

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

Т. В. Портная

РЫБОВОДСТВО

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов специальности 1-74 03 01 Зоотехния*

Горки
БГСХА
2016

УДК 639.3(072)

ББК 47.2я73

П60

*Рекомендовано методической комиссией
зооинженерного факультета.*

Протокол № 8 от 24 апреля 2015 г.

Автор:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Портная*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. А. Садо́мов*;

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *Н. И. Гавриченко*

Портная, Т. В.

П60 Рыбоводство : методические указания к лабораторным занятиям / Т. В. Портная. – Горки : БГСХА, 2016. – 48 с.

Приведены биологическая и хозяйственная характеристики основных объектов рыбоводства, методы исследования качества воды и определения естественной кормовой базы прудов. Даны методики расчета рыбопродукции и рыбопродуктивности выростных и нагульных прудов. Определены цель, задание, контрольные вопросы для каждого лабораторного занятия.

Для студентов специальности 1-74 03 01 Зоотехния.

УДК 639.3(072)

ББК 47.2я73

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Под *рыбным хозяйством* в республике традиционно понимают добычу рыбы из естественных водных угодий (рыболовство), рыборазведение в искусственных и естественных водоемах и переработку рыбной продукции.

Одним из наиболее традиционных способов, постоянно сопровождающих хозяйственную деятельность человека, является рыболовство. Основной задачей его развития является рациональное потребление естественных рыбных ресурсов с целью получения пищевой рыбной продукции при условии устойчивого использования сырьевой базы и сохранения биологического разнообразия ихтиофауны водоемов.

Вторым направлением, позволяющим во многом устранять недостатки первого, является рыбоводство. Под *рыбоводством* понимают комплекс биотехнических мероприятий, направленных на разведение, сохранение и качественное улучшение рыбных ресурсов в искусственных и естественных водоемах. Рыбоводство как отрасль является весьма сложным направлением производства.

По своей структуре и методам рыбоводство можно разделить на прудовое и рыбоводство в естественных водоемах. Индустриальное и садковое рыбоводство можно рассматривать как промежуточные формы. Прудовое и индустриальное рыбоводство основано на разведении и выращивании наиболее ценных в хозяйственном отношении видов и пород рыб в условиях, управляемых человеком. Поэтому в принципе оно не отличается от животноводства и является одной из его отраслей. Возможность регулирования условий жизни рыб, совершенствование их породных качеств, применение поликультуры и других приемов интенсификации производства позволяют получать с каждого гектара пруда рыбной продукции в десятки и сотни раз больше, чем с такой же площади естественных водоемов.

Для дальнейшего развития рыбного хозяйства необходимы хорошо подготовленные специалисты.

Данные методические указания включают темы по изучению биологических особенностей и хозяйственных качеств основных объектов рыбоводства, гидрологическим и гидрохимическим исследованиям, определению рыбопродукции и рыбопродуктивности прудов.

Тема 1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА

Цель занятия: изучение основных биологических и хозяйственных признаков рыб, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах, выяснение возможности использования их при интенсивном ведении прудового и индустриального рыбоводства.

Задание:

- 1) изучите биологическую и хозяйственную характеристики основных объектов прудового рыбоводства;
- 2) оформите в виде таблицы основные биологические и хозяйственные особенности разных видов рыб (каarp, серебряный и обыкновенный карась, белый амур, белый и пестрый толстолобик, линь, судак, щука, обыкновенный сом, стерлядь, бестер, веслонос, ленский осетр, ряпушка, пелядь, радужная форель), выращиваемых в прудах (табл. 1);
- 3) ответьте на контрольные вопросы.

Т а б л и ц а 1. Характеристика основных объектов рыбоводства

Вид рыбы	Семейство	Оптимальная температура выращивания, °С	Возраст наступления половой зрелости, лет	Нерестовая температура, °С	Плодовитость, тыс. шт.	Экологическая группа в зависимости от нереста	Длительность инкубационного периода, сут	Возраст перехода на активное питание, сут	Спектр питания	Масса, г		
										сеголетков (0 ⁺)	двухлетков (1 ⁺)	трехлетков (2 ⁺)

В прудовых хозяйствах разводят и выращивают различные виды рыб, которые относятся к следующим семействам: карповые, осетровые, лососевые, сиговые, щуковые, сомовые, окуневые и др.

Для каждого водоема, с учетом его биологической специфики, гидрологических и гидрохимических особенностей, подбор отдельных видов рыб и их соотношение могут быть различными. Поэтому необходимо изучить особенности размножения, подращивания личинок,

выращивания сеголетков и их зимовки, а также выращивания товарной рыбы. При этом в первую очередь следует уделить внимание биологическим особенностям выращиваемых рыб. В прудовых хозяйствах нашей республики самым массовым объектом выращивания является карп. Вместе с карпом выращиваются растительные рыбы (белый амур, белый толстолобик, пестрый толстолобик, гибрид толстолобиков), а также линь, серебряный карась. Перспективными объектами остаются канальный сом, щука, судак, радужная форель, пелядь, тилapia, стерлядь, веслонос, бестер, ленский осетр.

Карп (*Cyprinus carpio* L.) в Беларуси является основным объектом культурного рыбоводства, составляя более 80 % производства прудовой рыбы в республике (рис. 1). Карп выведен путем доместикации сазана и является типично тепловодной рыбой. Популярность выращивания карпа связана с его ценными качествами: он неприхотлив к условиям среды, всеяден, быстро растет, прост в разведении и имеет вкусное мясо. Эту рыбу с успехом выращивают в прудах, садках, бассейнах и установках с замкнутым циклом водоснабжения.



Рис. 1. Карп

Карп – тепловодная рыба, оптимальные температурные условия выращивания лежат в границах 22–29 °С. Половозрелым карп становится в возрасте 3–5 лет, но в особо благоприятных условиях иногда уже на втором году жизни. Самцы обычно созревают в возрасте 3–4, а самки – 4–5 лет.

Самка с массой тела 1 кг выметывает 100–200 тыс. икринок, 5-килограммовая – 600–800 тыс., более крупные особи – до 1,5 млн. икринок. Относительная плодовитость составляет около 150 икринок на 1 кг массы рыбы. Икрометание происходит в мае – июне при температуре воды не ниже 13–15 °С, наиболее интенсивно – при температуре 18–20 °С. Карп является фитофилом и откладывает икру на мягкую водную и залитую луговую растительность. Икра клейкая, размером 1,4–1,5 мм. Развитие икры при температуре воды 15 °С длится 5, а при температуре 20 °С – 3 суток. Личинки длиной 5–6 мм в первое время неподвижно висят, прикрепившись к субстрату с помощью специального органа (биссусовой нити), питаются за счет желточного мешка. На активное питание молодь переходит на

3–4-й день. Вначале карп питается инфузориями, коловратками и циклопами, а при достижении длины около 18 мм переходит на питание бентическими беспозвоночными, главным образом личинками хирономид. Карп хорошо использует задаваемые корма как растительного, так и животного происхождения.

Карп – крупная рыба. Встречаются особи массой более 25 кг и длиной около 1 м. Потенциальные возможности роста у карпа весьма велики. При благоприятных условиях выращивания (оптимальном температурном режиме в 24–28 °С и хорошей кормовой базе) карп уже на первом году жизни может достигать массы 200–500 г. Для прудовых хозяйств нашей республики установлен следующий стандарт по массе: сеголетки – 25 г, двухлетки – 370–400, трехлетки – 900–1000 г.

Белый амур (*Stenopharyngodon idella* Val.) относится к семейству карповых и достигает длины 120 см, а массы 50 кг (рис. 2). Имеет вальковатое тело, покрытое крупной чешуей. Как и у других карповых рыб, у белого амура на челюстях нет зубов, а пищу он размельчает мощными пиловидными зубами, расположенными на нижнечелюстных костях. Родиной белого амура являются равнинные реки Китая.



Рис. 2. Белый амур

Белый амур – растительноядная рыба, использует в пищу в основном высшую водную растительность. На питание растительностью белый амур переходит на первом году жизни при длине около 3 см. При недостатке растительности рыба может потреблять и комбикорма. Суточный рацион, темп роста и скорость полового созревания белого амура в значительной степени зависят от температуры воды.

Белый амур – это тепловодная рыба. Оптимальная температура воды, при которой наблюдается наиболее интенсивный рост, 25–32 °С. Нерест происходит при температуре воды 20–26 °С. Абсолютная пло-

довитость самок белого амура колеблется от 100 до 800 тыс. икринок, рабочая составляет в среднем 500 тыс. Икра пелагическая. При температуре воды 27–29 °С инкубационный период составляет 32–40 ч. Через 4–5 суток полностью рассасывается желточный мешок. Работы по акклиматизации белого амура в Беларуси начались в прудовых хозяйствах в 1965 г. В условиях республики эта рыба не нерестится и ее размножают заводским способом. При выращивании в прудах и содержании вместе с карпом к концу первого года амур достигает массы 25–40, двухлетки – 450–500 г, четырехлетки – около 1,8 кг.

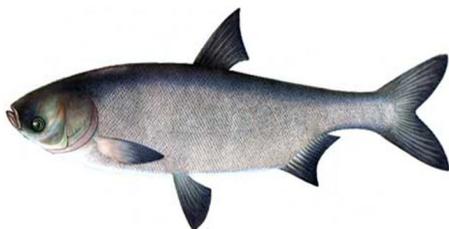


Рис. 3. Белый толстолобик

Белый толстолобик. (*Hypophthalmichthys molitrix*) относится к семейству карповых и распространен в пресных водоемах Китая, а также в бассейне р. Амур (рис. 3). В настоящее время акклиматизирован и выращивается почти во всех прудовых хозяйствах республики. Питается фитопланктоном,

предпочитая диатомовые и зеленые водоросли. Достигает длины 1 м и массы 20–25 кг.

Половозрелости достигает в возрасте 5–6 лет. Самка выметывает до 500 тыс. икринок. Белый толстолобик на 5–6-м году жизни достигает длины тела 50 см и массы 3–4 кг. Однако, в связи с меньшей продолжительностью вегетационного сезона по сравнению с водоемами области его естественного распространения, в Беларуси он растет несколько медленнее. Молодь белого толстолобика питается зоопланктоном, а по достижении длины тела 15–16 мм переходит на питание водорослями планктона. Сеголетки белого толстолобика в зависимости от условий выращивания достигают средней массы 15–30 г.



Рис. 4. Пестрый толстолобик

Пестрый толстолобик (*Aristichthys nobilis*) по внешнему виду и строению довольно близок к белому толстолобику (рис. 4). Пестрый толстолобик также рас-

пространен во внутренних водоемах Центрального и Южного Китая. Он питается зоопланктоном и фитопланктоном.

Особенностью питания этой рыбы является ее способность потреблять в большом количестве сине-зеленые водоросли и при этом хорошо расти. Половой зрелости достигает в возрасте 6–7 лет. Нерест в реках Китая происходит на быстром течении при температуре не ниже 18–20 °С. Икру самка выметывает в толщу воды. В Беларусь эта рыба была завезена в середине 60-х годов. В республике молодь получают только заводским путем. На первом году жизни средняя масса пестрого толстолобика при совместном выращивании с карпом достигает 15–35, а на втором – 300–1000 г.

Растительные рыбы (белый амур, белый толстолобик и пестрый толстолобик) являются теплолюбивыми, оптимальная температура воды при выращивании 25–30 °С. Эти рыбы рекомендуются для выращивания в прудовых хозяйствах в поликультуре с карпом.



Рис. 5. Золотой (обыкновенный) карась

Обыкновенный, или золотой, карась (*Carassius carassius* L.) – это пресноводная теплолюбивая рыба, предпочитающая стоячие водоемы (рис. 5). Тело у него высокое, голова небольшая. Бока медно-красные или золотистые. Рот без усиков.

Золотой карась устойчив к неблагоприятным факторам внешней среды. Выносит кислые воды (рН 4,5), способен выдерживать снижение содержания кислорода в воде до 0,5–0,6 мг/л и промерзание водоемов до дна. В заморных водоемах часто является единственным представителем ихтиофауны.

Половой зрелости достигает в возрасте 2–4 лет. Плодовитость колеблется от 150 до 200 тыс. икринок. Нерестится порционно при температуре воды 17–18 °С. Икру откладывает на растительность. Выклев предличинки наступает на 5–7-й день после оплодотворения икры. Взрослый карась питается бентическими организмами и детритом, поедает части водных растений. Карась – тугорослая рыба. В водоемах, в которых кормовые условия благоприятны, растет быстро. Сеголетки достигают массы 7–20 г, двухлетки – 70–150, трехлетки – 200–300 г. Масса карася обычно не превышает 500–600 г, но может достигать 3 кг.

Пригоден для разведения в водоемах комплексного назначения с неблагоприятными для других рыб условиями среды. Золотой карась используется для скрещивания с другими видами рыб, например карпом, серебряным карасем. Гибриды обладают более высоким темпом роста, сохраняя повышенную жизнеспособность.



Рис. 6. Серебряный карась

Серебряный карась (*Carassius gibelio*) довольно широко распространен как добавочная рыба в карповых рыбоводных хозяйствах с двухлетним оборотом (рис. 6). Устойчив к неблагоприятным факторам среды. Растет быстрее обыкновенного карася. В условиях прудового выращивания сеголетки достигают массы 15–20 г, двухлетки – 150–250, трехлетки – 300–350 г. Питается зоо- и фитопланктоном, двухлетки используют бентос.

Половой зрелости достигает в возрасте 3–4 лет. Плодовитость составляет 300–400 тыс. икринок. Серебряный карась нерестится в мае – июне при температуре воды 18–20 °С, в некоторых водоемах при 14 °С. Нерест порционный, растянутый. Икру откладывает на растительность.

Серебряный карась отличается от других рыб одной интересной биологической особенностью: в дальневосточных водоемах и некоторых прудах нашей республики в нерестовых популяциях соотношение самцов и самок примерно равное, а в других районах европейской части они состоят почти из одних самок. Размножение в таких однополых популяциях происходит при участии самцов других видов: золотого карася, карпа, линя. Потомство в этом случае представлено только самками серебристого карася. Таким образом, наблюдается явление естественного гиногенеза, т. е. сперматозоид, проникая в яйцеклетку, активизирует ее, но мужские хромосомы в дальнейшем развитии организма участия не принимают. При ухудшении условий жизни в таких популяциях отмечается появление самцов.

Серебряный карась представляет интерес как объект гибридизации, потомство которого может быть использовано для выращивания в водоемах с напряженным гидрохимическим режимом.

Линь (*Tinca tinca* Linne) – малоподвижная теплолюбивая рыба, обитающая обычно в заиленных заросших водоемах (рис. 7). Питается мелкими беспозвоночными, моллюсками, реже водорослями. Основной пищей этой рыбы является бентос. На зиму зарывается в ил.



Рис. 7. Линь

Половой зрелости достигает в 3–4 года. Средняя плодовитость 300–400 тыс. икринок. Нерест происходит порционно, при температуре воды 19–22 °С. Икра мелкая, откладывается на растительность и прилипает к ней. Инкубационный период при температуре воды 20 °С длится 3–7 суток.

Личинки вначале ведут неподвижный образ жизни, прикрепившись к растительности, затем переходят на активное питание зоопланктоном, а позднее – донными беспозвоночными. Линь – относительно тугорослая рыба. При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 15 г, двухлетки – 150–200, трехлетки – 300 г.

Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*) относится к семейству лососевых (рис. 8). Ее родиной являются водоемы западных районов Северной Америки. Оптимальная температура для роста и развития радужной форели 12–16 °С. Эта рыба требовательна к содержанию растворенного в воде кислорода – оптимальной концентрацией можно считать 7–8 мг/л. Питается насекомыми и их личинками, по спектру



Рис. 8. Радужная форель

питания радужную форель относят к эврифагам. Половая зрелость наступает у самок на 3–4-м году жизни, у самцов – на год раньше. Нерест происходит в марте – апреле при температуре воды 7–9 °С, а развитие икры длится до 1,5–2 месяцев в зависимости от температуры воды. Развитие икры в

среднем составляет 312–360 градусо-дней. Плодовитость изменяется с увеличением возраста и массы самок. Четырехлетние самки выметывают до 2,5 тыс. икринок, семилетние – 4,2–4,5 тыс. В первый сезон выращивания в прудах сеголетки достигают средней массы 10–30 г. Порционная форель массой 150–250 г выращивается за 2 года, а за 3 года – свыше 1 кг. Эту рыбу выращивают в прудах, бассейнах, садках, циркуляционных рыбоводных установках. При выращивании в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) форель за 1 год достигает массы 500–1000 г.

Судак обыкновенный (*Stizostedion lucioperca* Linne) обитает в реках и чистых озерах (рис. 9). Судак – хищник, на питание рыбой переходит в возрасте одного месяца.

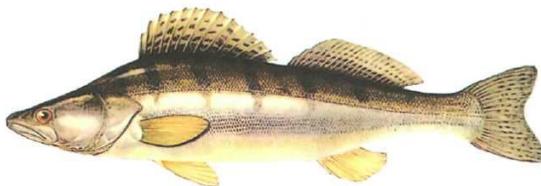


Рис. 9. Судак

Половая зрелость наступает в возрасте 3–4 лет. Плодовитость колеблется от 200 тыс. до 1 млн. икринок. Нерестится с марта по апрель при температуре воды 10–16 °С. Диаметр икры 1–1,5 мм. В выборе нерестового субстрата очень неприхотлив: может откладывать икру на песчано-каменистый грунт, валуны, подмытые корни растений, водную растительность. Инкубационный период длится при температуре воды 15 °С около 10 суток.

В прудовых хозяйствах судака используют как добавочную рыбу. При выращивании в прудах годовики достигают массы 20–35 г, двухлетки – 200–300, трехлетки – 450–600 г.

Щука обыкновенная (*Esox lucius* Linne) – хищная, быстрорастущая, ценная рыба (рис. 10), распространена по всей Европе. В естественных водоемах взрослая щука питается рыбой, головастиками, лягушками, пиявками. Рыбой начинает питаться при длине 2 см. Щука растет быстро, особенно в первые годы жизни до наступления половой зрелости. Половая зрелость наступает на 3–4-м году жизни. Самцы созревают на год раньше самок.



Рис. 10. Щука

Абсолютная плодовитость самок щуки колеблется от 10 до 100 тыс. икринок. Нерестится с конца марта по май при температуре воды 4–8 °С. Икру откладывает на отмершую растительность. Нерест единовременный. Инкубационный период длится около двух недель при температуре воды 8–10 °С. Желточный мешок рассасывается у предличинки в течение 12–15 суток.

Оптимальная температура выращивания 18–20 °С. Сеголетков щуки выращивают совместно с карпом в нагульных прудах.

Средняя масса сеголетков к осени в прудовых хозяйствах Беларуси достигает 200–300 г, а длина – свыше 32 см. При обилии пищи в прудах сеголетки щуки достигают массы 300–800 г, двухлетки – 700–1500, трехлетки – 2500 г.

Благодаря хорошим вкусовым качествам и низкому содержанию жира (2–3 %) мясо щуки относится к категории диетических продуктов.

Сом обыкновенный (*Silurus glanis* Linne) – это крупная рыба, достигающая длины 5 м и массы 300 кг (рис. 11).



Рис. 11. Сом обыкновенный

Продолжительность жизни более 30 лет. Обыкновенный сом – хищник, питается сорной рыбой, лягушками, головастиками. В зимнее

время не питается. Половой зрелости достигает на 4–5-м году жизни. Плодовитость сома составляет 11–480 тыс. икринок. Нерестится весной при температуре воды 18–21 °С. Самка откладывает икру в гнездо, построенное самцом из остатков растений. Самцы охраняют икру. Эмбриональное развитие икры длится 2,5–3 суток при температуре 20 °С. Рассасывание желточного мешка происходит через 4–5 суток, затем личинки переходят на активное питание.

В прудах обыкновенного сома выращивают совместно с карпом как добавочную рыбу. Он уничтожает сорную рыбу, которая является конкурентом в питании карпу. Сеголетки сома достигают массы 25–50 г, двухлетки 500–1000 г.

Сиговые рыбы – к ним относятся ряпушка, рипус, пелядь, чудской сиг, чир. Тело у всех сиговых удлинненное, покрыто крупной чешуей. Спина темная, бока серебристые. Имеется жировой плавник.

Европейская ряпушка (*Coregonus albulla* Linne) распространена в северных озерах нашей республики (рис. 12). Предпочитает водоемы, температура воды в которых не выше 16–17 °С. Основной пищей является зоопланктон, реже бентос.

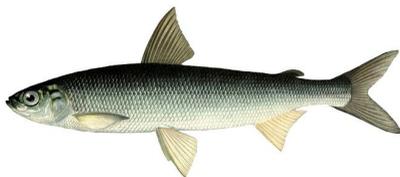


Рис. 12. Европейская ряпушка

По характеру питания европейскую ряпушку относят к планктофагам. Половая зрелость наступает на втором

году жизни. Абсолютная плодовитость в зависимости от возраста и размера самок колеблется от 0,8 до 20 тыс. икринок, рабочая – 10 тыс. икринок. Нерест происходит осенью перед ледоставом при температуре воды 0,2–6 °С. Рыбы по месту кладки икры относятся к литофилам. Продолжительность развития икры составляет при температуре 0,2–6 °С 130–80 суток. Сеголетки ряпушки при выращивании в прудах достигают массы 30–50 г, двухлетки – 80–100 г.

Пелядь (*Coregonus peled*) распространена в озерах и реках северной части Европы и Азии (рис. 13). Холодолобива, однако выдерживает температуру воды в прудах до 28 °С. Ее пищей является зоо- и фитопланктон.

Половой зрелости пелядь достигает на 3–5-м году жизни. Размножение происходит осенью, при температуре воды 4 °С.

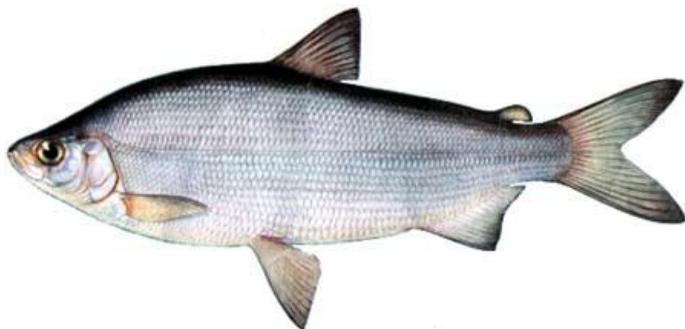


Рис. 13. Пелядь

Икру откладывает на песок или гальку. Абсолютная плодовитость колеблется от 25 до 105 тыс. икринок, рабочая – 5–25 тыс. икринок. Продолжительность развития икры при температуре воды 0,2–6 °С составляет 128–63 суток. Личиночный период длится 8–10 суток при температуре воды 10–12 °С. Используется для выращивания совместно с карпом. На первом году жизни масса достигает 35–100 г, на втором – 300–500 г. В прудах не нерестится, но созревает, поэтому в хозяйствах можно сформировать маточное стадо пеляди.

Осетровые относятся к числу наиболее ценных видов не только рыб и рыбообразных, но и живых существ в целом, используемых человеком. Эти уникальные реликтовые костно-хрящевые рыбы дают не только высококачественное мясо, но и деликатесную черную икру, отличающуюся как вкусовыми качествами, так и содержанием различных веществ, полезных для человека.

На территории Беларуси в историческом аспекте аборигенами являются русский осетр и стерлядь. Численность проходного крупного вида осетра была подорвана уже в конце XIX века, а со строительством плотины ДнепроГЭС русский осетр был вычеркнут из ихтиофауны Беларуси. Мелкий туводный вид – стерлядь – до последних лет единично встречался в реках Березина и Днепр в пределах Могилевской области. С 1981 года стерлядь внесена в Красную книгу Республики Беларусь.

В настоящее время воспроизводству стерляди уделяется внимание во многих регионах России, в Украине, Молдове и Румынии. В нашей республике работы по ее воспроизводству начаты с 2004 года. Если первоначально они были направлены на поддержание численности

и восстановление популяций в естественных водоемах, то с освоением технологий воспроизводства стерляди и получения стандартной молоди и сеголетков все большее развитие получает товарное выращивание ее во многих рыбоводных хозяйствах, в том числе и прудовых.

Стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linne) относится к семейству осетровых (рис. 14), достигает в естественных условиях массы 4 кг (обычно не более 1,5 кг) и длины 1 м (обычно не более 70 см).



Рис. 14. Стерлядь

Половой зрелости достигает в возрасте 5–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет 3,9–137,6 тыс. икринок, рабочая – 30 тыс. икринок. Нерест происходит весной при температуре воды 10–20 °С. Литофил. Инкубационный период длится 4–5 суток. Желточный мешок у предличинки рассасывается в зависимости от температуры воды в течение 6–10 суток. Питается хирономидами, насекомыми, мелкими ракообразными, моллюсками. Используется в прудовой, промышленной аквакультуре в качестве основного объекта, а также в качестве добавочной рыбы. При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 15 г и более, двухлетки – 250–300 г.

Бестер (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) – гибрид белуги со стерлядью, сочетает в себе ценные свойства родительских видов (рис. 15). Он унаследовал от белуги хищные инстинкты, быстрый рост и высокие пищевые потребности, лежащие в основе приучения этой рыбы к неживым кормам (рыбному фаршу). От стерляди бестер унаследовал способность к раннему половому созреванию. Благодаря сочетанию свойств проходной белуги с пресноводной стерлядью гибрид отличается широким диапазоном экологической приспособляемости.



Рис. 15. Бестер

ки имеют массу 800 г и более. Он питается личинками хирономид, рачками, моллюсками, рыбой. В отличие от других осетровых осваивает всю толщу воды. Весьма ценный объект для товарного выращивания в прудах средней зоны рыбоводства.

Ленский осетр (*Acipenser baeri* Brandt) – одна из форм сибирского осетра, обитает в суровых условиях Якутии (рис. 16). По внешнему виду и биологии напоминает стерлядь, однако достигает более крупных размеров (20–25 кг). Постоянно живет в пресной воде. Имеет ши-



Рис. 16. Ленский осетр

Он хорошо переносит условия как пресных, так и солоноватых водоемов. Достигает длины 180 см и массы 30 кг и более.

Самцы бестера созревают в 5–7 лет, самки – в 6–8 лет. За первое лето бестер вырастает до 50–100 г, а двухлет-

рокий спектр питания (личинки насекомых, моллюски, черви, ракообразные, рыба). Кормится круглогодично.

В р. Лена осетр растет медленно: к 15–20 годам имеет длину 80–100 см и массу 3–4 кг. Однако обладает большими потенциальными возможностями роста

при выращивании в более благоприятных условиях. В природе достигает половой зрелости в 10–12 лет. Размножение происходит в июне – июле при температуре воды 14–18 °С. Икру откладывает на быстром течении на каменисто-галечниковом грунте. Абсолютная плодовитость

самок в зависимости от размеров колеблется от 16 до 110 тыс. икринок.

Ленский осетр эвритермен, выдерживает повышение температуры до 30 °С. Наиболее интенсивно растет при температуре 15–25 °С, однако и в холодный период времени осетр питается и растет.

Биологические особенности ленского осетра делают его одним из ценных и перспективных объектов товарного осетроводства.

Веслонос (*Polyodon spathula*) – пресноводная рыба (рис. 17). Питается зоо- и фитопланктоном, детритом. По спектру питания близок к



Рис. 17. Веслонос

пестрому толстолобику. Характер питания определяется особенностями строения жабрного аппарата: через систему многочисленных длинных жаберных тычинок фильтруется корм. Однако веслонос способен и к активному захвату кормовых объектов, например мелкой рыбы и комбикорма, что существенно расширяет спектр его питания.

Веслонос – крупная быстрорастущая рыба, достигающая длины более 2 м и массы 80 кг. Тело у него удлинненное, прогонистое, суживающееся к хвосту. Окраска спины темно-серая, боков и брюха – светлая, рыло длинное, веслообразное, достигает около $\frac{1}{3}$ общей длины тела. Чешуя отсутствует, нет и жучек, характерных для осетровых рыб.

Самцы веслоноса в наших условиях созревают на 10-м году жизни, а самки – в 13–15 лет. Половой деморфизм выражен слабо. Нерест происходит весной, на течении, при температуре воды 15–20 °С. Икра откладывается на песчано-галечниковый грунт. Плодовитость зависит от размера рыбы и условий ее содержания. У самок массой 10 кг плодовитость составляет 60–100 тыс. икринок. Диаметр неоплодотворенных икринок колеблется от 2,2 до 3,0 мм.

При выращивании в прудах совместно с растительными рыбами, т. е. в условиях достаточно жестких, веслонос растет хорошо: сеголетки достигают массы от 150 до 900 г, двухлетки – 3–4, пятилетки – 8,5 кг.

Эти рыбы хорошо переносят зимовку. В условиях Московской области двухлетки достигают массы более 1,2 кг. Это свидетельству-

ет о том, что веслоноса можно успешно выращивать в нашей республике.

Контрольные вопросы

1. Назовите хищных рыб.
2. Какие виды рыб относятся к теплолюбивым?
3. Дайте характеристику щуке обыкновенной.
4. Какие виды рыб относятся к весенне-летненерестующим, а какие к осенне-зимненерестующим?
5. Перечислите виды рыб, которые относятся к фитофилам.
6. Каков спектр питания у белого амура, пестрого толстолобика и белого толстолобика?
7. В каком возрасте становятся половозрелыми осетровые: стерлядь, веслонос, ленский осетр, бестер?

Тема 2. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Цель занятия: изучение методик отбора проб и методов определения физических свойств и химического состава воды.

Задание:

- 1) изучите методы отбора проб;
- 2) научитесь определять физические свойства воды;
- 3) определите содержание кислорода и рН в аквариумной и водопроводной воде.

Как и всякий живой организм, рыба нормально растет и развивается при благоприятных условиях внешней среды. Поэтому исследование среды ее обитания является обязательным условием при оценке водоема как рыбоводного угодья.

В природных условиях вода не бывает в чистом состоянии, а содержит различные растворенные и взвешенные в ней вещества. Количество и состав их обуславливают важнейшие качества воды и возможность ее практического использования. Комплекс растворенных веществ определяет химический состав природной воды, знание которого имеет важное практическое значение при использовании водных объектов (озер, прудов, водохранилищ, рек, артезианских скважин), в том числе и для рыбохозяйственных целей.

Биологические процессы, протекающие в водоеме, во многом зависят от физических свойств и химического состава воды. В рыбоводном

хозяйстве систематически проводятся исследования по определению основных показателей водной сферы. Во многих случаях регулярный контроль за качеством воды ограничивается определением растворенных газов, в основном кислорода, а также температуры воды.

В соответствии с намеченными задачами устанавливают, какой анализ воды необходимо произвести.

В настоящее время при контроле за рыбноводными процессами, а также в ходе проектно-изыскательских работ, связанных со строительством новых прудов и водохранилищ, производят один из перечисленных ниже типов анализа воды:

1) текущий – определяют физические свойства воды (температура, прозрачность, цвет, запах, вкус), активная реакция (рН), содержание кислорода, свободной углекислоты и сероводорода;

2) сокращенный общий – помимо указанных выше показателей дополнительно определяют щелочность, карбонатную жесткость, окисляемость воды и содержание общего железа;

3) общий – дает характеристику воды; уточняются те же показатели, что и в сокращенном анализе, дополнительно определяется общая жесткость, окисляемость фильтрованной воды, содержание азота (аммонийного, нитратного, альбуминоидного), фосфатов, кальция, магния, окисного и закисного железа, сульфатов и хлоридов, а при необходимости и других веществ, находящихся в воде.

Количество воды, которое необходимо отобрать для пробы, зависит от числа определяемых компонентов. Для газового анализа достаточно взять 500 мл, а для полного – не менее 2 л.

При проведении гидрохимических исследований особое внимание следует обращать на отбор проб воды.

Его следует выполнять, тщательно придерживаясь следующих основных правил:

- проба должна быть отобрана так, чтобы она соответствовала условиям, наблюдающимся в водоеме;

- отбор пробы, хранение ее, транспортировка и обращение с ней должны проводиться так, чтобы не произошло изменений в содержании определяемых компонентов или в свойствах воды;

- объем пробы должен быть достаточным для определения всех намеченных компонентов.

Место для отбора пробы выбирают в соответствии с целью анализа. Вода озер, водохранилищ и больших по площади прудов неоднородна по своему составу, поэтому пробы отбирают на разных участках и

с различных глубин. На рыбоводных прудах должны быть определены стационарные точки для взятия проб воды.

При контроле за зимовкой рыбы пробы отбирают в головном пруду, водоподающем канале, в зимовальных прудах в месте подачи воды из канала и у водоспуска. Горизонт отбора проб зависит от глубины водоема: при небольших глубинах водоема пробы отбираются под поверхностью и у дна (0,2–0,5 м от дна); если водоем имеет значительную глубину, то пробы отбирают на стандартных горизонтах: 0,5; 2; 5; 10 м и т. д.

Время взятия проб воды также имеет значение. В летний период пробы воды желательно брать в утренние часы, когда наблюдается наиболее напряженный газовый режим.

Пробы воды для химического анализа отбирают с помощью специального прибора – батометра (рис. 18). Батометр представляет собой латунный полый цилиндр с открывающимся дном и верхней крышкой. При взятии пробы батометр с открытыми дном и крышкой опускают в воду. На заданной глубине встряхивают трос-веревку и батометр захлопывается, в нем остается проба воды с заданной глубины.

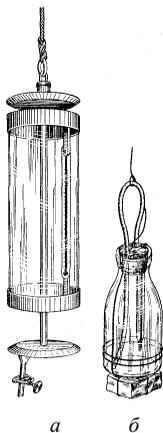


Рис. 18. Батометр:
а – заводской;
б – самодельный

Пробы воды для определения кислорода помещают в специальные кислородные склянки и фиксируют сразу же на месте отбора. Одновременно из батометра берется вода для определения CO_2 и pH.

Химическому анализу воды предшествует определение ее физических свойств: температуры, прозрачности, цвета.

Температура воды – один из наиболее важных экологических факторов. Температура воздействует на распределение гидробионтов в водоемах и на скорость протекания различных жизненных процессов в их организмах (интенсивность обмена веществ, скорость полового созревания, темп роста и т. д.). С учетом температурного режима водоема определяются и наиболее подходящие для выращивания в нем виды рыб. Так, теплолюбивые виды рыб, такие как карп, белый амур, буффало, наиболее интенсивно питаются и хорошо растут при температуре 23–30 °С.

При снижении температуры воды до 12–14 °С интенсивность питания падает, а при температуре ниже 4 °С эти рыбы почти не питаются. Повышение температуры в водоеме выше 32 °С вызывает снижение аппетита, ухудшение условий дыхания у рыб, так как потребность в кислороде у них растет.

Температура определяет и растворимость газов в воде. Температура воды значительно устойчивее, чем воздуха, что связано с большой удельной теплоемкостью воды. В прудах температура воды изменяется в зависимости от времени года, климатических условий, времени суток. Температуру воды измеряют специальными термометрами с делениями 0,1 °С. Термометр (в металлической оправе с чашечкой) крепят на размеченном тросике и опускают на определенную глубину на 5 минут, затем поднимают на поверхность и определяют температуру.

Прозрачность – одно из важных физических свойств воды. Степень прозрачности воды зависит от количества взвешенных и растворенных в ней органических и минеральных веществ. В летний период прозрачность в значительной мере зависит от развития водорослей. Значение показателя прозрачности определяется тем, что интенсивность фотосинтеза (являющегося основным источником кислорода в водоеме) зависит от характера распространения света в толще воды. Зная прозрачность воды, можно иметь представление о том, как протекают процессы фотосинтеза в толще воды.

Прозрачность определяют с помощью металлического диска (диск Секки), покрытого белой краской. Диск на размеченном шнуре или тросе опускают в воду до тех пор, пока он не исчезнет из поля зрения, и поднимают его, пока он снова не станет заметным. Средняя величина между этими показателями в сантиметрах или метрах будет считаться прозрачностью воды. Оптимальной считается прозрачность, составляющая 1/3 глубины водоема.

Цвет воды является показателем некоторых ее химических и биологических особенностей. Чаще всего цвет воды зависит от количества растворенных в ней органических веществ. Окраска воды сама по себе, по-видимому, не играет роли в жизни водных организмов. Однако изменения ее в ряде случаев могут служить показателем неблагоприятных условий в водоеме.

Цвет воды выражается в условных единицах – градусах платинокобальтовой шкалы. Измеряют цвет воды сравнением исследуемого раствора со стандартной шкалой. Цветность наиболее подходящего стандарта и будет цветностью испытуемой воды. Цветность более 30°

считается высокой, и вода с такой цветностью обычно не рекомендуется для водоснабжения рыбоводных прудов.

При рыбоводных работах особое внимание уделяется изучению кислородного режима водоемов, так как наличие в воде растворенного кислорода является обязательным условием для существования большинства водных организмов.

В результате изменения температуры воды, освещенности и влияния других факторов в водоемах наблюдаются периодические сезонные и суточные колебания в количестве кислорода, растворенного в воде. Поэтому рыбовод обязан постоянно контролировать содержание кислорода в воде.

Определение содержания растворенного кислорода. Одним из стандартных методов определения кислорода, получивших широкое распространение в гидрохимической практике, является йодометрический метод Винклера. Он основан на взаимодействии гидрата закиси марганца в щелочной среде с кислородом, растворенным в воде. В ходе реакции растворенный кислород связывается и образуются водные окислы марганца высшей валентности. В кислой среде марганец переходит в двухвалентное соединение, окисляя при этом эквивалентное связанному кислороду количество ионов йода. Выделившийся йод оттитровывают с помощью раствора гипосульфита и по количеству его, затраченному на титрование, вычисляют содержание кислорода.

Точное определение концентрации кислорода в воде возможно при соблюдении обязательных правил отбора проб: исследуемую воду берут при помощи батометра или других приспособлений, предохраняющих ее от перемешивания с воздухом. Вода из батометра переносится в специальные кислородные склянки с притертыми пробками, или пикнометры, вместимостью 100–150 мл. Склянку наполняют так, чтобы верхний слой воды, соприкасавшийся с воздухом, вылился. Не закрывая склянку, сразу же вводят в нее 1 мл раствора едкого натра с йодистым калием ($\text{NaOH} + \text{KI}$) и 1 мл раствора хлористого марганца (MnCl_2). Указанное количество реактивов рассчитано на пробу объемом 100–150 мл. Пипетки с реактивами погружают до половины склянки и затем по мере выливания реактивов поднимают вверх. Для каждого из указанных растворов необходимо иметь отдельные пипетки. В зимнее время фиксацию кислорода можно производить сразу же после переноса проб в помещении.

После добавления щелочи и хлористого марганца склянку закрывают, следя за тем, чтобы под пробкой не осталось пузырьков воздуха.

Содержимое склянки тщательно перемешивают. После фиксации кислорода проба должна некоторое время постоять, с тем чтобы образовавшийся осадок полностью опустился на дно. Как только жидкость над осадком станет прозрачной, склянку открывают и пипеткой вводят 2 мл серной кислоты (1:1), или концентрированной ортофосфорной кислоты, или соляной кислоты (HCl). Делают это осторожно, чтобы осадок не поднялся вверх. Склянку закрывают пробкой и содержимое вновь перемешивают.

Когда осадок полностью растворится, из склянки пипеткой берут 50 или 100 мл исследуемой воды и переносят ее в коническую колбу вместимостью 200–250 мл. Титрование ведут 0,01 н. или 0,02 н. раствором гипосульфита. Содержимое колбы во время титрования необходимо перемешивать. После того как цвет раствора станет слабо-желтым, прибавляют 1 мл свежеприготовленного раствора крахмала. Окрасившуюся в синий цвет пробу дотитровывают с особой осторожностью до полного обесцвечивания. Если кислорода в воде мало и цвет жидкости после растворения осадка кислотой оказался бледно-желтым, а не бурым, крахмал добавляют с самого начала титрования. При этом учитывают все количество гипосульфита, пошедшего на титрование.

Содержание кислорода в воде определяют по следующей формуле:

$$O_2 = \frac{П \cdot К \cdot 0,08 \cdot 1000}{O - o}, \text{ мг/л,}$$

где П – количество гипосульфита, пошедшего на титрование;

К – поправка на нормальность гипосульфита;

0,08 – количество кислорода, эквивалентное 1 мг 0,01 н. раствора гипосульфита;

O – объем воды;

o – объем прибавленных реактивов.

Если для титрования используют не весь объем склянки, а берут 50 мл воды, то вычисление ведут по упрощенной формуле:

$$O_2 = 1,6 \cdot П \cdot К, \text{ мг/л.}$$

При использовании метода Винклера помимо йодометрического возможно и колориметрическое определение кислорода. Так, по цвету, полученному после добавления в пробу воды раствора реактивов NaOH + KJ, MnCl₂ и H₂SO₄, можно судить о количестве растворенного

кислорода. Для этого используют подготовленные стандартные растворы и цветные шкалы, а также колориметрическую кривую для определения на фотоэлектродиметре.

В настоящее время в рыбоводстве все шире стали применять приборы оксиметры, позволяющие уточнять количество содержащегося в воде кислорода в очень короткий срок.

При анализе кислородного режима водоема важно знать не только абсолютное количество кислорода, растворенного в воде, но и его относительное содержание – процент насыщения от нормы при данной температуре (табл. 2).

По относительному содержанию кислорода судят о напряженности окислительных процессов в водоеме.

Т а б л и ц а 2. Зависимость количества растворенного в воде кислорода (К) от температуры воды (Т), мг/л

Т, °С	К	Т, °С	К	Т, °С	К
10,0	11,5	17,0	9,9	24,0	8,8
10,5	11,4	17,5	9,8	24,5	8,7
11,0	11,2	18,0	9,7	25,0	8,6
11,5	11,1	18,5	9,7	25,5	8,6
12,0	11,0	19,0	9,6	26,0	8,5
12,5	10,9	19,5	9,5	26,5	8,4
13,0	10,8	20,0	9,4	27,0	8,4
13,5	10,7	20,5	9,3	27,5	8,3
14,0	10,5	21,0	9,2	28,0	8,2
14,5	10,4	21,5	9,1	28,5	8,2
15,0	10,3	22,0	9,1	29,0	8,1
15,5	10,2	22,5	9,0	29,5	8,0
16,0	10,1	23,0	8,9	30,0	7,9
16,5	10,0	23,5	8,8		

Расчет. Предположим, что содержание кислорода в водоеме составляет 5,7 мг/л. Температура воды 24 °С. Необходимо рассчитать относительное содержание кислорода. Из табл. 2 находим, что при данной температуре содержание растворенного в воде кислорода должно быть 8,8 мг/л.

Тогда относительное содержание кислорода составит:

$$X = 5,7 \cdot 100 / 8,8 = 64,8 \%$$

Предельно допустимым при выращивании рыбы является 40–50 % насыщения воды кислородом. Изменение насыщения в пределах 50–90 % не оказывает существенного влияния на темп роста рыб. Пере-

насыщение воды кислородом до 200 % и более грозит возникновением газопузырьковой болезни, которая появляется при перенасыщении азотом.

Определение углекислоты. Угольная кислота находится в водоеме как в свободном состоянии (растворенной в воде), так и в виде ионов. Углекислый газ может попадать в воду из атмосферы. Свободная углекислота является источником питания растений, которые используют углерод для построения своих клеток и тканей. Летом в период усиленного развития водорослей (цветение водоемов) содержание ее сильно колеблется: в дневное время оно уменьшается, а в ночное – увеличивается.

Как показывают многочисленные исследования, процесс фотосинтеза водорослей наиболее интенсивно происходит при концентрации углекислоты от 0,1 до 0,9 %, а при 1–5 % интенсивность его снижается. Высокая концентрация свободной углекислоты отрицательно сказывается и на физиологическом состоянии рыб. Критический показатель для лососевых составляет 120–140 мг/л, молоди растительноядных – 200, крупных растительноядных – 280–300, карпа – выше 200 и для линя – около 400 мг/л. Согласно существующим нормативам, количество свободной углекислоты в рыбоводных прудах должно быть не выше 20 мг/л летом и 40 мг/л зимой.

Методика определения свободной углекислоты основана на том, что щелочь, добавленная в воду, связывает свободную углекислоту. Конечным этапом титрования считают рН около 8,3–8,4, когда количество углекислоты практически равно нулю. Индикатором для этого диапазона является фенолфталеин, приобретающий при рН выше 8,3 розовую окраску.

В склянки вместимостью 150–200 мл с притертыми пробками отбирают две параллельные пробы с такими же предосторожностями, как и при анализе на кислород.

Содержание углекислоты во время хранения воды изменяется под влиянием соприкосновения с воздухом, изменения температуры, процессов жизнедеятельности организмов и т. п. Поэтому определение по возможности следует проводить на месте взятия пробы или немедленно по прибытии в лабораторию.

Берут 100 или 150 мл воды. Градуированной пипеткой в склянку добавляют 0,1 мл 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина, после чего содержимое перемешивают круговым движением. Полученный

раствор или остается бесцветным (при наличии CO_2), или окрашивается в розовый цвет (при наличии карбонатной углекислоты).

В первом случае определяют свободную углекислоту в воде. Пробу титруют раствором щелочи (0,02 н. NaOH или Na_2CO_3) до тех пор, пока исчезающая вначале окраска не станет устойчивой и жидкость не приобретет розовый оттенок. Интенсивность окраски, при которой титрование можно считать законченным, уточняют по минеральному стандарту в колбе такой же вместимости. Если в течение 5 минут розовая окраска не изменилась, производят подсчет количества израсходованной щелочи и все определение повторяют заново. При этом в склянку добавляют почти такой же объем щелочи, который пошел на первое титрование. Пробу дотитровывают до стандартной розовой окраски. Количество щелочи, израсходованное при втором титровании, эквивалентно содержанию CO_2 в данном объеме воды.

Расчет концентрации свободной углекислоты (мг/л) ведут по следующей формуле:

$$\text{CO}_2 = (\text{П} \cdot \text{К} \cdot 0,88 \cdot 1000) : \text{O},$$

где П – количество 0,02 н. раствора NaOH , израсходованное на титровании;

К – поправка для щелочи на 0,02 н. раствора;

0,88 – коэффициент (если пользоваться 0,1 н. раствором щелочи, то он равен 4,4);

О – объем пробы, взятой для исследования.

Определение рН воды. Для жизнедеятельности рыб наиболее благоприятна нейтральная или слабощелочная реакция воды (7,0–7,5). Активную кислотность (рН) воды определяют одним из нижеприведенных способов.

Пробу воды (1–2 мл) помещают в небольшую фарфоровую чашку, добавляют 1–2 капли универсального индикатора и сравнивают окраску воды со стандартными образцами.

В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, добавляют 0,1 мл универсального индикатора, перемешивают и определяют рН по следующей шкале (табл. 3).

В исследуемую воду опускают индикаторную бумажку и, сравнивая ее с эталоном, устанавливают рН. Для определения рН в настоящее время используют рН-метры, потенциометры.

Таблица 3. Шкала определения pH

Окраска раствора	pH	Окраска раствора	pH
Красно-розовая	2,0	Желто-зеленая	7,0
Красно-оранжевая	3,0	Зеленая	8,0
Оранжевая	4,0	Сине-зеленая	9,0
Желто-оранжевая	5,0	Фиолетовая	10,0
Лимонно-желтая	6,0		

Контрольные вопросы

1. Назовите типы анализа воды.
2. В чем заключается суть газового анализа воды?
3. Какие показатели включает общий анализ воды?
4. Каковы основные правила отбора воды?
5. Как определить место и глубину отбора проб?
6. Чем отбирается проба воды на химический анализ?
7. В чем заключается сущность определения содержания растворенного в воде кислорода по методу Винклера?
8. Как определяется процент насыщения воды кислородом?
9. Какова методика определения свободной углекислоты?
10. Как определить pH воды?

Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ

Цель занятия: изучение кормовых объектов рыб: фито- и зоопланктона, бентоса; знакомство с методами определения количественного и качественного состава естественной кормовой базы.

Задание:

- 1) изучите методы определения численности и биомассы фито-планктона;
- 2) определите численность и биомассу зоопланктона;
- 3) изучите методы определения численности и биомассы зообентоса;
- 4) ознакомьтесь с приборами и оборудованием для определения видового состава, численности и биомассы различных групп гидробионтов;
- 5) ответьте на контрольные вопросы.

Рациональное ведение прудового рыбоводного хозяйства требует постоянного контроля за кормовой базой, которая определяется уровнем развития водных организмов, являющихся пищей для рыб. Естественная пища должна быть неотъемлемой частью пищевого рациона рыб.

Макрофиты являются кормом для некоторых видов гидробионтов. Небольшие заросли подводной растительности выполняют положительную роль в водоеме, так как они являются местом нереста фитофильных рыб. Плавающая растительность – ряска – является прекрасным кормом для водоплавающей птицы. Другие виды высшей водной растительности являются укрытием для гидробионтов.

Встречающиеся в прудах высшие водные растения обычно подразделяют на три группы:

- 1) надводные жесткие (камыш, осока, рогоз, аир, тростник, манник, стрелолист, частуха и др.);
- 2) плавающие или с плавающими листьями (ряска, водопрел, кубышка желтая, кувшинка белая, лютик многолистный, гречиха земноводная и др.);
- 3) подводные мягкие (роголистник, уруть, элодея и др.).

При гидробиологических исследованиях на прудах проводится определение первичной продукции, изучение качественного состава и количественной динамики фитопланктона, зоопланктона и бентоса. Гидробиологические пробы (фитопланктон, зоопланктон, зообентос) отбирают одновременно через каждые 10 дней (в период выращивания молоди до 5 г пробы отбирают через каждые 5 дней) в разных точках пруда на протяжении всего периода выращивания рыбы.

Определение величины первичной продукции. Интенсивность первичного продуцирования выражается двумя величинами:

- 1) валовая первичная продукция – количество органического вещества, образующегося в процессе фотосинтеза;
- 2) чистая первичная продукция – часть органической продукции, не расходуемой на обмен самих растений, т. е. чистая продукция равна валовой, за вычетом той ее части, которая расходуется растениями на дыхание.

Величина первичной продукции зависит от количества водорослей, их видового состава, распределения в водоеме, от световых условий, температуры, течений и многих других факторов. Огромное влияние на величину первичной продукции оказывает степень обеспеченности растений минеральными веществами.

В водоеме одновременно происходят два противоположных процесса – образование и разрушение органического вещества. В темноте процесс фотосинтеза прекращается, следовательно, прекращается и потребление углекислоты из окружающей среды и выделение эквивалентного количества кислорода. Процессы же дыхания в темноте идут с той же скоростью, что и в светлое время. Поэтому, сравнив результаты жизнедеятельности водных сообществ на свету и в темноте, можно рассчитать величину первичной продукции, а также величину деструкции в водоемах. О процессах образования органического вещества и его деструкции можно судить по нескольким различным показателям, например по скорости потребления кислорода, выделению углекислого газа, изменению рН и т. д.

Для определения величины первичной продукции планктона существует несколько методов: биогеохимический, по концентрации CO_2 , по изменению содержания кислорода в свободной воде водоемов, по содержанию хлорофилла в планктоне, радиоуглеродный и наиболее распространенный в практике рыбохозяйственных исследований – так называемый метод склянок в его кислородной модификации.

Техника применения метода склянок проста: склянки должны быть из белого стекла и иметь притертые пробки. Наиболее удобны склянки вместимостью 100–120 мл. Первичную продукцию необходимо определять на разных горизонтах глубины водоема, так как в зависимости от глубины интенсивность поступления в воду солнечной радиации различна. На каждый горизонт устанавливают 2 светлые и 2 затемненные склянки. Практика показала, что для затемнения склянки лучше завертывать в два слоя темной ткани. Окраска склянок для их затемнения не рекомендуется.

Для того чтобы получить данные, характеризующие средние показатели для всей толщи воды, можно устанавливать склянки на горизонте, который составляет половину средней глубины прудов (50 см). Однако при чрезвычайно высокой концентрации водорослей эту глубину необходимо корректировать в сторону уменьшения по величине прозрачности, измеряемой диском Секки. В этом случае склянки устанавливают на горизонте нижней границы видимости диска Секки.

Для отбора проб с определенного горизонта воды используют батометр. Воду отбирают из разных точек водоема и сливают ее в ведро. Затем водой из этого ведра заполняют 6 склянок: 2 склянки на определение первоначального содержания в воде кислорода, 2 светлые и 2 темные – для последующей экспозиции в пруду на определение ин-

тенсивности фотосинтеза. Одновременно из этого же объема воды в ведре берут пробу на определение биомассы фитопланктона.

Для установки склянок в прудах существуют различные приспособления. Наиболее надежными являются крестообразные деревянные штативы, на которых склянки закрепляются в лежащем положении, – так называемые производственные плотки. Плот имеет треугольную форму, изготовлен из органического стекла толщиной 10 мм. Производственный плот подвешивается на тросе и выдерживается на одном горизонте. Время пребывания (экспозиции) склянок в водоеме обычно равно 24 ч. В отдельных случаях (при очень низкой или высокой интенсивности фотосинтеза) это время может быть увеличено или уменьшено.

По истечении срока экспозиции склянки изымаются из водоема и в каждой из них определяется содержание кислорода. Фиксация кислорода должна быть проведена сразу же после изъятия склянок непосредственно на водоеме. Содержание кислорода определяют по методу Винклера в лабораторных условиях.

В светлой склянке происходит процесс фотосинтеза, т. е. новообразование органического вещества водорослей, в результате чего выделяется кислород, и в то же время происходит процесс его разрушения – трата кислорода на дыхание.

В темной склянке фотосинтеза не происходит, а наблюдаются лишь процессы деструкции, т. е. потребление кислорода. В связи с этим общую, или валовую, первичную продукцию планктона, измеряемую интенсивностью фотосинтеза, находят по разности содержания кислорода в светлой и темной склянках и обозначают буквой «Ф».

Деструкция (Д) определяется по разности содержания кислорода в прудовой воде (первоначально) и в темной склянке после точной экспозиции. Таким образом, деструкция характеризует процессы расходования кислорода на дыхание бактерий, фито- и зоопланктона.

Чистая продукция, или истинный фотосинтез, определяется по разности между валовой первичной продукцией и деструкцией ($\Phi - Д$). Отношение $\Phi / Д$ характеризует уровень процесса продуцирования органического вещества планктона. В том случае если это отношение превышает единицу, можно говорить о преобладании процессов образования органического вещества над его разрушением.

При расчете чистой продукции необходимо иметь в виду, что кроме водорослей кислород потребляют бактерии, животные и органиче-

ские вещества, попавшие в склянку при заполнении их водой из водоема.

Результаты измерений интенсивности фотосинтеза иногда пересчитывают на количество синтезированного углерода или на энергетические показатели. Известно, что на 1 г освобожденного кислорода приходится 0,375 г углерода, или 3,51 кал.

Определение видового состава, численности и биомассы фитопланктона. *Фитопланктон* – совокупность микроскопических водорослей. Водоросли играют большую роль в жизни водоема. Водная растительность, потребляя минеральные вещества (азот, фосфор, углерод и др.), производит органическое вещество, которым питается водная фауна – зоопланктон, бентос, а также некоторые виды рыб. Отмирающие водоросли служат пищей для простейших животных и микроорганизмов, которые в большом количестве развиваются на отмирающих клетках. В процессе питания водоросли выделяют кислород, улучшая тем самым газовый режим водоемов.

Среди водорослей есть одноклеточные, многоклеточные и колониальные формы. В прудах чаще всего встречаются диатомовые, зеленые, сине-зеленые, эвгленовые, пиррофитовые и другие группы водорослей (рис. 19).

Пиррофитовые водоросли в основном одноклеточные, с двумя жгутиками. Эвгленовые – одноклеточные, реже колониальные формы, часто с одним-двумя жгутиками. Клетки голые, иногда в капсуле.

Для сбора и обработки фитопланктона применяется так называемый осадочный метод.

Воду отбирают из разных мест пруда на глубине 15–20 см и сливают в ведро. После перемешивания берут пробу объемом 0,5 л, фиксируют 40%-ным раствором формалина (в количестве 50 мл на 1 л воды, что составляет 2%-ный раствор формалина), закрывают пробкой, этикетировывают и ставят в темное место на 10–14 суток для отстаивания. По осадку в мерном цилиндре можно ориентировочно вычислить биомассу фитопланктона. Если часть водорослей оказалась в верхнем слое, их отсчитывают по верхним делениям цилиндра и прибавляют к осадку. Плотность организмов в осадке принимают равной плотности воды. Таким образом можно определить массовое развитие водорослей.

Например, если осадок планктона в цилиндре занимает 0,1 см³ объема, это значит, что в 0,5 л пробы содержится 0,1 см³, или 0,1 г, фитопланктона, или в пересчете на 1 л 0,2 г биомассы водорослей, что указывает на их массовое и нежелательное развитие.

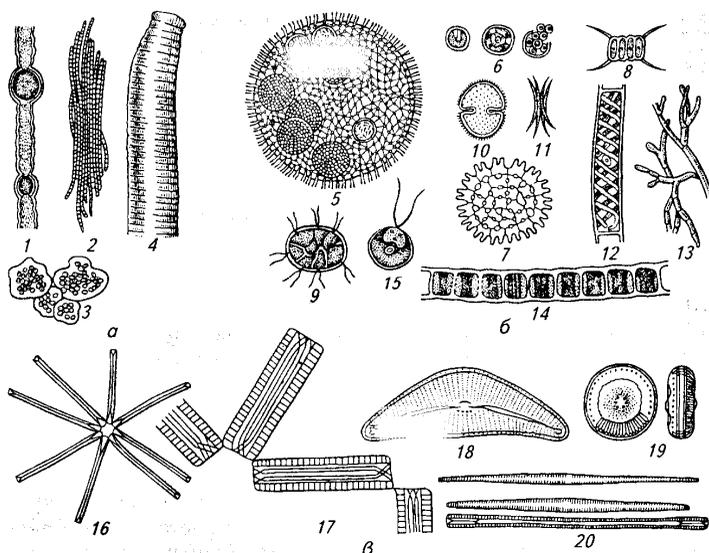


Рис. 19. Водоросли:

а – сине-зеленые; *б* – зеленые; *в* – диатомовые; 1 – анабема; 2 – анфанизоменон; 3 – микроцистис; 4 – осцилатория; 5 – вольвокс; 6 – хлорелла; 7 – пидиаструм; 8 – сценедесмус; 9 – пандорина; 10 – космарийум; 11 – анкистродесмус; 12 – спирогира; 13 – кладофора; 14 – улотрикс; 15 – хламодомонас; 16 – астирионелла; 17 – диатома; 18 – сибелла; 19 – циклотелла; 20 – синедра

Под микроскопом определяют доминирующие группы водорослей (в прудовых условиях это в основном сине-зеленые или зеленые водоросли). Развитие сине-зеленых водорослей в прудах нежелательно, так как они токсичны и не потребляются гидробионтами.

Определение видового состава, численности и биомассы зоопланктона. В прудах зоопланктон представлен простейшими, колоратками, ракообразными.

Коловратки – мельчайшие из многоклеточных организмов. Они весьма разнообразны и многочисленны в пресных водоемах (рис. 20).

Ракообразные принадлежат к числу важнейших для питания рыб групп водной фауны. Низшие ракообразные представлены в пресных водах отрядами ветвистоусых (*Cladocera*), веслоногих (*Copepoda*) и ракушковых (*Ostracoda*) рачков.

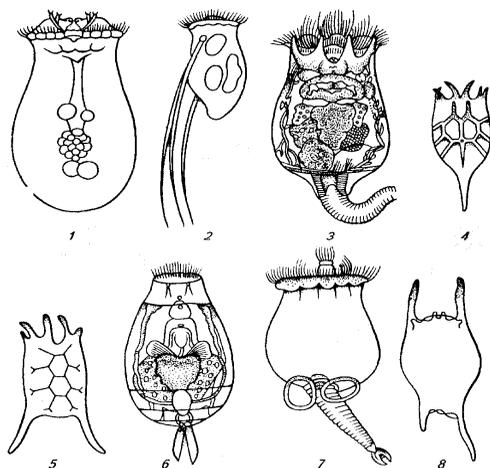


Рис. 20. Коловратки:
 1 – аспланхна; 2 – филиния; 3 – брахионус; 4 – керателла кохлеарис; 5 – керателла квадрата; 6 – лекана; 7 – брахионус диверзикорнис; 8 – хеартра

Ветвистоусые рачки, или клadoцеры, представляют одну из важнейших групп пресноводного планктона (рис. 21). Подавляющая часть клadoцер – самки, размножающиеся летом в основном партеногенетически. Развитие яиц протекает несколько суток под покровом панциря самки, и выводковую сумку покидают уже сформировавшиеся рачки. Один или два раза в год появляются мелкие самцы. Половое размножение обычно происходит в осенние месяцы, и оплодотворенные яйца остаются на зимовку. Большинство ветвистоусых рачков отмирает осенью, и в зимнем планктоне они представлены единичными видами в небольшом количестве.

Скорость созревания и продолжительность жизни у разных видов клadoцер различны. Так, длительность жизни *Daphnia magna* достигает 5–6 мес, а *Moina rectirostris* – до 1 мес.

Массовое развитие клadoцер в водоеме наблюдается в летние месяцы и связано не только с повышением температуры воды, но и с развитием бактериальной флоры водоема. Главная их пища – фитопланктон и бактерии.

Кladoцеры являются существенным элементом пищи многих пресноводных рыб в ранний период их жизни.

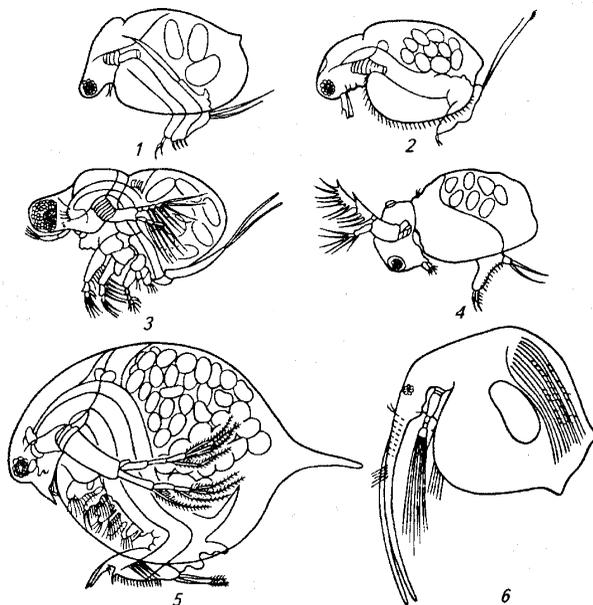


Рис. 21. Ветвистоусые рачки:
 1 – цериодафния; 2 – моина; 3 – полифермус; 4 – сида;
 5 – дафния пулекс; 6 – босмина корегони

Веслоногие рачки – копеподы – наряду с клadoцерами составляют значительную часть зоопланктона. Удлиненное тело веслоногих рачков подразделено на головогрудь и брюшко, оканчивающееся вилкой и хвостовыми щетинками.

Веслоногие рачки размножаются только половым путем. Из яиц вылупляются личинки – науплиусы, имеющие три пары конечностей. Науплиусы имеют небольшие размеры (до 0,3 мм) и служат кормом для молоди рыб, так же, как и взрослые формы.

В пресных водоемах веслоногие рачки представлены циклопами и диаптомусами (рис. 22).

Циклопы – хищники; они охотятся за простейшими, коловратками, ветвистоусыми рачками, иногда нападают на личинок рыб. Диаптомусы – фильтраторы, питаются бактериями, низшими водорослями и др.

В отличие от клadoцер большинство копепод не отмирает осенью, и в зимнее время зоопланктон состоит исключительно из них.

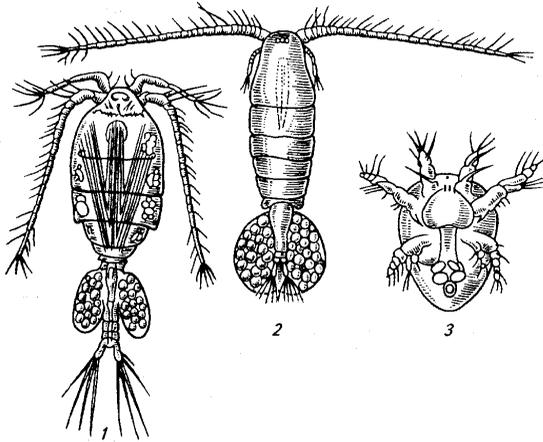


Рис. 22. Веслоногие рачки:
1 – циклоп; 2 – диаптомус; 3 – науплиус

Ракушковые рачки – остракоды – имеют двустворчатую раковину. Внутри нее находится тело рачка. Остракоды менее значимы в питании рыб.

Сбор и обработка проб зоопланктона. Пробы зоопланктона отби-

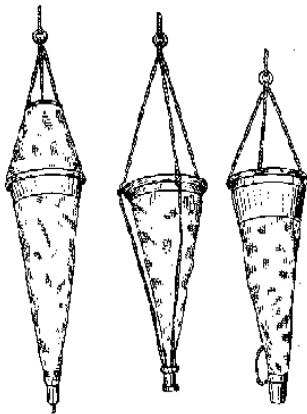


Рис. 23. Планктонные сетки

рают мерной посудой (лучше ковшиком на 1 л с ручкой). Для этого зачерпывают воду с глубины 40–50 см и с поверхности попеременно. Станции, на которых проводят забор воды, должны быть распределены равномерно по всей площади пруда. Процеживают 100 или 50 л воды (при очень интенсивном развитии организмов зоопланктона) через планктонную сетку из густого капронового сита № 64–78 (рис. 23). Отфильтрованный через планктонную сетку осадок с содержащимся в нем зоопланктоном, собранный в отстойном стакане сетки, с помощью краника сливают в склянки вместимостью 100–200 мл. Для более полного сбора всего

планктона сеть тщательно обмывают с наружной стороны водой или погружают в воду, не переливая через край. Пробу фиксируют и снабжают этикеткой. Дальнейшую обработку проводят в лаборатории следующим образом. Для упрощения расчетов пробу доводят до определенного объема (100 мл), затем ее хорошо перемешивают, берут штемпель-пипеткой 0,5 мл содержимого и помещают на счетное стекло для просмотра под микроскопом. Определяют видовой состав, пользуясь определителем. Как правило, для более точного учета просматривают три пробы, отобранные штемпель-пипеткой из одной склянки. Количество организмов в 1 м³ воды определяют по формуле

$$X = KV \cdot 1000 / Zn,$$

где X – количество организмов данного вида в 1 м³ воды, экз.;

K – среднее количество организмов трех просмотров содержимого штемпель-пипетки, экз.;

V – объем просмотренной пробы, мл;

Z – объем штемпель-пипетки, мл;

n – количество литров профильтрованной воды;

1000 – пересчетный коэффициент на 1 м³.

Пример. В объеме содержимого штемпель-пипетки в 0,5 мл среднее из трех подсчетов количество дафний лонгиспина равно 150 экз.; объем просмотренной пробы – 100 мл; количество профильтрованной воды – 100 л. Тогда количество организмов в 1 м³ составит:

$$X = 150 \cdot 100 \cdot 1000 / 0,5 \cdot 100 = 300\,000 \text{ экз.}$$

Биомассу определяют отдельно по видам организмов, группам организмов (ветвистоусые ракообразные, веслоногие ракообразные, коловратки и др.). Общую биомассу зоопланктона в 1 м³ воды пруда определяют как сумму биомасс отдельных видов. Для расчета биомассы организмов зоопланктона пользуются таблицами средних масс организмов, установленных Ф. Д. Мордухай-Болтовским и другими авторами (табл. 4).

Экспресс-метод обработки проб зоопланктона. Полученный после фиксации осадок зоопланктона переливают из склянки в мерный цилиндр и измеряют его объем по шкале цилиндра. Чтобы определить, сколько планктона содержится в 1 м³, полученный объем осадка умножают на 10, если процеживали 100 л воды, или на 20, если процеживали 50 л. Осадок зоопланктона процеживают через кусочек сита № 70–80, затем подсушивают на фильтровальной бумаге до исчезно-

вения мокрых пятен, переносят вместе с кусочком влажного сита в чашку Петри и взвешивают. Массу чашки Петри вместе с кусочком влажного сита определяют заранее. По разности масс получают массу зоопланктона. Зная объем профильтрованной через планктонную сеть воды и массу осадка, можно определить биомассу зоопланктона в 1 м³.

Таблица 4. Средние массы организмов зоопланктона

Вид	Масса, мг
Ветвистоусые ракообразные (<i>Cladocera</i>)	
<i>Daphnia longispina</i> Muller	0,06
<i>Daphnia pulex</i> De Geer.	0,2
<i>Daphnia magna</i> Straus.	1,54
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars.	0,019–0,026
<i>Moina rectirostris</i> Leydig.	0,113
<i>Bosmina longirostris</i> Muller	0,0078
<i>Chydorus sphaericus</i> Muller	0,0125
<i>Leptodora kindti</i> Focke	0,3
Молодь ветвистоусых	0,001
Веслоногие ракообразные (<i>Copepoda</i>)	
<i>Cyclops</i> sp.	0,008–0,129
<i>Diaptomus</i> sp.	0,007–0,110
<i>Nauplii</i>	0,0008
<i>Copepoditi</i>	0,004
Коловратки (<i>Rotatoria</i>)	
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	0,005–0,020
<i>Filinia</i> sp.	0,00020–0,00058
<i>Polyarthra trigla</i> Ehrbg	0,00025–0,00095
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	0,00031–0,00044
<i>Brachionus bakeri</i> Muller	0,00007
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pall.	0,0040–0,0065
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	0,00020–0,00033
<i>Keratella quadrata</i> Mull	0,00034–0,00081
<i>Notholca</i> sp.	0,0025
Мелкие коловратки	0,0004
Прочие организмы	
<i>Ostracoda</i>	0,018
<i>Larvae chironomidae</i>	0,03
<i>Oligocheta</i>	0,025

Сбор и обработка проб зообентоса. К бентосу (рис. 24) относятся организмы, обитающие на дне и относящиеся к разным систематическим группам – членистоногие, моллюски, черви, мшанки и др.

В большинстве водоемов основное население донной фауны из членистоногих составляют многочисленные и разнообразные личинки насекомых.

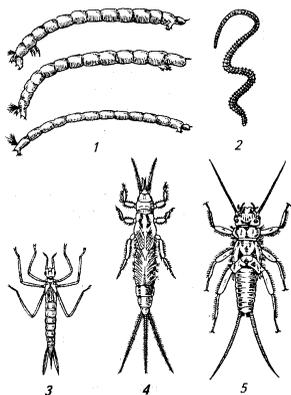


Рис. 24. Организмы бентоса:
1 – хирономиды; 2 – олигохеты; 3 – личинки стрекоз;
4 – поденки; 5 – веснянки

Большинство водных насекомых в крылатой стадии живут в воздушной среде, и с водой связаны только яйца, личинки, иногда куколки. К ним относятся стрекозы, поденки, веснянки, вислокрылки, ручейники, двукрылые (комары, мошки, звонцы-тендипеды). Среди насекомых есть также такие виды, которые всю жизнь, и в личиночном и во взрослом состоянии, проводят в воде – некоторые жуки, водяные клопы, клещи и др. Моллюски в прудах представлены двумя классами (брюхоногие и двустворчатые), многие из них служат пищей для рыб. Некоторые из моллюсков являются промежуточными хозяевами сосальщиков – паразитов человека и животных. Из брюхоногих моллюсков часто встречаются прудовики, катушки, живородки, битинии, из

двустворчатых наиболее распространены беззубки и перловицы.

Моллюски составляют по массе значительную часть среди донных организмов водоемов. Наибольшее разнообразие брюхоногих моллюсков наблюдается в зарослях, а двустворчатых ракушек – на песчаных отмелях.

Малощетинковым червям – олигохетам – принадлежит весьма заметное место в фауне пресных водоемов.

Олигохеты – тонкие длинные черви, покрытые щетинками. Питаются они детритом. Олигохеты служат пищей для многих животных пресных вод: пиявок, бокоплавов, хищных личинок тендипедид, а также рыб. Из олигохет в прудах чаще всего встречается трубочник. Пробы зообентоса отбирают в те же сроки, что и пробы зоопланктона, при этом учитывают характер грунтов, зарослей, глубины пруда. Для отбора проб удобнее пользоваться дночерпателем (рис. 25), площадь захвата которого указана в характеристиках. Перед отбором пробы лопасти дночерпателя поднимаются вверх и при помощи тросиков надеваются на рычаги спускового аппарата. Дночерпатель опускается на дно водоема на тонком металлическом тросе в открытом виде,



Рис. 25. Дночерпатель ковшовый

после чего по тросу опускается посыльный груз, который ударяет по втулке спускового аппарата, и дночерпатель закрывается, вырезая монолит грунта или ила с определенной площади.

Взятые дночерпателем пробы грунта переносят в мешок-промывалку, сшитый из капронового сита № 24–27. Пробы отмывают в воде пруда для избавления от мелких частиц. Оставшийся комочек грунта помещают в кювет и пинцетом выбирают из него гидробионтов, помещая их в склянку с формалином. Пробы этикетировывают, затем в лабораторных условиях тщательно изучают с помощью лупы и микроскопа. Фиксированные организмы обсушивают на фильтровальной бумаге, разбивают по группам, подсчитывают и взвешивают на весах (лучше торсионных). Раковины живых моллюсков раскрывают для удаления находящейся внутри жидкости. Предварительную обработку можно провести непосредственно в момент отбора организмов из промытого грунта, распределяя их по группам (личинки хирономид и других насекомых, олигохеты, моллюски и др.).

Определяют массу каждого вида организмов в пробе, биомассу организмов, приходящихся на один дночерпатель, затем рассчитывают биомассу отдельных групп организмов и суммарную биомассу на 1 м². Результаты обработки проб сводят в таблицу.

Контрольные вопросы

1. Назовите методы определения величины первичной продукции в водоемах.
2. Как определить видовой состав и биомассу фитопланктона?
3. Какое оборудование используется для отбора проб на определение численности и биомассы зоопланктона и зообентоса?
4. Какие организмы зоопланктона и зообентоса вы знаете и каково их значение в прудах?
5. Какова методика определения видового состава и биомассы бентоса?
6. В чем заключается сущность осадочного метода определения биомассы фитопланктона?
7. В чем заключается сущность метода склянок определения величины первичной продукции водоемов?

Тема 4. РАСЧЕТ РЫБОПРОДУКЦИИ И РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ПРУДОВ

Цель работы: изучение методики расчета плановой и фактической рыбопродукции и рыбопродуктивности прудов.

Задание:

1) рассчитайте величину рыбопродукции и рыбопродуктивности выростных и нагульных прудов по заданию, выданному преподавателем;

2) ответьте на контрольные вопросы.

Общая рыбопродуктивность – это общий прирост массы рыбы, полученный с единицы площади пруда в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной кормовой базы пруда и искусственных кормов.

Рыбопродукция – это общая масса рыбы, полученная с единицы площади пруда в течение вегетационного сезона.

Рыбопродуктивность и рыбопродукцию выражают в весовых единицах на единицу площади пруда (кг/га, ц/га, т/га).

Величина рыбопродукции и рыбопродуктивности зависит от природно-климатических условий района, используемой в хозяйстве технологии выращивания рыбы, вида, возраста, породы рыб, а также уровня интенсификации, конструктивных особенностей прудов и др.

Под *естественной рыбопродуктивностью* пруда понимают суммарный прирост массы рыбы, полученный в течение одного вегетационного сезона за счет естественной кормовой базы с единицы площади пруда.

К основным факторам, определяющим величину естественной рыбопродуктивности, можно отнести:

- климатические условия региона (прежде всего, температурный режим, количество тепла, получаемого за вегетационный сезон, интенсивность солнечной радиации, количество осадков);

- почвенные факторы (большое влияние качества почвы прудов и водосборной площади и, особенно, подстилающих грунтов на величину естественной рыбопродуктивности);

- качество воды источника водоснабжения, ее гидрохимические показатели;

- особенности самого водоема (его площадь, глубина, гидрологические условия);

- особенности эксплуатации водоема, в том числе видовой состав рыб, плотность посадки.

Рыбопродуктивность, получаемая за счет естественной пищи, зависит как от состояния кормовой базы, так и от степени ее использования. Спектр питания основных объектов рыбоводства представлен в табл. 5.

Таблица 5. Естественная пища основных объектов прудовой аквакультуры

Группа рыб	Зоны питания	Пища	
		основная	дополнительная
1	2	3	4
Бентосоядные рыбы			
Карп, сазан	Придонные и донные слои	Бентос (хиროномиды, олигохеты, моллюски)	Крупные формы зоопланктона, детрит
Осетровые	Донные слои	Бентос (хиროномиды, олигохеты, моллюски, черви), мелкая рыба	Зоопланктон
Сиги	Донные глубоководные слои	Зоопланктон, бентос	Зоопланктон, личинки насекомых, водоросли
Черный амур	Донные слои	Моллюски	Бентос (хиროномиды, олигохеты)
Планктоноядные рыбы			
Серебристый карась	Толща воды, в т. ч. зарослей	Зоопланктон, сине-зеленые водоросли	Бентос (хиროномиды, личинки других насекомых)
Пелядь	Пелагические слои	Зоопланктон	Бентос (хиროномиды)
Пестрый толстолобик	Пелагические слои	Зоо- и фитопланктон (мелкие формы)	Фитопланктон
Большеротый буффало	Пелагические слои открытой части пруда	Зоопланктон	Фитопланктон
Черный буффало	Придонные слои	Зоопланктон и бентос	Остатки высших водных растений
Веслонос	Пелагические слои открытой части пруда	Зоопланктон	Фитопланктон
Растительноядные рыбы			
Белый амур	Участки, заросшие подводной растительностью	Подводная растительность: рдесты, роголистник и др.	Мягкая надводная и наземная растительность
Белый толстолобик	Пелагические слои	Фитопланктон	Детрит

1	2	3	4
Хищные рыбы			
Радужная форель	Открытая часть пруда	Мелкая рыба	Насекомые, личинки насекомых
Щука	Береговая полоса, заросли	Лягушки, рыба	Насекомые (жуки, клопы, стрекозы), головастики
Судак	Открытая часть пруда	Мелкая рыба	Насекомые (жуки, клопы, стрекозы)

За основу рыбоводных расчетов обычно принимается средняя рыбопродуктивность за ряд лет и для карповых прудов она следующая (табл. 6).

Таблица 6. Естественная рыбопродуктивность прудов

Показатель	Зона рыбоводства						
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я
Средняя естественная рыбопродуктивность, кг/га	70	120*	150**	190	220	240	260

*Витебская, Гродненская, Минская, Могилевская области, Ганцевичский и Каменецкий районы Брестской области.

**Гомельская и Брестская, кроме Ганцевичского и Каменецкого районов, области.

В зависимости от характера грунтов, на которых расположены пруды, вводится поправочный коэффициент на исходную естественную рыбопродуктивность (табл. 7).

Таблица 7. Величина поправочного коэффициента на естественную рыбопродуктивность

Почва	Величина поправки
Средние по плодородию (подзолистые, суглинистые, выщелоченные, черноземы)	1,0
Малопродуктивные почвы:	
галечные	0,4
торфянистые	0,5
песчаные	0,6
Высокопродуктивные почвы (черноземы)	1,2

Рыбопродуктивность, получаемая за счет использования рыбой искусственных кормов, также изменяется и зависит помимо вышеука-

занных факторов от качества и количества искусственных кормов, способа приготовления и нормирования расхода кормов, техники их раздачи и др. За счет искусственных кормов в карповых прудовых хозяйствах получают до 50–80 % прироста рыбной продукции.

Величина рыбопродуктивности и рыбопродукции зависит от плотности посадки, средней индивидуальной массы рыб при посадке и вылове из прудов, а также штучного выхода рыб при вылове. При совместном выращивании в пруду нескольких видов рыб эти показатели учитывают для каждого вида.

Расчет величины рыбопродукции и рыбопродуктивности можно сделать по плотности посадки (плановая) и по количеству выловленной рыбы (фактическая).

Расчет рыбопродукции и рыбопродуктивности по плотности посадки рыб при двухлетнем обороте производится по следующим формулам:

для нагульных прудов

$$П_0 = A_{пт} \cdot P_d (B - b_r) / 100; \quad G = A_{пт} \cdot P_d \cdot B / 100;$$

для выростных прудов

$$П_0 = A_{пт} \cdot P_c \cdot b_c / 100; \quad G = A_{пт} \cdot P_c \cdot b_c / 100,$$

где $П_0$ – общая рыбопродуктивность, кг/га;

$A_{пт}$, $A_{пт}$ – плотность посадки личинок, годовиков рыб в пруды, тыс. шт/га;

P_c , P_d – выход сеголетков, двухлетков из прудов, %;

B – масса товарной рыбы (двухлетков), г;

b_c , b_r – масса сеголетков, годовиков, г;

G – рыбопродукция, кг/га.

Если посадочным материалом являются личинки на этапе смешанного питания, то их начальной массой в расчетах можно пренебречь, тогда показатели рыбопродуктивности и рыбопродукции будут равны. Если посадочным материалом для выростных прудов служат подрощенные личинки или мальки, то при расчете рыбопродуктивности следует учитывать их начальную массу. Формула для расчета рыбопродуктивности (кг/га) выростных прудов примет следующий вид:

$$П_0 = A_{пт} \cdot P_c (b_c - b_0) / 100,$$

где b_0 – масса подрощенных личинок или мальков, г.

Расчет рыбопродукции и рыбопродуктивности по количеству выловленной рыбы при двухлетнем обороте производится по следующим формулам:

для нагульных прудов

$$\Pi_0 = A_{\text{вд}}(B - b_{\text{г}}); \quad G = A_{\text{вд}} \cdot B;$$

для выростных прудов

$$\Pi_0 = A_{\text{вс}} \cdot b_{\text{с}}, \text{ или } \Pi_0 = A_{\text{вс}}(b_{\text{с}} - b_0); \quad G = A_{\text{вс}} \cdot b_{\text{с}},$$

где $A_{\text{вс}}$, $A_{\text{вд}}$ – количество выловленных сеголетков, двухлетков, тыс. шт/га.

Варианты для расчета рыбопродукции и рыбопродуктивности выростных и нагульных прудов представлены в табл. 8.

Таблица 8. Варианты для расчетов

Показатель	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Плотность посадки неподращенной личинки, тыс. экз/га	110	115	120	100	105	108	109	101	102	112	114	106	118	111	113
Выход сеголетков, %	30	33	32	35	34	29	28	31	33	30	29	34	32	35	33
Масса сеголетка, г	25	26	27	28	29	31	30	32	33	25	27	28	29	25	24
Плотность посадки годовиков, тыс. экз/га	3,5	3,2	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	3,3	3,2	3,4	3,5	3,6
Масса годовика, г	21	22	23	24	26	27	28	26	29	23	24	22	24	25	22
Выход двухлетков, %	80	75	70	85	82	81	83	84	72	73	74	76	71	77	78
Масса товарных двухлетков, г	370	380	390	400	380	390	410	400	420	425	370	375	380	390	370
Количество выловленных сеголетков, тыс. экз/га	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	35	36	37
Количество выловленных двухлетков, тыс. экз/га	3,0	3,1	3,2	2,5	2,9	2,8	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	2,5	3,1	2,6	3,1

Пример расчета (1-й вариант).

1. Определяем рыбопродукцию и рыбопродуктивность по плотности посадки рыбы:

а) выростных прудов:

$$П_0 = 110000 \cdot 30 \cdot 0,025 / 100 = 825 \text{ кг/га};$$

$$G = 110000 \cdot 30 \cdot 0,025 / 100 = П_0 = 825 \text{ кг/га};$$

б) нагульных прудов:

$$П_0 = 3500 \cdot 80 (0,37 - 0,021) / 100 = 977,2 \text{ кг/га};$$

$$G = 3500 \cdot 80 \cdot 0,37 / 100 = 1036 \text{ кг/га}.$$

2. Определяем рыбопродукцию и рыбопродуктивность по количеству выловленной рыбы:

а) выростных прудов:

$$П_0 = 33000 \cdot 0,025 = 825 \text{ кг/га};$$

$$G = П_0 = 825 \text{ кг/га};$$

б) нагульных прудов:

$$П_0 = 3000 (0,37 - 0,021) = 1047 \text{ кг/га};$$

$$G = 3000 \cdot 0,37 = 1110 \text{ кг/га}.$$

Контрольные вопросы

1. Дайте определение рыбопродукции и рыбопродуктивности.
2. Что понимают под естественной рыбопродуктивностью?
3. От чего зависит величина естественной рыбопродуктивности?
4. Исходя из каких показателей рассчитывают рыбопродукцию и рыбопродуктивность?

ЛИТЕРАТУРА

1. Аквакультура в Беларуси: технология ведения рыбоводства / В. В. Кончиц [и др.]; науч. ред. В. В. Кончиц. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 239 с.
2. В л а с о в, В. А. Практикум по рыбоводству / В. А. Власов, Ю. А. Привезенцев, А. П. Завьялов. – М.: МСХА, 2005. – 108 с.
3. Жуков, П. И. Справочник по ихтиологии, рыбному хозяйству в водоемах Беларуси: в 2 т. / П. И. Жуков. – Минск: ОДО «Тонпик», 2004. – Т. 1. – 286 с.
4. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин. – М.: Колос, 2006. – 445 с.
5. П р и в е з е н ц е в, Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство: учебник / Ю. А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
6. П р и в е з е н ц е в, Ю. А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. – М.: Мир, 2004. – 456 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Тема 1. Биологическая и хозяйственная характеристики основных объектов прудового рыбоводства.....	4
Тема 2. Исследование качества воды.....	18
Тема 3. Определение естественной кормовой базы прудов.....	27
Тема 4. Расчет рыбопродукции и рыбопродуктивности прудов.....	40
Литература.....	46

Учебное издание

Портная Талина Владимировна

РЫБОВОДСТВО

Методические указания к лабораторным занятиям

Редактор *Н. Н. Пьянусова*

Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Корректор *А. М. Павлова*

Подписано в печать 11.02.2016. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,46.

Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.