

ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РЫБОВОДСТВО

**ПРАКТИКУМ
ЧАСТЬ 5**

**АНАЛИЗ
ПРОДУКТИВНОСТИ
ПРУДОВ**

ПИТАНИЕ РЫБ

**РАСТИТЕЛЬНЫЕ
КОРМА**

*УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
для самостоятельной работы студентов
по курсу «Рыбоводство»*

Орёл 2006

Сборник тем для практических занятий по рыбоводству составлен на кафедре частной зоотехнии и биотехнологии ОрёлГАУ с использованием следующих источников:

Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству . –М.: Высш. шк., 1982. –208 с.

Саковская В.Г. и др. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Агропромиздат, 1991. –174 с.

При цитировании материалов из этого сборника просим указывать авторов перечисленных практикумов. Они приведены сразу под заголовками тем занятий.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 24. Определение естественной кормовой базы прудов.....	3
Тема 25. Естественная рыбопродуктивность прудов. Методы исследования кормовой базы прудов.....	8
Тема 26. Рыбопродукция и рыбопродуктивность прудов.....	16
Тема 27. Методы измерения первичной продукции.....	20
Тема 28. Питание рыб.....	30
Тема 29. Макрофиты прудов.....	38

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ

Саковская В.Г. и др. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Агропромиздат, 1991. –174 с.

Общая характеристика. Естественная пища должна быть неотъемлемой частью пищевого рациона рыб, что обязывает специалистов вести постоянные наблюдения за развитием естественной кормовой базы, так как от ее количества зависит усвоение искусственных кормов. При снижении количественного развития гидробионтов необходимо принимать экстренные меры по его увеличению. Интенсивное кормление карпа искусственными кормами, которые в большинстве случаев являются неполноценными по аминокислотному составу, содержанию витаминов, приводит к нарушению обмена веществ и замедлению темпа роста рыбы.

Различные виды водных организмов имеют различную пищевую ценность, однако содержат необходимые питательные вещества: белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли. Белки кормовых беспозвоночных животных являются полноценными по составу аминокислот, что является важным для развития роста у рыб. Наиболее полноценными пищевыми организмами являются ветвистоусые рачки (*Cladocera*), и, прежде всего, дафнии (*Daphnidae*). Они богаты минеральными солями, витаминами, незаменимыми аминокислотами. Аминокислотный состав белков тела олигохет (*Oligochaeta*) также полноценный, однако эти животные содержат меньше витаминов по сравнению с дафниями и очень бедны минеральными соединениями. Личинки хирономид (*Chironomidae*) по содержанию витаминов и минеральных солей занимают промежуточное положение между дафниями и олигохетами, аминокислотный состав их белков полноценный. По пищевой ценности кормовые беспозвоночные являются незаменимыми в питании рыб.

При выращивании разновозрастных рыб важно знать, какие организмы являются преобладающими в том или ином пруду. Для личинок в первые дни жизни предпочтительнее массовое развитие босмин (*Bosminidae*), коловраток (*Rotatoria*), личинок веслоногих рачков (науплиусов *Copepoda*). Их количество более 1000 экз./л свидетельствует о хорошей обеспеченности пищевых потребностей личинок.

Если в первые дни развития личинок в планктоне прудов в значительном количестве представлены циклопы (*Cyclops*), лептестерии (*Leptesteria*), стрептоцефалосы (*Streptocephalus*), щитни (*Apus*, *Lepidurus*), то возможны значительные потери личинок в результате выедания их перечисленными хищниками. Молодь карпа массой более 1

г способна потреблять не только планктонные, но и бентосные организмы. Зная потребности молодых в корме и состояние естественной кормовой базы, важно не опоздать с началом кормления искусственными кормовыми смесями, чтобы избежать снижения роста рыб.

Установлено, что для рыб массой более 10-20 г количество естественной пищи в пищевом комке должно быть не менее 25-30 %. Для этого среднесезонная биомасса фитопланктона должна быть не менее 30 мг/л, зоопланктона – не менее 8-12 г/м³, зообентоса – 3-5 г/м². При этом пруды считаются более продуктивными, если в фитопланктоне преобладают зеленые (протококковые) водоросли, в зоопланктоне – ветвистоусые или веслоногие ракообразные, а в зообентосе – личинки хищников.

Гидробиологические пробы (фитопланктон, зоопланктон и зообентос) отбирают одновременно через каждые 10 дней (в период выращивания молоди до массы 5 г пробы зоопланктона отбирают через 5 дней) в разных точках пруда на протяжении всего периода выращивания рыбы. Фиксацию проб проводят 40 %-ным формалином из расчета 50-100 мл 40 %-ного формалина на 1 л воды. Пробу снабжают этикеткой, в которой указывают хозяйство, название и номер пруда, его глубину, время и дату взятия пробы, количество профильтрованных литров воды (для зоопланктона) или количество отобранных дночерпателей с указанием площади их захвата (для зообентоса). При использовании экспресс-методов определения количественного развития фитопланктона необходимо иметь в виду, что они не свободны от погрешностей, как правило, дают несколько завышенные данные, так как включают разного рода примеси, попадающие при отборе проб, однако для контроля непосредственно на прудах вполне применимы.

Экспресс-метод сбора и обработки проб фитопланктона. Воду отбирают из разных мест пруда на глубине 15-20 см и сливают в ведро. После перемешивания берут пробу в 0,5 л, фиксируют формалином, закрывают пробкой, этикетировывают и ставят в темное место на 10-14 сут 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. Под микроскопом определяют доминирующие группы водорослей (в пруду)

довых условиях это в основном синезеленые или зеленые водоросли), что важно для выяснения характера цветения воды (если оно наблюдается).

Сбор и обработка проб зоопланктона. Пробы зоопланктона отбирают 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. 100 или 50 л воды (при очень интенсивном развитии организмов зоопланктона) процеживают через планктонную сетку из густого капронового сита № 64-78. Отфильтрованный через планктонную сеть осадок с содержащимся в нем зоопланктоном, собранный в отстойном стакане сетки, с помощью краника сливают в склянки емкостью 100-200 мл. Для более полного сбора всего планктона сеть тщательно обмывают с наружной стороны водой или погружают ее 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, и количество организмов каждого вида. Как правило, для более точного учета просматривают 3 пробы, отобранных штемпель-пипеткой из одной склянки. Количество организмов в 1 м³ воды пруда определяют по формуле

$$X = \frac{K \cdot V \cdot 1000}{Z \cdot n}$$

где X – количество организмов данного вида в 1 м³ воды; K – среднее количество организмов из 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 штемпель-пипетки 0,5 мл среднее из трех расчетов количество дафний равно 150 экз.; объем просмотренной пробы – 100 мл; количество профильтрованной воды – 100 л. Тогда количество организмов в 1 м³ составит:

$$X = \frac{150 \cdot 100 \cdot 1000}{0,5 \cdot 100} = 300000$$

Результаты обработки записывают в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Объем профильтрованной воды	Вид организмов	Число организмов, экз.		
				1-я пластинка 0,5мл	2-я пластинка 0,5мл	3-я пластинка 0,5 мл

Продолжение

Число организмов, экз.		Биомасса организмов, г/м ³
среднее	в 1м ³	

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 (табл. 9).

Таблица 9

Средние массы организмов зоопланктона

Вид	Масса, мг
Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)	
<i>Daphnia longispina</i> Müller	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 tectirostris</i> Leydig.	0,113
<i>Bosmina longirostris</i> Müller	0,0078
<i>Chydorus sphaericus</i> Muller	0,0125
<i>Leptodora kindtii</i> Focke	0,3
Молодь ветвистоусых	0,001
Веслоногие ракообразные (Copepoda)	
<i>Cyclops</i> sp.	0,008-0,129
<i>Diaptomus</i> sp.	0,007-0,110
Nauplii	0,0008
Copepoditi	0,004
Коловратки (Rotatoria)	
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	0,005-0,02
<i>Filinia</i> sp.	0,0002-0,00058
<i>Polyarthra trigla</i> Ehrbg	0,00025-0,00095
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	0,00031-0,00044

<i>B. bakeri</i> Muller	0,00007
<i>B. calyciflorus</i> Pall.	0,004-0,0065
<i>Keratella cochleaiis</i> (Gosse)	0,0002-0,00033
<i>K. quadrata</i> (Mull)	0,00034-0,00081
<i>Notholca</i> sp.	0,0025
Мелкие коловратки	0,0004
Прочие организмы	
Ostracoda	0,018
Личинки Chironomidae	0,03
Oligochaeta	0,025

Экспресс-методы 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 исчезновения 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.

Сбор и обработка проб зообентоса. Пробы зообентоса отбирают в те же сроки, что и пробы зоопланктона, при этом учитывают характер грунтов, зарослей, глубины пруда. Число станций устанавливают в зависимости от количества выделенных биотопов и площади водоема. В нагульных и выростных прудах рекомендуется делать по 10-15 станций в продуктивной зоне с глубинами 0,5-1,5 м. Для отбора проб удобнее пользоваться дночерпателем Экмана-Берджи, площадь захвата которого обычно составляет 0,025 м². Это коробочный дночерпатель, закрывающийся при помощи посылного груза. Перед отбором пробы лопасти дночерпателя поднимаются вверх и при помощи тросиков надеваются на рычаги спускового аппарата. В открытом виде на тонком металлическом тросе дночерпатель опускается на дно водоема, после чего по тросу опускается посылный груз, который ударяет по втулке спускового аппарата, и дночерпатель закрывается, вырезая монолит грунта или ила с 0,025 м².

Взятые дночерпателем пробы грунта переносят в мешок-промывалку, сшитый из капронового сита № 24-27. Пробы отмывают в воде пруда до избавления от мелких частиц. Оставшийся комочек грунта помещают в кювету и пинцетом выбирают из него гидробион-

тов, помещая их в склянку с формалином. Пробу этикетируют, затем в лабораторных условиях тщательно изучают с помощью лупы и микроскопа. Фиксированные организмы обсушивают на фильтровальной бумаге, разбирают по группам, просчитывают и взвешивают на торсионных весах. 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 1 дночерпатель, затем рассчитывают биомассу отдельных групп организмов и суммарную биомассу на 1 м². Результаты обработки проб сводят в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Площадь захвата дночерпателя	Количество отобранных дночерпателей	Виды организмов

Продолжение

по всей пробе	Количество экземпляров		всей пробы	Биомасса, г	
	средняя на один дночерпатель	на 1 м ²		средняя на 1 дночерпатель	на 1 м ²

Тема 25

ЕСТЕСТВЕННАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ

[Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Высш. шк., 1982. –208 с.]

Под **естественной рыбопродуктивностью** пруда понимают суммарный прирост рыбы, полученный в течение одного вегетационного периода за счет естественной кормовой базы пруда с единицы площади при установленном индивидуальном привесе. Выражается рыбопродуктивность в килограммах или тоннах на 1 га площади пруда.

Величина этого показателя не является строго постоянной и изменяется в зависимости от качества почвы и воды, климатических условий, вида рыбы, ее возраста, плотности посадки рыбы и т.п.

Наиболее высокую естественную рыбопродуктивность имеют пруды, расположенные на плодородных почвах, питаемые водоисточником с плодородным водосбором и находящиеся в районах с продолжительным вегетационным периодом. В основу рыбоводных расчетов принимается средняя рыбопродуктивность за ряд лет. Ориентировочно для карповых нагульных прудов принимают следующую естественную

рыбопродуктивность (табл.5).

Таблица 5

Естественная рыбопродуктивность прудов

Показатель	Зоны						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Средняя естественная рыбопродуктивность, кг/га	70	120	160	190	220	240	260

Поправочный коэффициент на исходную естественную рыбопродуктивность для разных почв по всем зонам будет следующим:

Средние по плодородию почвы (подзолистые, суглинистые, супесчаные, выщелоченные черноземы и др.)	1
Малопродуктивные почвы:	
– галечниковые	0,4
– торфянистые	0,5
– песчаные	0,6
Высокоплодородные почвы (черноземы и др.)	1,2

Рыбопродуктивность, получаемая за счет естественной пищи, зависит от состояния кормовой базы прудов и степени ее использования рыбой.

В результате роста и развития организмов в водоемах происходит непрерывное новообразование биомассы. Этот процесс называется биологическим продуцированием. Биологическое продуцирование происходит в форме образования первичной и вторичной продукции, под которыми понимается соответственно прирост биомассы автотрофов (растительных организмов) и гетеротрофов (животных организмов).

Процесс автотрофного питания гидробионтов, т. е. образование ими органического вещества своего тела из минеральных, является единственным, при котором в водоеме возникает «первопища». За счет нее живут все гетеротрофные гидробионты, как растительоядные, так и в конечном счете плотоядные, питающиеся растительноядными животными.

Таким образом, всё население водоёмов вовлекается в процессы круговорота веществ, который включает следующие звенья (рис. 33):

- синтез органического вещества в водоеме и поступление органического вещества в водоем с водосборной площади;
- разложение органических веществ в водоеме (минерализация);
- потребление и преобразование разлагающихся веществ бактериями, растительными и животными организмами;
- потребление живых организмов синтезирующих органическое вещество из неорганического.

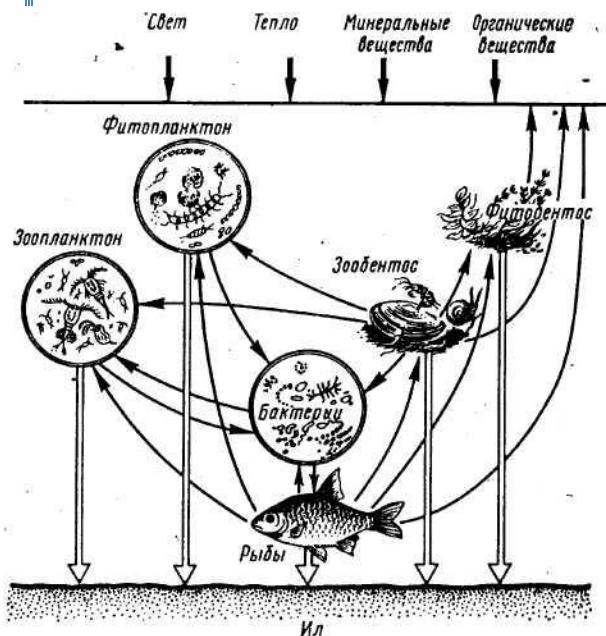


Рис. 33. Кругооборот веществ в водоеме.

Образование органического вещества в водоемах происходит в процессе фотосинтеза зелеными организмами планктона (водорослями и зелеными бактериями) и бентоса (низшими и высшими растениями), а также в процессе хемосинтеза бактериями. Зеленые растения, участвующие в процессе фотосинтеза, – диатомовые, зелёные, синезелёные и другие группы водорослей, а также отдельные их виды требуют для своего развития определенных условий – наличия того или иного количества биогенов и микроэлементов, той или иной температуры. Диатомовые водоросли развиваются обычно при относительно низких температурах (16-18° С). Синезеленые водоросли появляются при более высоких температурах, при наличии фосфора до 0,02 мг/л и азота до 0,08 мг/л воды. Зеленые водоросли требуют большего количества азота.

В водоем также поступают органические вещества с водосборной площади. Количество органических веществ, поступающих с водосборной площади, зависит от характера водосборной площади, климата, местности, особенностей почвы, растительного покрова, характера хозяйственной деятельности человека.

Органические вещества, поступившие с водосбора, и организмы,

размножившиеся при фотосинтетической деятельности и со временем отмирающие, подвергаются разложению и преобразованию при участии бактерий и грибов. При этом микроорганизмы не просто разрушают органическое вещество, а преобразуют его в свои собственные тела, делая его более доступным для питания животных. Одновременно протекают и процессы нитрификации, в результате которых в воду поступают биогены, необходимые для развития водорослей.

Дальнейший ход круговорота веществ идет с участием животных, которые питаются водорослями, сапрофитными бактериями, грибами, разлагающимися органическими веществами и, наконец, животными других видов. Растительные организмы – водоросли и высшие растения – поедаются в той или в другой степени почти всеми животными, например, губками, коловратками, ракообразными, моллюсками, личинками и мальками рыб и взрослыми рыбами – фитофагами. Особенно широко используются протококковые водоросли. По своим питательным свойствам фитопланктон и высшая водная растительность не уступают лучшим сортам кормовых трав (табл. 6).

Таблица 6

Химический состав водной растительности

Растения	Сухое вещество, %	Белок*	Жир*	Углеводы*	Зола*	Каротин, мг %
Роголистник	7,2	20,1	2,3	55,6	21,9	4,8
Рдест пронзеннолистный	17,2	27,8	3,2	50,7	18,3	5,2
Рдест гребенчатый	15,0	27,7	3,3	48,8	20,7	4,4

* В процентах на сухое вещество.

Весьма ценным видом пищи для многих животных служат бактерии. Ими питаются ракообразные, личинки тендипедид, ручейников, олигохеты, моллюски.

Особое значение как пища водных беспозвоночных имеет детрит, под которым понимается совокупность взвешенных в воде органических частиц (обрывков наземной и водной растительности, отмерших водорослей и животных, взмученного со дна ила и т.д.). Целые группы животных, так называемые детритофаги, питаются детритом.

Последним звеном пищевой цепи в процессе круговорота веществ в водоеме является культивируемая рыба, которая питается зоопланктонными и бентосными организмами, а отдельные виды рыб, как отмечалось выше, используют водную растительность. При культивировании хищных рыб поедаются мирные рыбы.

Процессы круговорота веществ в водоеме, возникающие пищевые связи, поедание одних организмов другими, происходящее при этом

преобразование органических веществ приводят в конечном итоге к образованию продукции, используемой человеком. Величина продукции рыбы в водоеме будет зависеть от качества и количества естественной пищи для рыб, экологических условий водоема, и видового состава рыб. Чем быстрее растет рыба, чем короче пищевой ряд, тем выше может быть продуктивность водоема.

По мере роста рыб характер питания у них меняется. Так, мальки карпа питаются планктонными ракообразными, а затем донными организмами. Двухлетний карп питается уже в основном донными организмами, но при недостатке их использует и зоопланктон. В незначительных количествах употребляются также фитопланктон и высшая водная растительность.

В то же время пестрый толстолобик питается в основном зоопланктоном, а при недостатке его использует и фитопланктон.

Белый амур на первых этапах развития питается зоопланктоном, а затем переходит на питание высшей водной растительностью.

В основе питания белого толстолобика лежат фитопланктонные организмы (табл. 7).

Таблица 7

Естественная пища рыб, разводимых в прудах

Группа рыб	Зоны питания	Пища	
		основная	дополнительная (при недостатке основной)
Бентосоядные рыбы: Карп, сазан и их гибриды	Придонные и донные части прудов	Личинки хирономид, олигохеты, моллюски	Зоопланктон, главным образом ветвисто-усые рачки
Осетровые, их гибриды	Донные части прудов, особенно песчаные участки	Моллюски, мелкая рыба, черви, личинки хирономид	Зоопланктон
Сиги	Донные глубоководные части прудов	Личинки хирономид, олигохеты, зоопланктон	Зоопланктон, личинки насекомых, водоросли
Черный амур	Донная часть прудов	Моллюски	Личинки хирономид, олигохеты, зоопланктон
Малоротый	Донные и при-	Личинки хиро-	Остатки высших

буффало	донные части прудов	номид, олигохеты	растений, личинки насекомых
Планктоноядные рыбы: серебристый карась	Толща воды в открытых участках и зарослях	Зоопланктон и синезеленые водоросли	Личинки хирономид и другие насекомые
Пелядь	Зоны открытой воды (толща)	Зоопланктон	В редких случаях личинки хирономид
Пестрый толстолобик	Толща воды	Мелкие формы зоопланктона и фитопланктона	Фитопланктон
Большеротый буффало	Толща воды в открытых участках	Зоопланктон	Фитопланктон
Черный буффало	Придонные участки	Смешанное питание: бентосные и зоопланктонные организмы.	Остатки высших растений
Веслонос	Толща воды открытых водоемов	Зоопланктон	Фитопланктон
Растительноядные рыбы: Белый амур	Участки, заросшие подводной растительностью	Подводная растительность рдесты, роголистник, элодея и др.	Молодые побеги надводной растительности, наземная растительность
Белый толстолобик	Толща воды	Фитопланктон	Детрит и перифитон
Хищные рыбы: радужная и ручьевая форель	Открытая часть пруда	Мелкая рыба	Личинки ручейников, поденок, клопы, стрекозы, воздушные насекомые

Шука	Береговая полоса и зарослевые зоны	Рыбы и лягушки	Взрослые формы жуков, клопов, стрекоз, головастики
Судак	Зоны открытой воды	Мелкая рыба	Жуки, клопы, стрекозы

Различные виды гидробионтов имеют неодинаковую пищевую ценность и различный химический состав, но все они обладают достаточно высокими пищевыми достоинствами, так как содержат в своем составе все необходимые питательные вещества, а также минеральные соли, витамины и другие компоненты.

Таблица 8

Химический состав зоопланктона, % к сухой массе (по В. И. Жадину)

Гидробионты	Зола	Хитин	Белки	Жиры	Углеводы
Дафния пулекс	18,25	15,73	58,04	6,58	13,63
Дафния магна	33,17	14,89	44,61	5,15	16,75
Коловратки	28,45	–	49,70	7,37	14,00
Веслоногие рачки	9,30	4,70	59,00	7,00	20,00

Таблица 9

Химический состав некоторых гидробионтов

Гидробионты	Вода, %	Сухое вещество, %	Белок*	Жир*	Зола*	Углеводы*	Кальций*	Фосфор*
Хириноиды	87,06	12,94	62,52	2,86	4,94	28,69	0,171	7,063
Ручейники	79,88	20,12	68,63	9,09	6,53	15,75	0,508	1,250
Энхитреиды	82,31	17,69	70,15	14,53	6,54	9,78	0,187	1,071
Гаммариды	79,29	20,71	48,72	7,68	28,05	15,55	14,506	1,329
Дафнии	89,43	10,57	60,36	21,76	16,75	1,13	9,600	1,484

* В процентах к сухой массе.

У организмов зоопланктона и бентоса высокое содержание белка, причем белки кормовых беспозвоночных – полноценные по составу входящих в них аминокислот, что имеет большое значение для роста и развития рыб (см. табл. 10). Водные беспозвоночные содержат также необходимые для роста рыб витамины и большое количество минеральных веществ (табл. 8, 9, 11).

Сравнивая отдельные группы кормовых организмов, следует отметить, что наиболее полноценными по минеральному и аминокислотному составу, а также содержанию витаминов являются ракообразные. Личинки хирономид (тендипедид) по содержанию витаминов и минеральных веществ занимают промежуточное положение между дафниями и олигохетами, которые бедны минеральными веществами.

Таблица 10.

Аминокислотный состав белка некоторых гидробионтов, % аминокислот в белке

Гидробионты	Аминокислоты					
	тирозин	триптофан	аргинин	гистидин	метионин	цистин
Хирономиды	3,16	2,06	4,75	2,38	1,78	1,05
Ручейники	3,34	2,98	5,36	2,28	1,72	1,21
Энхитреиды	3,37	1,79	5,62	1,86	1,69	1,05
Гаммариды	2,24	1,72	4,76	1,69	1,56	0,99
Дафнии	4,27	3,62	10,92	2,69	3,45	1,17

Рациональное ведение прудового рыбного хозяйства требует постоянного контроля за кормовой базой, которая определяется уровнем развития тех водных организмов, которые являются пищей для рыб.

Таблица 11

Содержание витаминов в теле некоторых кормовых беспозвоночных, мг% на сухую массу

Гидробионты	Витамины			
	А	Каротин	В ₁	В ₂
Хирономиды	0,201	0,187	0,180	0,483
Ручейники	–	0,193	0,361	0,509
Энхитреиды	0,196	0,058	–	0,134
Гаммариды	0,320	–	0,687	0,131
Дафнии	0,519	следы	0,255	0,569

При гидробиологических исследованиях на прудах проводится определение первичной продукции, изучение качественного состава и количественной динамики фитопланктона, зоопланктона и бентоса. Исследования проводят отбором соответствующих проб и их анализа. Пробы берутся с интервалом 10-15 дней; на нерестовых прудах – через 2-3 дня.

Тема 26

РЫБОПРОДУКЦИЯ И РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ

Саковская В.Г. и др. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Агропромиздат, 1991. –174 с.

Рыбопродукция – это общая масса рыбы, полученная с единицы площади пруда в течение вегетационного сезона. Рыбопродуктивность и рыбопродукцию выражают в весовых единицах (килограммах, центнерах или тоннах) на один гектар площади пруда и нормируют по зонам рыбоводства (табл. 30). Величина рыбопродуктивности и рыбопродукции прудов зависит от природно-климатических условий района, используемой в хозяйстве технологии выращивания рыб, вида, возраста, породы рыб, а также уровня интенсификации, конструктивных особенностей прудов, общей культуры производства и др.

Рыбопродуктивность прудов - это суммарный прирост массы рыбы, полученной с единицы площади пруда в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной кормовой базы пруда и искусственных кормов. Прирост массы рыбы, полученный с единицы площади за счет естественной кормовой базы пруда в течение вегетационного сезона, принято называть естественной рыбопродуктивностью, а за счет искусственных кормов - кормовой рыбопродуктивностью.

Таблица 30.

Рыбопродуктивность и рыбопродукты карповых прудов (кг/га по зонам рыбоводства)

Показатели	Рыбоводная зона						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Общая средняя рыбопродуктивность выростных прудов 1-го порядка	800	900	980	1050	1130	1260	1260
То же выростных прудов 2-го порядка площадью 50-100 га	1000	1200	-	-	-	-	-
То же нагульных прудов площадью 50-100 га (для трёхлетков)	1200	1300	-	-	-	-	-
Рыбопродукция нагульных прудов площадью 100-150 га для (двухлетков)	800	1000	1200	1300	1350	1400	1400

Рыбопродуктивность нагульных прудов при выращивании рыб по непрерывной технологии в условиях VI и VII зон прудового рыбовод-

ства составляет 60-70 ц/га. Максимальная рыбопродуктивность нагульных прудов при выращивании рыб по традиционной технологии получена в Чимкентском рыбхозе в Казахстане - 82,2 ц/га, в прудовом хозяйстве «Балыкчи» Узбекистана - 51,6 ц/га, в Синюхинском рыбхозе РСФСР - 56,4 ц/га.

Таблица 31

Естественная рыбопродуктивность прудов по зонам рыбоводства

Показатели	Рыбоводная зона						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Исходная естественная рыбо- продуктивность по карпу для средних по плодородию почв*	70	120	160	190	220	240	260
Естественная рыбопродук- тивность по карпу с при- менением минеральных удобрений для средних по плодородию почв с учетом исходной:							
выростные пруды	180	240	280	320	360	400	400
нагульные пруды	85	120	190	250	265	310	320
Совместное выращивание карпа и растительнодных рыб							
Естественная рыбопродук- тивность по растительно- ядным рыбам:							
<i>в выростных прудах</i>							
белый толстолобик	-	-	-	360	580	830	990
пестрый толстолобик	-	-	300	240	200	150	90
гибрид толстолобиков (пестрый × белый)	160	250	480	-	-	-	-
белый амур	40	50	60	80	90	90	90
<i>в нагульных прудах</i>							
белый толстолобик	-	-	-	300	450	560	690
пестрый толстолобик	-	-	200	250	300	300	300
гибрид толстолобиков	-	-	200	-	-	-	-
белый амур	-	-	50	50	50	90	110
песядь	100	150	-	-	-	-	-
щука	40	60	60	60	60	60	60

* – Поправочный коэффициент (для всех зон) на естественную рыбопродуктивность: для малопродуктивных галечниковых почв – 0,4; торфянистых – 0,5; песчаных и солончаковых – 0,6; для черноземов и др. – 1,2.

Рыбопродуктивность, получаемая за счет естественной кормовой базы, изменяется в зависимости от длительности вегетационного сезона, вида рыбы, ее возраста, качества воды и почвы, а также от состояния естественной кормовой базы прудов и степени ее использования рыбой. Наиболее высокая естественная рыбопродуктивность наблюдается в прудах, расположенных в районах с продолжительным вегетационным периодом на плодородных почвах и питаемых водоисточником с плодородным водосбором. Средняя величина естественной рыбопродуктивности нормируется по зонам рыбоводства (табл. 31).

Рыбопродуктивность, получаемая за счет использования рыбой искусственных кормов, также изменяется и зависит, помимо вышеуказанных 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 и по количеству выловленной рыбы (в штуках).

Формулы для расчета плотности посадки рыб (кг/га):

В нагульные пруды

$$P_0 = A \cdot P (B - b) / 100; \quad G = A \cdot P \cdot B / 100;$$

в выростные пруды

$$P_0 = A \cdot P \cdot b / 100; \quad G = A \cdot P \cdot b / 100.$$

Если посадочный материал – личинки на этапе смешанного питания, то их начальной массой в расчетах можно пренебречь, тогда величины 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 вид

$$P_0 = A \cdot P (b - b_0) / 100.$$

Формулы для расчета по количеству выловленной рыбы:

в нагульные пруды

$$P_0 = A_B \cdot (B - b); \quad G = A_B \cdot B;$$

в выростные пруды

$$P_0 = A_B \cdot b; \quad G = A_B \cdot b.$$

Если в выростной пруд сажают подрошенных личинок или мальков, то

$$П_0 = A_B \cdot (b - b_0),$$

где A – плотность посадки рыб в пруды, тыс. шт./га;

A_B – выход рыбы, тыс. шт/га;

P – выход рыбы из прудов, % посадки;

$П_0$ – рыбопродуктивность, кг/га;

G – рыбопродукта, кг/га;

B – масса товарной рыбы, г;

b – масса сеголетка, годовика, г;

b_0 – масса подрошенных личинок, мальков, г.

Задача. Рассчитать величину рыбопродуктивности и рыбопродукции выростных и нагульных прудов для различных зон рыбоводства.

1. По плотности посадки карпа (тыс. шт/га) в виде таблицы:

Зона рыбоводства	Выростные пруды		Нагульные пруды	
	личинки из нерестовых прудов	личинки от заводского способа	годовики	двухгодовики
I	50	100	2,6	2,5
II	55	115	2,8	3,0
III	60	120	3,0	-
IV	65	120	3,5	-
V	70	125	3,7	-
VI	75	125	3,8	-
VII	80	130	4,0	-

2. По количеству выловленной рыбы—карпа (тыс. шт/га):

Зона	Количество выловленной рыбы		
	Выростной пруд	Нагульный пруд	
		двухлетки	трехлетки
I	35	2,2	2,6
II	40	2,7	2,8
III	45	2,9	-
IV	50	3,2	-
V	55	3,5	-
VI	60	3,6	-
VII	70	3,8	-

Результаты решения задач представить в виде таблицы:

Категория прудов	I		II		III		IV		V и т.д.	
	P_0	G	P_0	G	P_0	G	P_0	G	P_0	G
	<i>По плотности посадки</i>									
Выростные										
Нагульные										
	<i>По количеству выловленной рыбы</i>									
Выростные										
Нагульные										

Пример расчета для I зоны рыбоводства. Если плотность посадки личинок в выростные пруды (из нерестовых прудов) 50 тыс. шт./га, средняя масса сеголетков 25 г, выход сеголетков из выростных прудов 65 % посадки личинок, плотность посадки годовиков карпа в нагульные пруды 2,5 тыс. шт./га, масса годовиков 22 г, двухлетков – 350 г, выход двухлетков из нагульных прудов 90 % посадки годовиков, то рыбопродуктивность выростных прудов составит:

$$P_0 = 50 \cdot 25 \cdot 65 / 100 = 812,5 \text{ кг/га.}$$

Величина рыбопродукции (если пренебречь начальной массой личинок) будет равна рыбопродуктивности, т. е. 812,5 кг/га.

Рыбопродуктивность нагульных прудов составит:

$$P_0 = 2,5 \cdot 90 \cdot (350 - 22) / 100 = 738 \text{ кг/га.}$$

Рыбопродукция равна

$$G = 2,5 \cdot 90 \cdot 350 / 100 = 787,5 \text{ кг/га.}$$

Тема 27

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

[Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Высш. шк., 1982. –208 с.]

Новообразование органического вещества – процесс, осуществляемый растительными организмами в результате их фотосинтетической деятельности, – представляет собой основу всех продукционных процессов, происходящих в водоемах. Поэтому представление о величине первичной продукции и факторах, ее определяющих, является важным моментом в разработке путей повышения продуктивности водоемов.

Интенсивность первичного продуцирования выражается двумя величинами. Первая из них выражает количество органического вещества, образующегося в процессе фотосинтеза, и носит название **валовой первичной продукции**. Вторая – **чистая продукция**, под которой понимают часть органической продукции, не расходуемой на обмен самих растений, т. е. чистая продукция равна валовой за вычетом той ее части, которая тратится на дыхание растений.

Величина первичной продукции зависит от количества водорослей, их распределения в водоеме и видового состава, от световых условий, перемешивания воды, ее температуры и многих других факторов. Огромное влияние на величину первичной продукции оказывает степень обеспеченности минерального питания растений. Например, в результате удобрения прудов солями азота и фосфора их первичная продукция существенно возрастает. Следует, однако, иметь в виду, что действие отдельных факторов на величину первичной продукции проявляется не изолированно, а находится в весьма сложной взаимосвязи.

В водоеме одновременно происходят два противоположных процесса – построение и разрушение органических веществ. Однако процесс фотосинтеза в темноте прекращается, следовательно, прекращается и потребление углекислоты из окружающей среды и выделение в среду эквивалентного количества кислорода. Процессы же дыхания в темноте идут с той же скоростью, что и на свету. Поэтому, сравнив результаты жизнедеятельности водных сообществ на свету и в темноте, можно рассчитать величину первичной продукции, а также и деструкции в водоемах.

О процессах построения и деструкции органического вещества можно судить по нескольким различным показателям, например, по скорости потребления кислорода, выделению углекислоты, изменению рН и т.д. Разработан целый ряд методов количественного определения первичной продукции – биогенный, по концентрации CO_2 , хлорофильный, радиоуглеродный кислородный и т.д. В настоящее время для определения первичной продукции в водоемах наиболее широко используются радиоуглеродный и кислородный методы.

В практике рыбохозяйственных исследований для определения величин первичной продукции планктона в большинстве случаев используется кислородный метод. При проведении исследований по этому методу возможны два варианта. В первом случае величина первичной продукции рассчитывается по суточному ходу содержания кислорода и углекислоты, взятием проб воды в дневное и ночное время в открытой части водоемов. Во втором – проводятся наблюдения за результатами жизнедеятельности планктона в воде, заключенной в светлые и затемненные сосуды.

Наибольшее распространение получил последний способ, который называют **методом склянок**. Техника применения метода склянок и последовательность в работе заключается в следующем.

Перед постановкой опыта необходимо подготовить приборы и посуду для отбора проб (батометры, бутылки, склянки), а также реактивы

на кислород. Для работы используют склянки из белого стекла с притертыми пробками различной емкости, чаще всего 100-160 мл. Для удобства экспонирования лучше использовать плоские склянки. Для затемнения склянки рекомендуется завертывать в два слоя темной ткани или клеенку. Для этой же цели могут использоваться специально сшитые темные мешочки. Окраска склянок для их затемнения не рекомендуется.

Склянки должны быть маркированы по соответствующим горизонтам. На каждый горизонт необходимо иметь пять склянок: одну – для определения начальной концентрации кислорода, две светлых и две затемненных – для экспонирования проб с фитопланктоном.

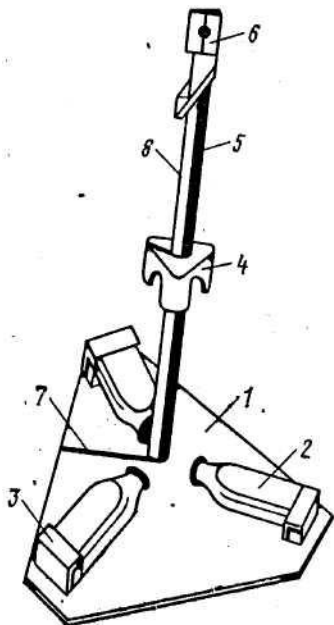


Рис. 34. Производственный плотик:
1 – основа плота; 2 – производственная склянка; 3 – гнезда; 4 – пенопластовый фиксатор; 5 – металлическая штанга; 6 – крепёжный замок; 7 – вырез для троса; 8 – трос.

Отбор проб проводят батометром или стеклянной бутылкой поочередно с каждого горизонта. (На прудах с глубинами до 2 м пробы берут на 1-2 горизонтах, например у поверхности и дна. В более глубоких водоемах количество проб должно быть большим.) Склянки заполняют от нижних горизонтов к верхним. Перед заполнением склянки споласкивают исследуемой водой, а затем заполняют осторожно, исключая образование пузырьков воздуха. После заполнения склянки закрывают и опускают на исследуемый горизонт. Одновременно фиксируют пробы на исходное содержание кислорода. Для экс-

понирования склянок в водоеме используют различные приспособления. Склянки подвешиваются к воткнутому в дно шесту или опускаются на тросе, удерживаемом у поверхности поплавком, а у дна – якорем. Удобно для этой цели использовать так называемые продукционные плотки (рис. 34). Плот имеет треугольную форму и изготавливается из прозрачного органического стекла толщиной 10 мм. Продукционный плот подвешивается на индивидуальный трос и экспонируется на одном горизонте.

Срок пребывания склянок в водоеме должен быть равен 24 ч. В отдельных случаях, при очень низкой или высокой интенсивности фотосинтеза это время может быть увеличено или уменьшено.

По истечении срока экспозиции склянки вынимаются, пробы фиксируются и затем определяется количество кислорода. Методика определения растворенного в воде кислорода приводится в гл. 2.

Обычно в светлой склянке кислорода содержится больше, чем в затемненной. Если количество кислорода в светлой склянке окажется большим, чем в воде перед началом опыта, то это означает усиление процесса фотосинтеза в течение опытных суток. Разница же между количеством кислорода в светлой и затемненной склянках показывает величину фотосинтеза за истекшее время. Величину этой разницы вычисляют в миллиграммах кислорода на 1 л или в граммах на 1 м³. Путем простого пересчета величины продукции можно выразить также в единицах мг·м³/O₂ сутки и т.д. Аналогичным образом вычисляется деструкция органического вещества по разнице количества кислорода в контрольной склянке (исходное содержание) и в затемненной склянке.

Зная интенсивность дыхания и фотосинтеза на нескольких глубинах, можно получить и среднюю интенсивность для каждого из слоев воды. Часто при расчетах применяют наиболее простой способ, считая, что средняя интенсивность для соответствующего слоя равна

$$(a + b):2,$$

где a – интенсивность у верхней границы, b – у нижней. Количество поглощенного и выделенного кислорода во всей водной массе водоема в целом может быть найдено как сумма соответствующих величин для каждого слоя воды. Последние величины легко получить умножением средних интенсивностей дыхания и фотосинтеза в каждом слое воды на его объем.

Результаты расчета можно также выразить в г·м²/O₂ за сутки. Располагая достаточным числом наблюдений, можно получить общее количество потребленного и выделенного кислорода, как за определенный период, так и за весь вегетационный сезон.

Результаты измерений интенсивности фотосинтеза иногда пере-

считывают на количество синтезированного углерода или на энергетические показатели. Известно, что на 1 г освобожденного кислорода приходится 0,375 г углерода или 3,51 кал.

Данные, полученные в ходе изучения первичной продукции, могут в известной мере характеризовать величину рыбопродуктивности водоема. При этом следует учитывать, что первичная продукция редко представляет конечное звено продукционной цепи. Большая часть ее преобразуется во вторичную продукцию, представленную организмами разного трофического уровня. Этот переход в зависимости от разных условий, создающихся в водоеме, может идти с разной степенью эффективности и связан с теми или иными потерями вещества и энергии.

Хотя величина первичной продукции определяется в основном фотосинтетической деятельностью организмов фитопланктона, следует учитывать, что в прудах, озерах и водохранилищах много донных растений и их доля в образовании первичной продукции в ряде случаев достаточно велика.

Исследования, проведенные на разных типах водоемов, показывают, что величина первичной продукции может сильно колебаться (табл. 12).

Таблица 12

Величина первичной продукции планктона озер

Тип озера	Продукция фитопланктона на 1 м ²			
	максимальная величина за сутки		годовая	
	О ₂ г	С, г	О ₂ г	тыс. кДж
Высокоэвтрофные (политрофные)	7,5-10 (до 14)	2-3 (до 4)	200-300 (до 400)	9-12,6 (до 21)
Эвтрофные	2,5-7,5	0,7-2	70-200	4,2-9
Мезотрофные	1-7,5	0,3-2	30-200	1-9
Олиготрофные и малопродуктивные	0,5-1	0,1-0,3	10-30	0,4-1,2

Например, величина первичной продукции прудов Белоруссии достигает 5-6 г кислорода на 1 м³.

Расчет первичной продукции. 1. При определении первичной продукции были получены следующие показатели: 1) начальное содержание кислорода в склянке перед экспонированием $V^H_c = 6,5$ мг/л; 2) количество кислорода в светлой склянке после экспонирования $V_c = 7$ мг/л; 3) количество кислорода в темной склянке после экспонирования $V_t = 5$ мг/л.

Величины продукции вычисляют по следующим формулам: валовая продукция

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{V_{\text{с}} - V_{\text{т}}}{t} = \frac{7 - 5}{\text{сутки}} = 2 \text{ мг} \cdot \text{л} / \text{O}_2 \text{ сут.};$$

деструкция

При расчете чистой продукции следует иметь в виду, что кроме водорослей потребляют кислород попавшие в склянку при заполнении их водой из водоема бактерии, животные и органические вещества.

2. В среднем за период наблюдений (100 дней) средняя величина Φ для всей толщи воды пруда была равна 1,82 мг·л/O₂ сутки. $D=1,25$ мг·л/O₂ сут. Средняя глубина пруда 0,6 м. Необходимо рассчитать величину первичной продукции под 1 м² поверхности пруда за сутки и за весь вегетационный сезон. Сделаем перерасчет на энергетические показатели:

величина фотосинтеза за сутки

$$\Phi \cdot H = 1,82 \cdot 0,6 = 1,09 \text{ г} \cdot \text{м}^2 / \text{O}_2 \text{ сут};$$

величина деструкции за сутки

$$\dot{D} \cdot H = 1,25 \cdot 0,6 = 0,75 \text{ г} \cdot \text{м}^2 / \text{O}_2 \text{ сут};$$

чистая продукция

$$\Phi - \dot{D} = 1,09 - 0,75 = 0,34 \text{ г} \cdot \text{м}^2 / \text{O}_2 \text{ сут.}$$

При сезоне эксплуатации пруда 100 дней валовая первичная продукция составит $1,09 \cdot 100 = 109 \text{ г} \cdot \text{м}^2 / \text{O}_2$ и деструкция $0,75 \cdot 100 = 75 \text{ г} \cdot \text{м}^2 / \text{O}_2$.

При перерасчете на калории получим:

$$\Phi = 109 \cdot 3,51 = 382,59 \text{ кал, или } 1606 \text{ кДж};$$

$$D = 75 \cdot 3,51 = 273,25 \text{ кал, или } 1146 \text{ кДж}.$$

Тема 27а.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Саковская В.Г. и др. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Агропромиздат, 1991. –174 с.

Общая характеристика. В рыбоводных водоемах различают первичную, промежуточную и конечную продукцию. Под продукцией, в отличие от биомассы (величины статистической), подразумевают всю массу организмов, включая элиминацию (смертность), потребление, вылет и др. Продукция живых организмов может быть определена за какой-то отрезок времени (сутки, месяц, вегетационный сезон, год и т.п.). Продукция в несколько и даже десятки раз (фитопланктон) пре-

вышает величину биомассы. Определение продукции водных организмов связано со значительными трудностями. Существует несколько методов определения продукции. Наиболее доступным методом является определение продукции планктонных водорослей.

Первичная продукция – это результат жизнедеятельности растений: водорослей (фитопланктон) и высшей водной растительности (макрофиты).

Промежуточная продукция – это организмы зоопланктона и зообентоса, служащие кормом для рыб.

Конечная, или рыбохозяйственная, продукция – это рыба водоема.

Величины первичной, промежуточной и конечной продукции находятся между собой в строго определенных и закономерных соотношениях, так как они представляют собой последовательные этапы утилизации первичной продукции и поступающих в водоемalloхтонных органических веществ.

Известно, что только растительные организмы, так называемые автотрофы, способны образовывать органическое вещество в результате их фотосинтетической деятельности. Автотрофы являются основой всех продукционных процессов, происходящих в водоемах. Все остальные организмы, кроме хемосинтезирующих бактерий, являются потребителями, т.е. разрушителями органического вещества, созданного растениями. В связи с этим рыбоводная продукция водоемов находится в тесной зависимости от уровня продуцирования первичной продукции.

Наибольшее значение в трофических цепях имеют планктонные водоросли, которые развиваются в толще воды и не связаны с дном пруда. Фитопланктон состоит из водорослей, которые имеют короткий цикл развития и способны к быстрому размножению. Многие представители фитопланктона являются непосредственной пищей водных гидробионтов.

Применяя интенсификационные мероприятия, в частности внося в пруды минеральные удобрения, непосредственно воздействуют на первое звено трофической цепи – фитопланктон. Установлено существование прямой положительной зависимости между уровнем фитопланктона и рыбопродукцией. Воздействуя на первое звено трофической цепи, мы тем самым повышаем рыбопродуктивность водоема. Однако хорошо известно, что с увеличением первичной продукции рыбопродуктивность прудов возрастает только до известных пределов. Поэтому важно установить те оптимальные величины первичной продукции планктона, при которых возможна максимальная рыбопродук-

тивность.

Определение величины первичной продукции. Интенсивность первичного продуцирования выражается двумя величинами. Первая из них представляет количество органического вещества, образующегося в процессе фотосинтеза, и называется **валовой первичной продукцией**. Вторая величина – **чистая продукция**. Это 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 и их видового – состава, их 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 рассчитывать 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 CO_2 , изменению pH и т. д.

Для определения величины первичной продукции планктона существует несколько методов: биогенный, 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 (дерматин) или клеенки. Окраска склянок для их затемнения не рекомендуется.

Для того чтобы получить данные, характеризующие средние показатели для всей толщи воды, можно устанавливать склянки на горизонте, равном половине 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 из этого ведра заполняют 6 склянок: 2 склянки на определение первоначального содержания в воде кислорода, 2 светлые склянки и 2 темные склянки для последующей экспозиции в пруду на определение интенсивности фотосинтеза. Одновременно с этим 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 лежачем положении. Это так называемые **продукционные плотки**. Плот имеет треугольную форму, изготовлен из органического стекла толщиной 10 мм. Продукционный плот подвешивается на тросе и экспонируется 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 определяют содержание кислорода. Фиксация кислорода должна быть проведена сразу же после изъятия склянок непосредственно на водоеме. Содержание кислорода определяют по методу Винклера в лабораторных условиях.

Необходимо иметь в виду, что при определении содержания растворенного в воде кислорода удобно титровать не все содержимое склянки, а отобранное с помощью пипетки 50 мл раствора после тщательного перемешивания. Этим достигается повышение точности анализа путем повторного титрования. Кроме того, при этом способе существенно облегчаются расчеты и отпадает необходимость точной калибровки склянок.

Данные по определению величины первичной продукции планктонных водорослей помещают в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Глубина, см	Прозрачность, см	Температура воды, °С	№ склянки

Продолжение

Количество гипосульфита, пошедшее на титрование, мл				Содержание кислорода, мг/л
1-е титрование	2-е титрование	среднее 2 титрований	среднее 2 склянок	

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 суточной 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 («Ф» – «Д»). Отношение Ф/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.

Пример расчета первичной продукции. При определении первичной продукции были получены следующие данные.

1. Содержание кислорода в склянке перед экспонированием $V_1 = 6,5$ мг/л.
2. Количество кислорода в светлой склянке после экспонирования $V_2 = 7$ мг/л.
3. Количество кислорода в темной склянке после экспонирования $V_3 = 5$ мг/л;
4. Время экспонирования $t = 1$ сут. Тогда:

– валовая первичная продукция $\Phi = (V_2 - V_3)/t = (7 - 5)/\text{сут} = 2$ мг/(л $O_2 \cdot$ сут);

– деструкция $D = (V_1 - V_3)/t = (6,5 - 5)/\text{сут} = 1,5$ мг/(л $O_2 \cdot$ сут).

Чистая продукция $\Phi - D = 2 - 1,5 = 0,5$ мг/(л $O_2 \cdot$ сут).

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

Тема 28.

ПИТАНИЕ РЫБ

[Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству.–М.: Высш. шк., 1982. –208 с.]

Рациональное прудовое хозяйство немислимо без знания основных вопросов питания. Нормы посадки рыбы в пруды, потребность в отдельных питательных веществах, качественный состав кормов и нормы кормления неразрывно связаны с биологией питания рыбы.

За счет энергетических веществ, поступающих с пищей в организм, осуществляются его основные функции: развитие, рост, размножение и другие процессы. По характеру потребляемой пищи рыбы подразделяются на растительноядных и детритоядных, плотоядных, хищных. Это деление весьма условно, так как большинство рыб питается смешанной пищей. Рыбы, питающиеся разнообразными кормами, называют эврифагами, поедающие небольшой ассортимент кормов – стенофагами и каким-либо одним кормом – монофагами. Приспособленность к питанию определенными кормами не остается постоянной в течение жизни рыбы, она меняется по мере роста.

Количество потребляемого рыбой корма зависит от ряда причин, например, его калорийности; количества энергии, затрачиваемой на его добывание; температуры и других факторов. Для суждения о накормленности рыбы пользуются **индексом наполнения кишечника**, который представляет собой отношение сырой массы содержимого пищеварительного тракта к сырой массе тела рыбы. Его выражают в процентах или десятичных долях.

Для представления об интенсивности питания рыбы необходимо знать не только величину индекса наполнения, но также суточный ритм питания и скорость прохождения пищи через кишечник. Показателем интенсивности питания служит величина рациона, т. е. количество корма, потребляемого за сутки, сезон, год.

Методы изучения питания рыб. Изучение питания позволяет понять, за счет каких кормовых ресурсов воспроизводится биомасса выращиваемых рыб, оценить эффективность использования дополнительно задаваемых кормов, выяснить пищевые взаимоотношения между различными видами рыб при совместном их выращивании в прудах.

Сбор, обработка и анализ материалов по питанию рыбы проводятся с целью получить качественную характеристику питания, определить количество пищи, потребляемой рыбой в единицу времени, оценить влияние качества и количества потребляемой пищи на биологические показатели выращиваемой рыбы.

Сбор материала по питанию рыб проводится во время контрольных обловов нерестовых, выростных и нагульных прудов. Для изуче-

ния питания отбираются обычно 10-15 экземпляров рыб каждого вида (если выращивание рыбы проводится в поликультуре).

В нерестовых прудах личинок для анализа их питания отбирают ежедневно или через день. В выростных и нагульных прудах – по дням контрольных ловов (раз в 10-15 дн).

Одновременно со сбором материала по питанию рыб берут гидро-биологические пробы (планктон, бентос и др.), отмечают температуру воды, условия погоды.

Рыбу, взятую на анализ, фиксируют в 4 %-ном формалине в стеклянной или металлической посуде. Экземпляры длиной до 20 см фиксируют целиком, делая у более крупных рыб надрез на брюшке. У рыб более 20 см фиксируют только желудочно-кишечный тракт. Перед извлечением желудочно-кишечного тракта рыбу измеряют и взвешивают. Данные промеров и взвешивания записывают на этикетку, которую помещают вместе с извлеченным кишечником в марлевую салфетку и кладут в банку с формалином.

При сборе материала для определения суточного ритма питания пробы на него отбираются в течение 28-32 ч, через равные промежутки времени 2-3-4 ч.

Анализ содержимого желудочно-кишечного тракта имеет свою специфику для рыб, различных по характеру питания.

Рекомендуется придерживаться следующих правил обработки: при анализе пищевого комка каждой личинки рыб определяют компоненты питания, устанавливают их размер и просчитывают количество съеденных организмов. Пользуясь таблицами стандартных весов, реконструируют массу пищевого комка.

При анализе пищи мальков, неполовозрелых и половозрелых рыб пищевой комок взвешивают, предварительно обсушив на фильтровальной бумаге, и определяют компоненты пищи. Содержимое кишечника извлекают с помощью шпателя или скальпеля и кладут на стекло или чашку Петри.

Весовое значение отдельных компонентов определяют по-разному. У планктофагов их просчитывают в определенном объеме, взятом шпатель-пипеткой, затем переводят на весь объем и, пользуясь стандартными весами, реконструируют массу каждого компонента. При небольшом числе компонентов можно пользоваться «методом площадей»: под биноклем визуально определяют соотношение площади (%), занимаемой отдельными компонентами, а распределив соответственно массу пищевого комка, определяют значение массы каждого компонента.

У бентофагов из пищевого комка выделяют круглые объекты и

взвешивают их, а для учета мелких берут небольшую навеску, определяют и просчитывают все компоненты и соответственно реконструируют их массу.

Для рыб со смешанным питанием обычно используют «метод площадей», допуская, что удельный вес разных компонентов близок, и по соотношению площадей устанавливают их массу. Исключение представляют моллюски, удельный вес которых с раковинной выше, поэтому при определении их массы пользуются соответствующими поправками.

Качественная характеристика питания. Качественный состав пищи рыб, выловленных в данный момент, характеризуется следующими показателями:

1. **Широта спектра питания.** Этот показатель дает определение о разнообразии потребляемой пищи. Определяется он количеством родов или видов организмов в пищевом комке рыб.

2. **Частота встречаемости** соответствующего компонента позволяет установить, у каких рыб он встречается. Определяется этот показатель числом пищеварительных трактов, содержащих данный компонент, выраженный в процентах от общего числа исследуемых. Пустые кишечники при этом не учитываются.

3. **Значение отдельных компонентов пищи по массе** дает более полное представление о значении каждого из них. Вычисляется он следующим образом: суммарную массу всех компонентов пищи для пробы принимают за 100 % и вычисляют суммарную массу каждого компонента. Последний определяется как сумма масс данного компонента из каждого желудочно-кишечного тракта, вычисленных либо реконструкцией массы предварительно просчитанных компонентов, либо непосредственным взвешиванием их, либо по методу площадей.

Количественная характеристика питания. Некоторое представление об интенсивности питания дает соотношение кормящихся и не кормящихся рыб, выраженное в процентах, а также общий индекс наполнения, характеризующий степень наполненности желудочно-кишечного тракта в момент поимки рыбы.

Индекс наполнения вычисляется как частное от деления массы пищевого комка на общую массу рыбы, выраженный в процедиимилле (т. е. отношение увеличивается в 10 тыс. раз).

Для каждой пробы рыб средний индекс наполнения вычисляется как среднее арифметическое из индексов наполнения всех рыб, включая и не кормящихся.

О значении отдельных компонентов судят по их частным индексам наполнения. Для вычисления этого показателя величину общего

индекса наполнения распределяют соответственно весовому значению отдельных компонентов.

При выращивании рыбы в поликультуре представляют интерес отношения, возникающие между отдельными видами рыб при использовании сходных компонентов кормовой базы водоема. Основными показателями, характеризующими эти отношения, являются индекс избиения, степень сходства пищи или объем конкуренции. Эти произвольные показатели можно вычислить, зная основные исходные показатели, характеризующие, численность и биомассу кормовых объектов в водоеме величину суточного рациона и значение отдельных компонентов пищи по массе.

Графическое выражение данных, характеризующих качественную и количественную стороны питания. Результаты цифровой обработки материала представляются в виде таблиц, графиков, диаграмм. Часто для выражения результатов исследования используется график в виде кругов. Площадь круга соответствует общему индексу наполнения, квадратный корень которого равен радиусу круга. Отдельные секторы круга означают массы пищевых компонентов или частные индексы в процентах от общего индекса, практически процентах от длины окружности, или 360° .

Более точен метод построения гистограмм. В этом случае число столбиков соответствует числу анализируемых проб, их высота – величине индекса наполнения, расчленение по вертикали – значению отдельных компонентов, т.е. значение каждого компонента выражается в процентилях как общая часть общего индекса наполнения.

Пример. Необходимо рассчитать общий и частные индексы наполнения и построить гистограмму по результатам обработки проб на питание молоди карпа, собранной в выростном пруду за период июль-сентябрь (табл. 1).

Таблица 1

Состав и количество пищи молоди карпа

Дата	Масса рыбы, мг	Масса содержимого кишечника, мг	Компоненты естественной пищи, мг			Корм, мг
			Cladocera	Copepoda	бентос	
5.VII	90	1,67	0,97	0,05	0,65	–
15.VII	840	8,37	0,23	0,09	0,05	–
25.VII	6840	98,51	1,09	2,32	27,20	67,9
5.VIII	11890	102,30	1,60	1,60	18,60	80,5
15.VIII	15950	175,49	3,40	3,29	17,20	151,6
25.VIII	19500	236,97	0,95	2,02	18,00	216,0
5.IX	23300	199,76	2,77	2,39	24,00	170,6
15.IX	25400	209,60	6,20	3,60	22,10	177,7

Общий индекс наполнения на 5.VII составит

$$\frac{1,67 \cdot 10000}{90} = 185,5\text{‰}$$

Частные индексы составят соответственно.

$$\text{Cladocera} = \frac{0,97 \cdot 10\ 000}{90} = 107,7\text{‰};$$

$$\text{Copepoda} = \frac{0,05 \cdot 10\ 000}{90} = 5,6\text{‰};$$

$$\text{бентос} = \frac{0,65 \cdot 10\ 000}{90} = 72,2\text{‰}.$$

Таким же образом рассчитываются данные по другим датам наблюдения. На основании проведенных расчетов составлена гистограмма, на которой приведены общие и частные индексы наполнения в процимилле (рис. 8).

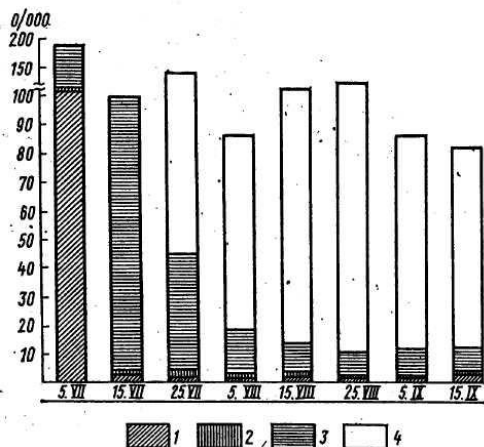


Рис. 8. Гистограмма: 1 – кладоцера; 2 – копепода; 3 – бентос; 4 – корм.

Тема 15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА, ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА.

[Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству.–М.: Высш. шк., 1982.–208 с.]

В состав планктонных организмов входят две группы: первая – фитопланктон – совокупность микроскопических водорослей, вторая – зоопланктон – животный планктон, включающий простейших, колероваток, ракообразных.

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. Отмираю-

щие 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.

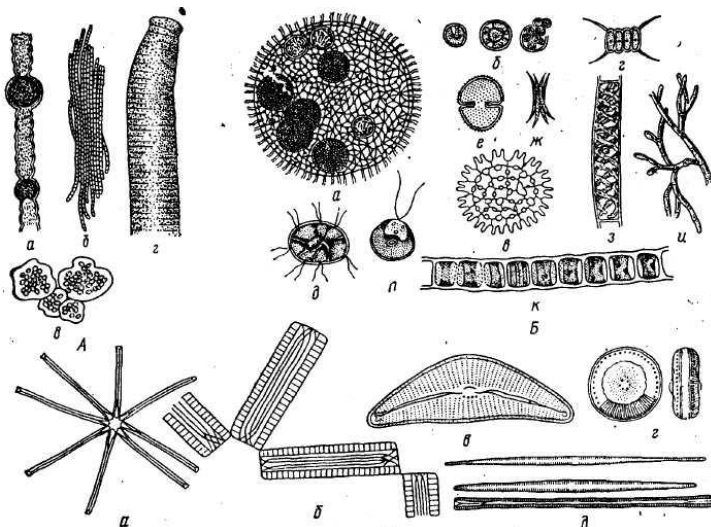


Рис. 35. Водоросли:

синезеленые (А): а – анабена; б – афанизоменон; в – микроцистис; г – осциллятория; **зеленые** (Б): а – вольвокс; б – хлорелла; в – педиаструм; г – сценедесмус; д – паядория; е – космариум; ж – анкistroдесмус; з – спиригира; и – кладофора; к – улотрикс; л – хламидомонас; **диатомовые** (В): а – астерионелла; б – диатома; в – симбелла; г – циклотелла; д – синедра

Среди водорослей есть одноклеточные, многоклеточные и колониальные формы. В зависимости от преобладания того или иного пигмента водоросли имеют различную окраску. Различаются они и по характеру запасных питательных веществ, способам размножения. В прудах чаще всего встречаются диатомовые, зеленые, синезеленые, эвгленовые, пиропитовые и другие группы водорослей (рис. 35).

Зеленые водоросли имеют зеленую окраску. Клетки зеленых водорослей имеют твердую оболочку и весьма разнообразную форму – округлую, кустиков, нитей и т. д. К зеленым водорослям относят вольвоксовые, протококковые, жгутиковые и др.

Синезеленые водоросли отличаются от других водорослей своей сине-зеленой окраской и особенностями строения. Они не имеют оформленного ядра и хроматофоров. Для них типично обильное выделение слизи, окутывающей как отдельные клетки, так и целые колонии.

Диатомовые водоросли желто-бурого цвета характеризуются наличием кремниевого панциря, состоящего из двух створок. По форме они очень разнообразны – встречаются водоросли в виде нитей, звездочек, веретенообразной формы.

Пирофитовые водоросли в большинстве одноклеточные, с двумя жгутиками. В прудах чаще встречаются перидинии с твёрдым панцирем и церариум – с 3 – 4 рогами на панцире.

Эвгленовые – одноклеточные, реже колониальные формы, часто с 1-2 жгутиками. Клетки голые, иногда в капсуле.

Биогены, органические вещества, температура воды определяют развитие водорослей в водоеме. При благоприятных условиях водоросли развиваются в массовых количествах, образуя так называемое цветение воды. Обычно при цветении максимального развития достигают 1-2 вида водорослей. Различают основные типы цветения – протокочковое, диатомое, синезеленое и др. Очень часто цветение воды вызывают синезеленые водоросли *Aphanizomenon*, *Microcystis* и др., которые всплывают на поверхность воды и образуют густую пленку голубовато-зеленого цвета. Синезеленое цветение – нежелательное явление, так как скопление отмирающих водорослевых масс и их последующее разложение с появлением ядовитых продуктов распада отрицательно влияет на санитарное состояние водоемов, способствует возникновению летних заморов рыб.

Различные водоросли неодинаково реагируют на содержание тех или иных биогенов. Удобрять пруды азотно-фосфорными удобрениями, можно добиться цветения воды зелеными водорослями, являющимися наиболее полезными для животных организмов – зоопланктона, бентоса и рыб. Ограничивает цветение водоемов внесение негашеной извести в количестве 1–2 ц/га.

Для сбора и обработки фитопланктона применяется так называемый осадочный метод. Проба воды отбирается мерной посудой (банкой, кружкой и т. д.) из разных мест пруда и переносится в ведро или иную емкость. Затем из ведра после перемешивания берут 0,5–1 л воды, помещают в отдельную склянку и фиксируют с 40 %-ным раствором формалина (в количестве 50 мл на 1 л воды, что составляет в итоге 2%-ный раствор формалина). В качестве фиксатора используется также крепкий раствор иода. Раствор вливают в пробу до появления желтоватой окраски. Пробу закрывают пробкой и ставят для отстаивания в темное место на 10-14 дней.

По осадку в мерном цилиндре можно вычислить биомассу фитопланктона. Если часть водорослей оказалась в верхнем слое, их отсчитывают по верхним делениям цилиндра и прибавляют к осадку (массу

организмов в осадке принимают равной плотности воды).

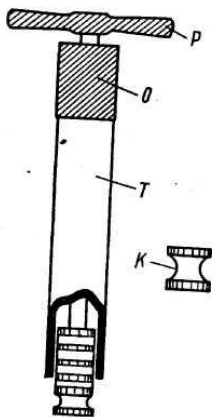


Рис. 36. Штемпель пипетка.
Т – стеклянная трубка; Р – ручка; О – металлическая обойма; К – металлическая катушка.

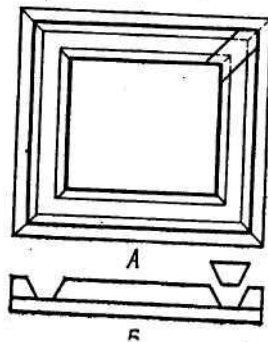


Рис. 37. Счетные камеры Богорова:
А – вид сверху; Б – вид с боку

Для определения видового состава водорослей и их количественного учета отстоявшуюся пробу концентрируют путем сливания воды до определенного объема. Из тщательно перемешанной пробы штемпель-пипеткой (рис. 36) берут часть концентрированного отстоя объемом 0,05–0,1 мл. Далее пробу перемешают на счетное стекло, добавляют глицерин, подсушивают и накрывают покровным стеклом, после чего под микроскопом, используя специальные определители (В. И. Жадин, 1950; А. Н. Попова, 1955, и др.), определяют видовой состав. Подсчет количества организмов проводят в счетных камерах (Богорова и др.) определенного объема (рис. 37). Обычно определяют и подсчитывают 2–3 параллельные пробы.

Полученные средние результаты для каждого вида и суммарную численность фитопланктона в препарате пересчитывают на всю пробу. С помощью таблиц средних масс фитопланктонных организмов определяют биомассу.

Пример 1. Литровая проба сконцентрирована в 50 мл. Тогда среднее количество и биомассу просчитанных в 0,1 мл пробы организмов умножают на 500 (т.к. $50 \text{ мл} : 0,1 \text{ мл} = 500$) и получают результат для 1 л прудовой воды. Для того чтобы узнать количество и массу организмов в 1 м^3 следует умножить результаты, полученные для 1 л на 1000 ($1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$).

При массовом развитии одного вида водорослей, например си-

незеленых водорослей, когда их биомасса достигает больших величин, рекомендуется следующая методика определения биомассы: проба фитопланктона (обычно 0,5 л) отстаивается в течение суток в мерных цилиндрах, после чего осадок сливается и отфильтровывается через бумажный фильтр. Затем определяется сырая и сухая масса водорослей.

2. Предположим, что масса фильтра равна 5,0 г. После процеживания масса фильтра с осадком составила 6,110 г, а после подсушивания – 5,070 г. Тогда сырая биомасса водорослей составляет $6,110 - 5,000 = 1,110$ мг в 0,5 л, или 2220 мг/л. Сухая биомасса – $5,070 - 5,000 = 70$ мг в 0,5 л, или 140 мг/л.

Тема 29.

МАКРОФИТЫ ПРУДОВ

[Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству. – М.: Высш. шк., 1982. – 208 с.]

Высшие водные растения подразделяют на ряд групп.

Жесткие растения. Значительная часть ее выступает над поверхностью воды: камыш *Scirpus*, тростник *Phragmites*, рогоз *Typha*.

Мягкие растения. Это растения с плавающими листьями или целиком погруженные в воду: рдесты *Potamogeton*, элодея *Elodea*, уруть *Myriophyllum*, кувшинка *Nymphaea*.

Свободноплавающая растительность – ряска *Limnea*, роголистник *Ceratophyllum*.

Мягкая водная растительность играет огромную роль в жизни водоема. Она обогащает воду кислородом. Многие личинки насекомых, которыми питаются бентосоядные рыбы, обитают на мягкой водной растительности. Высшей растительностью питаются и некоторые рыбы (белый амур, некоторые виды тиляпий).

Учет видового состава, количества и биомассы макрофитов проводят путем сбора растений с определенной площади.

Определение запасов и продуктивности по высшей водной растительности прудов может быть сделано по биомассе растений, взятой в момент ее максимального развития за данный вегетационный период, или путем систематических наблюдений, проводящихся на протяжении всего вегетационного периода. В первом случае для сбора растений на поверхность воды накладывают деревянную рамку размером 1×1 м и растения, находящиеся в пределах рамки, срезают у самого дна, но без корней. Во втором случае устанавливают стационарные площадки, на которых по мере отрастания растений проводят ее

выкос. Количество контрольных участков определяется размерами пруда, характером распространения растительности. Если пруд зарастает равномерно и не отличается большим разнообразием растений,

то берут 2–3 пробы из разных мест пруда. Если растительность встречается небольшими участками, то берут большее число проб, определяя их количество с учетом конкретных условий.

Собранные растения разбирают и определяют видовой состав, пользуясь определителями. Растения освобождают от излишков воды и взвешивают. Определяются общая биомасса и биомасса отдельных видов растений. Подсчет ведут в килограммах на 1 м^2 , а затем пересчитывают на площадь пруда. После взвешивания растения подсушивают на воздухе, а затем в сушильном шкафу при температуре 60°C в течение 48 ч. Высушенные растения вновь взвешивают. Разница между сырой и сухой массой растений показывают содержание воды у отдельных видов растений.

Тема 29а

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОФИТОВ ПРУДОВ

Саковская В.Г. и др. Практикум по прудовому рыбоводству. –М.: Агропромиздат, 1991. –174 с.

Макрофиты играют существенную роль в биоценозе пруда. Преобладание мелководных зон, хорошая прозрачность и прогреваемость воды создают благоприятные условия для развития в них водной растительности. Развитие жесткой надводной и мягкой подводной растительности бывает столь значительным, что зачастую пруд не имеет свободных от зарастания площадей (рис. 30).

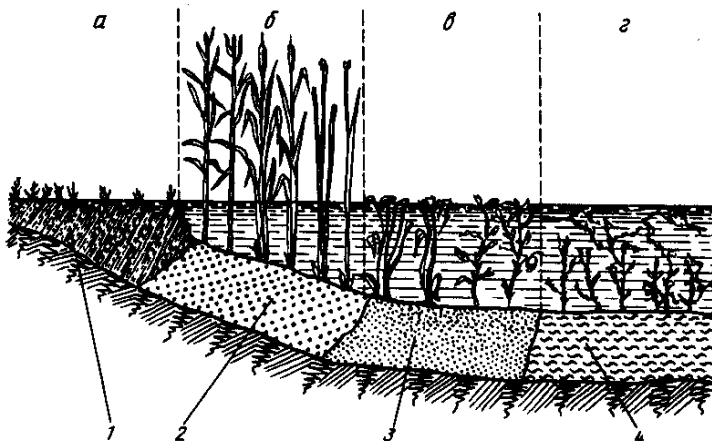


Рис. 30. Схема зарастания прудов: а – осоки; б – тростник, рогоз, камыш; в – кувшинки, рдесты; г – роголистник, уруть и др.; 1 – осоковый торф; 2 – тростниковый торф; 3 – торф; 4 – ил.

Это явление может значительно снизить, а порой исключить возможность ведения культурного рыбного хозяйства. Водная раститель-

ность интенсивно поглощает из почвы и воды прудов минеральные соли и тем самым уменьшает содержание питательных веществ, необходимых для развития микроскопических растительных и животных организмов – пищи рыб.

С точки зрения хозяйственного использования интерес представляют следующие виды растений:

- низшие растения – хара, нитчатые;
- высшие надводные – осока стройная, осока топяная, осока обыкновенная, хвощ болотный, тростник обыкновенный, камыш озерный, рогоз широколистный, аир болотный, манник пышный, стрелолист обыкновенный (рис. 31);



Рис. 31. Надводная растительность: а – осока вздутая б – осока стройная; в – манник; г – тростник обыкновенный д – рогоз широколистный; е – камыш озерный.

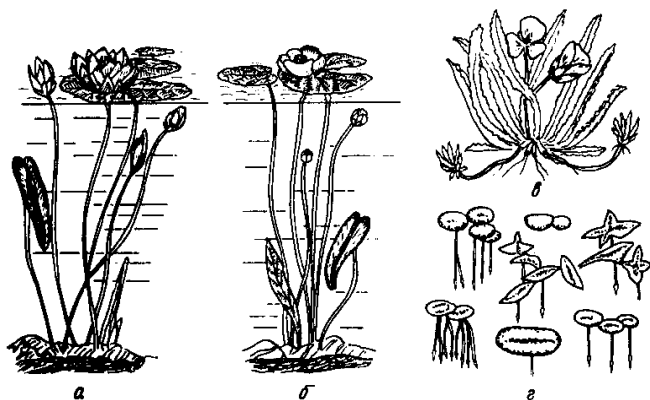


Рис. 32. Растения с плавающими листьями и плавающие: а – кувшинка белая; б – кубышка желтая в – телорез обыкновенный; г – ряска трехдольная.



Рис. 33. Подводные растения:

а – элодея канадская; б – стрелолист обыкновенный; в – рдест плавающий г – роголистник темно-зеленый; д – хара; е – рдест курчавый.

– высшие плавающие – ряска малая, ряска многокоренная, ряска трехдольная, кубышка желтая, кувшинка белая, гречиха земноводная, водокрас лягушечный, рдест плавающий (рис. 32);

– высшие погруженные – рдест пронзеннолистный, рдест остролистный, рдест блестящий, рдест гребенчатый, рдест курчавый, рдест маленький, пузырчатка, элодея канадская, роголистник темно-зеленый, уруть колосистая, телорез обыкновенный (рис. 33).

Отмирающая водная растительность требует для своего окисления большого количества растворенного в воде кислорода, снижение содержания которого в прудах может привести к уменьшению количества кормовых организмов, что приведет к ухудшению физиологического состояния рыб.

Заросли затеняют пруд, снижают температуру воды, затрудняют проникновение света и тем самым ухудшают условия развития водных организмов. В зоне густых зарослей донных животных организмов в 2-3 раза меньше, чем на открытых участках, а разница в температуре воды может достигать 3-4 °С. Из-за зарастания кормового места рыба лишается свободного доступа к кормам, резко ухудшается газовый и химический режим из-за гниения несъеденного корма.

Заросшие пруды тяжело облавливать, вследствие чего значительное количество рыб теряется. В таких прудах целесообразно применять удобрения, т. е. вести интенсификационные мероприятия.

Только при ограниченном распространении в пруду (не более 25 % площади) мягкой водной растительности и наличии не более 5 % зарослей прибрежной полосы макрофиты играют положительную роль: они освобождают воду от CO_2 , обогащают ее кислородом, служат пищей некоторым беспозвоночным и рыбам (каarp, карась, белый амур).

Водные растения могут использоваться в качестве корма для других животных, в частности уток. В этом случае утки выступают как мелиораторы, выедающие водную растительность и удобряющие пруд экскрементами.

Избыточную растительность необходимо удалять из прудов и использовать ее в виде зеленого удобрения, компостов, скармливать домашней птице, скоту или добавлять в комбикорма для рыб и т. д. Для скармливания скоту пригодны молодые растения тростника, рогоза, камыша, осоки, манника, ряски, телореза, рдеста, элодеи, кувшинки, кубышки. Из старой растительности (рогоз, камыш, тростник, осока) готовят силос.

Удобрение мальковых прудов подвяленными аиром, рогозом, тростником, камышом в количестве 4-6 т/га позволяет существенно обеспечить потребность личинок карпа и растительноядных рыб в первый период подращивания в таком корме, как детрит, коловратки, мелкие беспозвоночные, и повысить выживаемость в среднем на 20 %.

Удобрение растительными компостами предусматривает следующие нормы их внесения по поверхности ложа пруда и заделывания боронами в грунты в зависимости от назначения пруда и вида грунта:

1) в песчаные - 5 т/га для нерестовых прудов (раз в 2 года), 5-10 т/га для мальковых (ежегодно), 10-20 т/га для выростных (раз в 4 года);

2) в глинистые грунты - 5 т/га для нерестовых прудов (раз в 2 года); 6-8 т/га для мальковых (ежегодно), 20-25 т/га для выростных (раз в 4 года);

3) в грунты, богатые органическими веществами, - 2-3 т/га для нерестовых прудов (раз в 2 года); 2-3 т/га для мальковых прудов (ежегодно); 5-10 т/га для выростных прудов (раз в 4 года).

Другой способ внесения компостов в пруды предполагает раскладывание кучек по урезу воды из расчета 5 т/га для выростных и 8-10 т/га для нагульных прудов.

Правильное и своевременное внесение компостов в пруд увеличивает естественную рыбопродуктивность по мальковым прудам на 100-150 %, по нагульным - на 50-100 %.

Компостные удобрения могут применяться не только для удобрения прудов, но и в растениеводстве. Для целей компостирования

вполне пригодны и надводная и подводная растительность. В зависимости от вида и густоты масса растительности на 1 га пруда составляет от 5 до 130 т.

Сырье, из которого готовят компосты, может быть пригодным в качестве удобрения только после соответствующей предварительной подготовки. Для приготовления компоста водную растительность или преобразованную ее форму (торф) надо поместить в такие условия, при которых будут проходить процессы минерализации, и органическое вещество обратится в перегной, пригодный для удобрения.



Рис. 34. Растения, употребляющиеся в фармацевтической и парфюмерной промышленности: а – водяной перец; б – ирис; в – аир болотный; г – валериана; д – трифолия или вахта; е – алтей.

Процесс компостирования осуществляют следующим образом. Массу, подлежащую компостированию, складывают в кучи (ширина 2-4 м, высота 1,5-3 м и длина 3-10 м и больше в зависимости от количества компостируемой массы), в которых органическое вещество в результате жизнедеятельности разного рода бактерий разлагается и превращается в земляную перегнойную массу. Этот процесс «вызревания» компоста продолжается в зависимости от сырья и техники компостирования от 4 мес до 1 года (иногда до 2-3 лет). Усиление процессов разложения и их ускорение достигается добавлением к компостируемому сырью навоза, извести, фосфоритной муки. Для необходимого увеличения влажности компостируемой массы ее поливают водой, а в случае необходимости – перелопачивают в период вызревания.

Для закладки бурта выбирают сухое место. Основание подсыпают

торфом (20 см). Жесткую грубую растительность перед закладкой в бурт измельчают на соломорезке или острыми лопатами.

Компостируемую массу раскладывают слоями толщиной по 40-50 см, между ними кладут слой навоза толщиной 15 см, посыпают каждый слой фосфоритной мукой из расчета 3-5 кг муки на 1 т массы. Каждый слой обливают водой так, чтобы влажность в буртах была около 70 %. Вместо навоза можно использовать известь и золу в количестве до 3 % массы компостируемого сырья. Сверху бурт укрывают слоем земли толщиной 10 см.

Некоторые водные растения служат сырьем для получения лекарственных препаратов, используются в парфюмерии (см. рис. 34). В медицине применяют листья и стебли с цветами водяного перца, корни от двухлетних растений алтея, листья трифолия, кору молодых стеблей и толстых веток крушины ломкой, корневища айра, корни и корневища валерианы. Листья трифолии используют в пивоварении, корневища черемичи – в ветеринарии, корневища ириса – в парфюмерии.

Среди растений растущих по берегам прудов встречаются и ядовитые растения (рис. 35).



Рис. 35. Ядовитые растения: а – лютик едкий; б – калужница; в – хвощ болотный; г – чемерица; д – вех; е – конский укроп.