в 1951 г. по сравнению с 1949 г. произошли значительные изменения, выразившиеся в уменьшении биомассы червей (главным образом олигохет) и в увеличении биомассы моллюсков; 3) в 1949 г. биомасса олигохет от апреля к августу понижалась. Одновременно понижалась и общая биомасса. В 1951 г. биомасса олигохет в течение всего периода наблюдения была на одном уровне; повышение общей биомассы в период с мая до августа происходило за счет увеличения биомассы моллюсков, получивших большое развитие с первой половины июня.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОРМОВОЙ ЗНАЧИМОСТИ БЕНТОСА в 1951 и 1949 гг.

Если оценивать кормовое значение бентоса авандельты по общей биомассе, то можно прийти к выводу, что она была одинакова в оба рассматриваемых года. Такой вывод будет неверен, так как кормовая ценность отдельных групп организмов неодинакова. Для удобства оценки кормового бентоса в различных зонах авандельты в разные годы мы перевели биомассу в сравнимые единицы — калории. Отношение сухого веса к сырому для хирономид и тубифицид (черви) принято по Е. А. Яблонской [8], а для дрейссен (моллюски) и гаммарид (ракообразные) по Е. Н. Боковой [1]. При вычислении калорийности использованы данные М. В. Желтенковой [3] и К. А. Виноградова [2].

При вычислении нами приняты следующие постоянные величины:

Организмы	Сухое вещество в %	Калории
Хирономиды	12,76	2,39
Ракообразные	21,54	3,13
Черви	20,0	5,53
Моллюски	46,22	0,63

Из приведенных в табл. 9 процентных соотношений калорийности и биомассы отдельных групп организмов бентоса по зонам авандельты за разные годы мы видим, что относительное кормовое значение различных групп, составляющих бентос, резко меняется во всех трех зонах авандельты. Как в 1951 г., так и в 1949 г. первое место по калорийности занимали черви. По биомассе в 1951 г. в Каменском култуке первое место принадлежало личинкам хирономид и других насекомых, а на станциях первого и второго разрезов — моллюскам.

Из табл. 9 видно, что если общая биомасса бентоса на станциях первого разреза в 1951 г. была ниже, чем в 1949 г., на 6,7%, то по калорийности она ниже уже на 37,4%, а на станциях второго разреза по биомассе она ниже на 18,2%, а по калорийности — на 47,3%. Таким образом, мы видим, что кормовая ценность бентоса авандельты в 1951 г. ниже, чем в 1949 г. Такое снижение кормовой ценности бентоса при относительно одинаковой величине биомассы обусловлено слабым развитием в 1951 г. червей. Если при этом учесть, что вследствие твердости

Таблица 9

Состав биомассы бентоса (в %)

Разрез и годы Кормовой бентос	Каменский култук		Первый разрез (о. Ближний Галкин—Большая Обуховская коса.)				Второй разрез (о. Дальний Галкин—Каменская бороздина)			
	1951		1949		1951		1949		1951	
	по сырому весу	по калорий- ности	по сырому весу	по калорий- ности	по сырому весу	по калорий- ности	по сырому весу	по калорий- ности	по сырому весу	по калорий- ности
Ракообразные .	6,7	7,3	12,0	8,6	8,8	9,6	33,3	26,5	22,6	28,0
Хирономиды и личинки дру- гих насекомых	56,3	27,8	6,2	2,1	5,1	2,5	7,8	2,8	14,4	8,1
Черви	36,0	64,4	71,7	86,1	36,1	64,4	52,4	68,5	20,2	41,0
Моллюски	1,0	0,5	10,1	3,2	50,0	23,5	6,5	2,2	42,8	22,9
Общая калорийность										
	4,366		23,861		14,978		15,093		7,957	
Общая биомасса										
	7,071		25,917		24,182		17,837		14,620	

раковины моллюсков и более крупных их размеров не все они в одинаковой степени могут потребляться молодью рыб, то станет очевидным, что пищевая ценность бентоса в 1951 г. в авандельте была еще более низкой, чем в 1949 г.

ИЗМЕНЕНИЕ БЕНТОСА ИЗУЧАЕМОГО РАЙОНА В СВЯЗИ С ПРОИСХОДЯЩИМ ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Интересно сравнить состав бентоса современной авандельты с тем его составом, который наблюдался здесь, когда в этом районе было открытое море и уровень Северного Каспия был высок. Для сравнения нами взяты данные Н. Л. Чугунова [7] от 11 сентября 1916 г. (станция восьмая к югу от Шароновской косы, глубина 2,4 м, грунт — песок и ракуша). Материалы 1916 г. собраны в районе, близком к второму разрезу (о. Дальний Галкин — Каменская бороздина).

В 1916 г. биомасса в этом районе была весьма высокой (180 г/м^2) и на 96% состояла из моллюсков, главным образом дрейссен. Характерны для этой зоны были и солоноватоводные кардиды: адакна и монодакна. Довольно высокой была здесь и биомасса ракообразных (7 г/м^2).

В 1949 г. в авандельте Кировского банка на станциях второго разреза в районе, совпадающем по своему положению с районом, изучавшимся Н. Л. Чугуновым, мы наблюдали совершенно иной состав бентоса. Прежде всего солоноватоводная фауна здесь вытеснена типичной пресноводной фауной. В бентосе много личинок насекомых, пресноводных моллюсков, большое развитие получили здесь олигохеты, совершенно отсутствовавшие в 1916 г.

В 1951 г. вследствие дальнейшего обмеления и еще более сильного зарастания этого района увеличилась роль личинок насекомых (особенно хирономид), весьма сильно развились моллюски. Одновременно с боль-

шим развитием моллюсков понижается как относительное, так и абсолютное значение олигохет. Уменьшается и значение ракообразных.

Таким образом, вследствие наступления дельты и нарастания авандельты за 35 лет в составе бентоса изучаемого участка произошли резкие изменения.

Высокая биомасса олигохет в 1949 г. на станциях первого разреза (о. Ближний Галкин — Большая Обуховская коса) в районе, который в течение 35 лет обмелел и превратился в авандельту, дает основание предполагать, что в дальнейшем и в районе второго разреза при постоянстве уровня моря и медленном зарастании могли бы быть высокие биомассы олигохет. Однако в 1951 г. наблюдалось резкое обмеление авандельты и сильное зарастание, что, вероятнее всего, и привело к качественным изменениям в составе бентоса не только на первом, но и на втором разрезе. Мы видим, что вместо олигохет сильное развитие получили здесь моллюски.

В дальнейшем при резком уменьшении стока, понижении уровня моря и передвижении авандельты в сторону моря, вероятнее всего, первое время биомасса бентоса в новой авандельте в связи с отмиранием солоноватоводной фауны и не успевшей развиться пресноводной фауны будет низкой. В последующий период при условии сохранения в новой авандельте достаточных глубин и слабой зарастаемости биомасса может быть высокой главным образом за счет червей. При малых глубинах и быстром зарастании высокая биомасса в авандельте маловероятна, скорее всего биомасса и состав будут близки к биомассе и составу, которые мы наблюдаем в култуках в настоящее время.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бокова Е. Н., Потребление и усвоение корма воблой, «Труды ВНИРО», т. XI, Пищепромиздат, 1940.
2. Виноградов К. А., К вопросу об использовании полихет в качестве корма рыбами, «ДАН СССР», т. X, № 7, 1948.
3. Желтенкова М. В., Питание воблы Северного Каспия, «Труды ВНИРО», т. X, Пищепромиздат, 1939.
4. Ивлев В. С., Материалы к характеристике водоемов Астраханского заповедника, «Труды Астраханского государственного заповедника», вып. 3, 1940.
5. Летичевский М. А., О нецелесообразности значения авандельты Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. IX, 1947.
6. Танасийчук В. С., Миграция мальков воблы и леща через култужную зону и авандельту Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XI, 1951.
7. Чугунов Н. Л., Опыт количественного исследования продуктивности донной фауны в Северном Каспии и типичных водоемах дельты Волги, «Труды Астраханской ихтиологической лаборатории», т. V, вып. 1, 1923.
8. Яблонская Е. А., К познанию рыбопродуктивности водоемов, Сообщение V, «Труды Лимнологической станции в Косино», т. XX, 1935.

ФАУНА ЗАРОСЛЕЙ АВАНДЕЛЬТЫ ВОЛГИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ПИТАНИИ МОЛОДИ КАРПОВЫХ

Т. Н. БАКЛАНОВСКАЯ

ВВЕДЕНИЕ

Материал для настоящей работы был собран экспедицией ВНИРО в предустьевом пространстве Волги (в авандельте) в 1951 г.

Учитывая специфические особенности авандельты (рис. 1), где порой вода скрыта под сплошным покровом растительности и кажется необъятным луговым простором, было целесообразно при изучении кормовой ба-



Рис. 1. Открытая часть авандельты.

зы молоди воблы, леща и сазана не ограничиваться сборами планктона и бентоса, а поставить работы по качественному и количественному исследованию фауны зарослей.

Первую попытку провести подобные работы в низовьях Волги сделал Н. Л. Чугунов в 1918 г. [22] во время исследований полоев дельты. В 1933 г. на Раздоринских полоях по изучению фауны зарослей работала К. П. Барышева [3], а на ильмене Лощина в 1934—1935 гг. — Петров. Новый период начинается с работы Е. А. Яблонской в 1948 г. [23] на рыбхозе «Азово-Долгий», после чего наблюдения за фауной зарослей ведутся ежегодно в Астраханском заповеднике К. В. Горбуновым, на рыбхозах «Горелый», «Танатарка», «Бирючок» и в авандельте Волги — Т. Н. Баклановской [2].

О необходимости таких работ писал М. С. Идельсон [11]. На использование в рыбхозах молодью карповых форм обрастаний указывает Г. С. Карзинкин [12 и 13].

Мы не ставили своей целью изучить биоценоз зарослей в целом, а ограничились только животным миром (без простейших), причем только теми формами, которые находятся на растениях, а не в окружении их и не под самыми растениями на грунте.

Опыт работы на рыбхозе «Бирючок» и естественном полове показал, что молодь карповых в различных водоемах по-разному относится к фауне зарослей, поэтому, помимо определения количества и биомассы организмов, мы попытались одновременно выяснить роль этих организмов в питании молоди воблы, леща и сазана.

МЕСТО РАБОТЫ И МЕТОДИКА

Работу мы проводили в авандельте — мелководном участке взморья, прилегающем к выходу Архиерейского и Кировского банков, в западной части дельты Волги. Наблюдения проводили на площади 208,8 км², простирающейся между береговой линией, изрезанной култуками и косами, и островами Ближний и Дальний Галкин. Этот район авандельты уже к началу июня весь покрывается зарослями.

Наблюдения проводились в течение июня и июля, в основной период нагула личинок и мальков, выклюнувшихся из икры, отложенной в авандельте, а также в период нагула мальков, скатывающихся с расположенных выше речных нерестилищ и задерживающихся некоторое время в авандельте [15 и 19].

Исследование проводили в двух направлениях:

- 1) выясняли распределение фауны зарослей по всем мелководным районам, где нагуливается молодь, и по различным видам растений;
- 2) определяли динамику ведущих видов фауны зарослей.

Обе эти задачи служат наиболее полному изучению кормовой базы молоди воблы, леща и сазана.

Пробы брали в авандельте на Обуховской косе, у островов Ближний Галкин и Дальний Галкин.

Эти места согласовались с распределением сазана и физиологическими опытами по сазану, с распределением воблы и леща и опытами по вобле; у о. Дальний Галкин пробы брали только для выяснения распределения фауны зарослей. В этих местах наблюдения проводили 2 раза в месяц.

Помимо постоянных сборов проб, производили единовременные сборы в различных местах авандельты: у о. Зюдева (район, приближающийся по своему гидрологическому режиму и растительности к култукам), затем в открытой части авандельты у Очиркина осередка и в самой дальней точке на косе о-ва Дальний Галкин. Помимо открытой части авандельты, работы проводились в Дмитричевом култуке — зоне с замедленным течением. Здесь с наиболее распространенных видов сусака (*Butomus umbellatus*) и ежеголовки (*Sparganium ramosum*) брали пробы через 6 дней, с остальных растений — один-два раза в месяц или один раз за весь период наблюдений.

Мы все время включали и выключали из сборов то один вид растений, то другой, преследуя этим цель — всегда показывать ведущую группу растительности. Конечно, это не значит, что выключенные виды совсем исчезли. Например, в первый период наблюдений сборы производились только с надводной растительности, во второй период включался комплекс подводных растений, которые развивались позже, и выключалась часть надводных, оказавшихся в данном районе в подавленном состоянии. Поэтому надо полагать, что полученные нами данные о численности и биомассе фауны зарослей были бы выше, если бы мы учитывали абсолютно всю растительность.

В авандельте мы обнаружили 30 видов различных водных растений. Фауна была собрана с 14 наиболее распространенных видов растений:

с тростника (*Phragmites communis* Trin.), рога (Typha angustifolia L.), ежеголовки (*Sparganium ramosum* Huds.), сусака (*Butomus umbellatus* L.), чилима (*Trapa natans* L.), узовника кувшинковидного (*Limnophyton pumphaeoides* (L.) Hoffm.) сальвинии (*Salvinia natans* L.), роголистника темнозеленого (*Ceratophyllum demersum* L.), рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.), рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.), рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* L.), валлиснерии (*Vallisneria spiralis* L.), резухи малой (*Najas minor* All.), элодеи (*Eloдея canadensis* L. C. Rich.) и водорослей (*Chara*).

Для учета фауны зарослей мы применяли немного измененный метод Е. А. Яблонской [23]. Деревянную квадратную раму со стороной, равной 0,5 м, накладывали по возможности на чистую растительную ассоциацию. Растительность с плавающими листьями и подводную осторожно срезали под корень у самого дна и складывали в ведро с водой. Если же собирали пробы с надводной растительности, то внутри рамы срезали сначала надводную часть растений и удаляли ее, а затем подрезали растения под корень и складывали в ведро.

Налитую в ведро воду предварительно процеживали через планктонную сетку, благодаря чему в пробу не попадали посторонние предметы и организмы. Затем обрастания с поверхности растений соскабливали скальпелем или другим острым предметом (например, с тростника, рога, ежеголовки) или смывали путем тщательного полоскания (например, с рдеста гребенчатого, наяды малой). Кроме того, организмов выбирали из пазух листьев. После этого содержимое ведра процеживали через сачок, обтянутый мельничным газом; остаток в сачке составлял пробу, которую фиксировали 4%-ным формалином, а выбранных отдельно моллюсков — спиртом. В лаборатории пробу разбирали под стереомикроскопом.

Растения, очищенные или обмытые, после стекания воды взвешивали на чашечных весах с точностью до 1 г для определения их сырого веса¹.

В том случае, когда нас интересовали минирующие формы, мы расщепляли очищенные растения (до взвешивания) и из стеблей и листьев выбирали организмы в отдельную пробирку. По возможности организмы определялись до вида, личинки хирономид — до группы, личинки некоторых насекомых — до рода, олигохеты, нематоды, паукообразные вовсе не определялись.

Всего в авандельте было собрано 95 проб.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ АВАНДЕЛЬТЫ И ДМИТРИЧЕВА КУЛТУКА

Растительность авандельты можно разделить на два комплекса. Характерной особенностью растительности первого комплекса, произрастающей в местах с меньшей проточностью, является отсутствие подводных лугов. Этот комплекс складывается из растений с плавающими листьями и некоторых погруженных (чилима, узовника, сальвинии, рдеста гребенчатый, рдест пронзеннолистный, рдест блестящий, ряска малая, ряска трехдольная, роголистник темнозеленый, водокрас лягушечий, пузырчатка обыкновенная), а также из надводных (тростник, рогоз, ежеголовка и сусак) и заселяет Дмитричев кулук и район, прилегающий к о. Зюдеву.

Вся эта растительность в июне и июле усиленно развивалась, причем тростник, рогоз, ежеголовка, сусак разрастались в высоту, а чилим захватывал все новые и новые площади. К началу августа чилим явно преобладал в Дмитричевом кулутке, подавив все виды рдестов. В конце июля большие площади захватила более поздно развивающаяся сальви-

¹ С помощью сырого веса мы определяли густоту зарастания, так как не у всякой растительности можно было подсчитать число стеблей.

ния, которая с чилимом, ужовником и ряской образовала сплошной ковер без бликов воды.

Характерной особенностью растительности второго комплекса, произрастающей в открытой части авандельты, является наличие подводной растительности, образующей сплошные подводные луга из наяды малой, валлиснерии, элодеи и водорослей *Nitella*. По указаниям К. В. Доброхотовой [8], элодея не была господствующей формой в этих местах. Впервые отдельные растения ее были найдены здесь в 1935 г.; в 1938 г. было обнаружено небольшое ее количество, а в настоящее время она, по нашим наблюдениям, занимает огромные пространства взморья.

Для открытой части характерны также сусак и рдест пронзеннолистный. Последний вместе с валлиснерией произрастает в более глубоких местах авандельты и в бороздине. Ближе к берегу разместились ежеголовка, рдест гребенчатый, роголистник, стрелolist, частуха земноводная, уруть, резуха малая, резуха морская. Окраину полузатопленных островов занимают тростник, рогоз (*Typha angustifolia* L. и *T. laxmanni* Lereschin) и камыш. На островах среди этих растений развиваются ужовник, водокрас, сальвиния, роголистник, чилим.

Деление растительности на два комплекса обусловлено различными требованиями разных видов подводных и надводных растений к условиям среды, в частности к течению, кислороду, свету и грунту.

Водная растительность в авандельте распределяется по зонам; следует отметить также, что наблюдается ярусность в ее расположении. К. В. Доброхотова [8] указывает четыре подъяруса для водной растительности травянистого фитоценоза данного района: первый подъярус составляют растения, возвышающиеся над поверхностью воды, второй — плавающие на поверхности воды, третий — погруженные, четвертый — придонные.

ФАУНА ЗАРОСЛЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ДИНАМИКА

Видовой состав и значение отдельных форм

Фауна высшей водной растительности состоит из личинок различных водных насекомых, ракообразных, червей, моллюсков, пиявок, гидр, пауков и мшанок. Значение перечисленных форм неодинаково. Из насекомых по численности преобладают личинки хирономид (66,63%) и олигохеты (15,35%); численность остальных сравнительно небольшая. По биомассе значение данных групп животных обратное. Моллюски составляют 56,07% от общей биомассы, гаммариды — 13,72% и прочие насекомые — 11,62% (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение численности и биомассы организмов фауны макрофитов авандельты Волги (в %)

Показатели	Насекомые		Ракообразные		Черви		Моллюски	Прочие ¹
	хирономиды	прочие	гаммариды	прочие раки	олигохеты	прочие черви		
Количество	66,63	4,53	4,21	0,72	15,35	0,14	6,02	2,40
Биомасса	9,53	11,63	13,72	0,37	0,77	—	56,07	7,92

¹ К прочим относятся *Hydra*, *Hirudinea*, *Araneina*, *Bryozoa* и неопределенные организмы.

Каждая из названных групп животных состоит из ряда видов. Среди личинок хирономид нами было обнаружено 23 формы. По встречаемости мы их делим на три группы. К первой группе (встречаемость свыше 50%) относятся только 4 формы: *Cricotopus* из группы *silvestris* F.

(97,9%), *Limnochironomus* из группы *nervosus* Staeg. (88,4%), *Psectrocladius* из группы *psilopterus* Kief. (76,8%), *Tanytarsus* из группы *lauterborni* Kief. (71,6%).

Ко второй группе (встречаемость от 10 до 50%) относится девять форм: *Corynoneura* (41%), *Cricotopus* из группы *algarum* Kief. (38,9%), *Ablabesmyia* из группы *monilis* L. (36,8%), *Polypedilum* из группы *pubeculosum* Mg. (36,8%), *Glyptotendipes* из группы *griepkoveni* Kief. (35,8%), *Endochironomus* из группы *signaticornis* Kief. (33,7%), *Endochironomus* из группы *tendens* F. (22,1%), *Cryptochironomus* из группы *pararostratus* Lenz. (22,1%), *Pentapedilum exectum* Kief. (13,7%).

К третьей группе (встречаемость менее 10%) относятся десять форм: *Tanytarsus* из группы *gregarius* Kief. (8,4%), *Tanytarsus* из группы *maius* v. d. Wulp (5,3%), *Chironomus* из группы *plumosus* L. (4,2%), *Procladius* (4,2%), *Polypedilum* из группы *scalenum* Schr. (3,1%), *Pelopia villipennis* Kief. (2,1%), *Chironomus* из группы *semireductus* Lenz. (2,1%), *Cryptochironomus* из группы *defectus* Kief. (2,1%), *Cryptochironomus* sp. (2,1%), *Thienemanniella flaviforceps* Kief. (1,0%).

Значение этих групп в фауне зарослей макрофитов ничтожно. По численности и биомассе¹ личинки хирономид первой и второй групп распределяются следующим образом. Наибольшей численностью обладают все формы первой группы: *Cricotopus* из группы *silvestris* (56,1%), *Limnochironomus* из группы *nervosus* (12,5%), *Psectrocladius* из группы *psilopterus* (6,1%), *Tanytarsus* из группы *lauterborni* (6,0%) и одна форма второй группы — *Cricotopus* из группы *algarum* (6,1%). По биомассе наибольшее значение имеют всего 3 формы: *Cricotopus* из группы *silvestris* (52,92%), *Endochironomus* из группы *signaticornis* (12,76%) и *Limnochironomus* из группы *nervosus* (9,53%). Незначительной биомассой обладают *Cricotopus* из группы *algarum* (5,43%), *Psectrocladius* из группы *psilopterus* (4,48%), *Ablabesmyia* из группы *monilis* (4,46%), *glyptotendipes* из группы *griepkoveni* (4,45%), *Tanytarsus* из группы *lauterborni* (1,46%).

Остальные 15 форм вместе составляют всего 4,51%.

Среди личинок прочих насекомых надо отметить ручейников, которых найдено двенадцать форм. Некоторое значение имеют только четыре формы: *Orthotrichia* (встречаемость 68,4%, численность 57,8%, биомасса 28,1%), *Ecnomus tenellus* Ramb. (встречаемость 56,8%, численность 17,6%, биомасса 17%), *Hidrotilla* (встречаемость 33,7%, численность 6,2%, биомасса 3,9%), *Neuroclipsis bimaculata* L. (встречаемость 26,3%, численность 5,3%, биомасса 13,9%). Другие, например *Agraylea*, *Oecetis furva* Ramb., *Triaenodes* и прочие, встречались редко и в небольшом количестве.

Личинок поденок найдено всего три вида, причем главенствует *Ordella macrura* Steph. (встречаемость 47,4%, численность 96,6%, биомасса 9,75%), другие (*Centroptilum* и *Procladius*) встречались эпизодически. Из личинок бабочек обнаружены две формы: *Agarophus* (встречаемость 18,9%) и *Nymphula* (встречаемость 56,8%). Наибольшее значение имеет последняя, так как преобладает по численности (88,5%) и биомассе (82,73%). Личинок стрекоз найдено три формы, из которых преобладает *Ischnura* (встречаемость 33,7%, численность 95,5%, биомасса 91,1%).

Среди личинок жуков найдено восемь форм. Чаще всего встречаются *Donacia* (25,3%) и *Galerucella* (12,6%), однако численность их так невелика, что в фауне зарослей аванделыты они большого значения не имеют. Из водяных клопов встречены *Corixa dentipes* Thoms., *Naucoris cimicoides* L. и *Plea atomaria* Pall. Наиболее часто встречаются два первых вида (около 13%).

¹ Численность и биомасса подсчитывались внутри каждой крупной систематической единицы.

Личинки двукрылых, кроме ранее описанных хирономид, представлены почти одними мухами, которые принадлежат к пяти родам: *Helius*, *Eulalia*, *Stratiomyia*, *Hydrellia* и *Ephydra*. Чаще всего встречается *Hydrellia* (встречаемость 26,3%, численность 51,44%, биомасса 20,75%); *Ephydra* при редкой встречаемости (3,17%) довольно многочисленна (42,79%), биомасса ее составляет 12,81%. Из мошек встречался только один вид *Simulium ornatum* и то редко. Семейство *Heleidae* представлено в авандельте тремя формами: *Bezzia*, *Culicoides* и *Dasyhelea*, но в весьма небольшом количестве.

Среди ракообразных преобладают гаммариды, которых обнаружено девять видов, причем наибольшее значение в фауне водной растительности имеют пять видов: *Pontogammarus crassus* O. S. (встречаемость 73,6%, численность 22,75%, биомасса 35,32%), *Pontogammarus robustoides* O. S. (встречаемость 53,6%, численность 4,82%, биомасса 27,46%), *Gmelina costata* O. S. (встречаемость 26,3%, численность 4,94%, биомасса 5,31%), *Gammarus caspius* (встречаемость 17,9%, численность 21,41%, биомасса 17,36%), *Pontogammarus Wagraczowski* O. S. (встречаемость 13%, численность 24,17%, биомасса 7,67%). Остальные четыре вида — *Pontogammarus obesus* O. S., *Pontogammarus* sp., *Dicerogammarus haemobaphes* Eichw., *Dicerogammarus* sp. — встречались редко и в небольшом количестве.

Из других ракообразных надо отметить *Corophium curvispinum* O. S. (встречаемость 13,6%, численность 12,39%, биомасса 1,93%). *Asellus aquaticus* L. при редкой встречаемости (3,1%) в некоторых районах попадался в больших количествах. Среди низших ракообразных на растениях нами были встречены три вида: *Sida crystallina* O. F. M., *Eurycercus* и *Ceriodaphnia*, причем по численности и встречаемости преобладал первый. Что касается мизид, то при нашем методе работы их почти невозможно было выловить, хотя в некоторые периоды их можно было наблюдать в большом числе, особенно в подводных зарослях наяды малой в районе Обуховской косы.

Среди червей по численности преобладали олигохеты, которые состояли из *Stilaria lacustris* L., *Naididae* и *Chaetogaster*. Последний встречался редко и в меньшем количестве, чем первые. Из прочих червей постоянно, но в очень незначительном количестве попадались нематоды, а из полихет однажды попался *Hirania invalida*.

Довольно часто на водной растительности встречались моллюски, особенно на ранних стадиях развития. Среди них мы нашли тринадцать видов, но по встречаемости большее значение имели только шесть видов: *Limnea ovata* Drap. (встречаемость 69,5%, численность 25,45%, биомасса 19,65%), *Planorbis albus* Müll. (встречаемость 50,5%, численность 21,93%, биомасса 10,65%), *Valvata piscinalis* Müller (встречаемость 44,2%, численность 27,25%, биомасса 9,17%), *Viviparus viviparus* L. (встречаемость 20%, численность 0,84%, биомасса 12,45%), *Theodoxus pallasii* Lindholm (встречаемость 19%, численность 11,92%, биомасса 27,50%) *Bithynia tentaculata* L. (встречаемость 19%, численность 5,55%, биомасса 18,83%). Остальные восемь видов — *Limnea stagnalis* L., *Limnea palustris* Müll., *Physa fontinalis* L., *Planorbis planorbis* L., *Planorbis variculus* Trochl., *Ancylus lacustris* L., *Valvata sibirica*, Middendorf — встречались редко (общая встречаемость 33,7%) и в малом количестве (общая численность 13,45%, биомасса 6,75%).

Из прочих организмов нами найдено девять видов пиявок. Наиболее распространены *Erpobdella octoculata* (L.) (встречаемость 37,89%), *Piscicola geometra* L. (33,68%), *Glossiphonia complanata* L. (15,79%), *Hemiclepsis marginata* O. F. Müll. (10,54%). Наиболее массовой можно считать только первую, которая преобладает по численности (83,48%) и биомассе (81,55%).

Helobdella stagnalis L., *Proclepsis* sp., *Glossiphonia heteroclita* L., *Pescicola* sp. встречались эпизодически. Обнаружен один гидр *Hydra vulgaris* Pall., попадающийся иногда в большом количестве.

Мшанки в авандельте почти совсем не развиваются. В редких случаях мы встречали только *Plumatella* и *Cristatella*. В очень малом количестве находили пауков, но не определили их.

Таково общее представление о фауне высшей водной растительности авандельты районов нагула молоди.

Распределение фауны по районам и отдельным видам растений

Распределение фауны высшей водной растительности по районам приведено в табл. 2.

Таблица 2

Средняя численность на 1 м² и биомасса фауны зарослей макрофитов по районам

Название района	Насекомые				Ракообразные			
	хируномиды		прочие		гаммариды		прочие	
	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²
Обуховская коса	4465	545	201	1164	113	895	32	10
Остров Ближний Галкин . .	4570	643	425	945	242	1376	3	3
Остров Дальний Галкин . .	5268	839	118	367	124	1275	64	58
Коса, о. Дальний Галкин и Очиркин осередок	290	146	68	97	2873	3110	34	25
Дмитричев кулдук	5756	863	369	915	187	796	95	51
Остров Зюдев	1844	957	1062	3188	16	120	1	21

Продолжение

Название района	Черви				Моллюски		Прочие ¹		Итого		Кладки
	олигохеты		прочие		количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров
	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²							
Обуховская коса	1000	50	16	—	920	4435	31	239	6778	7338	165
Остров Ближний Галкин . .	1899	107	0	—	377	7629	55	265	7571	10968	36
Остров Дальний Галкин . .	790	76	19	—	530	7704	106	71	7019	10390	536
Коса, о. Дальний Галкин и Очиркин осередок	29	24	26	12	832	8927	10	60	4162	12401	1023
Дмитричев кулдук	493	26	6	—	97	2268	323	1446	7326	6365	163
Остров Зюдев	2388	100	2	—	221	1182	109	885	1643	6434	22

¹ К прочим относятся *Hydra*, *Hirudinea*, *Araneina*, *Bryozoa* и неопределенные организмы.

Как видно из табл. 2, хирономиды и личинки прочих насекомых преобладают в Дмитричевом култуке, а в самой удаленной точке открытой авандельты (коса острова Дальний Галкин) их очень мало вследствие сокращения количества видов.

На рис. 2, 3, 4 приведено соотношение различных групп хирономид в различных районах. Мы видим (рис. 2), что в Дмитричевом култуке господствует пять групп, причем одна группа сменяется другой. Так, если до половины июля преобладает *Cricotopus* из группы *silvestris* и *algarum*, то в конце июля их сменяют *Limnochironomus* из группы *nervosus*, *Tanytarsus* из группы *lauterborni* и ряд других. На Обуховской косе картина несколько иная. Возрастает значение *Cricotopus* из группы *silvestris* и сокращается значение *Limnochironomus* из группы *nervosus* при довольно большом количестве всех прочих, но распределение во времени у них иное (рис. 3). В районе более отдаленном, у о. Дальний Галкин, господствующей формой все время остается *Cricotopus* из группы *silvestris* при минимальном количестве всех прочих (рис. 4).

Для распределения ракообразных характерно некоторое увеличение прочих раков в Дмитричевом култуке вследствие большого скопления *Asellus quaticus*, поселяющегося почти исключительно на тростнике. Гаммариды преобладают на косе острова Дальний Галкин благодаря массовому скоплению в период размножения *Gammarus Warpachowskii* на

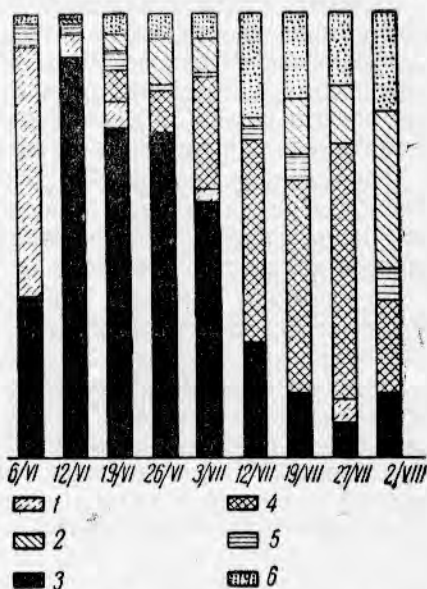


Рис. 2. Процентное соотношение хирономид на сусаке в Дмитричевом култуке:

1—*Cricotopus* sp. *algarum*; 2—*Tanytarsus* sp. *lauterborni*; 3—*Cricotopus* sp. *silvestris*; 4—*Limnochironomus* sp. *nervosus*; 5—*Psectrocladius* sp. *psilopterus*; 6—прочие.



Рис. 3. Процентное соотношение хирономид на сусак в районе Обуховской косы:

1—*Cricotopus* sp. *silvestris*; 2—*Limnochironomus* sp. *nervosus*; 3—прочие.



Рис. 4. Процентное соотношение хирономид на сусак в районе о. Дальний Галкин:

1—*Cricotopus* sp. *silvestris*; 2—прочие.

элодее. Невелико количество моллюсков в Дмитричевом култуке ввиду отсутствия подводной растительности, на которой они в основном поселяются. Здесь преобладает *Limnea ovata*.

На Обуховской косе значительного развития достигают *Valvata piscinalis*, *Limnea ovata* и *Planorbis albus*, в районе о. Дальний Галкин — одна *Theodoxus pallasi*.

Прочие организмы преобладают в култуке вследствие развития здесь гидр и пиявок.

Районы островов Ближний Галкин и Дальний Галкин почти сходны как по численности, так и по биомассе всех организмов (см. табл. 2). Кормовая база Обуховской косы несколько беднее двух первых районов, повидимому, потому, что здесь был замор гаммарид, вызванный перегревом воды в июле (37°), а также скопление молоди сазана, которая усиленно выедала пищевые организмы.

На величину кормовой базы районов, помимо гидрологических факторов и выедания; влияет развивающаяся в них водная растительность. Как видно из табл. 3, на различных видах макрофитов поселяется неодинаковое количество кормовых организмов.

Хирономиды наиболее обильно заселяют сусак, резуху малую, рдест гребенчатый, элодею и рдест пронзеннолистный; мало их на чилиме, уховнике и рогозе. Что может влиять на такое распределение хирономид? По данным Горбунова, поверхность стеблей и листьев тростника на 1 м² площади составляет 2,6 м², а канареечника — 19 м². Наши наблюдения в авандельте тоже показали, что подводные поверхности различных растений неравны. Так, подводная поверхность гладких стеблей рогоза или стеблей уховника и чилима с небольшим числом плавающих листьев гораздо меньше, чем поверхность многолистной элодеи, резухи малой и некоторых рдестов. Сусак тоже имеет большую поверхность и удобен для кладок хирономид, так как до цветения он лежит на воде большими космами и только в июле поднимается над водой.

Кроме величины поверхности растений, на распределение хирономид оказывает влияние смачиваемость листьев растений. Так, чилим и уховник обладают твердыми несмачиваемыми листьями, поэтому так незначительно заселяются хирономидами. Гаммариды поселяются главным образом на элодее, в меньших количествах — на резухе малой и рдесте

Таблица 3

Средняя численность на 1 м² и биомасса фауны, населяющей водную растительность

Растения Организмы	Элодея		Резуха малая		Валлиснерия		Сусак		Ежеголовка	
	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²
Хирономиды . .	5274	0,870	6158	0,992	2538	0,276	8936	1,102	2988	0,709
Гаммариды . . .	4533	7,898	138	1,138	101	0,721	90	0,750	93	0,974
Моллюски . . .	2053	27,850	1882	7,822	216	6,800	331	2,877	121	4,564
Ручейники . . .	116	0,545	222	0,358	123	0,526	310	0,398	265	0,380
Олигохеты . . .	2147	0,131	2323	0,110	162	0,014	799	0,049	500	0,026
Прочие организмы	373	1,654	443	1,121	78	0,398	606	1,823	167	1,690
Итого . .	14501	38,948	11166	11,541	3218	8,735	11072	6,997	4134	8,343

Растения Организмы	Рдест пронзенно- лиственный		Рдест гребенча- тый		Рдест блестящий		Чилим		Ужовник		Рогоз	
	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²	количество экземпляров	г/м ²
Хирономиды . . .	4122	0,746	5535	1,072	2646	0,922	2231	0,283	1194	0,135	175	0,062
Гаммариды . . .	128	1,408	81	0,395	2	0,006	1	0,027	20	0,065	16	0,464
Моллюски . . .	173	4,324	728	1,858	136	0,494	13	0,152	230	0,137	46	5,900
Ручейники . . .	79	0,140	33	0,153	44	0,128	3	—	134	0,170	10	0,136
Олигохеты . . .	557	0,025	2978	0,212	826	0,020	3308	0,171	585	0,053	186	0,008
Прочие организ- мы	159	0,505	362	0,369	150	3,096	353	0,849	236	1,381	84	0,138
Итого . .	5218	7,148	9717	4,059	3804	4,736	5909	1,482	2399	1,941	517	6,708

пронзеннолистном и совсем мало — на всей прочей растительности. Для гаммарид характерно обитание в пазухах листьев, поэтому чем чаще расположены листья, тем растения заселяются обильнее.

Моллюски наиболее сильно заселяют элодею и резуху малую, в меньшем количестве встречаются на рдесте гребенчатом, сусаке, ужовнике и валлиснерии; еще меньше они заселяют все прочие растения. Моллюски используют растительность как субстрат для прикрепления кладок. Кроме того, скопление их наблюдается на растениях, на которых откладываются соли кальция, используемые ими для построения своих раковин.

Ручейники более всего развиваются на надводном сусаке, ежеголовке и на подводной резухе малой, олигохеты — на элодее, резухе малой, рдесте гребенчатом, чилиме. Причина такого их расселения пока нами не выяснена. В итоге можно сказать, что наиболее обильно заселяются подводные растения — элодея, резуха малая, рдест гребенчатый и надводный сусак.

Возникает вопрос, обладают ли избирательной способностью животные, поселяющиеся на том или ином виде растений? Наиболее массовые формы хирономид, ракообразных, моллюсков живут почти на всех видах растений. Так, хирономиды (*Cricotopus* из группы *silvestris*, *Limnochironomus* из группы *nervosus*, *Tanytarsus* из группы *lauterborni*, *Psectrocladius* из группы *psilopterus*) из четырнадцати обследованных видов макрофитов поселяются на тринадцати. Менее распространенная *Ablabes-tuya* из группы *tonilis* поселяется на всех четырнадцати видах, а *Polypedilum* из группы *pubeculosum* на одиннадцати видах. Остальные восемнадцать групп хирономид найдены на меньшем количестве видов.

Из ракообразных только два вида — *Pontogammarus crassus* и *Pontogammarus robustoides* — поселяются на десяти видах растений из четырнадцати. Из моллюсков *Limnea ovata* и *Planorbis albus* поселяются на тринадцати, а *Valvata piscinalis* на девяти видах растений. Остальные встречаются на сравнительно небольшом количестве видов.

Несмотря на большое разнообразие животных, встреченных на небольшом количестве видов растений, мы воздерживаемся сделать заключение об их избирательной способности, за исключением немногих. Полагаем, что избирательной способностью обладает *Theodoxus pallasi*.

Этого моллюска мы собирали в районе о. Дальний Галкин с сусака и рдеста пронзеннолистного на одной и той же станции, следовательно, при одинаковых гидрологических условиях. Кладки *Theodoxus pallasi* были найдены в массовом количестве на сусаке 5 июля (5728 экз/м²), 20 июля (1608 экз/м²), 3 августа (156 экз/м²), тогда как на рдесте пронзеннолистном кладки не превышали 72 экз/м². Из хирономид избирательную способность можно наблюдать у личинок *Endochironomus* из группы *signaticornis* и *Glyptotendipes* из группы *griepkoveni*. Первая явно больше поселяется на ежеголовке, минируя ее, вторая на ежеголовке и тростнике.

Ф. А. Гуревич [7] в результате экспериментальных работ с *Planorbis cognatus* пришел к выводу, что моллюск откладывает яйца на определенные части определенных видов растений. Обусловливается это влиянием на развитие зародышей выделяемых растением фитонцидов.

В итоге можно сказать, что распределение растительности, а именно наличие двух ее комплексов (в открытой части и в култушной), накладывает отпечаток на состав и количество фауны зарослей авандельты. Для районов открытой части характерно, помимо наличия личинок хирономид, большее число моллюсков и гаммарид и меньшее число личинок других насекомых, которое уменьшается по мере удаления от берега и увеличения глубин. В култушной зоне, наоборот, преобладают личинки насекомых и пиявки при меньшем количестве гаммарид и моллюсков. Распределение фауны по зарослям макрофитов зависит от морфологии растений, на это указывает В. И. Бут [4], а также от сезонных изменений в развитии растений, уровня стояния воды, кормовой базы беспозвоночных (водоросли, бактерии, простейшие и детрит, оседающий на растениях) и от избирательной способности некоторых видов животных в отношении определенных видов растений.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ВО ВРЕМЕНИ

Динамика изменения кормовой базы обычно отражает динамику изменения ведущих видов. Мы попытаемся характеризовать отдельные районы по этим видам.

Как в бентосе хирономидных водоемов решающее значение имеет *Chironomus*, так в водоемах дельты и в авандельте Волги решающее значение в фауне зарослей имеет из хирономид *Cricotopus* из группы *silvestris*. По нашим наблюдениям, эта личинка длиной до 7 мм обитает почти на всей водной растительности. Приводим средние веса и соответствующие размеры этих личинок.

Длина (в мм)	Вес (в мг)
2	0,04
3	0,08
4	0,21
5	0,46
6	1,2

Зиму личинка *Cricotopus* проводит в старых плавающих стеблях рогаза, летом строит домики из детрита на поверхности растений. Ее можно встретить в пробах планктона, взятого в зарослях. Наблюдения в аквариуме показали, что в толще воды она держится недолго, хотя является хорошим пловцом и быстро строит себе домик на дне сосуда или на находящихся там растениях. Осенью личинка начинает минировать растения. В некоторых пробах количество *Cricotopus* из группы *silvestris* достигает 30—40 тыс. экз/м²; плодовитость ее очень высокая по сравнению с другими фитофильными группами.

На рис. 5, 6, 7 изображена динамика численности личинки *Cricotopus* из группы *silvestris* в разных районах авандельты. Мы видим, что если в Дмитричевом култуке численность ее на сусаке и ежеголовке резко уменьшается с 12 по 26 июня (рис. 5), то на Обуховской косе на сусаке,

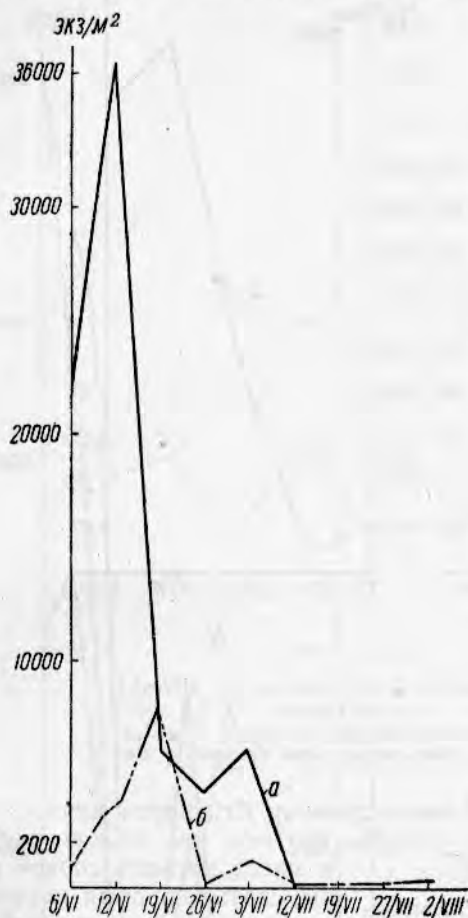


Рис. 5. Динамика численности *Cricotopus* из гр. *silvestris* в Дмитричевом култуке:

а—на сусаке; б—на ежеголовке.

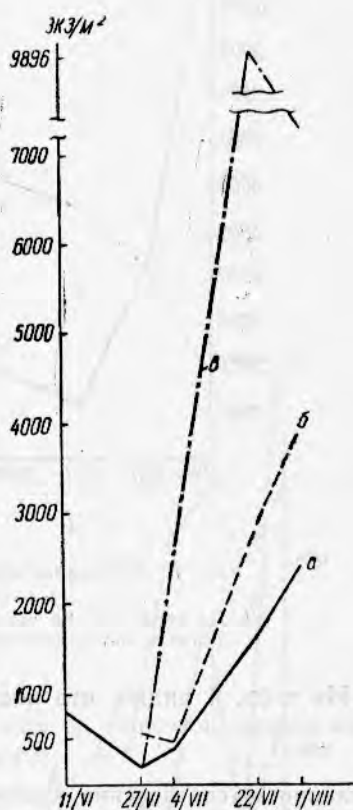


Рис. 6. Динамика численности *Cricotopus* из гр. *silvestris* в районе Обуховской косы:

а—на сусаке; б—на валлиснерии; в—на резухе малой.

валлиснерии и резухе малой она неуклонно возрастает (рис. 6). В районе о. Дальний Галкин (рис. 7) мы наблюдаем два противоположных явления. На сусаке количество *Cricotopus* из группы *silvestris* резко уменьшается к 5 июля (несмотря на увеличение глубины и густоты зарастания), а на рдесте пронзеннолистном с 21 июня начинает возрастать независимо от уменьшения густоты зарастаний и глубины. Пробы с сусака и рдеста пронзеннолистного брались на одной и той же станции.

Чем же объяснить столь разнохарактерный тип динамики численности личинок? С одной стороны, можно предположить, что в разных районах обитают разные виды этих личинок (определение велось до группы, так как взрослые стадии не собирались) с разными биологическими циклами развития. С другой стороны (это мы считаем более вероятным), в авандельте везде обитает один или несколько видов *Cricotopus* из группы *silvestris*, но с однородными биологическими циклами развития, а

тип динамики зависит от степени выедания. В табл. 4 приведено соотношение размерных групп личинок в Дмитричевом култуке.

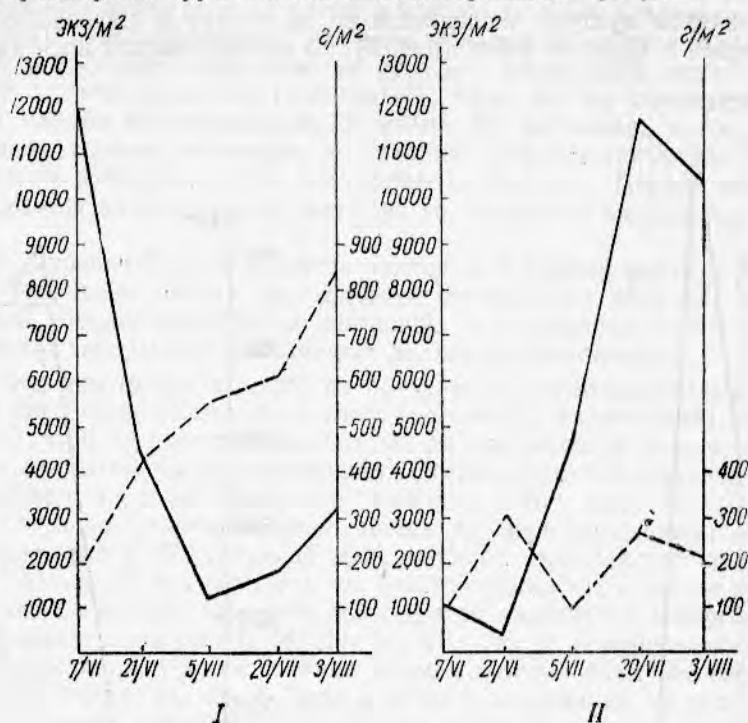


Рис. 7. Динамика численности *Cricotopus* из гр. *silvestris* в районе о. Дальний Галкин:

I. На сусеке, II. На рдесте пронзеннолистном; сплошная линия—численность в экз/м^2 ; пунктирная линия—растительная биомасса в г/м^2

Из табл. 4 видно, что после 3 июля личинки *Cricotopus* длиной 1 и 2 мм совсем исчезают из этого района. Мы считаем, что молодь воблы и масса мальков сорной рыбы, скатывающихся из расположенных выше ильменей и полов, попадают прежде всего в кулук и почти целиком выедают личинок, чем подрывают воспроизводящую способность этого вида. На Обуховской косе летом 1951 г. сосредоточивалась главным образом молодь сазана. Она, по данным Кривобока [14], уже с 16 по 22 июня начинает усиленно переходить на питание моллюсками, а с 4 по 14 июля — на питание гаммаридами, тем самым ослабляя выедание хирономид.

Таблица 4

Численное распределение личинок *Cricotopus* из группы *silvestris* по размерам в пробах сусака в Дмитричевом култуке (в экз.)

Дата	Размер в мм						
	1	2	3	4	5	6	7
6/VI	24	17	26	17	24	11	3
12/VI	48	81	19	12	29	4	—
19/VI	36	41	37	5	5	—	—
26/VI	48	25	20	22	5	—	—
3/VII	19	26	25	9	11	—	—
12/VII	—	5	5	8	5	—	—
19/VII	—	—	6	—	3	—	—
27/VII	—	—	1	—	4	—	—
2/VIII	—	2	5	2	1	—	—

Чтобы разобраться в динамике *Cricotopus* из группы *silvestris* в районе о. Дальний Галкин, вернемся к табл. 4. Личинки длиной 7 мм

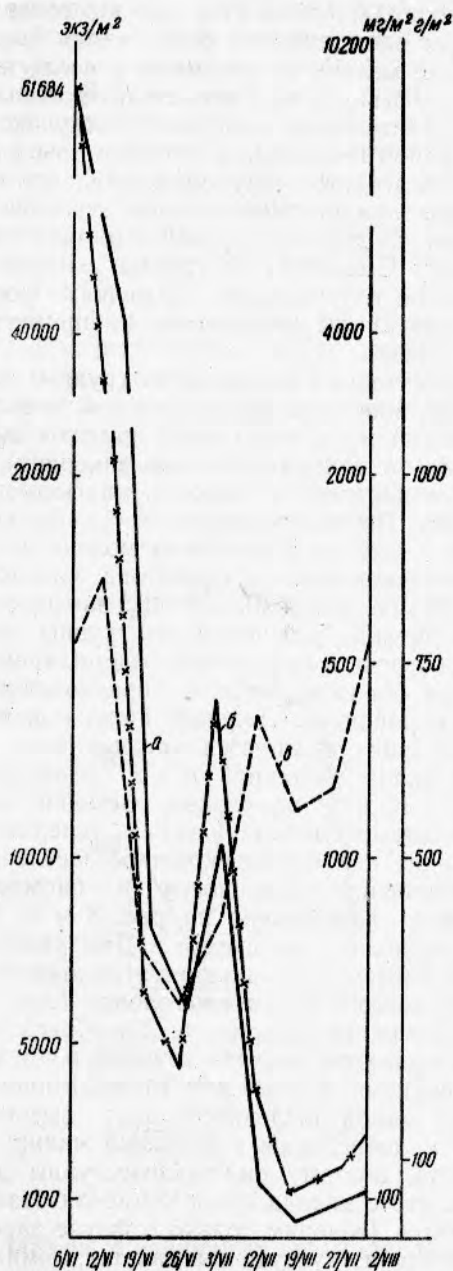


Рис. 8. Динамика численности и биомассы хирономид на сусаке в Дмитриевом култуке:
a—численность в экз/м^2 ; *б*—биомасса в мг/м^2 ; *в*—растительная масса в г/м^2 .

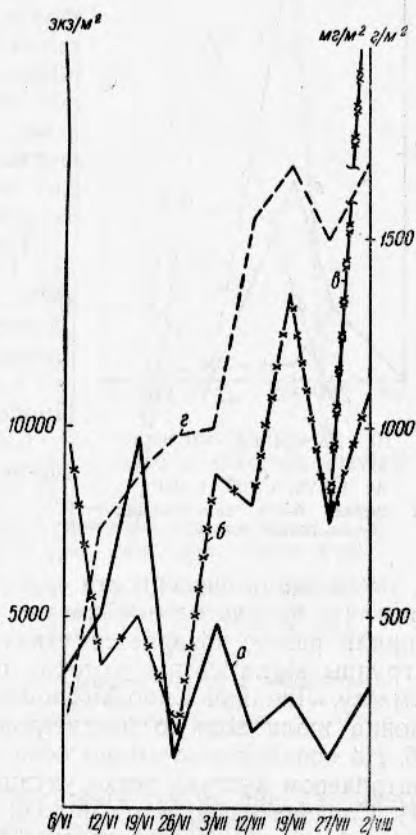


Рис. 9. Динамика численности и биомассы хирономид на ежеголовке в Дмитриевом култуке:
a—численность в экз/м^2 ; *б*—биомасса в мг/м^2 ; *в*—биомасса с минирующими формами в мг/м^2 ; *г*—растительная биомасса в г/м^2 .

встречаются только 6 июня; предельная длина их 12 июня составляла 6 мм, позднее длина их не превышала 5 мм. Такое же явление мы наблюдали в рыбхозах в 1949—1950 гг. Кроме того, можно заметить, что личинки всех размеров наблюдаются в течение всего июня с некоторым увеличением к 12—26 июня. С одной стороны, это говорит о том, что с повышением температуры воды личинки развиваются быстрее, окукливание начинается при более мелких их размерах и после вылета откладывание яиц происходит довольно

быстро. Длительного перерыва между окончанием одной генерации и началом новой не бывает, благодаря чему обеспечивается непрерывное присутствие личинок этого вида в водоеме. С другой стороны, это говорит о том, что у *Cricotopus* из группы *silvestris*, а возможно и у ряда других мелких форм жизненные циклы очень коротки (примерно 15—20 дней).

Плодовитость *Cricotopus* из группы *silvestris*, мелкие размеры ее личинок, довольно короткий жизненный цикл придают этой форме особо важное значение в водоеме и ставят ее наравне с массовыми формами планктона. По наблюдениям М. П. Богоявленской, в рыбхозе «Бирючок» молодь леща после исчезновения из планктона массовой формы *Moina rectirostris* сейчас же переходит на питание *Cricotopus* из группы *silvestris*, поглощая ее в сотнях экземпляров.

Таким образом, можно предположить, что 1) в районе о. Дальний Галкин личинки *Cricotopus* выедаются неодинаково с разных видов растений и 2) благодаря растянутому лёту на разных растениях могут находиться личинки разных генераций. Происходит как бы перекрестное заселение.

Соотношение численности и биомассы хирономид изображено на рис. 8 и 9. Из рис. 8 видно, что на сусаке в Дмитричевом култуке численность снижается одновременно с биомассой, а на ежеголовке (рис. 9)

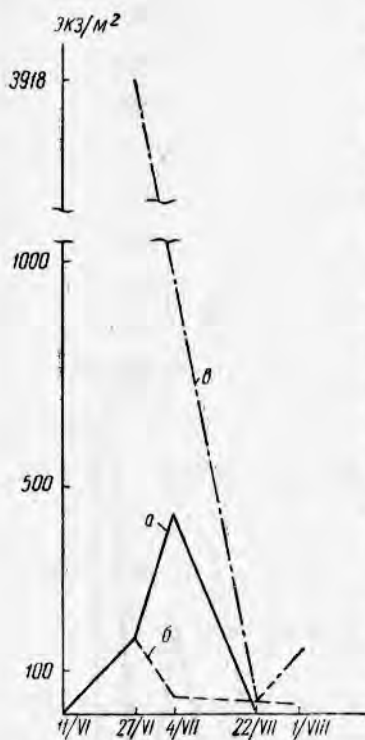


Рис. 10. Динамика численности *Valvata piscinalis* в районе Обуховской косы:

а — на сусаке; б — на валлиснерии; в — на резухе малой.

при уменьшении численности сильно возрастает биомасса. Это объясняется тем, что на ежеголовке при смене одних организмов другими, о чем мы говорили ранее, появляется такая крупная форма, как *Endochironomus* из группы *signaticornis*, которая при малой численности дает высокую биомассу. Личинки *Endochironomus* малочисленны и усиленно минируют с конца июля водную растительность, поэтому они малодоступны для рыб. На основании этого заключаем, что с начала июля кормовая база в Дмитричевом култуке резко ухудшилась (говорим только о фауне зарослей). Следовательно, уход молоди воблы из култука вызывается, помимо других факторов, и ухудшением кормовой базы вследствие уменьшения численности личинок хирономид.

Наибольшее количество моллюсков нами было обнаружено на Обуховской косе. Среди них выделяются *Valvata piscinalis* и *Limnea ovata*, которые, по данным М. Н. Кривобока [14], имеют наибольшее значение в питании молоди сазана. На рис. 10 изображена динамика численности *Valvata piscinalis* на сусаке, валлиснерии и резухе малой. Численность *Valvata piscinalis* резко уменьшается в период с 27 июня по 4 июля, а *Limnea ovata* несколько позже — с 22 июля (рис. 11). Такую же карти-

ну мы наблюдаем в районе о. Дальний Галкин у моллюска *Theodoxus pallasi* (рис. 12). Этот моллюск с начала июня начинает откладывать одиночные яйца, которые крепко прикрепляются к субстрату и порой сплошь покрывают стебли сусака. В конце первой декады июля количество моллюсков резко снижается. Можно предположить, что частично моллюски в конце июля — начале августа переходят с растительности на дно. Это подтверждается нашими подсчетами размерных групп моллюсков, обитающих на зарослях; мелкие формы длиной от 1 до 5 мм составляют 86,7% общего количества, средние длиной от 6 до 10 мм — 12,19% и крупные от 11 до 36 мм — всего 1,1%. На смену моллюскам, перешедшим на дно, на растительности начинает развиваться молодежь тех форм, которые размножаются в течение всего теплого времени года.

Повидимому, с растительностью меньше всех связана *Viviparus viviparus*, которая в наших пробах по-

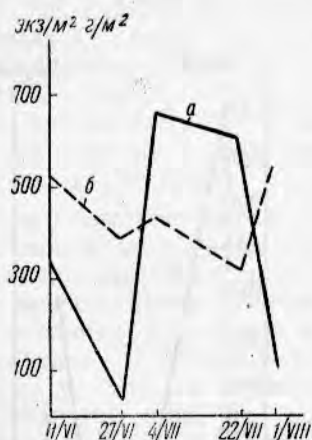


Рис. 11. Динамика численности *Limnea ovata* на сусаке в районе Обуховской косы:

а — численность в экз/м²;
б — растительная биомасса в г/м².

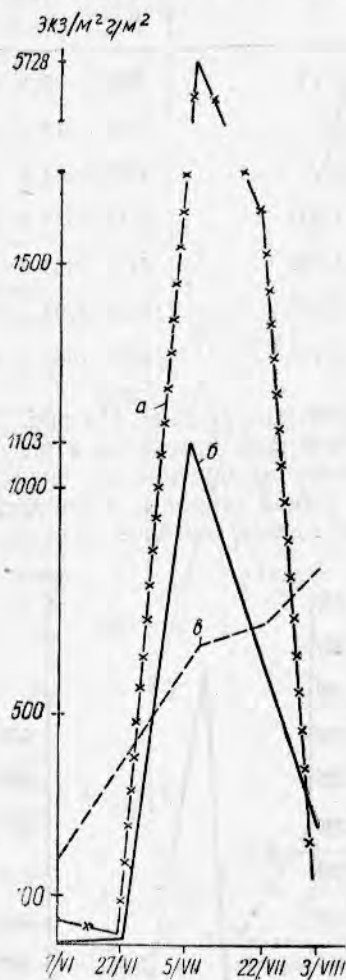


Рис. 12. Динамика численности *Theodoxus pallasi* на сусаке в районе о. Дальний Галкин:

а — количество кладок в экз/м²; б — количество моллюсков в экз/м²;
в — растительная биомасса в г/м².

падалась в единичных экземплярах, в то время как на дне, свободном от растительности, она наблюдалась в массовом количестве.

Помимо перехода моллюсков на донный образ жизни, на снижение их численности в районе Обуховской косы влияло, по данным М. Н. Кривобока [14], выедание их молодежью сазана с 22 июня по 4 июля (табл. 5).

В районе Обуховской косы кормовая база менее истощена, чем в Дмитричевом култуке, так как здесь наблюдается рост численности *Cricotopus* из группы *silvestris* и развитие *Limnea ovata* из поздних кладок, а также имеются еще не использованные формы бентоса для сазана.

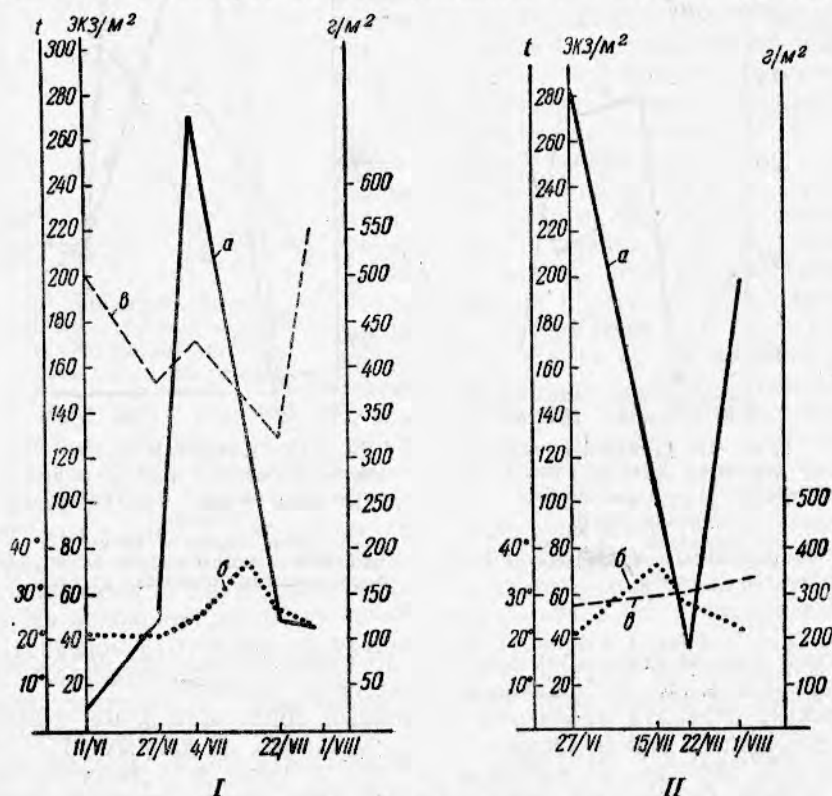
Из гаммарид наиболее распространен во всех районах авандельты

Таблица 5

Суточный пищевой рацион в мг молоди сазана (по данным М. Н. Кривобоба)

Срок наблюдения	Средний вес рыбы	Моллюски	Хирономиды	Насекомые и их личинки	Высшие ракообразные	Cladocera	Copepoda	Раститель- ность	Всего за сутки
31/V — 11/VI	355	35,3	35,3	—	—	56,2	11,5	—	138,3
11 — 16/VI	705	219,3	68,6	—	—	16,3	0,4	—	304,6
16 — 22/VI	1265	504,0	19,5	10,9	16,5	16,2	0,4	—	543,3
22/VI — 4/VII	3115	1032,3	14,4	36,6	78,5	4,1	1,5	—	1167,4
4 — 14/VII	7425	2463,2	33,8	100,7	467,3	2,3	4,6	67,3	3133,0
14 — 22/VII	11190	1294,2	24,3	305,3	455,0	10,3	26,2	133,2	2243,5
22 — 31/VII	14220	1080,8	36,5	382,4	337,0	10,8	32,4	219,0	2099,3

Pontogammarus crassus. На рис. 13 изображена динамика этого вида на Обуховской косе на сусеке и резухе малой. В обоих случаях мы наблюдаем резкое сокращение его численности к 22 июля. Сокращение численности, с одной стороны, объясняется выеданием *Pontogammarus crassus* молодь сазана, которое заметно усилилось с 4 июля (табл. 5), хотя

Рис. 13. Динамика численности *Pontogammarus crassus* в районе Обуховской косы:

- I. На сусеке: а—численность в экз/м²; б—температура в °C; в—растительная биомасса в г/м².
 II. На резухе малой: а—численность в экз/м²; б—температура в °C; в—растительная биомасса в г/м².

мы склонны думать, что гаммариды больше берутся молодью не с растений, где они располагаются преимущественно в пазухах листьев, а из бентоса. С другой стороны, сокращение численности *Pontogammarus crassus* объясняется замором, возникшим 15—22 июля в связи с перегревом воды. Надо полагать, что в районе Обуховской косы не создалось катастрофического положения, так как мы видим (рис. 13), что число *Pontogammarus crassus* с 1 августа опять возрастает вследствие развития молоди нового поколения.

Динамика средней биомассы по районам аванделыты изображена на рис. 14. Наименьшая биомасса наблюдается в Дмитричевом култуке. Кривая имеет три вершины: первая вызвана массовым скоплением на растительности хирономид, вторая и третья — развитием *Limnea ovata* и некоторых других форм моллюсков. Динамика биомассы района о. Ближний Галкин напоминает динамику биомассы Дмитричева култука. Она несколько больше вследствие большего количества моллюсков и значительного развития прочих насекомых (за исключением хирономид). Кривая здесь также образует три вершины: первая (14 июня) объясняется большим скоплением гаммарид и моллюсков на элодее, вторая (13 июля) — присутствием крупных гаммарид и моллюсков и третья (4 августа) — развитием нового поколения тех же групп.

Район Обуховской косы по типу динамики похож на район о. Дальний Галкин, однако биомасса его фауны значительно меньше, чем на последнем, вследствие выедания моллюсков молодью сазана, а также вследствие более легкой раковины у *Valvata piscinalis*, *Limnea ovata*, *Planorbis albus* по сравнению с *Theodoxus pallasi*, которая составляет большую часть биомассы фауны района о. Дальний Галкин. Первая вершина кривой биомассы на Обуховской косе вызвана массовым развитием *Valvata piscinalis*, вторая — развитием *Limnea ovata*, *Planorbis albus* и отчасти *Bithynia tentaculata*. К августу биомасса этих видов уменьшается вследствие выедания их молодью рыб и перемещения моллюсков на дно. Кривая биомассы фауны в районе о. Дальний Галкин образует вершины главным образом вследствие увеличения числа моллюсков, затем уменьшения их (повидимому, они выедаются взрослыми рыбами, а также переходят на грунт).

Из всего сказанного можно сделать вывод, что кормовая база района Дмитричева култука для молоди воблы была исчерпана уже к июлю, так как биомасса и численность хирономид зарослей резко сократились. Массовое развитие моллюсков, отраженное на рис. 14 подъемом кривой средней биомассы (вторая и третья вершины), не улучшило положения, так как молодь воблы в этот момент еще не перешла на питание этими орга-

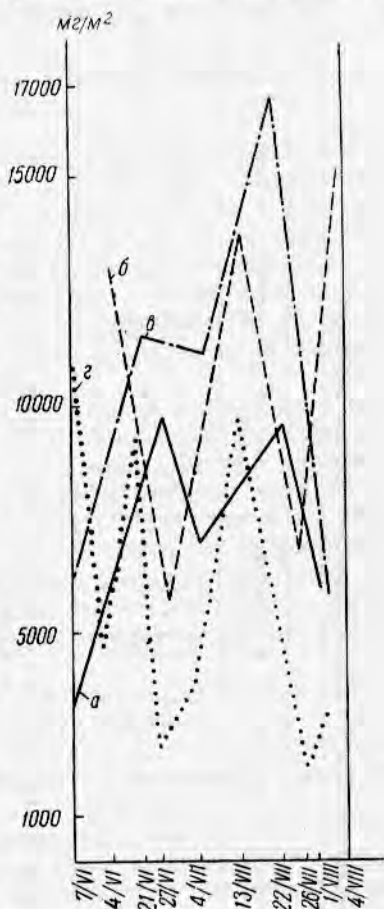


Рис. 14. Динамика средней биомассы по районам аванделыты:
а — по району Обуховской косы;
б — по району о. Ближний Галкин;
в — по району о. Дальний Галкин;
г — по Дмитричеву култуку.

Таблица 6

Средняя численность и биомасса бентоса и фауны зарослей

Место наблюдения Группа организмов	Рыбхозы				Авандельта				Северный Каспий								
	Горелый* 1949 г.		Бирючок* 1950 г.		Обуховская коса		о. Ближний Галкин		о. Дальний Галкин		Каменный култук		Дмитричев култук		1945 г.	1947 г.	1951 г.
	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	количество экземпляров	мг/м ²	мг/м ²	мг/м ²	мг/м ²
Бентос	211	6626	920	12338	3142	24182	(вместе с о. Ближ- ный Гал- кин)	—	2250	14620	980	7071	—	—	33201	18618	25000
Фауна зарослей макрофитов	6850	3586	6086	4049	6178	7338	7571	10968	7019	10390	—	—	7326	6365	—	—	—

Примечание. Цифровой материал по бентосу авандельты дан по И. К. Воинову [6], по бентосу моря Северного Каспия — по А. К. Саенковой.

низмами. Кормовая база молоди рыб в районах о. Ближний Галкин и Обуховской косы к этому времени была в лучшем состоянии. Правда, биомасса фауны на Обуховской косе несколько снижается, но численность ряда организмов начинает возрастать за счет нового поколения.

Район о. Дальний Галкин, несмотря на самую высокую биомассу фауны зарослей, следует считать самым неблагоприятным для молоди. Мелководная его часть выбита птицей, которая к июлю уничтожила всю мягкую растительность, а с ней и кормовые организмы. Биомасса форм на более удаленной от берега станции образована *Theodoxus pallasii*, которая вряд ли может быть пищей для молоди в этот период, так как имеет твердую раковину и довольно крепко прикреплена к растительности.

В табл. 6 приведены сравнительные данные по численности и биомассе фауны зарослей и бентоса в рыбхозах, авандельте и Северном Каспии.

Из табл. 6 видно, что численность фауны зарослей авандельты выше численности бентоса в тех же районах и лишь немного больше численности фауны зарослей рыбхозов. Биомасса фауны зарослей авандельты несколько ниже биомассы бентоса тех же районов, но зато в три раза выше биомассы зарослей рыбхозов. По сравнению с биомассой бентоса Северного Каспия биомасса фауны зарослей составляет одну треть.

В результате можно сделать вывод, что аван-

дельта Волги в отношении фауны зарослей является более благоприятным районом для нагула молоди рыб, чем рыбхозы и естественные поймы дельты.

Таким образом, зарастание водоемов мягкой растительностью имеет не только отрицательное, но и положительное значение, так как способствует развитию ряда кормовых организмов, на что указывали еще А. Н. Елеонский [9], А. Н. Липин и Н. Н. Липина [16] и другие.

РОЛЬ ФАУНЫ ЗАРОСЛЕЙ В ПИТАНИИ МОЛОДИ ВОБЛЫ, ЛЕЩА И САЗАНА

Вопрос об использовании молодью карповых различных организмов, поселяющихся на высшей водной растительности, не нов. О фауне зарослей макрофитов как корме для взрослой рыбы и ее молоди в условиях прудового хозяйства писали А. Н. Елеонский [9] и Б. И. Черфас [21]. Г. С. Карзинкин [12 и 13]. В. В. Васнецов [5], рассматривая морфологию молоди сазана и леща, пришел к заключению, что эти рыбы на определенных этапах развития могут обирать пищевые организмы с растений. Однако обрастания в питании молоди карповых, по мнению большинства авторов, имеют второстепенное значение.

Обычно питание молоди сопоставляют с динамикой планктона и бентоса, как это сделано, например, в работе Л. Г. Амелиной [1]. Наши наблюдения несколько противоречат этой точке зрения. Фауна зарослей особенно на ряде этапов развития воблы, сазана и отчасти леща, имеет большое значение как в рыбхозах, естественных полоях, так и в авандельте. Сопоставление питания молоди только с бентосом неправильно. Из бентоса обычно при существующей методике выпадает комплекс фитофильных организмов и тех, которые часть своего жизненного цикла проводят на растениях как раз в момент, когда этими формами питаются молодь.

В отношении временных водоемов Нижней Волги, рыбхозов и естественных полей мы сделали в 1950 г. следующие выводы:

- 1) в питании молоди леща, сазана и воблы в рыбхозах «Горелый», «Бирючок» и других первенствующее значение из хирономид имели перифитонные, а не бентосные формы;
- 2) в рыбхозах перифитонные формы хирономид и мшанки следует скорее всего рассматривать как резерв (своего рода вынужденную пищу), который молодь использует в момент неблагоприятного состояния планктона и бентоса, и как дополнительную пищу на определенном этапе развития.

Эти выводы не совсем подходят к району авандельты, как к водоему постоянному. По данным М. Н. Кривобока [14], молодь сазана в условиях авандельты питается в июне и июле моллюсками (в основном *Valvata*, в меньшей степени *Limnea*, *Pisidium*), хирономидами (*Cricotopus* из группы *silvestris*, *Psectrocladius* из группы *psilopterus*, *Limnochironomus* из группы *nervosus*, *Cryptochironomus* из группы *defectus* и прочих), личинками других насекомых (*Orthotrichia*, *Argailea*, *Oecetis*), ракообразными (гаммариды, *Cladocera*, *Copepoda*). В большинстве случаев это формы, которые в период нагула молоди сазана держатся на водной растительности, а следовательно, и берутся с нее.

Значение каждой группы организмов в суточном пищевом рационе молоди сазана приведено в табл. 5. По весу значение моллюсков и гаммарид в рационе возрастает по мере увеличения веса рыбы.

Мы считаем, что фауна зарослей в условиях авандельты, а возможно и в других постоянных водоемах, где развивается макрофлора, является для молоди сазана на определенных этапах развития основной пищей, которой она питается всегда, а не резервом или вынужденной пищей, к которой она прибегает в рыбхозах и естественных полях в период

ухудшения состояния планктона и бентоса. Примерно к такому же выводу приходит и М. Н. Кривобок [14]. Повидимому, он прав, говоря, что молодь сазана переходит на питание бентосом несколько позже, когда она может потреблять более крупные объекты и в массовом количестве.

Вобла в авандельте, по данным И. Н. Петренко [18], Т. К. Небольсиной [17], питалась планктоном, хирономидами, прочими насекомыми, олигохетами и растительной пищей. Из хирономид она потребляла исключительно формы, обитающие на растениях: *Cricotopus* из группы *silvestris*, *Corynoneura*, *Tanytarsus*, *Psectrocladius* из группы *psilopterus*, *Polypedilum*, *Endochironomus* из группы *signaticornis*, *Glyptotendipes* и некоторых других, причем встречаемость первой, по данным Т. К. Небольсиной, достигала 62,8%. В табл. 7 приведено соотношение отдельных компонентов пищи в кишечнике воблы в ранний период ее развития.

Таблица 7

Соотношение отдельных компонентов в пище култушной молоди воблы в % сырого веса (по данным И. Н. Петренко), 1951 г.

Компоненты пищи	Дата наблюдения				
	22/V - 29/V	29/V - 5/VI	5/VI - 19/VI	19/VI - 26/VI	26/VI - 3/VII
Водоросли	37,5	72,5	47,5	50,1	57,5
Rotatoria	0,83	0,3	—	—	—
Copepoda	11,11	6,1	0,611	0,53	0,34
Cladocera	30,39	12,4	8,341	5,92	1,74
Chironomidae	20,17	8,7	20,792	21,5	34,19
Кладки насекомых и прочие насекомые	—	—	15,757	21,96	6,23

На основании этих данных И. Н. Петренко делает вывод, что хирономиды и зоопланктон в питании молоди воблы имеют основное значение и что большое количество водорослей в пищевом комке встречается лишь в том случае, когда в водоеме мало животного корма. И. Н. Петренко несколько умаляет значение растительности. Вряд ли можно говорить о недостаточности кормовой базы в период с 5 по 26 июня; в это время в кишечнике воблы растительность составляла 47,5—50,1%. Скорее это явление можно связать с малой пищевой активностью воблы, на которую указывает М. В. Желтенкова [10].

Т. К. Небольсина [17] проследила питание молоди воблы в более поздний период развития; молодь воблы, помимо планктона и хирономид, потребляла в большом количестве олигохет (табл. 8). Т. К. Небольсина связывает наличие последних с их обилием в бентосе в 1949 г. Однако, были ли это бентосные грунтовые формы или формы с растений, судить трудно, так как определение их не велось ни при гидробиологических работах, ни при исследовании питания.

В районе Обуховской косы в июне—июле 1951 г. пища молоди леща, по материалам П. Н. Хорошко [20], состояла из хирономид (индекс наполнения 0,42—139,97) и прочих организмов (индекс наполнения 7,77—241,65). Из хирономид чаще встречались фитофильные формы, которые занимали ведущее положение в фауне зарослей. Олигохеты были отмечены всего один раз. Планктон в составе пищи молоди занимал очень незначительное место (индекс наполнения не превышал 19), что говорит о бедности его в районе взятия проб.

Таблица 8

Состав пищи мальков воблы летом 1949 г. (по данным Т. К. Небольсиной)

Состав пищи мальков воолы летом 1945 г. (по Данилову)											
Индекс наполнения	Средняя дли- на малька в мм	Показатели	Cladocera	Copepoda	Rotatoria	Chironomidae	Прочие Insecta	Ракообразные	Oligochaeta	Раститель- ность	Детрит
195,5	16,5	12—13 июня									
		Частный индекс	3,9	2,9	1,7	1,1	72,5	—	92,1	1,7	19,6
		Среднее число орга- низмов на 10 кишечника	33,4	11,9	31,6	11,9	17,8	—	—	—	—
		Частота встречаемости в %	78,0	38,0	56,0	50,0	53,0	—	56,2	19,5	18,7
73,4	28,5	25—26 июня									
		Частный индекс	0,5	—	—	0,7	18,0	2,6	28,2	22,9	0,5
		Среднее число орга- низмов на 10 кишечника	7,0	—	—	5,6	60,0	3,8	—	—	—
		Частота встречаемости в %	36,6	—	—	35,0	58,3	25,0	20,0	11,7	5,6
172,36	34,5	27—28 июля									
		Частный индекс	0,58	0,15	—	33,31	16,8	5,55	83,68	11,37	20,92
		Среднее число орга- низмов на 10 кишечника	56,4	4,0	—	75,3	7,9	3,8	—	—	—
		Частота встречаемости в %	51,1	23,4	—	70,2	42,5	23,4	44,6	63,8	12,9
249,12	45,5	26—27 августа									
		Частный индекс	9,68	5,74	—	120,5	0,06	54,36	7,3	0,55	50,93
		Среднее число орга- низмов на 10 кишечника	12,6	1,0	—	27,7	2,3	8,7	—	—	—
		Частота встречаемости в %	34,1	19,6	—	45,1	19,3	29,0	12,5	19,3	30,6

По данным Т. К. Небольсиной, в 1949 г. в авандельте молодь леща в июле питалась в основном олигохетами, хирономидами и насекомыми. Роль планктона, как и в 1951 г., была незначительна (табл. 9).

Из табл. 9 видно, что в августе питание молоди леща изменяется. Она начинает усиленно потреблять зоопланктон, что связано с резким увеличением его в районе наблюдений; значение хирономид в пище превышает значение олигохет.

Очевидно, фауна зарослей в авандельте является составной частью пищи молоди воблы и леща (а для последнего и его резервом — вынужденной пищей), так как он очень быстро переходит обратно на питание планктоном при его увеличении в водоеме (август).

Из всего сказанного можно сделать вывод, что в авандельте значение фауны зарослей в пище молоди карповых больше, чем в рыбхозах.

Таблица 9

Состав пищи мальков леща летом 1949 г. (по данным Т. К. Небольсиной)

Индекс наполнения	Средняя длина маль- ка в мм	Показатели	Cladocera	Copepoda	Rotatoria	Chironomidae	Прочие Insecta	Gammaridae	Oligochaeta	Раститель- ность	Детрит
12 - 13 июня											
162,8	13,0	Частный индекс . . .	4,6	0,8	—	1,4	156,0	—	—	—	—
		Среднее число орга- низмов на 10 кишеч- ников	15,0	10	—	10	50	—	—	—	—
		Частота встречае- мости в %	50,0	25	—	100	50	—	—	—	—
25 - 26 июня											
88,27	24,5	Частный индекс . . .	0,2	0,2	—	0,93	5,2	0,64	75,07	3,32	2,75
		Среднее число орга- низмов на 10 кишеч- ников	45,2	4,5	—	11,6	15,6	0,8	—	—	—
		Частота встречае- мости в %	30,0	25,3	—	53,3	26,6	8,3	23,3	30,0	20,0
27 - 28 июля											
10		Частный индекс . . .	12,58	1,4	—	47,55	5,59	—	37,75	—	—
		Среднее число орга- низмов на 10 кишеч- ников	413,0	46	—	79	6,0	—	—	—	—
		Частота встречае- мости в %	94,4	61,1	—	100	50,0	—	61,0	—	—
26 - 27 августа											
		Частный индекс . . .	37,5	0,8	—	56,4	0,06	—	2,3	—	1,4
		Среднее число орга- низмов на 10 кишеч- ников	370,5	4,7	—	120,0	1	—	—	—	—
		Частота встречае- мости в %	88,9	44,4	—	44,4	11,1	—	33,3	—	44,4

ВЫВОДЫ

1. Водная растительность в авандельте делится на два комплекса в зависимости от требований различных ее видов к условиям среды. Характерной особенностью растительности первого комплекса, произрастающей в районах с меньшей проточностью, является то, что она не образует подводных лугов. Этот комплекс складывается из растений с плавающими листьями и некоторых погруженных растений (чили́м, у́жовник, сальвиния, рдест и другие), а также из надводной растительности (су-сак, ежеголовка, тростник, рогоз и другие). Растительность первого комплекса заселяет Дмитричев култук и район о. Зюдева. Характерной особенностью растительности второго комплекса является то, что она образует подводные луга, где произрастают наяда малая, валлиснерия, элодея;

во второй комплекс входят также надводные растения (сусак и рдест пронзеннолистный). Растительность второго комплекса заселяет открытую часть аванделы.

2. В фауне зарослей аванделы по численности преобладают личинки насекомых, в частности хирономиды (66,63%), а по биомассе — моллюски (56,07%).

3. Наиболее обильно макрофауна заселяет подводные растения: элодею (в среднем $14\,501 \text{ экз/м}^2$), резуху малую ($11\,166 \text{ экз/м}^2$), рдест гребенчатый ($9\,717 \text{ экз/м}^2$) и надводный сусак ($11\,072 \text{ экз/м}^2$).

4. На заселение водной растительности фауной оказывают влияние морфология растений, сезонные изменения в их развитии, уровень стояния воды, кормовая база беспозвоночных и избирательная способность некоторых видов животных по отношению к определенным видам растений.

5. Для районов открытой части аванделы характерно, помимо личинок хирономид, большее число моллюсков и гаммарид и меньшее — личинок других насекомых, количество которых снижается по мере удаления от берега и увеличения глубин. В култушной зоне, наоборот, преобладают личинки насекомых и пиявки при меньшем количестве гаммарид и моллюсков.

6. *Cricotopus* из группы *silvestris* благодаря плодовитости, малым размерам личинок и довольно короткому жизненному циклу имеет в водоемах дельты и аванделы Волги особенно важное значение, которое можно приравнять к значению некоторых массовых форм планктона или *Chironomus*'а в бентосе.

7. Тип динамики численности *Cricotopus* из группы *silvestris* по районам и видам растений различен и обусловлен, повидимому, разной степенью выедания молодью и растянутостью лёта.

8. На зарослях мелкие формы моллюсков (длиной от 1—5 мм) составляют по численности 86,7%, средние (6—10 мм) — 12,19%, крупные (11—36 мм) — 1,1%.

9. Численность *Valvata piscinalis*, *Limnea ovata*, *Theodoxus pallasii* на растительности к концу июля и началу августа уменьшается, что объясняется их выеданием и отчасти переходом этих организмов на донный образ жизни.

10. Резкое падение численности гаммарид в районе Обуховской косы к 22 июля связано с замором и начавшимся выеданием их молодью сазана.

11. Фауна зарослей Дмитричева култука для молодежи воблы к июлю была уже исчерпана, так как биомасса и численность доступных для нее хирономид резко уменьшилась, а на питание моллюсками она еще не могла перейти. Фауна зарослей района о. Ближний Галкин молодью воблы и леща, как и фауна зарослей Обуховской косы молодью сазана, использовалась неполностью. Район о. Дальний Галкин, несмотря на самую высокую биомассу фауны зарослей, надо считать самым неблагоприятным для молодежи карповых, так как здесь развивается некормовой объект *Theodoxus pallasii* и, кроме того, уничтожается птицей в мелководной части вся мягкая растительность.

12. Кормовая база аванделы более благоприятна для нагула молодежи, чем водоемы дельты Волги, ввиду большей (в три раза) численности и биомассы кормовых организмов, развивающихся на высшей водной растительности.

13. В аванделе, а, возможно, и в других постоянных водоемах, где развивается макрофлора, фауна зарослей является для молодежи сазана на определенных этапах его развития основной пищей, которой он питается всегда, конечно, при некотором потреблении также планктона и бентоса. Для молодежи воблы и леща фауна зарослей является составной частью их питания.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Амелина Л. Г., Питание молоди карповых в пойменных водоемах дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
2. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон нерестово-выростных хозяйств, «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
3. Барышева К. П., Смена населения и динамика биомассы раздоринских пойм дельты Волги, «Труды Мосрыбтвуза», вып. 1, 1938.
4. Бут В. И., Биоценозы бентоса зарослей пойменного водоема, «Труды Донецкой гидробиологической станции имени проф. В. Л. Арнольда», вып. 1, Харьков, 1940.
5. Васнецов В. В., Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития, изд. АН СССР, 1948.
6. Воноков И. К., Бентос аванделы Кировского банка Волги (напечатано в этом сборнике).
7. Гуревич Ф. А., К вопросу о взаимоотношениях между водными растениями и эмбрионами пресноводных животных, ДАН, Новая серия, т. LIX, № 3, 1948.
8. Доброхотова К. В., Ассоциация высших водных растений как фактор роста дельты Волги, «Труды Астраханского госзаповедника», вып. 3, 1940.
9. Елеонский А. Н., Прудовое рыбоводство, Пищепромиздат, 1946.
10. Желтенкова М. В., О пищевой пластичности воблы, «Труды ВНИРО», т. XVIII, Пищепромиздат, 1951.
11. Идельсон М. С., Зообентос пойменных водоемов дельты Волги и его значение в питании рыб, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
12. Карзинкин Г. С. и Кожин Н. И., Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
13. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.
14. Кривобок М. Н., Биология молоди сазана в предустьевом пространстве Волги (напечатано в этом сборнике).
15. Летичевский М. А., О нерестовом значении аванделы Волги, «Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции», т. IX, вып. 1, 1947.
16. Липин А. Н. и Липина Н. Н., Макрофлора стоячих водоемов и связь ее с гидрофауной, «Труды ВНИПРХ», т. V, Воронеж, 1950.
17. Небольсина Т. К., Материалы по питанию мальков карповых в волжской аванделте, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XII, Астрахань, 1952.
18. Петренко И. Н., Некоторые данные по физиологии питания и роста молоди воблы (напечатано в этом сборнике).
19. Танасийчук В. С., Миграции мальков воблы и леща через култучную зону аванделы реки Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XI, 1951.
20. Хорошко П. Н., Зоопланктон аванделы Волги и его роль в питании молоди леща (напечатано в этом сборнике).
21. Черфас Б. И., Рыбоводство в естественных водоемах, Пищепромиздат, 1950.
22. Чугунов Н. Л., Опыт количественного исследования продуктивности донной фауны в Северном Каспии и типичных водоемах дельты Волги, «Труды Астраханской ихтиологической лаборатории», 1923.
23. Яблонская Е. А., Учет кормовой базы бентоса рыбхоза «Азово-Долгий» и оценка питательных свойств основных кормовых объектов, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ФИЗИОЛОГИИ ПИТАНИЯ И РОСТА МОЛОДИ ВОБЛЫ В АВАНДЕЛЬТЕ ВОЛГИ

Канд. биол. наук И. Н. ПЕТРЕНКО

ВВЕДЕНИЕ

Материал был собран нами на трех участках Кировского банка: в Дмитричевом култуке, в устье р. Жеребец и у о. Ближний Галкин.

В Дмитричевом култуке мы обнаружили молодь воблы, только что перешедшую на активное питание. Молодь воблы из других районов авандельты не могла быть занесена в култек течением, так как култек был обособлен. Поэтому мы считаем, что обнаруженная нами молодь появилась в результате происшедшего здесь нереста воблы. Мы назвали ее местной.

В районе р. Жеребец наблюдалось большое скопление мальков, скатывающихся по реке и на некоторое время задерживающихся в ее устье. Эта молодь была названа покатной.

Для местной молоди определяли линейный и весовой прирост, изучали ее питание. Кроме того, проводили опыты по азотистому обмену. Исследовали также размерный и весовой состав покатной молоди и ее питание. Опытов по азотистому обмену не проводили, анализировали лишь биохимический состав тела покатной молоди.

Вопрос определения роста покатной молоди более сложен, и без измерения молоди или наблюдений за элементарной популяцией решить его нельзя. Поэтому, хотя в дальнейшем мы и будем говорить о росте покатной молоди в устье р. Жеребец, но по существу приводимые нами величины отражают изменения размерного и весового состава мигрирующей молоди, временно задержавшейся в данном районе.

РОСТ, ПИТАНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ МОЛОДИ ВОБЛЫ

В начале наших исследований (22—23 мая) молодь воблы по весовому и линейному составу была однородной. Однако в дальнейшем (с 29 мая по 26 июня) вследствие растянутости нереста воблы мальки на исследуемых нами участках начали резко отличаться по своим размерам, так как появилась молодь более позднего выклева. У покатной молоди крупных особей было больше, чем у местной.

В начале июля, когда основная масса воблы покинула авандельту, молодь в уловах стала более мелкой. В конце наблюдений (3 июля) длина рыб на обоих исследуемых нами участках становится практически одинаковой (табл. 1, рис. 1).

За период наблюдений длина местной молоди возрастала с 9,7 до 25,3 мм, а вес — с 6,8 до 290 мг. Интенсивность ее прироста колебалась без определенной последовательности от 39,34 до 0,26%. Средняя длина и вес покатной молоди до 26 июня увеличились соответственно с 9,65 до 29,9 мм и с 8 до 414,7 мг; с 3 июля в уловах появилась более мелкая покатная молодь вследствие ската в море более крупных особей.

Пища молоди воблы состояла из водорослей, мелких личинок хирономид обростаний, Cladocera, Copepoda, коловраток и кладок насекомых.

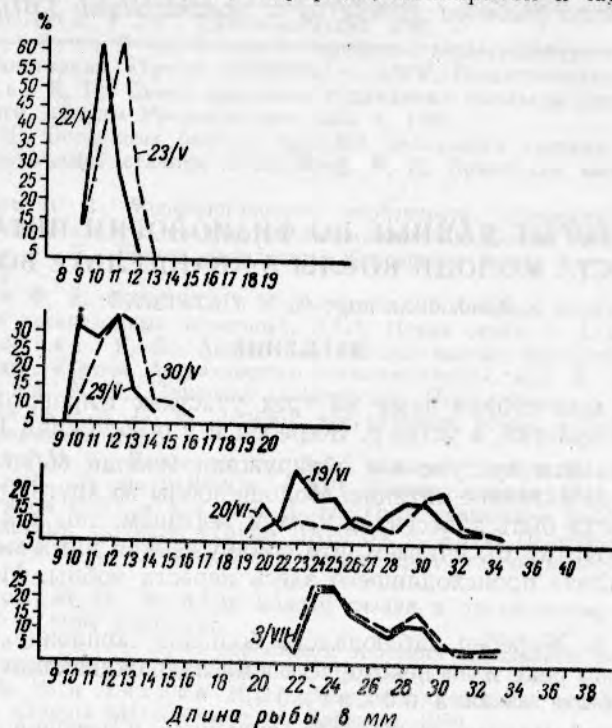


Рис. 1. Распределение молоди воблы по длине: сплошная линия—молодь воблы из Дмитриева култука; пунктир—молодь воблы покатная.

мых. Если пренебречь кладками насекомых, которые появились в питании воблы с 5 июня, то в течение всего периода исследований существенных изменений видового состава пищи не отмечалось.

Рост личинок и мальков воблы

Таблица 1

Дата взятия пробы	Температура воды в °С	Число исследованных экземпляров	Средняя длина рыбы в мм	Средний вес рыбы в мг	Среднесуточный прирост по сырому весу	
					в мг	в %
Местная молодь						
22/V	20,8	50	9,6	6,9	1,5	22,5
29/V	17,6	80	11,3	17,6		
5/VI	21,8	95	12,7	32,1	2,1	11,7
19/VI	25,3	80	24,9	208,8	12,6	39,3
26/VI	21,6	126	24,9	212,8	0,6	0,3
3/VII	23,3	60	25,3	290,0	11,0	5,2
Покатная молодь						
23/V	19,5	50	9,7	8,0		
30/V	20,0	70	12,4	15,8	1,1	13,7
6/VI	20,9	70	14,3	34,5	2,6	16,9
13/VI	23,2	88	18,6	102,8	9,7	28,3
20/VI	25,5	77	25,7	296,1	27,6	26,8
26/VI	23,0	100	29,9	414,7	19,7	6,7
3/VII	25,1	75	25,4	393,8	—	—

Колебалось лишь соотношение кормовых групп (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Весовое соотношение кормовых групп в пище молоди воблы (в %)

Срок наблюдения \ Пищевые организмы	Водоросли	Коловратки	Copepoda	Cladocera	Хирономиды обрастаний	Кладки насе- комых	Личинки насе- комых	Олигохеты	Раститель- ный детрит
Местная молодь									
22/V — 29/V	37,5	0,8	11,1	30,4	20,2	—	—	—	—
29/V — 5/VI	72,5	0,3	6,1	12,4	8,7	—	—	—	—
5/VI — 19/VI	47,5	—	0,6	8,30	27,8	15,8	—	—	—
19/VI — 26/VI	50,1	—	0,5	5,9	21,5	22,0	—	—	—
26/VI — 3/VII	57,5	—	0,3	1,7	34,2	6,3	—	—	—
Покатная молодь									
23/V — 30/V	46,3	16,8	6,4	14,8	8,5	1,8	—	5,4	—
30/V — 6/VI	45,5	10,8	3,8	22,0	17,9	—	—	—	—
6/VI — 20/VI	39,8	6,0	7,1	15,4	28,3	1,4	2,0	—	—
20/VI — 26/VI	30,0	8,6	12,4	7,0	30,0	8,0	—	5,0	—
26/VI — 3/VII	34,8	—	7,8	7,2	35,5	4,0	—	6,7	4

У местной молоди основным кормовым объектом были водоросли (*Meiobosira*), которые составляли от 37,5 до 72,5% веса пищевого комка. На втором месте по своей значимости стояли хирономиды обрастаний (*Glyptotendipes*, *Cricotopus*, *Orthocladius* и др.).

Они составляли по весу от 8,7 до 34,2% съеденной пищи, причем наибольшее их потребление отмечено в конце наблюдений.

Из *Cladocera* преобладали *Chydorus* и *Bosmina*. Значение *Cladocera* в пище молоди воблы постепенно уменьшалось с 30,4% в начале до 1,7% в конце наблюдений. Существенное значение имели также кладки насекомых, которых особенно много было в первой половине июня. *Copepoda* и *Rotatoria* встречались в незначительном количестве.

У покатной молоди характер питания был несколько иной. Она меньше потребляла водорослей и значительно больше *Rotatoria*, *Copepoda* и *Cladocera*. Кроме того, в пище покатной молоди были отмечены личинки различных насекомых и олигохеты, не имевшиеся в пище местной молоди. Личинки хирономид использовались обеими группами приблизительно одинаково.

Наряду с изучением роста и питания воблы мы определяли у нее также основные биохимические показатели (процентное содержание влаги, жира, общей зольности и сырого протеина)¹.

Как у местной, так и у покатной молоди содержание влаги в теле с возрастом уменьшается от 87,5% в начале до 79,9% в конце срока наблюдения.

В течение этого времени содержание жира у покатной молоди почти не изменяется (1,7—1,9%), а у местной постепенно увеличивается от 1,4 до 2,12%.

Общая зольность покатной и местной молоди в мае была 1,5%. С ростом рыб она увеличилась до 3,3%. В начале наблюдений содержание сырого протеина у местной молоди было несколько выше (13,4%), чем у покатной (12,9%), а с 5 июня эти показатели у обеих групп сблизились (с 16,8 до 17%).

¹ Биохимические показатели даются по сырому веществу.

Для определения величины азотистого и пищевого рационов, а также продуктивного действия белка мы изучали азотистый баланс у молоди воблы. Установили, что количество выделенного за сутки азота колебалось без закономерности от 2,12 до 5,23 мг на 1 г веса рыбы; наибольшее количество азота выделялось в период с 29 мая по 5 июня (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Величина отдельных элементов баланса азота¹ у местной молоди воблы
(в мг на 1 г веса рыбы)**

Срок наблюдения	Средне- суточный прирост азота	Выделено азота за сутки		Всего	Потреб- лено азота с пищей	Продуктив- ное дей- ствие белка в %
		в продук- тах обмена	в экскре- ментах			
22/V — 29/V	2,20	2,12	—	2,12	4,32	50,94
29/V — 5/VI	1,53	5,23	—	5,23	6,76	22,63
5/VI — 19/VI	3,53	2,86	0,13	2,99	6,52	41,74
19/VI — 26/VI	0,07	3,03	0,018	3,05	3,12	2,43
26/VI — 3/VII	0,89	2,64	—	2,64	3,53	25,28

¹) Азот определяется, по Кьельдалью, в микромодификации Балаховского.

Продуктивное действие белка колебалось от 50,9% до 2,4%. Наибольшее использование белка на рост отмечено в начале наблюдений (22—29 мая), наименьшее — во второй половине июня (19—26 июня). Однако с 26 июня по 3 июля продуктивное действие белка значительно возросло.

Величину пищевого рациона молоди воблы мы определили на основании установленных величин: азотистого рациона, процентного соотношения отдельных кормовых групп в пище молоди и содержания азота в кормовых организмах (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Величина пищевого рациона и кормовой
коэффициент у местной молоди воблы**

Срок наблюдения	Средний вес рыбы в мг	Среднесу- точный пищевой рацион (в % веса рыбы)	Кормовой коэффи- циент
22/V — 29/VI	12,2	50,2	8,2
29/V — 5/VI	24,9	120,4	14,6
5/VI — 19/VI	166,4	43,5	3,8
19/VI — 26/VI	304,3	27,4	51,2
26/VI — 3/VII	365,0	33,9	7,9

Суточный пищевой рацион молоди колебался от 27,4 до 120,4%. Максимальное потребление пищи наблюдалось в первой половине июня. Кормовой коэффициент был очень высоким во второй половине июня (19—26 июня), когда прирост воблы уменьшился с 39,3 до 0,3%, а пищевой рацион — с 43,5 до 27,4%.

Подводя итоги нашим наблюдениям, следует указать, что лучший рост поклатной молоди по сравнению с местной объясняется более благоприятными условиями питания поклатной молоди.

Основным объектом питания местной воблы были водоросли. Зоопланктон в ее пище встречался в очень ограниченном количестве, что обусловлено бедностью его в данном районе [7]. Большой удельный вес зоопланктона в пище поклатной молоди объясняется тем, что она обитала в районе интенсивного сноса зоопланктона из полоев.

Для более полной оценки местной и покатной молоди приводятся данные, характеризующие питание и рост молоди воблы в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги «Горелый» и «Азово-Долгий». Установлено, что в пище молоди воблы преобладала *Copepoda*, *Cladocera* и хирономиды обростаний, в пище мальков из авандельты — водоросли (табл. 5).

Таблица 5

Весовое соотношение отдельных кормовых групп в пище молоди воблы из авандельты и из рыбхозов за период с 22 мая по 3 июля (в %)

Кормовые объекты	Нерестово-выростное хозяйство «Горелый» (по Хорошко [6])	Нерестово-выростное хозяйство «Азово-Долгий» (по Воинову [4])	Дмитричев култук (по нашим данным)	Район р. Жеребец (по нашим данным)
Водоросли	5,06	2,03	53,02	38,22
Copepoda	36,04	10,47	3,73	7,30
Cladocera	33,50	82,93	11,74	11,20
Rotatoria	1,60	4,57	0,56	10,08
Хирономиды	23,8	—	22,90	21,80
Кладки насекомых	—	—	8,15	3,80
Личинки насекомых	—	—	—	3,80
Олигохеты	—	—	—	3,90

По данным О. И. Тарковской [5] и М. П. Богоявленской [3], в рыбхозах «Азово-Долгий» и «Горелый» молодь росла неравномерно. Лучший весовой прирост воблы наблюдался в первый период ее жизни приблизительно в течение 15 дней. В первых числах июня прирост резко снизился и в дальнейшем все более уменьшался. Так, в рыбхозе «Азово-Долгий» в мае весовой прирост колебался от 235,2 до 14,6%, а к концу июня он уменьшился до 5,16%.

В рыбхозе «Горелый» за те же сроки весовой прирост колебался от 72,8 до 12,9%, а к концу июня снизился до 2,12% (табл. 6).

Таблица 6

Весовой прирост молоди воблы с различных участков дельты Волги

Показатели роста	«Азово-Долгий»*		«Горелый»*		Авандельта (Дмитричев култук)		Район р. Жеребец	
	май	июнь	май	июнь	май	июнь	май	июнь
Сырой вес рыбы в мг	25,05	176,4	29,65	236,3	12,3	185,9	11,9	271,2
Среднесуточный весовой прирост в %	124,9	5,16	42,8	2,12	17,1	19,8	15,3	20,9

В мае молодь воблы росла в рыбхозах значительно лучше, чем в авандельте. В июне, наоборот, в авандельте среднесуточный весовой прирост увеличился до 19,8—20,9%, а в рыбхозах уменьшился до 2,12—5,16%. Резкое снижение в июне весового прироста свидетельствует о неблагоприятных условиях питания молоди воблы в рыбхозах в это время.

РОСТ, ПИТАНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ДВУХЛЕТОК ВОБЛЫ

Помимо изучения молоди на ранних стадиях развития, мы с 24 мая по 28 июня проводили в авандельте наблюдения над двухлетками воблы в районе о. Ближний Галкин. В начале наблюдений (24 мая) были выловлены 84 двухлетки воблы, средний вес которых составлял 4,42 г, а средняя длина — 63,7 мм (табл. 7, рис. 2).

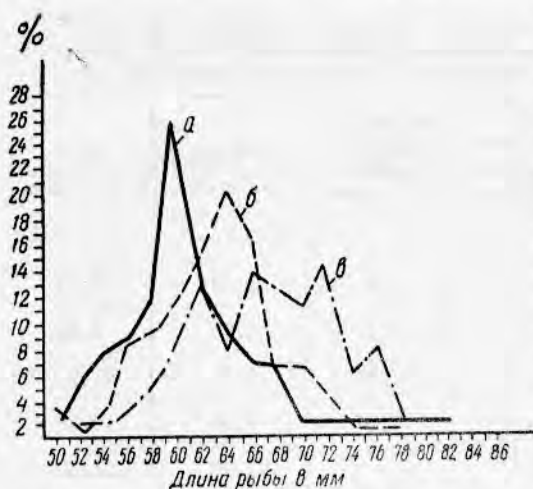


Рис. 2. — Распределение двухлеток воблы по длине:

а—двухлетки воблы, проба от 24 мая; б—двухлетки воблы, проба от 1 июня; в—двухлетки воблы, проба от 14 июня.

Пойманные двухлетки воблы, как и ее молодь, на ранних стадиях развития по весовому и линейному составу были однородными. Пробы, взятые 14 июня, показали, что на исследуемом участке авандельты находилось уже несколько размерных групп двухлеток, что дало нам основание предположить, что более крупные особи скатывались в море. Наше предположение подтвердила проба, взятая 28 июня, когда за 8 часов было поймано всего лишь 6 двухлеток.

Характер питания весьма сходен с питанием покатной молоди воблы. В пищевом комке двухлеток, как и у покатной молоди, содержание водорослей в среднем составляло менее 40%.

На протяжении всего периода наблюдений в питании двухлеток преобладали хирономиды взрослых (*Endochironomus*, *Glyptotendipes*,

Таблица 7

Средний весовой и линейный прирост двухлеток воблы

Дата взятия пробы	Температура воды в °С	Число экземпляров	Средняя длина рыбы в мм	Средний сырой вес рыбы в г	Общий прирост в г	Среднесуточный прирост по сырому весу	
						в г	в %
24/V	19,1	84	63,7	4,42	0,60	0,085	1,94
1/VI	18,9	130	65,4	5,02			
14/VI	20,1	92	68,9	7,23	2,4	0,17	2,35
28/VI	22,0	6	80,7	9,64			

Corynoneura, *Paratanytarsus*, *Orthoclaadiinae*) и олигохеты, потребление которых двухлетками возрастало с мая по июнь. Зоопланктон (*Cladocera* и *Seripoda*) играл в пище двухлеток незначительную роль (табл. 8).

Преобладание в пищевом рационе двухлеток хирономид взрослых и олигохет обеспечило хороший рост и высокое продуктивное действие белка. Для молоди воблы продуктивное действие белка было равно в среднем 28,5%, а величина кормового коэффициента 17,1, для двухлеток эти величины составляли соответственно 34,7% и 6,2.

Количество азота, выделенного с продуктами белкового обмена, колебалось в пределах от 0,74 до 1,02 мг. С конца мая по июнь прирост азота

Таблица 8

Весовое соотношение кормовых групп в пище двухлеток воблы

Пищевые организмы	Срок наблюдения		
	24/V—1/VI	1/VI—14/VI	14/VI—28/VI
Водоросли	42,01	34,32	35,39
Коловратки	0,52	0,94	1,01
Copepoda	1,44	2,25	1,92
Cladocera	2,25	3,41	3,02
Хирономиды зарослей	38,41	41,71	43,82
Олигохеты	10,35	10,77	12,88
Кладки насекомых	1,0	1,10	—
Личинки насекомых	4,02	5,50	1,96

у двухлеток воблы был наименьшим. По мере роста двухлеток он увеличивался и к концу исследования более чем в 1,6 раза превысил первоначальный (табл. 9).

Таблица 9

Величина отдельных элементов баланса азота у двухлеток воблы в мг на 1 г рыбы

Срок наблюдения	Среднесуточный прирост азота	Выделено азота в сутки			Потреблено азота с пищей	Продуктивное действие белка в %
		в продуктах обмена	в экскрементах	всего		
24/V — 1/VI	0,337	0,79	0,0075	0,802	1,139	28,90
1/VI—14/VI	0,496	1,020	0,0050	1,025	1,521	32,73
14/VI—28/VI	0,564	0,740	0,0045	0,744	1,308	42,50

Однако накопление сырого протеина было выше в начале наблюдений (15%), в дальнейшем оно снижалось (14—13,9%) и вновь незначительно возросло к концу наших работ (14,4%). Содержание жира колебалось от 2—2,2%, а общая зольность от 3,1 до 3,4% в течение всего периода исследований. За это время содержание влаги у двухлеток также колебалось (от 79,9 до 78,4), но в сторону уменьшения, что свойственно растущему организму.

Величина суточного пищевого рациона у двухлеток воблы в первый период наблюдений (24 мая—1 июня) была выше, чем в последующие (табл. 10), так как в это время в пищевом комке двухлеток преобладали водоросли. В связи с увеличением в составе пищевого комка хирономид зарослей и уменьшением удельного веса водорослей пищевые рационы понизились. Кормовой коэффициент также уменьшился с

Таблица 10

Величина пищевых рационов и кормовые коэффициенты у двухлеток воблы

Срок наблюдения	Средний вес рыбы в г	Среднесуточный пищевой рацион в % от веса рыбы	Кормовой коэффициент
24/V — 1/VI	4,72	10,3	8,3
1/VI—14/VI	6,13	9,3	5,7
14/VI—28/VI	8,44	9,7	4,6

8,3 до 4,6. Эти данные указывают на благоприятные условия питания двухлеток в авандельте.

На основании полученных нами данных можно утверждать, что для двухлеток воблы условия питания и нагула в авандельте более благоприятны, чем для ее молоди. Однако, несмотря на хорошую кормовую базу, двухлетки воблы в конце июня в массе покидают авандельту. Это объясняется, повидимому, заморными явлениями, которые наблюдались в это время [2] на различных участках авандельты.

ВЫВОДЫ

1. В авандельте Волги покатная молодь воблы растет более интенсивно, чем местная, вследствие лучшей кормовой базы.

2. В питании молоди воблы основную роль играли хирономиды зарослей и зоопланктон. Большое количество водорослей в пищевом комке у молоди воблы было обусловлено малой доступностью пищевой фауны водоема.

3. У местной молоди воблы наиболее высокое продуктивное действие белка было 22—29 мая (50,9%), наименьшее 19—26 июня (2,4%). Величина кормового коэффициента у молоди колебалась от 3,8 до 51,2. Повышение кормового коэффициента и понижение продуктивного действия белка было связано с уменьшением потребления зоопланктона и хирономид зарослей и с резким увеличением в пищевом рационе водорослей.

4. Для двухлеток воблы условия питания и нагула в авандельте более благоприятны, чем для ее мальков. Это подтверждается хорошими показателями по продуктивному действию белка (42,5%) и низкими кормовыми коэффициентами [4, 6].

5. В конце июня наблюдался массовый скат мальков и двухлеток воблы в море, что связано, повидимому, с заморными явлениями, которые наблюдались в это время на различных участках авандельты.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баклановская Т. Н., К познанию фауны зарослей авандельты и ее значение в питании молоди леща и воблы (напечатано в этом сборнике).

2. Барсукова Л. А., Гидрохимический режим дельты и авандельты Волги в 1948—1951 гг. (напечатано в этом сборнике).

3. Богоявленская М. П., Изучение физиологии питания и роста молоди воблы в нерестово-выростном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

4. Воноков И. К., Питание мальков карповых в дельте Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», т. XII, Астрахань, 1952.

5. Тарковская О. И., Физиология питания и рост молоди воблы в нерестово-выростном хозяйстве «Азово-Долгий», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

6. Хорошко П. Н., Питание молоди воблы, выращиваемой в рыбхозах дельты Волги, «Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО», Астрахань, 1952.

7. Хорошко П. Н., Зоопланктон авандельты Волги, его роль в питании леща (напечатано в этом сборнике).

БИОЛОГИЯ МОЛОДИ САЗАНА В ПРЕДУСТЬЕВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВОЛГИ

Канд. биол. наук М. Н. КРИВОБОК

ВВЕДЕНИЕ

Для поддержания запасов полупроходных рыб Северного Каспия в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги ежегодно выращиваются сотни миллионов экземпляров молоди сазана и леща. Молодь выращивается до покатной стадии и в конце июня выпускается в реки. При зарегулировании стока Волги площади естественных нерестилищ частиковых рыб сильно сократятся, и основным источником пополнения запасов этих рыб явятся нерестово-выростные хозяйства.

Биология сазана и леща в период их пребывания в водоемах рыбхозов изучена удовлетворительно. Хуже обстоит дело с молодью из естественных водоемов. В частности, остается невыясненным значение авандельты Волги для откорма молоди. Отсутствие достаточно полных данных по сазану и лещу из естественных водоемов лишает нас возможности дать объективную оценку молоди этих рыб, выращенной в нерестово-выростных хозяйствах.

Лаборатория физиологии ВНИРО совместно с Каспийским филиалом исследовала летом 1951 г. один из участков авандельты Волги. В статье излагаются результаты этих исследований в отношении молоди сазана, для которого авандельта является основным местом нагула на первом году его жизни. Наблюдения проводились с 10 мая по 10 августа 1951 г. и были дополнены данными по росту сазана в этом районе в 1952 г.

Исследования велись на мелководном участке авандельты в районе Кировского банка на границе култушной зоны и открытой части моря общей площадью 210 км².

РОСТ МОЛОДИ САЗАНА

Начало наблюдений 12 мая 1951 г. совпало с массовым нерестом сазана, происходившим в районе о. Дальний Галкин. В дальнейшем нерест наблюдался в различных участках авандельты и последний раз был отмечен 25 мая.

Первые единичные мальки сазана появились 27 мая в районе р. Жеребец. Позднее они встречались по всей территории авандельты. Однако в массовых количествах они держались только в районе Обуховской косы и у северной оконечности о. Ближний Галкин. Ввиду обилия молоди на Обуховской косе этот участок был выбран нами в качестве основного места наблюдения.

Распределение рыб по длине в вариационных рядах в течение всего лета носило двухвершинный характер (рис. 1). Правая вершина была образована крупными особями раннего выклева, а левая — мелкими рыбами более позднего выклева. Постоянство этих групп и их четкая раз-

граниченность позволили изучить рост рыб каждой группы в отдельности. Группа мелкого сазана до середины июля пополнялась скатывающейся из реки молодью. После окончания ската эта группа составляла около 75,5% общего количества рыб.

К 1 августа крупная молодь сазана достигла средней длины 94,4 мм

при весе 29,9 г. В течение июня интенсивность линейного и весового прироста держалась на относительно высоком уровне, а в июле резко уменьшилась. Так, суточный весовой прирост в июне колебался от 10,8 до 20,8%, а к концу июля он уменьшился до 1,6%. Группа мелкого сазана к 31 июня достигла средней длины 75,4 мм при весе 12,53 г. Полученные величины характеризуют не только мелкого сазана местного происхождения, но также и всю молодь сазана, скатившуюся в этот район из полоев.

Интенсивность роста мелкого сазана была несколько выше, чем интенсивность роста крупного; в результате разница в их среднем размере и весе к концу срока наблюдения несколько уменьшилась. В среднем без подразделения по группам длина молодки сазана к 31 июля увеличилась

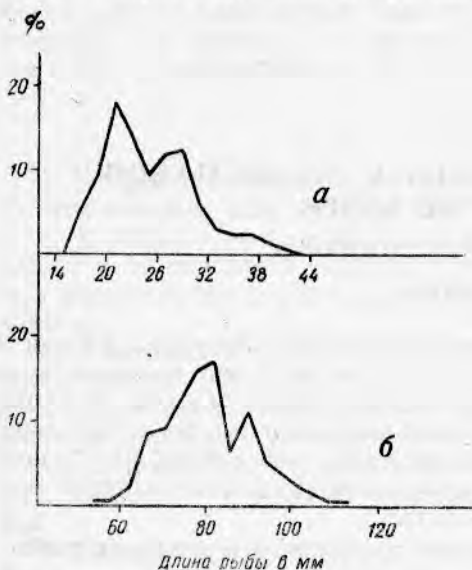


Рис. 1. Распределение молодки сазана по длине в авандельте летом 1951 г.:

а—11 июня 1951 г.; б—31 июля 1951 г.

до 81,5 мм, а средней вес — до 16,34 г (табл. 1).

Таблица 1

Линейный и весовой рост молодки сазана в авандельте Волги летом 1951 г.

Дата наблюдения	Дневная температура воды в °С	Число рыб	Средняя длина рыб в мм	Суточный линейный прирост в мм	Суточный линейный прирост в %	Средний вес рыб в г	Суточный весовой прирост в г	Суточный весовой прирост в %
-----------------	-------------------------------	-----------	------------------------	--------------------------------	-------------------------------	---------------------	------------------------------	------------------------------

Сазан без подразделения по группам

31/V	27,0	114	17,4	0,70	4,0	0,17	0,033	19,9
11/VI	27,0	193	25,1	0,92	3,6	0,54	0,066	12,4
16/VI	24,8	257	29,5	1,05	3,5	0,87	0,131	15,0
22/VI	28,0	169	36,0	1,24	3,5	1,66	0,243	14,6
4/VII	30,8	200	50,8	1,20	2,3	4,57	0,571	12,5
14/VII	37,5	129	62,8	1,61	2,5	10,28	0,228	2,2
22/VII	29,4	121	75,7	0,64	0,8	12,10	0,471	3,8
31/VII	26,0	181	81,5			16,34		

Крупный сазан

31/V	27,0	51	20,8	0,84	4,0	0,26	0,054	20,8
11/VI	27,0	89	30,1	1,22	4,0	0,85	0,092	10,8
16/VI	24,8	131	36,2	1,30	3,6	1,31	0,228	17,3
22/VI	28,0	72	44,0	2,33	5,3	2,68	0,558	20,8
4/VII	30,8	39	72,0	0,92	1,3	9,38	0,682	7,3
14/VII	37,5	53	81,2	1,16	1,4	16,2	0,587	3,9
22/VII	29,4	19	90,5	0,43	0,5	20,90	0,336	1,6
31/VII	26,0	53	94,4			23,93		

Продолжение

Дата наблюдения	Дневная температура воды в °С	Число рыб	Средняя длина рыб в мм	Суточный линейный прирост в мм	Суточный линейный прирост в %	Средний вес рыб в г	Суточный весовой прирост в г	Суточный весовой прирост в %
-----------------	-------------------------------	-----------	------------------------	--------------------------------	-------------------------------	---------------------	------------------------------	------------------------------

Мелкий сазан

31/V	27,0	63	15,0	0,56	3,7	0,08	0,015	18,7
11/VI	27,0	104	21,1	0,42	2,0	0,25	0,026	10,4
16/VI	24,8	126	23,2	1,68	7,2	0,38	0,141	37,1
22/VI	28,0	97	33,3	1,06	3,2	1,23	0,171	12,3
4/VII	30,8	161	46,1	1,31	2,7	3,29	0,283	8,6
14/VII	37,5	76	59,2	1,72	2,8	6,12	0,670	10,9
22/VII	29,4	102	73,0	0,26	0,3	11,48	0,116	1,0
31/VII	23,0	128	75,4			12,53		

В 1952 г. по сравнению с 1951 г. нерест сазана и развитие его молоди проходило при менее благоприятных условиях из-за холодной весны. Нерест затянулся до середины июня. В основном нерест происходил на восточном берегу островов Ближний и Средний Галкин. На Обуховской косе в 1951 г. концентрировалась основная масса молоди сазана, а в 1952 г. она здесь вообще отсутствовала. Это объясняется тем, что в период нереста из-за позднего паводка эти участки не были покрыты водой. Кроме того, из-за поздней весны сроки нереста рано и поздно нерестующих групп сазана настолько сблизились, что полученная от них молодь не разграничивалась по своему среднему размеру. К 7 июля средний вес этой молоди составлял 2,44 г.

Для более полной характеристики молоди сазана аванделы А. А. Карасиковой был проведен химический анализ этих рыб. С 31 мая по 31 июля 1951 г. содержание влаги в теле крупного сазана уменьшилось с 83,2 до 79,5%, а содержание протеина в сыром веществе увеличилось с 11,22 до 15,12% (табл. 2). У мелкого сазана за то же время влажность уменьшилась с 83,2 до 82,1%, а содержание протеина возросло с 11,2 до 13,44%.

Таблица 2

Химическая характеристика молоди сазана аванделы по сырому веществу (в %)

Дата наблюдения	Средний сырой вес рыбы в г	Влага	Сырой протеин	Зола	Жир	Углеводы
-----------------	----------------------------	-------	---------------	------	-----	----------

Мелкий сазан

31/V	0,08	83,2	11,22	2,53	1,38	1,67
11/VI	0,25	83,1	12,35	2,66	1,08	1,67
16/VI	0,38	83,0	11,72	3,11	1,10	1,07
22/VI	1,23	82,3	11,60	3,20	1,21	1,69
4/VII	3,29	82,1	12,06	3,19	1,56	1,39
14/VII	6,12	81,7	12,13	3,13	1,36	1,68
22/VII	11,48	81,4	12,58	2,60	1,71	1,70
31/VII	12,53	82,1	13,44	2,85	1,18	0,53

Крупный сазан

31/V	0,26	83,2	11,22	2,53	1,38	1,67
11/VI	0,85	83,1	12,35	2,50	1,24	0,81
16/VI	1,32	82,2	12,45	3,52	1,14	0,69
22/VI	3,72	82,5	12,14	2,92	1,25	1,19
4/VII	10,08	81,9	13,23	2,89	1,41	0,57
14/VII	14,87	82,1	12,98	2,77	1,34	0,71
22/VII	20,90	82,2	12,78	2,65	1,23	1,14
31/VII	23,93	79,5	15,12	2,95	1,55	0,87

Содержание золы, жира и углеводов у сазана обеих исследуемых групп оставалось приблизительно одинаковым; закономерных изменений содержания этих веществ не обнаруживалось в течение всего периода наблюдений.

КОРМОВАЯ БАЗА И ПИТАНИЕ МОЛОДИ САЗАНА

Кормовая база молоди сазана аванделыты складывается из планктона, фауны зарослей и бентоса. Зоопланктон открытых участков аванделыты очень беден. По данным П. Н. Хорошко [10], его биомасса в июне—июле колебалась от 15,7 до 623 мг/м³. Фауна зарослей Обуховской косы разнообразна. По данным Т. Н. Баклановской [2], она состояла из мелких личинок хирономид обростаний, мелких моллюсков, гаммарид, личинок ручейников и чешуекрылых, мелких олигохет и группы прочих, в которую входили различные насекомые, пиявки, пауки и низшие ракообразные (табл. 3). По численности преобладали личинки хирономид, а по биомассе на первом месте стояли моллюски. Общая биомасса фауны зарослей этого района колебалась в пределах от 3,5 до 9,8 г/м².

Таблица 3

Сезонные изменения биомассы организмов фауны зарослей Обуховской косы летом 1951 г. (по данным Т. Н. Баклановской)

Дата	Хирономиды		Гаммариды		Моллюски		Ручейники		Олигохеты		Прочие		Общая биомасса в мг/м ²
	в мг/м ²	в % биомассы	в мг/м ²	в % биомассы	в мг/м ²	в % биомассы	в мг/м ²	в % биомассы	в мг/м ²	в % биомассы	в мг/м ²	в % биомассы	
11/VI	229	6,5	500	14,3	532	15,4	360	10,2	72	2,2	1794	51,4	3487
27/VI	416	4,2	1347	13,8	6816	68,5	593	6,5	24	0,6	613	6,3	9791
4/VII	294	4,2	1169	16,4	3965	55,8	477	6,7	85	1,2	1105	15,7	7096
22/VII	825	8,5	698	7,2	7527	78,0	387	4,0	44	0,4	121	1,9	9602
1/VIII	961	15,7	758	12,4	3337	54,7	417	6,8	41	0,6	583	9,8	6097
В среднем	545	7,5	894	12,4	4435	61,4	447	6,2	49	0,7	843	11,8	7213

По данным И. К. Вонокова [4], биомасса бентоса Обуховской косы колебалась без определенной последовательности от 6,95 до 45,10 г/м² (табл. 4). Как в бентосе, так и в фауне зарослей моллюски, гаммариды и ручейники в основном были представлены одними и теми же видами. Видовой состав личинок хирономид и олигохет был различным.

По сравнению с фауной зарослей бентос состоял из более крупных форм. Например, средний вес моллюсков в зарослях колебался от 0,7 до 10,4 мг, а в бентосе — от 14,4 до 53 мг. Средний вес олигохет зарослей был равен 0,08 мг, а в бентосе — 25 мг.

При большом сходстве видового состава соотношение этих видов в бентосе было совершенно иным, чем в зарослях. В бентосе как по количеству, так и по весу первое место занимали олигохеты, которые в зарослях играли ничтожную роль.

В начале июня 1951 г. как крупная, так и мелкая молодь сазана в различных участках аванделыты питалась Cladocera, представленными родами Ceriodaphnia, Ascorperus, Chydorus и Alona и составляющими около 90% съеденной пищи (табл. 5).

Таблица 4

Сезонные изменения биомассы бентоса Обуховской косы летом 1951 г.
(по данным И. К. Вонокова)

Дата	Хирономиды		Моллюски		Ручейники		Олигохеты		Гаммариды		Прочие		Общая биомасса в мг/м²
	в мг/м²	в % общей биомассы	в мг/м²	в % общей биомассы	в мг/м²	в % общей биомассы	в мг/м²	в % общей биомассы	в мг/м²	в % общей биомассы	в мг/м²	в % общей биомассы	
27/VI	200	2,8	6750	97,2	—	—	—	—	—	—	—	—	6950
4/VII	—	—	—	—	—	—	37900	85,6	6350	14,4	—	—	44250
12/VII	400	0,9	24650	60,2	650	1,6	9550	23,3	5650	14,0	—	—	40900
22/VII	—	—	8000	17,1	—	—	32900	73,5	—	—	4200	9,3	45100
1/VIII	200	0,8	3600	14,4	950	3,8	16100	63,8	2800	11,2	1350	5,4	25000
В среднем	160	0,5	8600	26,5	320	1,0	19290	59,5	2960	9,1	1100	3,4	32440

Таблица 5

Весовое соотношение кормовых организмов (в %) по группам в пище
молоди сазана в авандельте Волги в 1951 г.

Дата	Моллюски	Личинки хирономид	Насекомые и их личинки	Гаммариды	Cladocera	Copepoda	Растительная пища
------	----------	-------------------	------------------------	-----------	-----------	----------	-------------------

Крупный сазан

31/V	—	0,6	—	—	92,6	6,8	—
11/VI	89,2	6,4	—	—	4,0	0,4	—
16/VI	98,8	0,6	—	—	0,5	0,1	—
22/VI	79,0	1,1	8,0	11,2	0,6	0,1	—
4/VII	86,3	1,3	2,3	9,9	0,1	0,2	—
14/VII	61,4	0,6	5,6	27,2	0,1	0,1	5,0
22/VII	54,4	0,6	12,9	22,4	0,3	0,5	8,9
31/VII	46,2	0,6	14,2	28,3	0,6	1,0	9,9

Мелкий сазан

31/V	—	6,8	—	—	66,8	27,0	—
11/VI	8,0	85,0	—	—	7,0	—	—
16/VI	79,3	10,5	—	—	10,2	—	—
22/VI	98,5	1,0	—	—	0,3	0,1	—
4/VII	89,6	1,6	2,3	6,0	0,2	0,3	—
14/VII	73,5	1,0	2,7	17,8	0,2	0,1	4,7
22/VII	38,3	2,6	36,4	12,7	1,2	4,3	5,5
31/VII	65,3	2,0	13,0	1,8	0,3	0,8	16,8

Крупная группа сазана начала питаться мелкими моллюсками с 11 июня. Мелкая группа перешла на этот вид пищи 5 днями позже, а с 11 по 16 июня питалась личинками хирономид обрастаний. После перехода мелкого сазана на питание моллюсками различия в характере питания рыб обеих групп сгладились и сохранились только во второстепенных деталях. Хотя к осени количество моллюсков в пище сазана уменьшилось, но до конца наблюдений они оставались его основным объектом питания. Наибольшее значение имела *Valvata piscinalis*; кроме того, встречались *Limnea ovata*, *Pisidium* и *Viviparus*.

Второстепенным, но все же важным объектом питания были гаммариды. Они начали встречаться в пище сазана с конца июня, явно преобладавая у крупных особей. В видовом отношении они были представлены *Pontogammarus*, *Dikerogammarus*, *Stenogammarus* и *Gmelina*.

Насекомые и их личинки в питании сазана имели такое же значение, как и гаммариды. Наиболее часто встречались личинки ручейников *Olcetis*, *Orthotrichia* и *Agraylea*, а также личинки *Pararapnux*, взрослые и личиночные формы *Corixa*, личинки *Hydrellia* и другие.

Личинки хирономид и их куколки являлись постоянной составной частью пищи сазана. Они были представлены очень мелкими формами обрастаний: *Cricotopus*, *Limnochironomus*, *Psectrocladius*. Если не считать самого начального периода наблюдений, роль хирономид в питании сазана была незначительной.

Значение *Cladocera* и *Copepoda* в питании сазана с конца июня ничтожно.

В пище молоди сазана со второй половины июля увеличивается количество водной растительности (обрывки *Valisneria*, *Najas*, *Potamogeton Rivularia* и различные нитчатки). В последней пробе от 31 июля растительность составляла около 13,5% веса съеденной пищи.

В соотношении различных групп кормовых организмов в пище сазана и фауне зарослей имеется большое сходство (табл. 6). Коэффициент схождения, вычисленный по наименьшим проценкам, составляет 88,6%. Это указывает на высокую степень использования сазаном организмов зарослей. О предпочтении можно говорить только в отношении моллюсков, которые в пище составляли 70%, а в зарослях — только 61,4%. Гаммариды и группа прочих явно недоиспользовались молодью сазана. Увеличение к осени биомассы личинок хирономид при незначительной величине их потребления говорит о том, что они не являются объектом специального поиска сазана и потребляются им попутно в качестве случайной пищи.

Таблица 6

Весовое соотношение кормовых организмов (в %) по группам в пище сазана, фауне зарослей и бентосе авандельты летом 1951 г.

Группа организмов	Хирономиды	Насекомые и их личинки	Гаммариды	Моллюски	Олигохеты и прочие	Величина схождения
Фауна зарослей	7,5	6,2	12,4	61,4	11,8	88,6
Бентос	0,5	1,0	9,2	26,5	62,8	42,7
Бентос без олигохет	1,2	2,4	22,4	65,4	8,6	83,7
Пища сазана	7,3	8,0	8,9	70,0	5,8	—

В отношении бентоса коэффициент схождения составляет 42,7, т. е. по сравнению с зарослями он в два раза меньше. Такое различие обусловлено почти полным отсутствием в пище сазана олигохет, которые пре-

обладали в бентосе. Молодь сазана не может проникнуть в толщу господствующих здесь плотных илисто-песчаных грунтов и ограничивается поеданием тех организмов, которые находятся на дне или на растении. Коэффициент сходства между составом пищи молоди сазана и бентосом без учета олигохет увеличивается вдвое и становится равным 83,7.

Ранее было отмечено, что со второй половины лета количество моллюсков в пище сазана уменьшается, а количество гаммарид увеличивается. Это связано с уменьшением численности моллюсков и появлением в кормовой базе новых генераций гаммарид. При одном и том же видовом составе до начала июля как в бентосе, так и в зарослях средний вес гаммарид колебался от 6,5 до 18,8 мг, а со второй половины июля — от 3,3 до 8,6 мг. Резкое уменьшение среднего веса сделало их более доступными для молоди сазана, и интенсивность выедания гаммарид увеличилась.

В результате проведенных исследований можно заключить, что все организмы зарослей в большей или меньшей степени являются пищей сазана. То же самое относится и к бентосу, за исключением олигохет. Если из общей величины биомассы бентоса вычесть биомассу олигохет, то оставшаяся биомасса составит 13,08 г/м² при величине биомассы фауны зарослей, равной 7,21 г/м². Суммируя, получаем биомассу 20,28 г/м², которая и характеризует величину кормовой базы молоди сазана исследованного нами участка авандельты. Если не считать самой первой пробы от 11 июня, то в дальнейшем кормовая база сохранялась на одном уровне. Это свидетельствует о том, что в летние месяцы рост молоди сазана не лимитировался условиями питания.

АЗОТИСТЫЙ И ПИЩЕВОЙ РАЦИОНЫ МОЛОДИ САЗАНА

Для определения величины пищевого рациона молоди сазана и степени использования ею пищи на рост мы применили метод балансовых опытов по азотистому обмену [6]. Результаты опытов приводятся в табл. 7.

Прежде всего следует остановиться на величине прироста азота тела, выраженного в процентах азотистого рациона и отражающего продуктивное действие пищи. У сазана крупной группы эта величина колебалась от 31,9 до 68,5% азотистого рациона. Максимальное использование азота пищи на рост наблюдалось с 16 июня по 4 июля.

В дальнейшем оно снизилось, что было связано с резким повышением температуры воды днем в период с 4 по 22 июля, сопровождавшимся дефицитом кислорода ночью. В последний период наших наблюдений (между 22 и 31 июля) в связи с выравниванием температурного и газового режима продуктивное действие пищи снова увеличивается до 52,2%.

Мелкая группа сазана характеризуется меньшими величинами использования азота пищи на рост. Если в среднем для крупного сазана эта величина составляет 52,5%, то для мелкого — только 44,3%. Переход этой группы с питания *Cladocera* на мелких личинок хирономид обрастаний в период с 11 по 16 июня сопровождался уменьшением продуктивного действия до 37,4%, которое затем снова увеличивается до 65,8% при переходе на питание моллюсками. В дальнейшем оно опять уменьшается в связи с повышением температуры воды. Однако еще до выравнивания температурного режима происходит вторичное увеличение продуктивного действия. Это объясняется тем, что основная группа мелкого сазана в это время пополняется некоторым количеством более крупной покатной молоди.

Азот продуктов белкового обмена составлял у крупного сазана от 25,2 до 51,4%, а у мелкого — от 32,3 до 61,3% азотистого рациона. В

Таблица 7

Суточный азотистый рацион молоди сазана авандельты

Срок наблюдения	Средний вес рыбы в г	Содержание азота в теле сазана в мг	Отложено азота в теле сазана		Выделено азота с продуктами обмена		Выделено азота с экскрементами		Суточный азотистый рацион		
			в мг	в % азотистого рациона	в мг	в % азотистого рациона	в мг	в % азотистого рациона	в мг	в % азота тела	
Сазан без подразделения по группам											
31/V — 11/VI	0,35	6,840	0,690	44,5	0,899	52,2	0,048	3,0	1,547	2,6	
11/VI — 16/VI	0,70	13,715	1,231	44,6	1,442	52,2	0,087	3,2	2,760	20,1	
16/VI — 22/VI	1,26	24,083	2,430	56,2	1,771	41,0	0,116	2,8	4,317	17,8	
22/VI — 4/VII	3,11	61,844	5,078	53,9	3,769	40,0	0,570	6,1	9,417	15,2	
4/VII — 14/VII	7,42	148,957	11,328	42,2	10,543	39,3	4,982	18,5	26,853	17,1	
14/VII — 22/VII	11,19	226,615	5,256	23,8	10,976	49,7	5,852	26,6	22,084	9,7	
22/VII — 31/VII	14,22	310,091	11,524	55,6	8,959	43,4	0,213	1,0	20,696	6,6	
Крупный сазан											
31/V — 11/VI	0,55	10,699	1,099	45,5	1,238	51,4	0,075	3,1	2,412	22,5	
11/VI — 16/VI	1,08	21,407	1,835	45,7	2,048	51,0	0,132	3,3	4,015	18,8	
16/VI — 22/VI	1,99	39,030	4,320	62,4	2,414	34,8	0,183	2,8	6,917	17,7	
22/VI — 4/VII	6,03	125,424	12,233	68,5	4,510	25,2	1,103	6,3	17,846	14,2	
4/VII — 14/VII	12,79	267,098	13,648	41,2	10,498	32,9	8,582	25,9	33,178	12,4	
14/VII — 22/VII	18,55	380,850	11,377	31,9	14,821	41,3	9,701	26,8	35,899	9,4	
22/VII — 31/VII	22,41	501,526	16,706	52,2	14,909	46,8	0,336	1,0	31,951	6,4	
Мелкий сазан											
31/V — 11/VI	0,16	3,178	0,317	43,8	0,384	53,1	0,022	3,1	0,723	22,7	
11/VI — 16/VI	0,31	6,015	0,436	37,4	0,691	59,1	0,039	3,5	1,166	19,3	
16/VI — 22/VI	0,80	14,930	2,608	65,8	1,278	32,3	0,074	1,9	3,960	26,5	
22/VI — 4/VII	2,26	43,126	3,395	44,7	3,790	49,8	0,413	5,5	7,598	17,6	
4/VII — 14/VII	4,70	91,112	5,523	30,5	9,363	52,1	3,157	17,4	18,043	19,8	
14/VII — 22/VII	8,80	174,738	14,002	50,1	9,337	33,5	4,602	16,4	27,941	15,9	
22/VII — 31/VII	12,00	250,072	4,287	37,1	7,095	61,3	0,180	1,6	11,562	4,7	

Суточный пищевой рацион молоди сазана авандельты

Срок наблюдения	Средний вес рыбы в г	Съедено за сутки в мг							Суточный пищевой рацион	
		моллюсков	личинки хирономид	насекомых и их личинки	высших ракообразных	Cladocera	Copepoda	растений	в мг	в %
Сазан без подразделения по группам										
31/V — 11/VI	0,3	35,3	35,3	—	—	56,2	11,5	—	138,3	38,9
11/VI — 16/VI	0,7	219,3	68,6	—	—	16,3	0,4	—	304,6	43,2
16/VI — 22/VI	1,3	504,0	19,5	10,9	16,5	16,2	0,4	—	543,3	42,9
22/VI — 4/VII	3,1	1032,3	14,4	36,6	78,5	4,1	1,5	—	1167,4	37,4
4/VII — 14/VII	7,4	2463,2	33,8	100,7	467,7	2,3	4,6	67,3	3133,0	42,2
14/VII — 22/VII	11,2	1294,2	24,3	305,3	455,0	10,3	26,2	133,2	2 43,5	20,5
22/VII — 31/VII	14,2	1080,8	36,5	382,4	337,0	10,8	32,4	219,0	2093,0	14,7
Крупный сазан										
31/V — 11/VI	0,5	111,3	87,4	—	—	119,1	8,9	—	248,4	44,7
11/VI — 16/VI	1,1	500,1	18,5	—	—	11,4	1,4	—	531,4	49,2
16/VI — 22/VI	2,0	765,0	6,2	35,9	47,1	4,7	0,1	—	859,0	43,0
22/VI — 4/VII	6,0	1732,9	24,9	108,0	219,3	4,5	4,5	—	2094,1	33,0
4/VII — 14/VII	12,8	2728,0	34,7	149,8	702,8	5,7	5,7	82,9	3709,6	29,0
14/VII — 22/VII	18,5	2139,0	22,5	33,3	924,9	6,2	12,4	261,1	3698,4	19,9
22/VII — 31/VII	22,4	1606,3	20,1	422,0	802,0	16,8	22,0	298,4	3187,6	14,2
Мелкий сазан										
31/V — 11/VI	0,2	2,3	26,2	—	—	20,9	7,5	—	56,9	34,5
11/VI — 16/VI	0,3	46,4	50,5	—	—	9,3	—	—	106,2	33,7
16/VI — 22/VI	0,8	448,9	29,3	—	—	25,9	0,7	—	504,8	62,7
22/VI — 4/VII	2,3	937,3	13,3	11,7	29,2	2,0	2,0	—	995,8	44,0
4/VII — 14/VII	4,7	1586,0	25,3	48,0	233,0	3,3	3,1	467,3	2366,0	50,3
14/VII — 22/VII	8,8	1526,5	48,7	536,0	416,6	19,2	57,6	146,0	2750,6	31,2
22/VII — 31/VII	12,0	604,2	26,8	286,4	85,3	3,0	29,0	129,3	1169,0	9,7

течение июня характер изменения этой величины является обратным отражением изменений продуктивного действия. В июле эта зависимость нарушилась. Азот, выделенный с экскрементами, в отдельные периоды составлял от 1 до 26,8% азотистого рациона. Характер изменения этой величины для обеих групп сазана приблизительно одинаков. В июне он в среднем составлял около 3%, а в июле увеличился до 26,8—29,4%. Поскольку в это время не произошло никаких принципиальных изменений в характере питания, такое резкое ухудшение усвояемости азота пищи следует объяснить отмеченными ранее неблагоприятными температурным и газовым режимами.

Итак, плохое использование азота пищи на рост при неблагоприятных внешних условиях (высокая температура воды и дефицит кислорода) в основном объясняется резким ухудшением усвоения азота пищи при незначительном изменении в использовании усвоенной части азотистого рациона.

Величина азотистого рациона для крупного сазана в среднем равна 14,5%, а для мелкого — 18,5% азота тела. Таким образом, при меньшей величине использования азота пищи на рост более высокий азотистый рацион обеспечивал сазанам мелкой группы более интенсивный рост по сравнению с сазанами крупной группы.

Зная азотистый рацион и весовое соотношение кормовых групп в пище сазана, можно определить величину его пищевого рациона. Для этого были использованы имеющиеся в нашей лаборатории данные по процентному содержанию азота в сыром веществе этих кормовых групп.

Группа организмов	Содержание азота (в %)
Моллюски	0,72
Личинки хирономид	1,43
Личинки насекомых	1,62
Гаммариды	1,44
Сорерода и Cladocera	1,16
Водные растения	0,44

Количество пищи, потребляемой крупным сазаном, по мере его роста возрастало с 248 мг в начале до 3709 мг в середине июля, после чего оно снизилось до 3187 мг в конце срока наблюдений (табл. 8). У мелкого сазана абсолютные величины суточного пищевого рациона изменялись в пределах от 57 до 2750 мг. Относительные величины рациона для обеих групп изменялись от 62,7 до 9,7% веса тела с максимумом, приходящимся на периоды перехода молоди на питание моллюсками.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наши наблюдения и данные М. А. Летического [9] указывают на то, что нерест сазана в авандельте начинается с середины апреля и продолжается до конца мая, а в некоторые годы и до середины июня.

Исследования Т. В. Вышеславцевой [5] показали присутствие в дельте Волги двух групп производителей сазана, резко различающихся по состоянию зрелости половых продуктов. Этим обусловлена растянутость нереста сазана и наличие различных размерных групп его молоди.

Молодь сазана концентрируется на мелководьях в открытой части авандельты. Эти участки характеризуются постоянной проточностью и мощными зарослями подводной растительности с явным преобладанием рдеста гребенчатого и резухи малой. Со второй половины лета температура воды днем повышается здесь выше 30°. Одновременно, по данным Л. А. Барсуковой [3], здесь наблюдается дефицит кислорода в ночное время.

До июля, помимо сазана, на этих мелководьях в большом количестве держится молодь различных видов рыб. В дальнейшем вследствие значительного повышения температуры воды она отходит на большие

глубины. С этого времени только молодь сазана остается здесь в значительных количествах.

В течение лета у молоди сазана не наблюдается стремления к значительным перемещениям. Отмеченный летом 1951 г. отход молоди вдоль Обуховской косы в сторону моря был обусловлен снижением уровня воды и обмелением тех участков, на которых рыба держалась в начале лета. Хорошая кормовая база авандельты обеспечивает сазану весьма интенсивный рост. По данным Н. Л. Чугунова [11], молодь сазана Северного Каспия в возрасте одного года достигает среднего веса 74 г. Н. Л. Чугунов отмечает также значительные колебания размеров сазана по годам. Это подтверждается и нашими наблюдениями. Так, 1 июля 1951 г. средний вес молоди был равен 4,57 г, а в 1952 — всего лишь 2,47 г.

В результате сопоставления данных по биологии молоди сазана авандельты и нерестово-выростных хозяйств можно сказать следующее.

Заготовка производителей для нерестово-выростных хозяйств происходит на местах весенней концентрации сазана, в нижней части дельты Волги. Вследствие отсутствия должного отбора в водоемы рыбхозов попадают рыбы с различной степенью зрелости половых продуктов. Поэтому нерест сазана здесь, как и в авандельте, растянут, и молодь образует две размерные группы, причем если в авандельте в течение лета разница в средних размерах и весах рыб этих групп постепенно сглаживается, то в рыбхозах она сохраняется до конца выращивания.

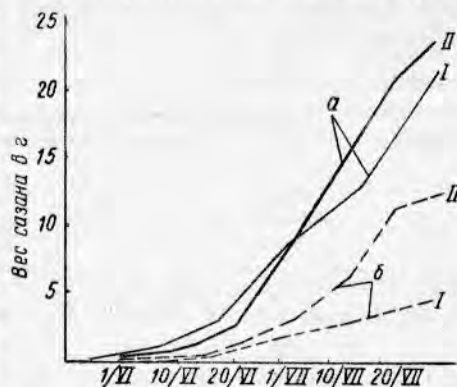


Рис. 2. Весовой рост молоди сазана
I—в рыбхозе «Горелый»: а—крупный сазан; б—мелкий сазан.
II—в авандельте: а—крупный сазан; б—мелкий сазан.

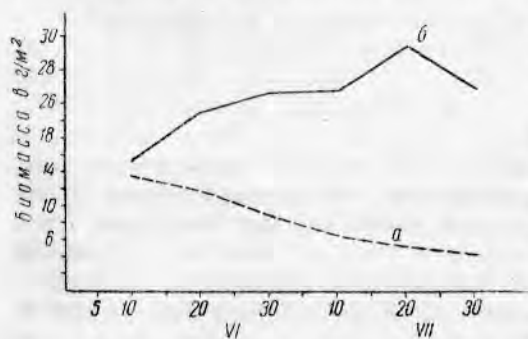


Рис. 3. Динамика кормовой базы (бентоса и фауны зарослей) молоди сазана:
а—в рыбхозах; б—в авандельте.

В рыбхозах типа рыбхоза «Горелый» крупный сазан растет так же, как в авандельте, а мелкий — значительно хуже (рис. 2). Резкое отставание в росте сазана характерно для большинства нерестово-выростных хозяйств дельты Волги. Это обусловлено особенностями питания. В начальный период залития водоемов рыбхозов наблюдается массовое развитие зоопланктона, который обеспечивает благоприятные условия для питания и роста молоди сазана раннего выклева. Однако период разви-

тия зоопланктона очень кратковременный (заканчивается уже в конце мая, когда молодь позднего выклева переходит на активное питание). Поэтому с самого начала для рыб этой группы создаются неблагоприятные условия, и они вынуждены питаться мелкими формами обрастаний, не обеспечивающими нормального роста.

С начала июня и до момента спуска водоемов рыбхозов кормовая база молоди сазана обеих групп складывается из организмов обрастаний, бентоса и семян растений. По биомассе она в два с половиной раза меньше, чем в авандельте (рис. 3), в качественном отношении значи-

тельно хуже, а основные ее компоненты обладают относительно кратковременным циклом развития. Кроме того, необходимо учитывать, что в рыбхозах, помимо молоди, она используется производителями сазана и леща, а в авандельте только одной молодью при значительно меньших ее концентрациях. В результате суточное потребление пищи мелкими группами сазана в условиях авандельты в два раза выше, чем в рыбхозах (табл. 9).

Таблица 9

**Характеристика отдельных групп молоди сазана
авандельты и рыбхоза „Горелый“**

Дата наблюдения	Группа мелкого сазана		Группа крупного сазана	
	в авандельте	в рыбхозе „Горелый“	в авандельте	в рыбхозе „Горелый“

Средний вес молоди в г

5/VI	0,16	0,12	0,55	0,78
5/VII	3,29	2,19	9,38	9,98
31/VII	12,53	4,88	23,93	22,81

Суточный пищевой рацион в % веса тела

5/VI	34,5	—	44,7	77,6
6/VI—5/VII	48,8	28,6	41,7	34,6
6—31/VII	30,4	14,3	21,0	11,8

Использование азота пищи на рост (в %)

5/VI	43,8	—	45,5	54,3
6/VI—5/VII	49,3	43,8	58,8	62,9
6—31/VII	39,2	43,7	41,8	53,0

У крупного сазана авандельты с июня пищевой рацион также несколько повышается. До некоторой степени это компенсируется более высокими показателями использования пищи на рост сазаном этой группы в условиях рыбхозов. В пищевом рационе молоди сазана из рыбхозов совершенно отсутствуют моллюски и гаммариды, но зато в большом количестве встречаются мшанки и семена растений, обладающие низкими пищевыми качествами.

Со второй половины июня во всех рыбхозах молодь крупного сазана характеризуется повышенным содержанием жира. Это явление обусловлено переходом молоди на питание семенами растений. Резкое увеличение жирности, достигающее до 20% сухого вещества, при одновременном замедлении роста в самый разгар вегетационного периода следует расценивать как отрицательное явление, связанное с нарушением нормального обмена и недостатком белковой пищи.

Таким образом, если не считать начального периода, когда молодь питается планктоном, условия питания и роста сазана в рыбхозах менее благоприятны, чем в авандельте. Особенно неблагоприятными они становятся в июле.

Так как сазан обладает весьма интенсивным ростом, он нуждается в большом количестве пищи. В рыбхозах при значительных концент-

рациях молоди и кратковременности циклов развития ее основных кормовых объектов трудно создать условия, удовлетворяющие потребность сазана в пище в течение всего периода выращивания. Поэтому выращивание должно определяться состоянием кормовой базы и заканчиваться при ее обеднении. Обычно это происходит во второй половине июня и сопровождается массовым подходом молоди к шлюзу. Сроки выращивания не должны затягиваться даже в тех случаях, если молодь сазана не успевает к этому времени достигнуть стандартной навески в 3 г. Необходимо иметь в виду, что молодь гораздо легче компенсирует свое отставание в росте в условиях авандельты, чем при длительной задержке в рыбхозах.

ВЫВОДЫ

1. Авандельта является местом постоянного массового нереста сазана, который здесь начинается раньше, чем в самой дельте, а оканчивается в конце мая — начале июня.

2. Стадо молоди сазана в авандельте состоит из рыб местного происхождения и из покатной молоди, неоднородной по своему возрастному составу.

3. Рост молоди сазана авандельты подвержен значительным колебаниям по годам. В начале июля 1951 г. средний вес был равен 4,6 г, а в 1952 г. — 2,4 г.

4. Участки, на которых держится молодь сазана, характеризуются высокой биомассой бентоса и фауны зарослей, обеспечивающей ей благоприятные условия питания и роста в течение всего лета.

5. Основными объектами питания молоди сазана в авандельте являются фауна зарослей и те донные организмы, которые не зарываются в грунт. На первом месте по значимости стоят моллюски, затем амфиподы и личинки крупных насекомых. Роль личинок хирономид в питании молоди сазана ничтожна.

6. Рыбхозы в мае характеризуются более богатым по сравнению с авандельтой развитием зоопланктона, который обеспечивает молоди хороший рост.

7. С окончанием весеннего развития зоопланктона условия питания сазана в рыбхозах ухудшаются. Основными кормовыми объектами в это время являются мелкие личинки хирономид обрастаний, мшанки и семена растений. При таком составе пищи рост молоди замедляется и к 1 августа ее вес составляет в среднем 4,5 г против 16,5 г в авандельте.

8. Период выращивания молоди сазана в нерестово-выростных хозяйствах должен определяться состоянием кормовой базы. При ее обеднении выращивание следует прекращать. Обычно обеднение кормовой базы происходит во второй половине июня и сопровождается массовым подходом молоди к шлюзам. Чем раньше молодь попадет в район авандельты, тем скорее она компенсирует свое отставание в росте.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баклановская Т. Н., Бентос и перифитон нерестово-выростных хозяйств «Горелый» и «Танатарка», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

2. Баклановская Т. Н., Фауна зарослей авандельты Волги и ее значение в питании молоди карповых (напечатано в этом сборнике).

3. Барсукова Л. А., Гидрохимический режим дельты и авандельты Волги в 1948—1951 гг. (напечатано в этом сборнике).

4. Воноков И. К., Бентос авандельты Кировского банка Волги (напечатано в этом сборнике).

5. Вышеславцева Т. В., Наблюдения над плодовитостью сазана в дельте Волги (напечатано в этом сборнике).

6. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.

7. Кривобок М. Н. и Карасикова А. А., Особенности питания и роста популяций молоди сазана в нерестово-вырастном хозяйстве «Горелый», «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.

8. Кривобок М. Н., Биологические особенности молоди сазана, выращиваемой в нерестово-вырастных хозяйствах (напечатано в этом сборнике).

9. Летичевский М. А., О нерестовом значении авандельты Волги, «Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции», т. IX, 1947.

10. Хорешко П. Н., Зоопланктон авандельты Волги и его роль в питании молоди леща (напечатано в этом сборнике).

11. Чугунов Н. Л., Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района, «Труды Астраханской рыбохозяйственной станции», т. VI, вып. 4, 1928.

ПИТАНИЕ САЗАНА В АВАНДЕЛЬТЕ ВОЛГИ

Е. М. ПОМПИК

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В авандельте Волги держится большое количество сазана, который имеет существенное значение в промысле этого района. Однако его биология и в частности питание до настоящего времени не были изучены.

Летом 1952 г. на участке авандельты в районе Кировского банка был собран материал, состоящий из 134 кишечников взрослого сазана.

Сазана отлавливали в июне и июле ставными сетями на двух станциях: в Дмитричевом култуке—типичном участке култушной зоны и в открытой части авандельты, около о. Средний Галкин. На местах лова рыб измеряли и взвешивали, кишечники их фиксировали 4%-ным раствором формалина, а для определения возраста брали чешую. Длина рыб колебалась от 26 до 67 см, но основная масса имела длину 33—41 см. В возрастном отношении преобладали особи от 2 до 4 лет.

Для определения характера питания от кишечника отделяли передний отдел (примерно треть кишечника) и содержимое его выдавливали на фильтровальную бумагу, где оно слегка подсушивалось и, по мере возможности, освобождалось от слизи; затем содержимое кишечника взвешивали на аптекарских весах. Из полученного пищевого комка брали навеску в 0,5 г или в 1 г, когда в пище попадались крупные моллюски. Таким же образом подсушивали и взвешивали содержимое средней и задней частей кишечника.

Навеску просматривали под биноклем, встречающиеся кормовые объекты определяли до рода и подсчитывали; у *Valvata* и *Viviparus*, кроме того, измеряли диаметр крышечек. В отношении олигохет приходилось определять на глаз, какую часть пищевого комка они составляют. Кормовые объекты подсчитывали по наиболее хорошо сохраняющимся их частям: хирономид — по головным капсулам, ручейников — по головным капсулам и домикам, гаммарид — по второй паре антен, корофид — по абдоменам, брюхоногих моллюсков — по зародышевой камере с остатками первого завитка. Количество растительности и песка в пищевом комке определяли обычно на глаз.

Для определения веса отдельных организмов, входивших в состав пищевого комка, нами были использованы литературные данные и личные наблюдения. У моллюсков в июне появляется масса молоди, ввиду чего их средний вес сильно меняется. Поэтому мы вынуждены определять их средние веса отдельно (до и после появления молоди). Пробы бентоса мы брали цилиндрическим дночерпателем диаметром 20 см. Организмы из взятых проб отмывали, подсчитывали, определяли до вида (за исключением *Oligochaeta*) и взвешивали по видам или, если вес их был менее 10 мг, по систематическим группам (*Chironomidae*, *Gammaridae*). Затем суммировали общий вес всех организмов и вычисляли биомассу на 1 м².

Для сбора проб фауны зарослей мы применяли методику Т. Н. Баклановской [1].

КОРМОВАЯ БАЗА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САЗАНОМ

Участки, на которых мы вели наблюдения, сильно отличались один от другого по проточности, характеру растительности, грунтам и кормовой базе. Первый из них — Дмитричев кулдук — расположен между Обуховским банком и рекой Жеребец и представляет участок площадью в несколько гектаров, густо заросший различной водной растительностью. Дно кулдука илистое с большим количеством неперегнивших растительных остатков; проточность небольшая.

Кроме сазана в кулдуке встречались линь, красноперка, лещи сом.

Бентос Дмитричева кулдука относительно богатый, биомасса его колеблется от 5 до 34,5 г/м². В бентосе преобладают три группы организмов: личинки хирономид (27,2%), брюхоногие моллюски (19,4%) и олигохеты (36,2%); ручейников немного и они представлены бездомиковой формой из рода Euspinus; мало гаммарид и поденки (табл. 1).

Таблица 1

Весовое соотношение организмов бентоса (в %) авандельты Волги

Дата наблюдения	Общая биомасса в г/м ²	Личинки хирономид	Моллюски	Личинки ручейников	Личинки эфемерид	Личинки жуков и стрекоз	Гаммариды	Олигохеты	Пиявки
Участок Дмитричев кулдук									
1/VI	34,5	68,0	—	—	4,0	13,0	15,0	—	—
2/VI	5,0	5,0	36,6	5,2	—	13,3	16,6	23,3	—
21/VI	30,0	8,0	24,0	—	—	—	—	68,0	—
29/VI	11,5	28,0	17,0	1,5	—	—	—	53,5	—
Среднее . . .	20,2	27,2	19,4	1,7	1,0	6,6	7,9	36,2	—
Участок о. Средний Галкин									
3/VI	9,5	34,8	22,6	—	5,8	—	5,0	31,8	—
18/VI	13,0	0,6	3,7	37,0	3,7	—	37,0	18,0	—
27/VI	38,0	1,3	—	1,3	—	10,0	—	66,0	21,4
7/VII	23,0	40,1	—	40,0	—	—	19,9	—	—
Среднее . . .	20,7	19,2	6,6	19,6	2,4	2,5	15,5	28,9	5,3

Биомасса фауны зарослей в Дмитричевом кулдуке составляла 22,5 г/м². Преобладали брюхоногие моллюски (59,1%), много было пиявок и личинок насекомых. Хирономиды составляли 16,6% и в основном были представлены родами Cricotopus, Orthocladius.

Как и в бентосе, отсутствовали поденки, гаммариды, а ручейников было очень мало.

Вторая станция расположена вблизи о. Средний Галкин, гораздо ближе к морю, чем Дмитричев кулдук. Такое расположение отражается на грунтах станции, в которых имеется большая примесь старой морской ракушки, и на ихтиофауне, в которой обнаружены морская игла и девятииглая колюшка.

Пробы бентоса, взятые на этой станции, дают очень пеструю картину. Биомасса его колеблется здесь от 9,5 до 38 г/м². В отличие от бентоса Дмитричева култука здесь довольно много гаммарид (13,4%) и ручейников (род *Stenophylax* — 15,8%); группа хирономид (22,3%) представлена здесь другими родами (*Glyptotendipes*, *Criptochironomus*). Моллюски составляют всего 9,6%; их гораздо меньше, чем в бентосе култушной зоны.

Пробы фауны зарослей со станции о. Средний Галкин характеризуются почти полным отсутствием хирономид (меньше 1%), преобладанием моллюсков (55,7%) и большим количеством гаммарид. Следовательно, по мере приближения к морю количество моллюсков и гаммарид в фауне зарослей увеличивается. Так, в прибрежной зоне они составляют в сумме 59,1%, а вблизи моря — 79,3% (табл. 2).

Таблица 2

Весовое соотношение организмов фауны зарослей (в %) авандельты Волги

Дата наблюдения	Общая биомасса в г/м ²	Личинки хирономид	Моллюски	Личинки ручейников	Личинки поденок	Личинки стрекоз и других насекомых	Пиявки	Гаммариды
Участок Дмитричев кулдук								
21/VI	22,5	16,6	59,1	1,6	—	10,3	12,4	—
Участок о. Средний Галкин								
18/VI	18,3	1,8	10,2	25,3	13,7	—	—	48,0
27/VI	9,0	0,6	71,0	11,8	—	2,3	0,5	13,8
30/VI	8,8	—	86,0	3,6	0,9	5,9	3,6	—
7/VII	11,3	1,1	55,5	6,5	0,7	3,3	1,2	31,7
В среднем по участку								
	11,9	0,9	55,7	11,8	3,8	2,9	1,3	23,6

Различия в бентосе и фауне зарослей наблюдаемых участков находят отражение в спектрах питания сазана. Ввиду того, что в конце июня в кормовой базе обоих участков происходили значительные изменения, для наглядности лучше сравнивать пробы из Дмитричева култука и о. Средний Галкин отдельно за период с 12 по 22 июня и за период с 27 по 30 июня (табл. 3).

Сравнение проб за первый период (12—22 июня) показало, что хирономиды преобладали в кишечниках сазана из Дмитричева култука, причем основной формой в этой группе был *Chironomus plumosus*, полностью отсутствовавший в бентосе и кишечниках сазана с о. Средний Галкин. У сазана из Дмитричева култука было больше также моллюсков, а ручейников гораздо меньше и представлены они были исключительно родом *Ecnomus*. У сазана из района о. Средний Галкин ручейников наблюдалось больше, и среди них главенствовали домиковые формы из рода *Stenophylax*.

В култушной зоне как в кормовой базе, так и в кишечниках рыб отсутствуют поденки и гаммариды, зато имеются личинки стрекоз и жуков (3,7%).

Таблица 3

Весовое соотношение отдельных групп кормовых организмов (в %) в пище сазана на различных участках аванделы

Название участков	Личинки хирономид	Моллюски	Личинки ручейников	Гаммариды	Личинки поленок	Личинки других насекомых	Олигохеты и растительность
-------------------	-------------------	----------	--------------------	-----------	-----------------	--------------------------	----------------------------

Пробы от 12—22 июня

Остров Средний Галкин	9,9	9,5	26,5	5,6	9,0	—	39,5
Дмитричев кулук	42,9	24,0	3,4	—	—	3,7	26,0

Пробы от 27—30 июня

Остров Средний Галкин	16,2	13,0	34,7	23,1	1,2	—	11,8
Дмитричев кулук	6,4	21,0	19,1	18,0	—	10,5	25,0

Сравнение проб, собранных 27—30 июня на обоих участках, показало, что в Дмитричевом кулукке к этому времени закончился вылет *Chironomus plumosus*. Эта форма полностью исчезла из кишечника сазана, и значение всей группы хирономид к этому времени сильно снизилось (до 6,4%). На о. Средний Галкин, наоборот, вследствие появления рода *Glyptotendipes* удельный вес хирономид возрос до 16,2%. Моллюски, как и в пробах первого периода, преобладали у сазана из Дмитричева кулукка, а ручейники — у сазана из зоны о. Средний Галкин. Количество гаммарид резко возросло в обоих районах. Олигохеты и растительность встречались примерно в одинаковых количествах.

В итоге получается, что в пищевой комке сазана из кулукной зоны отсутствует группа поленок и дафний, мало гаммарид, но много личинок насекомых (жуков, стрекоз). В кишечниках сазана из зоны о. Средний Галкин нет *Chironomus plumosus* и личинок насекомых, а остальные организмы встречаются примерно в одинаковых количествах.

Материал, собранный на участке о. Средний Галкин, позволяет более детально проследить изменения питания сазана в зависимости от состояния кормовой базы (бентос вместе с фауной зарослей). 8 июня в кормовой базе преобладали личинки хирономид, моллюски и олигохеты, которые составляли 83,1% съеденной сазаном пищи (табл. 4). Следующая проба (от 18 июня) характеризуется, с одной стороны, резким уменьшением количества личинок хирономид, моллюсков и олигохет, а с другой, — увеличением количества ручейников и гаммарид. Эти изменения кормовой базы нашли свое отражение в соотношении кормовых объектов в пище сазана. По сравнению с предыдущей пробой удельный вес гаммарид, личинок ручейников и поленок увеличился, а вес остальных организмов — уменьшился.

В пробе от 27 июня количество олигохет и моллюсков снова увеличилось. В пище сазана в это время преобладали личинки хирономид, ручейников и гаммариды, которых как в бентосе, так и в фауне зарослей было очень мало. Плохое потребление моллюсков объясняется тем, что в этот период преобладала молодь моллюсков, которая для взрослого сазана была слишком мелка.

Проба от 7 июля характеризуется большим количеством моллюсков, гаммарид, личинок хирономид и ручейников. Основными объектами питания в это время являются моллюски и личинки хирономид. Несмотря

Таблица 4

Индексы избирательной способности сазана в отношении бентоса вместе с фауной зарослей

Показатели	Личинки хи- рономид	Моллюски	Личинки ру- чейников	Личинки поленок	Личинки про- чих насекомых	Гаммариды	Олигохеты	Кладоцеры	Пиявки	Растения
8 июня										
Состав кормовой базы в %	34,8	22,6	—	5,8	—	5,0	31,8	—	—	—
Состав пищи сазана в % . . .	20,0	26,6	11,0	3,7	—	2,2	36,5	—	—	—
Индекс избираемости	0,6	1,2	—	0,6	—	0,4	1,1	—	—	—
18 июня										
Состав кормовой базы в %	1,2	7,0	31,2	8,7	—	42,7	9,2	—	—	—
Состав пищи сазана в % . . .	9,9	9,4	26,6	9,0	—	5,6	—	—	—	39,5
Индекс избираемости	8,2	1,2	0,8	1,0	—	0,1	—	—	—	—
27 июня										
Состав кормовой базы в %	1,0	35,5	6,6	—	6,2	6,9	33,0	—	11,0	—
Состав пищи сазана в % . . .	16,2	12,6	33,9	1,2	0,6	22,0	10,3	1,2	—	—
Индекс избираемости	16,2	0,4	5,1	—	0,1	3,1	0,3	—	—	—
7 июля										
Состав кормовой базы в %	20,6	27,8	23,8	0,4	1,6	25,8	—	—	0,6	—
Состав пищи сазана в % . . .	18,4	41,5	9,9	—	—	3,5	—	11,7	—	18,0
Индекс избираемости	0,9	1,4	0,4	—	—	0,1	—	—	—	—
Индекс избираемости сред- ний за весь период	1,4	1,0	1,3	1,0	0,1	0,4	0,6	—	—	—

на присутствие большого количества гаммарид, последние поедались ры-
бами очень плохо.

Индексы избираемости сазана, пойманного на участке о. Средний Галкин, показывают, что наиболее активно он выедает личинок хироно-
мид и ручейников. Для этих форм индекс избирательной способности
1,4—1,3. Это указывает на то, что рыбы явно их предпочитают и выис-
кивают даже тогда, когда они представлены в ограниченном числе. Для
моллюсков и поленок индекс избираемости равен единице, т. е. их рыба
потребляет по мере встречаемости и специально не выискивает. Для гам-
марид и олигохет этот индекс в среднем равен 0,5, что объясняется ма-
лой доступностью этих организмов, так как гаммариды очень подвижны
и обладают способностью быстро закапываться, а олигохеты постоянно
находятся глубоко в грунте. Случайной пищей взрослого сазана, состав-
ляющей менее 1% встречаемости, являются пластинчатожаберные мол-
люски (*Sphaerium* и *Pisidium*), икра рыб и мальки.

Для установления степени использования сазаном кормовой базы был
вычислен индекс сходства пищи как для бентоса, так и для фауны зар-
ослей участка о. Средний Галкин. Оказывается, что сазан почти в два
раза интенсивнее потребляет организмы зарослей, чем бентоса. Если для
фауны зарослей индекс сходства в среднем составляет 47,7, то для бен-
тоса он равен 28,5. Это объясняется тем, что организмы, обитающие на
растениях, более доступны рыбам, чем донные. Дело в том, что некото-
рые виды, например моллюск *Valvata*, в молодом возрасте живут на ра-
стениях, становясь же взрослыми, переселяются на дно. Ввиду того, что
молодые формы более доступны для сазана, они выедаются им более ин-
тенсивно.

Исследование питания взрослого сазана различных размерных групп показало, что хирономиды, моллюски и ручейники встречаются примерно в одинаковых количествах в кишечниках рыб длиной от 26 до 67 см (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Соотношение отдельных групп кормовых организмов (в %) в пище сазана различной длины

Личинки хирономид	Моллюс- ки	Личинки ручейни- ков	Личинки поденок	Гаммариды	Прочие насекомые	Кладоцеры	Растения	Олигохеты
Рыбы длиной от 26 до 35 см								
21,8	25,8	18,1	4,2	4,7	1,6	7,1	14,2	2,5
Рыбы длиной от 36 до 45 см								
21,8	17,5	21,3	1,6	11,4	3,1	0,6	18,2	4,5
Рыбы длиной от 46 до 67 см								
13,8	28,7	14,5	—	4,4	—	—	7,6	31,0

Вес потребляемых сазаном моллюсков (*Valvata* и *Viviparus*) определялся по диаметру крышечек, которые хорошо сохранились в кишечнике. Было установлено, что сазан длиной 26—30 см потребляет моллюсков весом не более 150—180 мг. В то же время совсем мелкая молодь моллюсков весом 2—3 мг в его пище отсутствует. Для рыб длиной 30—35 см максимальный вес съеденных моллюсков равнялся 600 мг, а самый крупный моллюск весом 1 г был обнаружен у сазана длиной 53 см.

Подёнок и дафний предпочитают более мелкие особи. В пище рыб длиной более 45 см они отсутствуют.

Интересные данные получены при изучении питания сазана растительной пищей. Известно, что растительность занимает в питании сазана значительное место (до нескольких десятков процентов), причем ее мало у морского сазана, больше у предустьевого (13%) и еще больше у речных и озерных форм. На основании наших данных можно сказать, что растительностью питается преимущественно сазан среднего размера, в пище у мелкого и крупного (длиной свыше 46 см) сазана её немного. Количество олигохет в пище рыб с увеличением их длины резко повышается.

Таким образом, у мелкого сазана значительную часть пищи составляют подёнки, дафнии, личинки насекомых, у среднего — растительность, а у крупного — олигохеты.

ВЫВОДЫ

1. Состав пищи сазана авандельты Волги меняется в зависимости от состояния кормовой базы. В култуках сазан питается брюхоногими моллюсками, хирономидами (преимущественно *Chironomus plumosus*), меньше ручейниками и олигохетами. В открытой части авандельты в его кишечнике появляется больше гаммарид, ручейников, подёнок и дафний.

2. Излюбленной пищей сазана являются хирономиды, так как индекс избирательной способности в отношении этой группы всегда бывает высоким. Не меньшее значение в его питании имеют моллюски и ручейники.

3. Группа гаммарид активно потребляется сазаном лишь тогда, когда в очень ограниченном количестве имеются хирономиды, моллюски и ручейники. При увеличении численности хотя бы одной из этих групп потребление гаммарид резко сокращается.

4. Значительную часть пищи сазана (длиной до 35 см) составляют подёнки, дафнии и личинки насекомых. В пище сазана средних размеров (от 36 до 45 см) много растительности, а у крупного (длиной более 45 см) очень много олигохет.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баклановская Т. Н., Фауна зарослей авандельты Волги и ее значение в питании молоди карповых (напечатано в этом сборнике).

2. Борзенко М. П., Материалы по биологии сазана, «Известия Бакинской ихтиологической лаборатории», т. II, 1926.

3. Воноков И. К., Бентос авандельты Кировского банка Волги (напечатано в этом сборнике).

4. Шорыгин А. А., Питание и пищевые взаимоотношения рыб Северного Каспия, Пищепромиздат, 1952.

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ НА СПЕРМУ И ИКРУ ВОБЛЫ И ЛЕЩА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Канд. биол. наук В. С. ТАНАСИЙЧУК и И. К. ВОНОКОВ

Дельта Волги за последние десятилетия значительно увеличилась вследствие сокращения стока Волги и падения уровня моря. Эти изменения привели к смещению нерестилищ полупроходных рыб в низовья вновь образовавшейся дельты и в предустьевое пространство моря. В то же время часть прежних нерестилищ утратила свое значение.

При зарегулированном стоке, когда высота паводка уменьшится, нерест полупроходных рыб еще в большей степени, чем в настоящее время, будет локализован в низовьях дельты и в прилегающем к ней предустьевом пространстве. Не исключена возможность осолонения некоторых частей предустьевой зоны. В связи с этим возникла необходимость выяснить возможность нереста полупроходных рыб в воде повышенной солености. Задачей настоящей работы и является выяснение предельной солености воды, при которой возможен нерест и инкубация икры воблы и леща.

При экспериментальных работах был учтен опыт и частично использована методика А. С. Лещинской [5], В. И. Олифан [6], В. С. Ивлева [2], П. М. Коновалова [4], А. Ф. Карпевич [3], М. Н. Гостевой [1].

НЕРЕСТ ВОБЛЫ И ЛЕЩА В ВОДЕ ПОВЫШЕННОЙ СОЛЕННОСТИ

Непосредственных наблюдений за нерестом рыб в водах повышенной солености в Каспийском море немного. Работниками Урало-Каспийской научной станции в 1936—1938 гг. проводились наблюдения за нерестом рыб в осолоненных приморских култуках, прилегающих к р. Уралу. В эти годы весенние паводки р. Урала были настолько низки, что пойманные площади совершенно не заливались, и нерест рыб происходил только в реках у берегов и в приморских култуках. В. А. Злобина наблюдала нерест воблы в Гогольском култуке при колебаниях солености воды в момент нереста от 0,4 до 4,19‰ (10 и 18 мая). На плавающей по поверхности воды растительности было обнаружено большое количество живой икры воблы. При этой же солености В. А. Злобиной было произведено искусственное оплодотворение и получены эмбрионы воблы.

В. А. Злобина указывает также и на заход производителей леща в осолоненную воду приморских култуков. Но случаев нахождения выметанной икры леща она не отмечает.

В 1936 г. В. С. Танасийчук проводила работы в осолоненных приморских ильменах западного побережья Северного Каспия близ поселка Джильгиты. По определениям Л. А. Барсуковой, соленость воды в Имкаралгинском ильмене, где проводились наблюдения, колебалась в мае от 4,69 до 5,04‰. Весной в этот ильмень из моря зашло небольшое количество воблы, несколько больше леща и много сазана. До 25 мая в Имкаралгинском протоке, соединяющем ильмень с морем, находилась вобла на III и IV стадиях зрелости. Несколько позднее (25—27 мая) появились особи, имевшие II стадию зрелости половых продуктов, т. е. с гонадами, восстановившимися после икрометания. 5 июня были пойманы

две самки в стадии VI, видимо, нерестившиеся в ильмене. Позднее вся вылавливаемая вобла имела II стадию зрелости. Ни одной воблы с рассасывающейся икрой обнаружено не было.

Иначе обстояло дело с лещом. До 10 июня самки леща встречались только в III—IV стадиях зрелости. Среди самцов, также имевших стадии зрелости III—IV, 27 мая было обнаружено 3 экз. в V стадии зрелости. С 10 июня у леща началась массовая резорбция икры. Так, из 43 самок, вскрытых 10 июня, рассасывание икры наблюдалось у 19 экз., а из 35 самок, вскрытых 16 июня — у 28. Все остальные самки имели половые продукты в III и IV стадиях зрелости. В июле в ильмень с моря вошел лещ, имевший уже II стадию зрелости.

Много раз проводимый лов икорной сетью и мальковой волокушей показал, что в мае и июне в ильмене и протоке, соединяющем его с морем, личинок и мальков карповых не было; ловились только годовики. 3 июня впервые и сразу в массовом количестве появились сеголетки карповых. Это были мальки, зашедшие с моря. Таким образом, лещ не нерестился в Имкаралгинском протоке и ильмене. Ни одной текучей или отставшей икру самки выловлено не было. Половые железы леща рассасывались.

Отрицательное влияние соленой воды на нерест леща отмечает и И. Я. Сыроватский, проводивший наблюдения в Манычских водохранилищах. Он указывает, что наиболее чувствительным к солености оказался лещ, хорошо размножавшийся в годы, когда содержание хлора в воде не превышало 1 г/л (1937 г.). При повышении содержания хлора до 1,8 г/л (1938 г.) размножение леща практически прекратилось (если не считать единичных сеголетков). В 1939 г., когда содержание хлора было выше 2 г/л, приплода леща совершенно не было. В 1938 г. и особенно в 1939 г. икра леща не созревала до стадии V и рассасывалась [9].

Вобла, повидимому, нерестилась в небольшом количестве в Имкаралгинском протоке, свидетельством чего является вылов двух самок VI стадии зрелости. Но для Имкаралгинского протока и ильменя характерно отсутствие нерестового субстрата. Заросли тростника находились на суше, довольно далеко от воды и заливались лишь во время нагона воды при очень сильных ветрах с моря, вследствие чего выметанная икра могла попасть только на илистый грунт и должна была погибнуть.

Таким образом, просмотр материалов по нересту каспийских рыб в осолоненной воде показывает, что вобла может нереститься в воде соленостью до 4‰ (данные Злобиной), но лишь при наличии нерестового субстрата. О нересте леща в осолоненных водах пока определенных данных нет. В воде соленостью 4—5‰ нерест леща не происходит и половые железы его резорбируются.

ВЫЖИВАНИЕ СПЕРМЫ ВОБЛЫ И ЛЕЩА В ВОДЕ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ

Нами были повторены опыты В. С. Ивлева [2] со спермой воблы и леща, причем для проведения опытов применялась каспийская вода соленостью 13‰, разбавленная пресной волжской водой. Опыты велись одновременно в пресной воде и в воде соленостью 2, 5, 7, 10 и 13‰.

Наблюдения за активностью спермы проводились под микроскопом. К капле спермы, помещенной на предметное стекло, подводили сбоку каплю воды. Момент слияния засекали секундомером.

Определяли продолжительность поступательного движения [12] и прекращение колебательного движения сперматозоидов. Для устранения индивидуальной ошибки каждый опыт проводился двумя лицами.

Полученные нами результаты (табл. 1) расходятся с данными Ивлева [2].

Таблица 1

Продолжительность движения сперматозоидов воблы и леща в секундах

Характер движения	Вид рыбы	Количество опытов	Соленость воды в ‰					Температура воздуха в лаборатории в °С	
			пресная вода	2	5	7	10		13
Поступательное . . .	Лещ	13	53	68	83	75	62	0	16,2
	Вобла	8	81	135	184	132	107	0	15,5
Колебательное . . .	Лещ	13	24	44	124	178	16	0	16,2
	Вобла	8	30	90	532	253	177	57	15,5

По Ивлеву, наиболее продолжительное поступательное движение сперматозоидов наблюдалось в пресной воде. По нашим данным, продолжительность как поступательного движения, так и колебательного возрастала по мере увеличения солености до 5‰. При дальнейшем увеличении солености воды продолжительность движения сперматозоидов уменьшалась.

В воде соленостью 13‰ ни поступательного, ни колебательного движения сперматозоидов леща не наблюдалось. У сперматозоидов воблы были отмечены только колебательные движения.

По Ивлеву, летальная соленость для сперматозоидов воблы равняется 9,5‰. В то же время, по его же данным, оплодотворение икры воблы наблюдалось в воде соленостью 12‰. По нашим данным, икра воблы оплодотворяется даже в воде соленостью 13‰.

Однако, хотя движение сперматозоидов в воде соленостью 5‰ и наиболее продолжительно, но не все сперматозоиды в ней движутся. Только в пресной воде и воде соленостью 2‰ наблюдается движение всех сперматозоидов. С повышением солености все меньшее и меньшее количество сперматозоидов приходит в движение. Кроме того, при солености воды 10—13‰ сперматозоиды начинают двигаться не сразу, а через 10—13 секунд после добавления воды этой солености.

С повышением солености граница между поступательным и колебательным движениями все больше стирается. Таким образом, у одной части сперматозоидов повышение солености стимулирует движение, у другой — тормозит его.

ВЫЖИВАНИЕ ИКРЫ

По Ивлеву [2], нормальное развитие икры леща может происходить в каспийской воде соленостью до 7‰, по Олифан [6]—до 7,5‰. Развитие икры воблы, по Ивлеву, происходит при солености до 11‰.

Олифан производила оплодотворение полусухим способом. При этом способе, как известно из работ Привольнева [7], оплодотворение происходит в полостной жидкости, и добавленная морская вода воздействует уже на оплодотворенную икру. В одной серии опытов Ивлева икра была оплодотворена мокрым способом, но этот опыт, повидимому, закончился лишь началом дробления икры. Известно, что дробление происходит и у неоплодотворенной икры. Поскольку же опыты Ивлевым велись в колбах, установить вероятность оплодотворения путем микроскопического анализа было невозможно.

Основные наблюдения Ивлев производил над икрой, оплодотворенной в пресной воде и перемещенной затем в воду разной солености. Подобные опыты были поставлены и нами (табл. 2).

Таблица 2

Выживание икры (количество вышедших предличинки) воблы и леща в процентах от общего количества икры, оплодотворенной в пресной воде и пересаженной в воду разной солености

Название рыбы	Состояние эмбрионов и предличинки	Соленость воды в ‰						Температура воды в °C	
		пресная	2	5	7	10	13	от—до	средняя
Лещ	Опыт I								
	Вылупившиеся предличинки	87	91	72	91	74	24		
	из них уродливые . .	0	0	7	0	0	100	13,4—25,8	19,1
	Погибшие в икре сформированные эмбрионы	0	0	0	0	19	75		
Вобла	Опыт I								
	Вылупившиеся предличинки	100	75	82	90	56	7		
	из них уродливые . .	0	0	0	0	0	0	8,8—25,8	17,5
	Погибшие в икре сформированные эмбрионы	0	0	0	0	44	93		
	Опыт II								
	Вылупившиеся предличинки	96	96	88	85	51	9	8,8—23,4	17,1
	из них уродливые . .	0	0	0	0	0	10		
	Погибшие в икре сформированные эмбрионы	0	0	0	0	47	89		

Икру воблы и леща, оплодотворенную в пресной воде, на стадии гаструлы помещали в воду различной солености. Воду соленостью 13‰ для опытов привозили из Среднего Каспия и разбавляли волжской водой. Икру оплодотворяли в чашках Петри; в каждую чашку помещали 100—150 икринок. Воду ежедневно меняли.

Развитие икры воблы и леща шло совершенно одинаково как в пресной воде, так и в воде соленостью 13‰. Соли, как известно, не проникают в икринки сквозь желточную оболочку. Лишь на стадии подвижного зародыша, когда эмбрион уже вполне сформирован и оболочка под действием фермента вылупления истончается, высокая соленость оказывает влияние на эмбрионы. В воде соленостью 10 и 13‰ движения эмбрионов стали менее интенсивными. Особенно отчетливо замедление движения эмбрионов было заметно в икре, развивающейся в воде соленостью 13‰.

Когда в пресной воде и в воде соленостью 7‰ и ниже началось массовое вылупление предличинки из икры, находившейся в воде соленостью 10 и особенно 13‰, предличинки вылуплялись недружно и в небольшом количестве. Остальные вполне сформированные эмбрионы с интенсивной пигментацией погибли в икре.

Предличинки леща и воблы, вылупившиеся в воде соленостью 10 и 13‰, были или уродливые, или вскоре после вылупления искривлялись и через сутки погибали.

Таким образом, полученные нами данные по выживанию икры, оплодотворенной в пресной воде и инкубированной в воде разной солености, близки к данным, полученным В. И. Олифан и В. С. Ивлевым.

Чтобы исключить возможность оплодотворения икры в полостной жидкости, что не может быть при естественном нересте, нами были поставлены другие опыты, где искусственное оплодотворение было произведено «мокрым способом» в воде разной солености. Результаты этих опытов приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Выживание икры леща (в %)¹, оплодотворенной в воде разной солености

Номера серии	Дата оплодотворения	Продолжительность инкубации в сутках	Состояние предличинки	Соленость воды в ‰						Температура воды ²	
				пресная	2	5	7	10	13	от—до	средняя
1953 г.											
I	30/IV	18	Выжившие	18	70	0	0	0	0	5,6—16,9	11,2
			Уродливые	0	0						
II	30/IV	17	Выжившие	0	31	0	0	0	0	5,8—17,8	11,5
			Уродливые		0						
III	30/IV	8	Выжившие	48	18	11	0	0	0	8,8—21,1	15,9
			Уродливые		0	0					
IV	30/V	11	Выжившие	60	79	7	0	0	0	8,8—21,2	16,1
			Уродливые	0	2	14					
V	10/V	8	Выжившие	79	60	65	77	0	0	9,7—14,8	13,1
			Уродливые	0	0	0	27				
VI	10/V	7	Выжившие	90	88	79	0	0	0	13,4—25,8	19,1
			Уродливые	0	3	0					
1952 г.											
I-a	28/V	4	Выжившие	99	95	65	0	0	0	16,2—22,6	20,1
			Уродливые	0	0	0					
II-a	28/V	4	Выжившие	95	93	67	0	0	0	16,2—22,6	20,1
			Уродливые	0	0	24					
Средние данные			Выжившие	73	74	41	12	0	0		
			Уродливые	0	3	7	27				

¹ Процент выживания икры определялся по количеству вышедших предличинки от общего количества икры; процент уродливых предличинки—от общего количества вылупившихся предличинки.

² Икра инкубировалась при разной температуре. Для этого в 1953 г. часть аквариумов с икрой была подвешена в разных участках реки, часть находилась в лаборатории.

РАЗВИТИЕ ИКРЫ ЛЕЩА

Развитие икры в разных сериях происходило при разной температуре, что не могло не отразиться на результатах опытов.

По данным И. В. Тонких и П. М. Коновалова [10], понижение температуры до 8,5° губительно сказывается на ранних стадиях развития икры донского леща. Н. И. Сыроватская [8] указывает, что при понижении температуры воды до 6° происходит массовая гибель икры донского леща и на более поздних стадиях развития.

Икра волжского леща также плохо переносит резкое понижение температуры воды. При инкубации икры леща в первых двух сериях температура воды была низкой (средняя 11,2—11,5°). На четвертый день развития она понизилась до 5,6—5,8°, затем начала медленно подниматься (икра инкубировалась в банках, помещенных в реке).

В первой серии предличинки вылупились в небольшом количестве в воде соленостью 2‰ (70%), во второй — только в воде соленостью 2‰ (31%). Таким образом, развитие икры при пониженной температуре во-

ды было явно ненормальным, но слабосоленая вода (2‰) стимулировала развитие икры даже при неблагоприятных температурных условиях.

С повышением минимальной температуры воды до 8,8° (серии III, IV) процент выхода предличинок в пресной воде увеличивается.

Наблюдается также в небольшом количестве вылупление предличинок и в воде соленостью 5‰.

В пятой серии икра развивалась в условиях небольшой амплитуды колебаний температуры, при наименьшей температуре в 9,7°. Из икры этой серии много предличинок вылупилось даже в воде соленостью 7‰. Дальнейшее повышение температуры воды способствовало очень высокому выходу предличинок в пресной воде и воде соленостью 2‰. Высокие показатели выхода предличинок наблюдались и в воде соленостью 5‰. Следует отметить, что часть предличинок в воде соленостью 5 и 7‰ вылупилась недоразвитой; при низкой температуре воды этого не наблюдалось.

РАЗВИТИЕ ИКРЫ ВОБЛЫ

Икра воблы оплодотворялась в двух сериях в 1952 г. и в пяти сериях в 1953 г. (табл. 4).

Таблица 4

Выживание икры воблы (в %)¹ в воде разной солености

Номера серии	Дата оплодотворения	Продолжительность инкубации в сутках	Состояние предличинки	Соленость воды в ‰						Температура воды в °C	
				пресная	2	5	7	10	13	от—до	средняя
1953 г.											
I	1/V	17	Выжившие	95	100	98	81	13	0	5,6—16,9	11,3
			Уродливые	0	0	0	2	87			
II	1/V	17	Выжившие	62	95	88	79	0	0	5,8—17,8	11,5
			Уродливые	0	0	14	60				
III	1/V	13	Выжившие	84	83	80	92	43	0	8,8—23,4	16,6
			Уродливые	0	0	0	9	42			
IV	1/V	13	Выжившие	87	68	93	80	47	0	8,8—23,4	16,6
V	8/V	9	„	66	85	88	30	3	0	11,7—25,8	18,4
1952 г.											
I-а	14/V	5	Выжившие	93	92	89	92	83	7	14,4—18,2	16,7
			Уродливые	0	0	0	15	100	100		
II-а	20/V	6	Выжившие	85	79	22	20	0	0	12,7—21	17,8
Среднее . .			Выжившие	86	89	79	68	44	4		
			Уродливые	0	0	14	20	85	100		

¹ Процент выживания икры определяется по количеству вылупившихся предличинок от общего количества икры, процент уродливых предличинок—от общего количества вышедших предличинок.

В воде соленостью 13‰ развитие икры воблы наблюдалось только в первой серии, однако вылупившиеся предличинки были недоразвитыми и вскоре погибли. В остальных сериях икра в воде соленостью 13‰ осталась неоплодотворенной и погибла на второй день развития.

В воде соленостью 10‰ икра развивалась и вылупление предличинок наблюдалось во всех сериях, за исключением одной (II серия, 1953 г.). В некоторых случаях выживание икры составляло 82% (серия I-а, 1952 г.), но при этом вылупившиеся предличинки были уродливыми, нежизнеспособными и вскоре погибали.

Развитие икры в воде соленостью 7‰ проходило нормально, процент вылупившихся предличинкок был высоким, а количество уродливых экземпляров в ряде серий было относительно небольшим.

В воде соленостью 5‰ развитие икры и вылупление происходили нормально, и только в одном опыте (II серия) был отмечен выход уродливых предличинкок.

Таким образом, соленость воды 2‰ является оптимальной для развития икры воблы. Выживание икры в воде этой солености было наиболее высоким. Все вылупившиеся предличинки были нормальными.

Пределы оптимальной температуры для развития и выживания икры воблы значительно шире, чем у леща. Низкая температура (5,6—5,8°) и связанный с этим длительный инкубационный период (17 суток) не вызвали снижения процента выживания икры воблы. В то же время и значительное повышение температуры (до 25,8°) не отразилось заметно на выживании икры.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИКРЫ, ОПЛОДОТВОРЕННОЙ В ВОДЕ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ

Набухание икры воблы и леща в воде разной солености происходит неодинаково (табл. 5).

Таблица 5

Диаметр икры воблы и леща в воде разной солености

Диаметр икры	Виды рыбы	Соленость воды в ‰				
		пресная	2	5	7	10
В мм	Вобла	1,38	1,42	1,44	1,44	1,40
	Лещ	1,44	1,71	1,75		
В % к диаметру икры в пресной воде	Вобла	100	103	104		
	Лещ	100	119	122	104	101

Набухание икринок воблы увеличивается по мере повышения солености воды до 7‰, но в воде соленостью 10‰ диаметр икринок вновь уменьшается, хотя и остается большим, чем в пресной воде.

У леща набухание икры происходит более интенсивно, чем у воблы, что связано, повидимому, с особенностями структуры оболочки икры леща.

Предличинки, вылупившиеся из икры, развивавшейся в воде разной солености, несколько отличались также и по длине (табл. 6).

Таблица 6

Средняя длина предличинкок (в мм), вылупившихся из икры, инкубированной в воде разной солености

Вид рыбы	Соленость воды в ‰				
	пресная	2	5	7	10
Вобла	5,70	5,80	5,71	5,67	4,66
Лещ	4,66	4,80	4,57	—	—

В момент оплодотворения, до образования желточной оболочки, соли могли проникать в икринку и оказывать влияние на развивающихся эмбрионов: в небольших количествах — стимулирующее, в больших — угнетающее.

Наиболее крупные предличинки вышли из икры воблы и леща, инкубированной в воде соленостью 2‰. Они же оказались и наиболее жизнеспособными. Несколько меньшей была длина предличинок, вылупившихся из икры, инкубированной в воде соленостью 5‰. Предличинки леща были мельче предличинок, выклюнувшихся в пресной воде. Жизнеспособность их также была пониженной.

Личинки воблы в воде соленостью 7‰ и особенно 10‰ были мельче личинок, развивавшихся в пресной воде. Наиболее быстро погибали они в воде соленостью 10‰.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдения за нерестом каспийской воблы и леща в воде повышенной солености указывают на очень ограниченное использование ими для нереста осолоненных вод. Уже вода соленостью 4—5‰ вызывает резорбцию яичников леща. В воде соленостью выше 4—5‰ нереста воблы не отмечалось.

А. Ф. Карпевич указывает на то, что во многих случаях возможности вида бывают шире, чем это требует воздействие данной конкретной среды, и тогда его физиологические свойства частично остаются в скрытом состоянии — в потенции.

Наши данные показывают, что потенциальные возможности оплодотворения и инкубации икры имеют более широкий диапазон солености, чем те, при которых наблюдается нерест. Но жизнеспособность личинок за пределами оптимальной солености, при которой происходит нерест, снижается.

Уже изучение реакции сперматозоидов на воду той или иной солености позволяет наметить примерную оптимальную и летальную соленость воды для обоих видов. Четко выявляется большая солеустойчивость воблы сравнительно с лещом, сказывающаяся в сдвиге летальной границы на большие солености.

Весьма интересным моментом, выявленным в опытах со спермой, является различие в реакции сперматозоидов на воду повышенной солености. Лишь вода соленостью 2‰ стимулирует движение всех сперматозоидов. Увеличение солености воды до 5‰ действует на часть сперматозоидов все более и более возбуждающе — продолжительность их движения увеличивается; часть же сперматозоидов совершенно не приходит в движение. При дальнейшем повышении солености количество неактивирующихся сперматозоидов увеличивается. Это обстоятельство указывает, с одной стороны, на возможность оплодотворения икры в воде повышенной солености, с другой — на вероятное уменьшение в ней эффективности нереста.

Для спермы воблы и леща можно считать оптимальной соленостью 2‰, так как в такой воде движение сперматозоидов продолжительнее, чем в пресной, и, кроме того, в ней все сперматозоиды приходят в движение. Сублетальная соленость воды для спермы леща 7‰, для воблы — 10‰.

Примерно аналогичные показатели получены и для икры. Для оплодотворения и развития икры воблы и леща оптимальной является соленость воды 2‰. В воде этой солености наблюдается высокий процент вылупления предличинок даже в условиях, явно неблагоприятных для развития леща (низкая температура). В воде соленостью 5 и 7‰ про-

цент выживания икры уменьшается, повидимому, за счет снижения процента оплодотворения, а возможно и вследствие меньшей жизнеспособности эмбрионов в пресной воде.

Для икры леща летальной является соленость 7‰, для воблы — 10‰.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гостеева М. Н., Развитие аральского леща в морской воде, «Рыбное хозяйство», 1954, № 8.
2. Ивлев В. С., Влияние солености на оплодотворение и развитие икры некоторых костистых полупроходных рыб, «Зоологический журнал», т. XIX, вып. 3, 1940.
3. Карпевич А. Ф., Приспособленность обмена дрейссен Северного Каспия к изменению солевого режима, «Зоологический журнал», вып. 4, 1947.
4. Коновалов П. М., Опыт по изучению влияния солености на развитие икры воблы, леща и сазана, Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря, 1950.
5. Лещинская А. С., Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, 1953.
6. Олифан В. И., Влияние солености на икру и личинок каспийского сазана, воблы и леща, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
7. Привольнев. Оплодотворение икры в отсутствии воды, Проблемы рыболовства в северных районах СССР, Пищепромиздат, 1941.
8. Сыроватская Н. И., О влиянии низких температур на размножение донского леща, АН СССР, 1950.
9. Сыроватский И. Я., Перспективы рыбохозяйственного освоения Маньчжирских водохранилищ, «Рыбное хозяйство», № 4, 1951.
10. Тонких И. В. и Консвалов П. М., О влиянии высоких и низких температур на развитие икры судака и леща, «Труды Доно-Кубанской рыбохозяйственной станции», вып. 6, 1940.
11. Krogh A., Osmotic regulation in aquatic animals, Cambridge, 1939.
12. Schlenk und Kahman, Ein Verfahren zur Messung der Spermatozoenbewegung Pflug. Arch. Bd. CCXXVI, H., 3, 1935.