

# РЫБОВОДСТВО

## ПРАКТИКУМ ЧАСТЬ 9

### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ РЫБОВОДНЫЕ ХОЗЯЙСТВА

Орёл 2006

Сборник тем для практических занятий по рыбоводству составлен на кафедре частной зоотехнии и биотехнологии ОрёлГАУ Крюковым В.И. 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.

Шерман И.М., Чижик А.Э. Прудовое рыбоводство. Учебник для вузов. –Киев: Высшая школа. 1989. –212 с.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Тема 58. Методы интенсификации прудового рыбоводства.....	3
Тема 59. Удобрения, применяемые в рыбоводстве. Определение потребности прудов в удобрениях.....	11
Тема 60. Расчёт необходимого количества минеральных удобрений и порядок их внесения.....	16
Тема 61. Расчёт кормов и удобрений для нагульных прудов.....	20
Тема 62. Известкование рыбоводных прудов.....	21
Тема 63. Выращивание рыб в поликультуре.....	23
Тема 64 Комбинированные и специальные виды тепловодного прудового хозяйства.....	30
Тема 65. Выращивание рыбы с использованием геотермальных вод и сбросных вод тепловых электростанций.....	32

## Тема 58

**МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ  
ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА**

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

Увеличение выхода рыбной продукции с единицы водной площади, повышение эффективности прудового рыбоводства обеспечиваются за счет применения комплекса интенсификационных мероприятий (мелиорации прудов, применения удобрений, кормления рыбы, выращивания в пруду различных видов рыб, различающихся по характеру питания, улучшение продуктивных качеств разводимых рыб).

**УДОБРЕНИЕ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ**

Удобрение рыбоводных прудов благоприятствует оптимальному развитию естественной кормовой базы и тем самым повышению естественной рыбопродуктивности.

Внесенные в пруд биогенные элементы в виде азотных, фосфорных, кальциевых и других удобрений оказывают влияние на развитие бактерий и планктонных водорослей, которые непосредственно используются рыбой (белый толстолобик, пелядь) или организмами зоопланктона и бентоса. Интенсивное развитие бактерий и фитопланктона вызывает увеличение численности зоопланктона и бентоса.

В прудовом рыбоводстве применяют как минеральные (азотные, фосфорные, кальциевые), так и органические удобрения (навоз, навозная жижа, зеленые удобрения).

**Минеральные удобрения.** *Фосфорные удобрения* являются одними из наиболее важных и часто используемых в прудовом рыбоводстве. Их применение повышает рыбопродуктивность на всех почвах за исключением легких песчаных и закисных. Использование фосфорных удобрений более эффективно в водоемах, где вода и почва содержат много извести в сочетании с большим количеством органической материи. В этих условиях фосфорные удобрения стимулируют развитие азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий. Необходимые концентрации фосфора обеспечивают нормальное питание бактерий и водорослей, потребляющих фосфорную кислоту непосредственно из воды.

В качестве фосфорных удобрений используют: суперфосфат простой (содержит 16-20% водорастворимой фосфорной кислоты); двойной суперфосфат (30% фосфорной кислоты); фосфорную муку (16-20% фосфорной кислоты).

Почва способна адсорбировать большое количество фосфора, поэтому фосфорные удобрения рекомендуется вносить по воде дробно, порциями. Это позволяет поддерживать концентрацию фосфора в воде на желательном уровне.

*Азотные удобрения* повышают интенсивность биологических процессов, вызывают усиленное развитие планктонной и донной фауны прудов. Поэтому внесение в пруды азотных удобрений в виде селитры (содержащей 35% азота), сульфата аммония (около 20% аммиачного азота) или синтетической мочевины (46 % азота) оказывает положительное действие на повышение рыбопродуктивности прудов.

Наилучший результат дает азотное удобрение в сочетании с фосфорным, в результате чего усиливается действие каждого из них.

Азотные удобрения рекомендуется вносить в воду весной до начала активного включения в круговорот биогенных элементов. При наступлении устойчивой температуры воды' свыше 16°C для развития зеленых водорослей необходимо создать концентрацию азота не менее 2 мг/л.

*Кальциевые удобрения.* Кальций является одним из элементов, широко используемых растительными и животными организмами. Он влияет также на химические и физические процессы в водоеме, улучшая «экологические условия для рыб. Внесение кальциевых удобрений усиливает процессы минерализации органических веществ и жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий, которые обогащают воду нитратным азотом. Известкование почвы и воды – необходимая предпосылка для действия азотных и фосфорных удобрений, которые в условиях кислой среды могут оказаться не только бесполезными, но иногда даже вредными.

Норма внесения кальция в пруды зависит от показателя рН воды. Чем ниже величина рН, тем больше необходимо внести извести. Известкование не проводят на почвах с нейтральной и особенно щелочной реакцией, а при сильно щелочной реакции оно нежелательно. Негашеную известь лучше всего вносить осенью на ложе пруда. Перед внесением удобрений, где это возможно, в целях мобилизации биогенных элементов рекомендуется проводить культивацию или боронование ложа пруда. Все минеральные вещества лучше вносить в пруды по воде, что дает возможность механизировать труд.

**Органические удобрения.** В рыбоводной практике органические удобрения применяются более длительное время по сравнению с минеральными.

На малопродуктивных песчаных, суглинистых и подзолистых почвах с еще незначительным слоем ила органические удобрения ча-

сто дают больший эффект, чем минеральные, они сильнее влияют на развитие бактерий, которые служат пищей для планктонных и бентосных организмов, а также в ряде случаев могут являться и кормом для некоторых представителей водной фауны. При сильно уплотненных посадках исключается необходимость внесения органических удобрений, так как в водоем поступает в значительном количестве органическое вещество в виде продуктов обмена рыб и остатков корма.

Одно из лучших органических удобрений – хорошо перепревший навоз. Навозное удобрение особенно желательно на новых прудах.

Вносят навоз обычно по ложу осушенного пруда в основном на мелководных участках с последующей культивацией ложа. Количество навоза, вносимого в пруд, колеблется от 1 до 16 т на 1 га. Примерно так же вносят и компосты, приготовленные из отходов хозяйства, торфа, водной растительности. К смешанным компостам добавляют навоз и известь или золу в количестве 2-3 % от массы растительности. Готовый компост вносят в количестве до 4 т на 1 га.

Зеленые удобрения – одно из наиболее доступных и вместе с тем достаточно эффективных органических удобрений – стали чаще применяться в рыбоводстве.

В качестве зеленого удобрения используются высшие растения (высшая жесткая и мягкая водная растительность, произрастающая в прудах, или специально посеянные культуры).

В первом случае водная растительность выкашивается и выбирается на берег для подвяливания, это ускоряет ее дальнейшее разложение. Затем растительность собирается в снопы или уплотненные кучи и размещается вдоль берега. Центральная часть пруда должна оставаться свободной от разлагающейся растительности. При внесении зеленых удобрений обязателен регулярный контроль за содержанием кислорода в воде. Количество кислорода в зоне внесения удобрений должно быть не менее 4,0-4,5 мг/л. По истечении 7-10 дн остатки снопов надо убрать.

Разлагающаяся жесткая и мягкая водная растительность, используемая в качестве удобрения благоприятствует развитию бактерий, инфузорий и водорослей, являющихся пищей зоопланктона. В результате значительно увеличивается его количество и повышается (в 2-3 раза) естественная рыбопродуктивность пруда.

Норма внесения подвяленной водной растительности составляет от 2 до 6 т на 1 га.

Одним из способов применения зеленых удобрений служит засев ложа прудов сельскохозяйственными культурами. Для посева используют бобовые или злаковые культуры (люпин, донник, вику с овсом и

др.). Выращенная культура обычно скашивается, а пожнивные остатки и корневая система служат хорошим удобрением для водоема. Иногда выращенная растительность заливается водой.

Удобрение нагульных прудов следует начинать при температуре воды 10-12 °С, а удобрение выростных прудов – за 7-10 дн до их зарыбления. Удобрение прудов прекращают за 20-30 дн до окончательного облова. Применение тех или иных удобрений должно быть основано на предварительном определении потребности данного пруда в биогенных элементах, что в конечном итоге определяет рациональное использование органических и минеральных удобрений.

Существует ряд методов определения необходимых отдельных биогенных элементов для водоема.

Один из них – метод внесения удобрений по биологической потребности – заключается в том, что в воду, взятую из водоема и разлитую в отдельные колбочки или стеклянные сосуды, вносят отдельно и в различных комбинациях азот, фосфор, калий и кальций (Г. Г. Винберг, В. П. Ляхнович; И. В. Баранов). Сосуды выдерживают в светлом помещении в течение 1-2 сут. Учет результатов опыта проводится путем прямого подсчета численности водорослей или по количеству кислорода, растворенного в воде. Набор солей в тех колбочках, где фитопланктон или количество кислорода достигли максимальной величины, берется за основу при выборе минеральных удобрений.

Более широкое применение нашел метод, основанный на химическом анализе воды и доведении содержания биогенных элементов до определенной нормы. Чтобы в водоеме интенсивно развивался фитопланктон, требуется определенное соотношение минеральных солей, главным образом азота и фосфора. Оптимальным считается содержание в воде 2 мг/л минерального азота и 0,5 мг/л фосфорной кислоты.

При содержании в воде меньшего количества названных биогенов и слабом развитии фитопланктона необходимо внести азотное и фосфорное минеральное удобрение с расчетом, чтобы довести их концентрацию до указанных норм.

Для определения дозы внесения удобрений можно пользоваться следующей формулой:

$$A = \frac{(K - k) \cdot 100}{P}, \quad \text{где } A \text{ – необходимое количество удобрений, мг/л;}$$

$K$  – рекомендуемая концентрация биогенного элемента в воде, мг/л;

$k$  – концентрация биогенного элемента в воде по данным химического анализа, мг/л;  $P$  – содержание действующего вещества в удобрении, %; 100 – поправка на проценты. Общее количество удобрений определяют умножением количества удобрений (мг/л) на объем воды пруда.

Существуют и косвенные методы определения необходимости прудов в удобрении. Наиболее простой из них – метод визуального контроля. С помощью диска Секки определяют прозрачность и цвет столба воды над белой поверхностью. С увеличением количества фитопланктона прозрачность уменьшается и вода становится зеленоватой. С уменьшением, биомассы фитопланктона прозрачность увеличивается, а цвет воды приобретает буроватый оттенок. Если прозрачность воды по диску Секки составляет 10–15 см, то удобрения не следует вносить даже при малом содержании азота и фосфора в воде пруда; при прозрачности более 0,5 м вносят удобрения.

Таким образом, пруды удобряют с учетом данных гидрохимических и агрохимических исследований и данных контроля развития фитопланктона. Эти показатели определяют и частоту внесения удобрений.

Сезонная норма внесения азотного и фосфорного удобрения не должна превышать 3-4 ц/га, или при переводе на действующее вещество 105-140 кг азота и 30-40 кг фосфора на 1 га. За сезон выростные пруды удобряют 5-8 раз, нагульные пруды – 6-10 раз.

Избыточное внесение минеральных удобрений нежелательно, так как не влечет за собой повышения рыбопродуктивности прудов и экономически не оправдано.

Успешное применение удобрений возможно только при наличии в прудах определенных условий. Пруды должны быть непроточными или малопроточными, жесткая растительность не должна превышать 30 % водной площади. На эффективность действия внесенных удобрений влияют температура воды, газовый режим, концентрация водородных ионов. Например, положительный эффект от внесенных удобрений возможен лишь в условиях нейтральной или слабощелочной реакции почвы и воды прудов. Поэтому необходимо контролировать pH воды, применяя в случае необходимости известкование пруда. Норма внесения извести в зависимости от pH водной вытяжки почвы приводится в табл. 24.

Таблица 24

Норма внесения извести, ц/га

pH почвы	Виды почвы		
	тяжелые глинистые	супесчаные	песчаные
Менее 4,0	42,0	22,0	14,5
4,0 - 4,5	32,0	17,0	14,5
4,51 - 5,0	27,0	14,5	12,0
5,01 - 5,5	17,0	12,0	7,0
5,51 - 6,0	12,0	7,0	4,5
6,01 - 6,5	7,0	5,0	2,0

Минеральные удобрения при внесении по воде распределяют равномерно по зеркалу пруда. На растворение 10 кг аммиачной селитры или 10 кг суперфосфата расходуют 60-70 л воды. Для внесения удобрений используют лодки, специальные агрегаты, дождевальные машины, сельскохозяйственную авиацию.

Расчет потребного количества удобрений. Количество необходимых хозяйству минеральных удобрений на вегетационный период планируется исходя из прироста рыбопродукции за счет удобрений и удобрительного коэффициента.

Для определения эффективности внесенных удобрений используют показатель – «удобрительный» коэффициент (УК). Этот показатель характеризует суммарные затраты минеральных удобрений на 1 кг прироста рыбы. При расчете прироста рыбопродукции за счёт удобрений исходят из удобрительного коэффициента, равного не более чем трем единицам.

**Расчет 1.** Рассчитать потребность в удобрениях для выростных прудов общей площадью 120 га и составить график их внесения. Природная естественная рыбопродуктивность прудов 150 кг/га. Планируется повысить ее до 400 кг/га, т. е. обеспечить дополнительный прирост 250 кг/га. Удобрительный коэффициент принимается равным 3,0.

Тогда потребность в удобрениях будет равна  $250 \cdot 3 \cdot 120 = 90$  т. При соотношении азота к фосфору 2:1 потребуется иметь 45 т аммиачной селитры и 45 т суперфосфата.

При составлении графика внесения удобрений следует иметь в виду, что удобрение выростных прудов начинают за 7-10 дн до выпуска рыбы. Первые 2-3 порции селитры и суперфосфата вносят с интервалом 5 дн. Последующие внесения проводят через 10-12 дн, принимая во внимание степень развития фитопланктона и содержание биогенных элементов в воде. Начальная разовая доза внесения удобрений при практическом отсутствии «цветения» воды должна составлять 50 кг аммиачной селитры и 50 кг суперфосфата на 1 га. В дальнейшем доза уменьшается до 25-35 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата. В конце лета – начале осени при понижении температуры до 12°C удобрение выростных прудов прекращают.

При условии внесения в пруды первой дозы удобрений в 20-х числах мая, а последней – в конце августа потребность в удобрениях по отдельным месяцам составит:

Месяц	Периодичность внесения	Разовая доза удобрений, кг/га	Нужное количество удобрений, т
Май	3	100	36
Июнь	3	50	18



Июль	3	50	18
Август	3	50	18
Всего	12		90

**Расчет 2.** Рассчитать разовую дозу минеральных удобрений для внесения в выростные пруды. Площадь прудов 180 га, средняя глубина 1 м. Предполагается использовать в качестве азотного удобрения мочевины (46% азота), фосфорного удобрения – суперфосфат (20% фосфорной кислоты).

По данным гидрохимического анализа, в воде содержалось: азота – 0,3 мг/л, фосфорной кислоты – 0,2 мг/л. Разовая доза внесения мочевины составит

$$A = \frac{(2 - 0,3) \cdot 100}{46} = 3,7 \text{ мг/л} \cdot 1000 = 3,7 \text{ г/м}^3 \text{ воды.}$$

При средней глубине прудов 1 м и объеме 10 тыс. м<sup>3</sup> воды на 1 га площади пруда следует внести 3,7·10000=37 кг/га, а на 180 га – соответственно 37·180=6,7 т.

Таким же образом ведется расчет необходимого количества суперфосфата.

**Расчет эффективности удобрений.** Естественная рыбопродуктивность внесением удобрений может быть повышена в 2-3 раза. Соответственно повышению рыбопродуктивности увеличивается и количество рыбы, выпускаемой в пруд.

На 1 кг дополнительного прироста рыбопродукции в выростных и нагульных прудах в среднем расходуется 30–60 кг органического и 2-5 кг минерального удобрения. Увеличение рыбопродуктивности прудов, которое может быть получено за счет удобрения, зависит от целого ряда условий, характеризующих индивидуальные особенности водоема, а также от плотности посадки рыбы в пруд и интенсивности ее кормления.

Для выращивания рыбы только на естественных кормах определить истинный показатель «удобрительного» коэффициента использованных удобрений достаточно просто. При использовании и других средств интенсификации, например, кормления рыбы, определить эффективность примененных удобрений труднее.

Для расчета сравнительной эффективности удобрения и кормления учитывают следующие показатели: естественную рыбопродуктивность, затраты удобрений и кормов за вегетационный период, общий выход рыбной продукции, плановый кормовой и удобрительный коэффициенты.

**Пример расчета.** В нагульный пруд, имеющий естественную рыбопродуктивность 150 кг/га, за вегетационный период было внесено по 300 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата и скормлено 1500 кг/га комбикормов, имеющих плановый кормовой коэффициент 4. Рыбопродуктивность пруда по данным осеннего облова составила 1100 кг/га.

Требуется рассчитать истинный кормовой коэффициент комбикормов и удобрительный коэффициент внесенных удобрений:

1. Определяют величину продукции, полученной за счет кормления и удобрения. Для этого из общей рыбопродукции вычитают величину естественной рыбопродуктивности:  $1100 - 150 = 950$  кг/га.

2. Определяют величину рыбопродукции, полученной за счет кормления, при условии, что плановый кормовой коэффициент использованного комбикорма равен 4;  $1500 : 4 = 375$  кг/га,

3. Определяют прирост продукции за счет внесенных в пруд удобрений, при ориентировочном удобрительном коэффициенте 2,5:

$$600 : 2,5 = 240 \text{ кг/га.}$$

Таким образом, при принятых кормовом и удобрительных коэффициентах хозяйство теоретически должно получить за счет кормления и удобрения  $375 + 240 = 615$  кг/га продукции, а фактически было получено 950 кг/га, т. е. на 335 кг/га больше. Подобное несоответствие между расчетной и полученной рыбопродукцией можно объяснить рядом факторов.

При увеличении плотности посадки рыбы в пруд улучшается использование естественной кормовой базы – повышается естественная рыбопродуктивность, что, несомненно, имело место в данном случае. Возможно также повышение эффективности использования заданных кормов и внесенных удобрений.

Поэтому в подобном случае полученный дополнительный прирост рыбной продукции распределяют пропорционально на кормление, удобрение и естественную рыбопродуктивность.

4. Находим их значение в общей расчетной продукции:

а) естественная рыбопродуктивность –  $\frac{150 \cdot 100}{565} = 19,6\%$ ;

б) кормление –  $375 : 765 \cdot 100 = 49,0\%$ ;

в) удобрение –  $240 : 765 \cdot 100 = 31,4\%$ .

5. Определяют дополнительный прирост продукции за счет:

а) естественной рыбопродуктивности –  $\frac{335 \cdot 19,6}{100} = 65,7$  кг/га

б) кормления –  $335 \cdot 49 : 100 = 164,1$  кг/га;

в) удобрения –  $335 \cdot 31,4 : 100 = 105,2$  кг/га.

6. Определяем фактический прирост продукции за счет:
- а) естественной рыбопродуктивности –  $150 + 65,7 = 215,7$  кг/га
  - б) кормления –  $375 + 164,1 = 539,1$  кг/га;
  - в) удобрения –  $240 + 105,2 = 345,2$  кг/га.
7. Определяют показатели кормового и удобрительного коэффициентов:
- а) кормового –  $1500:539,1 = 2,8$ ;
  - б) удобрительного –  $600:345,2 = 1,8$ .

## Тема 59

### **УДОБРЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РЫБОВОДСТВЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРУДОВ В УДОБРЕНИЯХ**

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

Удобрение прудов является одним из средств интенсификации в прудовых карповых хозяйствах. Удобрят пруды с целью создания условий для увеличения запасов естественной пищи для рыб и, следовательно, повышения естественной рыбопродуктивности.

В прудовых карповых хозяйствах применяют органические и минеральные удобрения. В качестве органических удобрений используют навоз, навозную жижу, компост, подвяленную вышшую водную и наземную растительность. Из минеральных удобрений наиболее часто применяют аммиачную селитру и суперфосфат. Кроме них, существует комплекс простых и сложных минеральных удобрений, характеристика которых дана в табл. 19.

В результате удобрения улучшается гидрохимический и особенно кислородный режим прудов. Удобрение способствует развитию в прудах планктонных водорослей, которые непосредственно используются рыбой (например, толстолобиком) или служат пищей кормовым организмам. Количество водорослей в прудах зависит от содержания в воде растворенных биогенных элементов. Развитие водорослей в прудах чаще всего ограничивается недостатком азота и фосфора. В связи с этим в пруды вносят минеральные удобрения, содержащие эти биогенные элементы.

Применение удобрений эффективно в том случае, если пруд удовлетворяет следующим требованиям:

- активная реакция воды и грунта должна быть нейтральной или слабощелочной;
- пруды не должны зарастать жесткой надводной растительностью, в том случае, если растительность имеется (допустимы заросли мягкой погруженной флоры не более 30 % площади пруда), удобрения вносят только на незаросшие участки;

– прочность должна отсутствовать; если она имеется, то полный водообмен должен осуществляться не менее чем за 15 су т.

Потребность в удобрении и сроки их внесения различаются в зависимости от почвенных и климатических условий зон, отдельных хозяйств и даже отдельных прудов. В связи с этим рациональное использование удобрений возможно только при определении потребности в удобрениях и систематическом контроле за эффективностью их действия. Потребность прудов в минеральных удобрениях (вернее, в необходимых биогенных элементах) определяют по интенсивности развития фитопланктона. Об этом можно судить как прямым путем подсчета количества клеток водорослей в 1 м<sup>3</sup> воды, так и косвенным. Существует несколько косвенных путей: биологические испытания с использованием склянок с введенными в них растворами удобрений; стационарные гидрохимические исследования; визуальное наблюдение за развитием фитопланктона («цветением» воды); измерение прозрачности воды и др.

Косвенными показателями потребности воды прудов в удобрениях могут служить интенсивность фотосинтеза фитопланктона прудов, концентрация биогенных элементов в воде и грунтах, цвет и величина прозрачности воды.

Если вода лишена видимой на глаз мутности, не имеет характерного зеленого оттенка и прозрачность ее превышает 0,5 м, то такие пруды нуждаются в удобрениях.

Помимо визуального наблюдения за развитием фитопланктона, для объективной оценки потребности воды прудов в удобрениях необходимо определять содержание биогенных элементов азота и фосфора в воде. Низкое содержание биогенных элементов (десятые доли миллиграмма на 1 л для азота и сотые доли миллиграмма на 1 л для фосфора) свидетельствует о необходимости внесения удобрений. Начальные разовые дозы удобрений при отсутствии «цветения» воды и низком содержании биогенных элементов должны быть равны 50 кг/га

Таблица 19

Характеристика минеральных удобрений.

Название удобрений	Содержание действующего вещества, %
<b>Простые удобрения</b>	
<i>Азотные (действующее вещество -</i>	<i>азот N)</i>
Селитра аммиачная	34
Сульфат аммония	20,8
Углеаммиакаты жидкие	29

Аммиак синтетический жидкий	82
Карбамид	46,1
Аммиачная вода	20,5
<b>Фосфорные (действующее вещество - <math>P_2O_5</math>)</b>	
Суперфосфат простой	19
Суперфосфат гранулированный	20
Суперфосфат двойной гранулированный:	
марка А	49
марка Б	43
Фосфоритная мука	23
<b>Калийные (действующее вещество - <math>K_2O</math>)</b>	
Калий хлористый	60
Калий сернокислый	50
Калимагнезия	28
Каинит	10
Калийная соль 40 %	40
Хлоркалий электролит	45
<b>Сложные удобрения (действующее вещество - <math>N, P_2O_5, K_2O</math>)</b>	
Аммофос	11 50 0
Аммофос удобрительный	12 39 0
Нитроаммофос	23 23 0
Нитроаммофоска	17 17 17
Нитрофоска	11 10 11
Нитрофос	24 14 0
Жидкие комплексные удобрения	10 34 0
Суперфосфат аммонизированный	10 15 0

аммиачной селитры и 25 кг/га суперфосфата. В дальнейшем внесение удобрений необходимо регулировать так, чтобы развитие фитопланктона не снижало прозрачность воды менее чем до 20 см. При достижении такой прозрачности от очередного внесения удобрений следует отказаться, так как избыточное накопление водорослей при их отмирании может привести к заморным явлениям.

Эффективность применения минеральных удобрений зависит от соотношения биогенных элементов азота и фосфора. Оптимальное весовое соотношение этих элементов должно находиться в пределах 4:1-8:1. Поэтому количество вносимых удобрений должно планироваться с учетом фактической концентрации биогенных элементов в воде прудов.

Наиболее объективным методом определения потребности прудов в удобрениях, с помощью которого осуществляется и контроль за эффективностью их первичного действия, является метод биологических испытаний, при котором реакцию планктона на действие внесенных удобрений определяют по интенсивности фотосинтеза, измеряемой в кислородных единицах. Для измерения количества кислорода, выделенного в процессе фотосинтеза и поглощенного органическим веществом планктона, применяют метод склянок. Берут кислородные склянки объемом 100-120 мл из прозрачного стекла с притертыми пробками и заполняют их водой из исследуемого пруда. Воду для заполнения склянок отбирают в чистое эмалированное ведро из разных мест пруда (10-15 точек) для получения средней пробы. Воду в ведре перемешивают и с помощью резинового шланга заполняют склянки с таким расчетом, чтобы после закрытия их притертыми пробками в склянке не оставалось пузырьков воздуха.

При определении потребности фитопланктона прудов в биогенных элементах азота и фосфора опыт ставят в 10 склянках по следующим вариантам: 2 склянки светлые контрольные, 2 склянки темные (их заворачивают в дермантин) для определения количества потребленного планктоном кислорода, 2 склянки с азотным удобрением, 2 склянки с фосфорными и 2 склянки с азотным и фосфорным удобрениями. Все склянки следует пронумеровать. В соответствии с вариантом опыта в склянки вносят стандартные растворы удобрительных солей с таким расчетом, чтобы концентрация азота составляла 2 мг/л, фосфора - 0,5 мг/л. Предварительно следует определить концентрацию биогенных элементов азота и фосфора в испытуемой воде.

**Примечания.** Для приготовления стандартного раствора азотистых солей 572 мг азотнокислого аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) растворяют в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл такого раствора содержится 0,2 мг азота). Для приготовления стандартного раствора фосфорных солей 252 мг однозамещенного фосфорнокислого натрия ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) растворяют в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл этого раствора содержится 0,05 мг фосфора).

Все склянки плотно закрывают притертыми пробками, закрепляют на деревянных крестовинах и устанавливают в пруд на глубину прозрачности. Продолжительность выдерживания склянок в пруду составляет 24 ч. После экспозиции склянки вынимают и определяют содержание растворенного кислорода. Наибольшая концентрация кислорода в склянках свидетельствует о высокой эффективности действия добавленных биогенных элементов, т. е. о том, что именно в них нуждается фитопланктон пруда. Например, после экспозиции в контрольной светлой склянке содержание кислорода составило 5 мг/л, в склянке с добавлением азота - 7, в склянке с добавлением фосфора - 6, в склянке с добавлением азота и фосфора - 10 мг/л. Отсюда следует, что пруд «нуждается» в совместном применении азота и фосфора.

Однако, чтобы сориентироваться, следует ли вносить в водоем те удобрения, на которые фитопланктон реагирует усилением развития,

необходимо определить валовую первичную продукцию планктона в контрольных склянках. Для определения валовой первичной продукции (Ф) планктона (в мг  $O_2$ /л в сутки) необходимо найти разницу в содержании кислорода между световыми контрольными склянками и затемненными.

Таблица 20.

Определение потребности прудов в удобрении.

Дата	№ пруда	№ склянок	Количество гипосульфита, пошедшее на титрование, мл				Содержание кислорода, мг/л	Валовая первичная продукция, мг $O_2$ /в сут (Ф)
			1-е титрование	2-е титрование	Среднее для 2 титрований	Среднее для 2 склянок		
15/VI	20	Контроль						
		Светлые						
		1	4,5	4,3	4,4			
		2	4,4	4,3	4,45	4,42	7,06	7,06- 3,43= 3,63
		Темные						
		3	2,0	2,2	2,1			
		4	2,1	2,3	2,2	2,15	3,43	
		С азотом						
		5						
		6					8,0	4,57
		С фосфором						
		7						
		8					9,0	5,57
		С азотом и фосфором						
		9						
		10					10,0	6,57

С помощью внесения удобрений следует стремиться повысить валовую первичную продукцию в южных районах до 8-12 мг  $O_2$ /л в сутки и в остальных районах до 5-8 мг  $O_2$ /л в сутки и поддерживать ее на таком уровне до конца вегетационного сезона. Если валовая первичная продукция планктона намного превышает указанные пределы, нужно воздержаться от внесения удобрений независимо от концентрации растворенного в воде азота и фосфора и от реакции планктона на добавление биогенных элементов.

Данные обработки проб на определение потребности прудов в удобрениях методом биологических испытаний сводят в табл. 20.

Вывод. Валовая первичная продукция в контрольной склянке без удобрений равна 3,63 мг  $O_2$ /л в сутки, т. е. менее 5 мг  $O_2$ /л в сутки, следовательно, удобрения вносить надо. Пруд нуждается в совместном азотно-фосфорном удобрении, так как количество кислорода после экспозиции в склянках с азотным и фосфорным удобрением наибольшее (10 мг/л), а валовая первичная продукция 6,57 мг  $O_2$ /л в сутки. Расчет разовой дозы азотных и фосфорных удобрений, необходимых для внесения в пруд, производится с учетом фактической концентрации азота и фосфора в воде испытуемого пруда (см. тему «Расчет необходимого количества минеральных удобрений и порядок их внесения»).

#### Тема 60

### **РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПОРЯДОК ИХ ВНЕСЕНИЯ**

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

Цель внесения минеральных удобрений в пруды – повышение рыбопродуктивности за счет обеспечения питательными веществами (азот и фосфор) водорослей. Не нуждаются в удобрениях пруды, в которых наблюдается интенсивное развитие водорослей, вода окрашена в зеленый цвет, прозрачность 30-40 см и менее, содержание азота в воде более 2 мг/л, фосфора 0,5 мг/л, в грунтах пруда более 40 мг общего азота или 5 мг аммиачного азота на 100 г сухого грунта и 27 мг общего или 15 мг подвижного фосфора на такое же количество грунта.

Внесение в пруды излишнего количества минеральных удобрений недопустимо, так как в прудах могут возникнуть заморные явления, обусловленные интенсивным развитием фитопланктона и поглощением кислорода. Могут возникать токсикозы рыб, обусловленные отклонениями pH и содержанием свободного аммиака в воде прудов. Поэтому количество вносимых в пруд удобрений должно быть строго обоснованным. Потребное количество минеральных удобрений опре-



деляется с учетом прироста рыбной продукции за счет удобрений и удобрительного коэффициента.

Планируемый прирост рыбной продукции за счет минеральных удобрений для выростных прудов оценивается в 300 кг/га, для нагульных - 200 кг/га. Расход удобрений на единицу прироста рыбной продукции (удобрительный коэффициент) для аммиачной селитры 1-1,5, для суперфосфата 2-1,5 (т. е. в сумме 2,0-3,0). Зная эти величины, можно рассчитать количество удобрений, вносимых на 1 га площади пруда за вегетационный сезон (кг/га):

$$Y = P_y \cdot (Y/K),$$

где  $Y$  – количество фосфорных или азотных удобрений, кг/га;  $P_y$  – планируемый прирост рыбной продукции за счет минеральных удобрений, кг/га;  $Y/K$  – удобрительный коэффициент соответствующего удобрения.

За период выращивания рыбы удобрения вносят многократно. Значительная часть добавленных биогенных элементов быстро утилизируется фитопланктоном, и он получает «подкормку» на протяжении всего вегетационного сезона. Частоту внесения удобрений определяют по степени развития фитопланктона. При каждом внесении удобрений концентрацию биогенных элементов в воде необходимо доводить до 2,0 мг/л азота и до 0,5 мг/л фосфора. Величину любой дозы минеральных удобрений с учетом фактического содержания биогенных элементов в воде (в кг/га) рассчитывают по формуле:

$$Y = \frac{(K - k) \cdot H_{cp}}{P} \cdot 1000$$

где  $Y$  – величина дозы (первой и последующей) фосфорного или азотного удобрения, кг/га;  $K$  – оптимальная концентрация биогенов, мг/л;  $k$  – фактическая концентрация азота или фосфора по результатам анализа, мг/л;  $H_{cp}$  – средняя глубина пруда, м;  $P$  – содержание чистого вещества в удобрении, %.

Результаты расчетов удобно представить в виде таблицы:

Категории прудов	Площадь, га	Количество удобрений на сезон, кг/га		
		азотные	фосфорные	всего

*Продолжение*

Количество удобрений на площадь прудов, кг	Первая доза, кг/га			На площадь, кг
	азотные	фосфорные	всего	

Составляют календарный план внесения удобрений на весь вегетационный сезон в зависимости от температуры воды, так как эффективность действия удобрений зависит от температуры. В нагульные

пруды первую дозу вносят при весеннем прогреве воды до 12°C; в первой половине сезона каждая последующая доза должна вноситься через 10 дней, во второй половине сезона через 15 дней, а последнюю вносят при осеннем охлаждении воды в пруду до 12°C или за 20-30 дней до облова. Удобрение выростных прудов следует начинать за 7-10 дней до начала зарыбления, еще до залития прудов, в первой половине сезона удобрения вносят через 5 дней, во второй половине через 10 дней. При понижении температуры до 12°C и замедлении биологических процессов удобрение прудов следует прекращать.

Календарный график представляют в следующей форме (пример):

Категории прудов	Первая доза	Последующие дозы						
		месяцы		V		IV		
		декады		II	III	I	II	III
Выростной	15.V			15	20	5	15	25
				20	30	10	20	30

*Продолжение*

Категории прудов	Последующие дозы							Последняя доза
	VII			VIII			IX	
	I	II	III	I	II	III	I	
Выростной	5	15	30	10	20	30	10	10.IX
	10	20						

Даты внесения первой и последней доз устанавливают по средним многолетним датам устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 12°C весной и осенью для соответствующей зоны. Так устанавливается количество возможных порций удобрений; в течение вегетационного сезона оно корректируется в зависимости от фактического состояния пруда по вышеприведенным критериям. Для пересчета доз одного вида удобрений на другое используют данные табл. 37.

**Пример.** Требуется внести на 1 га пруда 200 кг аммиачной селитры. Ввиду отсутствия селитры ее заменяют сульфатом аммония, содержащим 20,8 % азота (действующего вещества). Пересчет ведут по содержанию азота в сульфате аммония. Определяют количество азота (в кг), которое должно быть внесено на 1 га пруда за сезон в виде 200 кг селитры (если в 100 кг селитры содержится 34 кг азота, то в 200 кг селитры – 68 кг азота).

Норму сульфата аммония находят по таблице по дозе азота, которую надо внести в пруд. Для этого по вертикальной шкале устанавливают процент азота в сульфате аммония (20%). По горизонтальной верхней шкале устанавливают цифру 70, что соответствует количеству азота, вносимого за сезон в пруд. При пересечении линий определяют дозу – 350. Это значит, что за сезон надо внести 350 кг сульфата аммо-

ния на 1 га пруда.

Таблица 37

Расчет норм потребности прудов в минеральных удобрениях (кг/га)

Содержание действующего вещества в удобрениях, %	Количество вносимого действующего вещества азота или фосфора, кг/га									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
14	70	140	214	289	357	429	500	571	643	714
18	56	111	167	222	278	333	389	444	500	556
20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
25	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
28	35	71	107	143	179	214	250	286	321	357
29	34	69	100	198	172	207	241	276	310	345
30	33	66	100	133	167	200	233	267	300	333
33	30	61	91	121	151	182	212	242	273	304
34	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
35	29	57	86	114	143	171	200	229	257	286
38	26	53	79	105	132	158	184	211	237	263
40	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
42	24	48	71	98	119	143	167	190	214	238
44	23	45	68	91	114	136	159	182	205	227
45	22	44	67	89	111	133	156	178	200	222
46	22	43	65	87	109	130	152	174	196	217
52	19	38	58	77	96	115	135	154	183	192
54	19	37	56	74	93	111	130	148	167	187
56	18	36	54	71	89	107	125	143	161	179
60	16	33	50	60	83	100	117	133	150	167
70	14	29	43	57	71	86	100	114	129	143
82	12	24	37	49	61	73	85	98	110	217

Примечание:

По азотным удобрениям расчет ведут на N, по фосфорным –  $P_2O_5$ , калийным –  $K_2O$ .

**Задание.** Рассчитать количество аммиачной селитры и суперфосфата, а также их заменителей, необходимое для удобрения прудов полносистемного прудового хозяйства (площадь и место расположения хозяйства указывает преподаватель). Составить план их внесения.

## Тема 61

**РАСЧЁТ КОРМОВ И УДОБРЕНИЙ ДЛЯ НАГУЛЬНЫХ ПРУДОВ**

[Шерман, Чижик, 1989]

Необходимое количество кормов (удобрений) определяется исходя из кормового (удобрительного) коэффициента и доли рыбопродукции, получаемой за их счет. Например, в пруду площадью 95 га, построенном на песчаных почвах (естественная рыбопродуктивность 1,5 ц/га), планируется получить общую рыбопродуктивность 23 ц/га при выращивании рыбы в поликультуре, в том числе карпа – 15 ц/га, толстолобиков – 8 ц/га. Учитывая, что оптимальное соотношение естественных и искусственных кормов в рационе карпа 20–30%. рассчитывается необходимое количество удобрений. Если принять, что третью часть рациона карпа составляет естественная пища. т. е. 5 ц/га, то за счет удобрений следует получить  $5 - 1,5 = 3,5$  ц/га, в том числе за счет органических 1 ц и за счет минеральных 2,5 ц. Зная удобрительный коэффициент, можно рассчитать необходимое количество минеральных удобрений  $2,5 \cdot 3 = 7,5$  ц/га и органических 100 ц/га.

Таблица 42

Ориентировочный график внесения минеральных удобрений в нагульные пруды, кг/га.

Дата	Суперфосфат		Аммиачная селитра	
	Глубина пруда, м			
	0,7	1,0	0,7	1,0
01.04	42	60	28	40
07.04	42	60	28	40
15.04	42	50	28	40
01.05	25	35	28	40
15.05	25	35	28	40
01.06	25	35	28	40
15.06	25	35	28	40
01.07	42	60	28	40
15.07	42	60	28	40
01.08	42	60	14	20
15.08	42	60	14	20
Итого	394	560	280	400

За счет кормов, таким образом, остается получить  $15 - 5 = 10$  ц/га. При кормовом коэффициенте комбикорма 4,7 общее количество корма составит  $10 \cdot 4,7 = 47$  ц/га. Произведенный расчет удобрений корректи-

руется в течение всего вегетационного сезона, с учетом потребностей пруда в отдельных биогенах. При отсутствии в колхозах и совхозах гидрохимических лабораторий можно пользоваться ориентировочными нормами внесения минеральных удобрений при интенсивном выращивании рыбы (табл. 42).

## Тема 62

### **ИЗВЕСТКОВАНИЕ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ**

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

Известкование прудов применяют для улучшения условий внешней среды и повышения рыбопродуктивности. Соли кальция идут на построение костного скелета, определяют нормальное развитие зародышей и тканей рыб, регулируют работу нервно-мышечной системы. Они потребляются всеми водными растениями и животными. Кроме того, они вызывают важные изменения в почве пруда. Из пруда ежегодно уносится большое количество кальция при спуске и облове, поэтому его необходимо восполнять. Известкование проводят в целях профилактики от болезней, обогащения воды кальцием как питательным элементом, мелиорации.

Мелиоративное действие извести является наиболее важным и служит в большинстве случаев необходимой предпосылкой для эффективного использования минеральных удобрений. Известкование нейтрализует кислую реакцию воды и почвы, ускоряет процессы минерализации органических веществ почвы и толщи воды, способствует обогащению воды биогенными элементами, ограничивает развитие болотной растительности.

Не все пруды одинаково нуждаются в извести. В ряде случаев известкование излишне и даже вредно (например, при повышенной щелочности). Одним из показателей потребности прудов в известковании может служить величина почвенной кислотности (рН). Наиболее пригодной в практическом отношении является кислотность, определяемая в хлоркаалиевой вытяжке и обозначаемая символом рН<sub>С</sub>. Потребность в известковании с целью нейтрализации почвенной кислотности начинает проявляться, если рН почвы в солевой вытяжке ниже 6,0. Путем известкования следует доводить рН до 6,5.

Наибольшую нейтрализующую способность и скорость действия на почвенную кислотность имеет негашеная известь. Гашеная известь имеет в 1,3, а известняк – в 1,8 раза меньшую нейтрализующую способность, поэтому нормы внесения разных видов извести неодинаковы. Для внесения в водоемы предпочтительнее пользоваться гашеной

известью в виде тонкого порошка «пушонки». Она оказывает наиболее быстрое нейтрализующее действие. Нормы внесения разных видов извести в зависимости от рН солевой вытяжки приведены в табл. 36.

Таблица 36

Количество извести, необходимое для нейтрализации почвенной кислотности прудов, ц/га

рНс	Негашеная известь СаО	Гашеная известь Са(ОН) <sub>2</sub>	Известняк СаСО <sub>3</sub>
4,0	23,0	26,0	36,0-
4,5	15,0	19,5	27,0
5,0	10,0	13,0	18,0
5,5	5,0	6,5	9,0
6,0	3,0	3,5	5,4

Большое значение имеет степень измельчения извести. По данным Д. Н. Прянишникова, около 60 % частиц СаСО<sub>3</sub> диаметром более 2 мм остаются в почве недействительными даже через 6 лет после их внесения.

Известковать пруды лучше по влажному дну, после спуска воды осенью или весной. При использовании негашеной извести ее раскладывают небольшими кучками по 30-40 кг, покрывают слоем влажной земли и периодически смачивают водой. После окончания процесса гашения известь, превратившуюся в порошок, равномерно разбрасывают по дну. Известкование должно быть закончено за 2-3 нед до заполнения прудов водой и посадки рыбы. Размолотые гашеную известь и известняк распределяют ровным слоем по дну. При этом рабочих необходимо обеспечить средствами химической защиты (комбинезон и противогаз). Углекислый кальций можно вносить непосредственно перед наполнением прудов и посадкой рыбы.

Кроме того, известь широко применяют для дезинфекции ложа рыбоводных прудов в количестве 25-30 ц/га. Нерестовые и зимовальные пруды, а также рыбосборные ямы, осушительную сеть и заболоченные участки прудов дезинфицируют сразу же после облова и пересадки рыбы в выростные и нагульные пруды.

Для дезинфекции небольших прудов целесообразно применять известковое молоко (негашеная известь с водой), равномерно разливая его по дну.

Помимо известкования по ложу, в интенсивно эксплуатируемые пруды с обильным кормлением рыбы в случае возникновения опасности замора рекомендуется вносить известь по воде в летнее время из расчета 2-3 ц/га при каждом внесении.

**Задание.** Определить необходимое количество извести для известкования прудов общей площадью: нерестовые – 1,0, выростные – 20,0 га, зимовальные – 2,0 га, нагульные – 100,0 га.

Пруды построены: I вариант – на болотистых почвах, рН<sub>с</sub> 5,0-5,5; II вариант – на подзолистых почвах, рН<sub>с</sub> 6,0; III вариант – на черноземных почвах рН<sub>с</sub> 7,0.

Для выполнения задания необходимо установить цель известкования прудов разных категорий по каждому варианту задачи, вид применяемой извести и подобрать соответствующие нормы. Расчеты произвестки отдельно для каждой категории прудов, подсчитать общее количество извести для каждого варианта задания. Результаты представить в виде таблицы.

### Тема 63

## **ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ**

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

В прудовом рыбоводстве страны до последнего времени практически всю продукцию составлял карп. В настоящее время все более широкое развитие получает совместное выращивание разных видов рыб – поликультура – важный резерв повышения продуктивности прудов. При выращивании рыб в поликультуре достигается более полное и рациональное использование естественной кормовой базы прудов. Наиболее широкое распространение в нашей стране получила поликультура растительноядных рыб.

### **РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ**

Растительноядные рыбы (белый и пестрый толстолобики, белый амур) – пресективные объекты рыбоводства. Внедрение рыб-фитофагов в прудовую культуру начато сравнительно недавно и первоначально проводилось как мероприятие, позволяющее утилизировать кормовые ресурсы водоемов, не используемые карпом при выращивании его в монокультуре.

Опыт использования растительноядных рыб показал, что при совместном выращивании карпа и растительноядных рыб, существенно различающихся по характеру питания и некоторым другим особенностям образа жизни, общая продукция (прирост массы) рыб значительно превосходит величину продукции, которой можно было бы ожидать при независимом использовании рыбами каждого вида кормовых ресурсов в тех же количествах. Таким образом, при поликультуре проис-

ходит перестройка системы отношений каждой группы рыб со средой ее обитания, что при оптимальной структуре посадки рыб обеспечивается улучшение среды. Именно такой эффект характерен для поликультуры на основе растительноядных рыб.

Использование белым толстолобиком фитопланктона приводит к улучшению условий светового и минерального питания водорослей и тем самым способствует усилению фотосинтетической деятельности водорослей, повышению содержания кислорода в воде.

Пестрый толстолобик потребляет зоопланктон, который по мере роста карпа становится ему менее доступным.

Амур влияет на развитие высшей водной растительности и нитчатки. Кроме того, оба вида толстолобиков и молодь амура питаются донными водорослями. Фекалии всех рыб-фитофагов становятся пищей для беспозвоночных. Они быстрее, чем фекалии карпа, подвергаются разложению, высвобождая тем самым биогенные элементы, поэтому служат весьма эффективным удобрением.

Улучшение условий среды при поликультуре обеспечивает резкое повышение естественной рыбопродуктивности прудов. Если естественная продуктивность при монокультуре карпа колеблется от 1 до 2,8 ц/га (для разных климатических зон), то при поликультуре она достигает в условиях субтропиков 20-24 ц/га, в условиях лесостепной зоны – 6,5-9 ц/га.

Чрезвычайно велико значение растительноядных рыб в рыбоводстве как «мелиораторов». Бесконтрольное развитие водной растительности вызывает существенные изменения в жизни водоемов. Зарастание водоёмов приводит к их заболачиванию, уменьшению полезного объема, увеличению испарения. Транспирация растений в 4-5 раз превосходит испарение с открытой водной поверхности. В результате чрезмерного зарастания водоемов ухудшаются световые, температурные, гидрохимические условия жизни многих организмов планктона и бентоса. Рыбопродуктивность таких водоемов сильно снижается.

При использовании рыб-фитофагов для подавления растительности мелиоративный водохозяйственный эффект сочетается с непосредственным производством полезного продукта. В этом плане наиболее интересен как рыба-мелиоратор белый амур. Опыты по использованию белого амура для борьбы с водной растительностью указывают на высокую эффективность этой рыбы как мелиоратора. Молодь белого амура переходит на потребление высшей растительности на 30-45-е сутки при длине малька не менее 3 см. Белый амур использует практически все виды прудовой флоры и многие наземные растения. Это позволяет использовать белого амура для очистки водоемов с любым ви-



довым составом зарослей, а также организовать кормление его наземной растительностью (злаки, клевер, люцерна др.).

При вселении в водоемы с ограниченными растительными ресурсами или при повышенной плотности посадки белый амур становится, по существу, всеядной рыбой, переходя на питание несвойственными ему кормами. Поэтому необходимо соблюдать нормативы по плотности посадки рыбы в различные по типу зарастания и хозяйственному назначению водоемы.

В технических водоемах, ирригационных каналах, рисовых чеках водного пара, где выращивание белого амура ведется с целью борьбы с водной растительностью, необходимо применять плотные посадки рыбы. Нормы зарыбления в рыбоводных прудах в зависимости от зоны не превышают 50-300 шт/га. Ниже приводится схема технологического процесса получения потомства растительноядных рыб (Рекомендации по разведению и выращиванию растительноядных рыб, М., 1977):

Производственные процессы	Краткое содержание основных операций
Весенняя бонитировка производителей	Самки делятся на три группы: лучшие, наиболее зрелые; так же хорошо подготовленные, но менее зрелые; недостаточно подготовленные, с тугим брюшком. Самцы делятся на две группы: легко отдающие молоки, текучие; не текучие или мало дающие молок.
Содержание производителей при нерестовых температурах	Производителей отсаживают по видам, полу и группам зрелости. Для содержания используют специальные пруды, хорошо и быстро облавливаемые.
Гипофизарная инъекция	Дозу гипофиза определяют по показателям обхвата и массы тела. Предварительная доза инъектирования составляет 0,1 от разрешающей дозы. Разрешающая доза вводится через сутки после предварительной. Самцов инъектируют лишь один раз или не инъектируют, если сперма выходит свободно. Инъекцию делают в мышцу спины в конце первой трети тела выше боковой линии и ниже спинного плавника уколом под чешую. Первую подготовительную инъекцию проводят вечером (18-19 часов), вторую разрешающую инъекцию – вечером следующего дня. Созрева-

Получение икры и молок	ние половых продуктов после инъекции наступает через 7-12 ч при 20-22 °С. В это время производителей выдерживают в специальных прудиках или ваннах-контейнерах.
Осеменение икры	Вылов самцов и сбор молок в широкие пробирки, хранение спермы в термосах со льдом (до 12 ч). Вылов самок из прудиков и отцеживание икры в сухой чистый таз.
Инкубация икры	На 1 л икры используют 5 мл молок. Молоки от 2-4 самцов распределяют по икре птичьим пером, затем добавляют небольшое количество воды, перемешивают пером (покачивая таз). Через 1-2 мин добавляют свежую воду и сливают. Операцию повторяют 1-2 раза.
Выклев личинок	Раскладка икры в инкубационные аппараты (не позже чем через 5-10 мин после осеменения). Контроль хода инкубации: а) определение процента оплодотворенной икры; б) отбор погибшей икры; в) строгий режим водообмена. Инкубация икры при оптимальной температуре (21-25°С) продолжается 23-33 ч. При повышении температуры воды до 27-29°С. срок сокращается до 17-19 ч.
Выдерживание личинок	Продолжительность выклева 1-3 ч. При задержке выклева – искусственное стимулирование его путем сокращения водоподачи в 3-5 раз на 7-20 мин.
Транспортировка ли-	Концентрация личинок в садках из мельничного газа № 17-20, установленных в цехе. Плотность посадки личинок в один садок при хорошей проточности до 250 тыс. шт. (размер садка 0,7-0,7-0,45 м). Длительность выдерживания определяется температурой воды. Пересадку в мальковые, выростные пруды или на реализацию производят при переходе на смешанное питание (момент заполнения плавательного пузыря).
Транспортировка ли-	Подготовка тары и транспорта. Перевоз-

чинок

ка на короткие расстояния в молочных бидонах при плотности посадки около 50 тыс. шт. на один бидон. Перевозка в полиэтиленовых пакетах емкостью 40 л (1/3 воды, 2/3 кислорода); продолжительность перевозки до 5 ч – посадка личинок до 100 тыс. шт., продолжительность перевозки более 5 ч – посадка до 50 тыс. шт. Температура воды для перевозки не ниже 15°C и не выше 30°C.

Выпуск личинок в  
мальковые пруды

Установка сороуловителей на водоподаче в мальковый или выростной пруд. Предварительное внесение удобрений по ложу пруда и заполнение водой за 3-5 дн до зарыбления. Плотность посадки в мальковые пруды: а) без удобрений в первой партии выращивания – 3-4 млн. шт/га, во второй – 2-3 млн. шт/га; б) при внесении удобрений плотность посадки увеличивается в первой партии до 6-7 млн. шт/га, а во второй – до 5 млн. шт/га. Длительность подращивания, до 20 дн. Облов и транспортировка подрощенных личинок, зарыбление выростных прудов.

При подращивании личинок растительноядных рыб следует соблюдать те же правила, которые существуют при подращивании личинок карпа. Стимулирование развития зоопланктона обеспечивается внесением в пруды органических удобрений. Навоз или компост вносят за 30-45 дн до заполнения прудов водой из расчета 3-7 т/га. Оптимальная температура воды для подращивания личинок растительных рыб лежит в пределах 20-25 °С. Неподрошенных личинок желательно сажать в пруды вскоре после заполнения их водой (не позднее чем через 7-10 дн). Выращивание сеголетков растительноядных рыб проводят вместе с сеголетками карпа. Биологические нормативы по выращиванию растительноядных рыб приводятся в табл. 31.

## Нормы выращивания растительноядных рыб

<b>Наименование нормы</b>	<b>Норма</b>
Возраст впервые используемых производителей, год:	
самки	5-6
самцы	4-6
Ежегодная замена производителей, %	25
Плотность посадки производителей в летнематочные пруды, шт/га:	
белый амур	50-100
белый толстолобик	100-250
пестрый толстолобик	50-70
Рыбопродуктивность летнеремонтных прудов, ц/га:	
белый амур	До 0,5
белый толстолобик	2-3
пестрый толстолобик	1-1,5
Прирост молодняка в летнеремонтных прудах, г:	
а) сеголетки:	
белый толстолобик	50-80
белый амур	50-80
пестрый толстолобик	100
б) двухлетки:	
белый толстолобик	950
белый амур	900
пестрый толстолобик	1400
в) трехлетки:	
белый толстолобик	1000
белый амур	1000
пестрый толстолобик	1500
г) четырехлетки:	
белый толстолобик	1000
белый амур	1000
пестрый толстолобик	2000
д) пятилетки:	
белый толстолобик	1000
белый амур	1000
пестрый толстолобик	2000
Посадка на зимовку, тыс. шт/га:	
а) сеголетки	200-300
б) ремонт прочих возрастов	150-200

в) производители	150-200
Плотность посадки личинок при подращивании в мальковых прудах (масса 30-50 мг), млн. шт/га	3-5
Выход подращенной молоди из мальковых прудов, %	60
<b>Выращивание посадочного материала (совместно с карпом)</b>	
Плотность посадки личинок при подращивании в мальковых прудах (масса 300-500 мг), млн. шт/га	0,5-1
Выход сеголетков от посадки, %:	
личинки	30-40
подращенных мальков	50-70
Средняя масса сеголетков, г	15-35
Плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды, тыс. шт/га	450-550
Выход годовиков после зимовки, %	75-85
<b>Выращивание товарной рыбы (совместно с карпом)</b>	
Выход двухлетков от посадки годовиков, %:	
а) пруды с дамбами	80-90
б) русловые пруды	75-85
в) неспускные пруды	50
Средняя масса двухлетков, г:	
белый толстолобик	150-700
белый амур	300- 1000
пестрый толстолобик	300-1000

При совместном выращивании молоди растительноядных рыб и карпа следует иметь в виду, что при облове растительноядные рыбы, особенно белый толстолобик, легко травмируются. Белый и пестрый толстолобики – стайные рыбы, держатся преимущественно в толще воды или у поверхности. Значительную часть толстолобиков можно выловить по воде неводом.

При облове прудов удобно пользоваться уловителями, установленными на сбросном сооружении, это позволяет избежать травмирования рыбы, и произвести её сортировку. В уловитель сначала идет белый, затем пестрый толстолобик и белый амур почти одновременно с карпом.

В рыбхозах средней полосы двухлетки растительноядных рыб, особенно белого толстолобика, из-за низких температур не всегда достигают стандартных навесок. Товарные качества двухлетков амуров и толстолобиков при штучной массе 200-300 г недостаточно высоки, поэтому, когда это представляется возможным, выращивают трехлетков растительноядных рыб.

## Тема 64

**КОМБИНИРОВАННЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ  
ТЕПЛОВОДНОГО ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА**

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

Прудовое рыбоводное хозяйство можно вести в комплексе с другими отраслями сельскохозяйственного производства. Комплексное использование прудов и ирригационных систем для нужд земледелия, животноводства и рыбоводства позволяет поднять экономическую эффективность работы колхозов и совхозов, рентабельно использовать даже небольшие по площади пруды. Наибольшее распространение в рыбоводстве получили такие формы комбинированного хозяйства, как рисо-рыбное и рыбоводно-утиное. Для целей рыбоводства используются оросительные водоемы, торфяные карьеры, геотермальные воды и водоемы-охладители тепловых электростанций.

**РЫБОВОДСТВО НА ТОРФЯНЫХ КАРЬЕРАХ**

Использование торфяных карьеров для выращивания рыбы имеет большое народнохозяйственное значение. В нашей стране сотни тысяч гектаров торфяных карьеров.

Для целей рыбоводства подходят торфяные выработки низинных болот. Особенности биотехники разведения и выращивания рыбы, а также строительства прудов определены своеобразным гидрохимическим, гидрологическим и гидробиологическим режимом торфяных карьеров.

Так, при строительстве зимовальных прудов рекомендуется торфяную залежь выбирать до минерального грунта, пруды делают каналообразной формы со сменой воды один раз в 3-5 суток и обязательной аэрацией поступающей воды. Нерестовые пруды строят на участках с невыработанным торфом. Торфяные карьеры имеют невысокую естественную рыбопродуктивность, которая составляет 50-100 кг/га. При применении методов интенсификации – удобрении карьеров, кормлении рыбы – получают 7-10 ц/га рыбы.

**РЫБОВОДНО-УТИНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

Большой хозяйственный интерес представляет совместное выращивание рыбы и уток. Это дает двойную продукцию и, кроме того, оказывает положительный эффект на выращивание как рыбы, так и уток.

Утки удобряют пруды, уничтожают вредителей рыб и их конку-

рентов в питании, что положительно сказывается на развитии естественной кормовой базы и значительно поднимает рыбопродуктивность прудов (40-60%). Водный выгул позволяет экономить концентрированные корма.

Выращивают уток пекинской породы. Выгул уток разрешается только на нагульных прудах, в которых не наблюдается заболевание карпа краснухой или жаберной гнилью. Плотность выпуска уток зависит от количества растительности в водоеме, его проточности, глубины, а также гидрохимического режима. Для рыбоводных прудов принята в среднем норма посадки 200-250 голов на 1 га водной площади с глубинами до 1 м.

Утят начинают выращивать через месяц после выпуска рыбы в пруды. За летний период на прудах можно выращивать 2-3 партии уток. Товарная масса одной утки 2-2,5 кг. Размещают утят в колониальных домиках при плотности 20-25 утят на 1 м<sup>2</sup> площади пола.

Выпуск рыбы в пруды проводят сразу же после разгрузки зимовалов. Плотность посадки годовиков карпа и растительноядных рыб 4500-5500 шт./га, причем 2500-2900 шт./га приходится на долю карпа. Посадку можно рассчитать по формуле

$$x = \frac{(ПГ + 0,4ПГ_1) \cdot 100}{(B - \nu) p},$$

при  $П$  – естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;  $Г$  – площадь пруда, га;  $Г_1$  – площадь пруда с глубиной до 1 м, га; 0,4 – повышение естественной рыбопродуктивности за счет выгула уток (40%); 100 – постоянный расчетный коэффициент;  $B$  – планируемая средняя штучная масса рыбы, кг;  $\nu$  – масса рыбы при посадке в нагульные пруды, кг;  $p$  – планируемый выход двухлетков к осени, %.

При разработанной биотехнике совместного выращивания рыбы и уток получают в южных районах до 30 ц товарной рыбы и 6-10 ц утиного мяса с каждого гектара водной площади. В центральных районах выход рыбной продукции с 1 г – 10-16 ц и утиного мяса – 4-6 ц.

### Методы расчета посадки рыбы в рыбоводно-утином хозяйстве

**Расчет.** Определить количество рыбопосадочного материала в нагульные пруды общей площадью 250 га, а также рассчитать потребное количество утят при выращивании их в две партии. Площадь с глубинами до 1 м в прудах 65%. Естественная рыбопродуктивность прудов 200 кг/га. Повышение естественной рыбопродуктивности за счет выгула утки предполагается на 40 %. Плотность посадки утят –

200 шт. на 1 га площади пруда с глубинами до 1 м. Средняя масса годовиков 30 г. Планируемая средняя масса двухлетков – 500 г. Выход рыбы из прудов – 80%.

Определяют водную площадь с глубинами до 1 м:

$$\begin{array}{r} 250 \text{ га} - 100\% \\ x \quad - 60\% \end{array} \quad x = \frac{250 \cdot 60}{100} = 150 \text{ га}$$

2. Рассчитывают необходимое количество утят на водную площадь, равную 150 га, при условии, что в течение сезона будут выращены две партии уток:

$$200 \cdot 150 \cdot 2 = 60000 \text{ уток.}$$

3. Количество рыбопосадочного материала, потребное для зарыбления прудов, определяют, пользуясь формулой

$$x = \frac{(ПГ + 0,4ПГ_1) 100}{(B - \epsilon) p} = \frac{(200 \cdot 250 + 0,4 \cdot 200 \cdot 150) \cdot 100}{(0,5 - 0,03) \cdot 80} = 165 000 \text{ годовиков}$$

## Тема 65

### ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД И СБРОСНЫХ ВОД ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

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

Эффективность прудового рыбоводства находится в большой зависимости от географической зоны расположения хозяйства и от сложившихся погодных условий. Недостаток тепла неблагоприятно сказывается на росте рыб и рыбопродуктивности прудов.

В связи с этим все большее внимание обращается на использование естественных и промышленных тёплых вод для рыбохозяйственных целей. Температура сбросных вод тепловых и атомных электростанций большую часть года на 8-10°С выше температуры естественных водоемов, расположенных в том же районе. Это позволяет значительно интенсифицировать рыбоводство и выращивать рыбу круглый год.

Наиболее разработанный в настоящее время способ – выращивание рыбы в бассейнах с теплой сбросной водой или садках, установленных в водоеме-охладителе тепловой электростанции. В производственных условиях при использовании полноценных кормов получают по 100 кг рыбы и более на 1 м<sup>2</sup> площади садка, т.е. примерно в 1000 раз больше того, что получают в прудовых условиях. Схема бассейнового хозяйства приводится на рис. 60.





Рис. 60. Схема бассейнового хозяйства

В рекомендациях по выращиванию карпа в сетчатых садках на теплых водах установлены следующие показатели:

Соотношение садковой площади и водоема-охладителя	1 : 1000
Плотность посадки годовиков карпа, шт/м	100-200
Средняя масса годовиков карпа, г	30
Средняя масса товарного карпа, г	400-450

Частота кормления рыбы в садках – 6-12 раз в сутки с использованием различных кормораздатчиков и кормушек.

Прирост двухлетков карпа на теплых водах в средней полосе составляет: май – 1 %, июнь – 13, июль – 32, август – 38, сентябрь – 16%. Для выращивания используются садки площадью от 2 до 8 м<sup>2</sup>, которые устанавливаются в водоеме на понтонах.

В садках помимо карпа выращивают канального сомика, бестера, а в зимний период – форель.

В водоемы-охладители рекомендуется выпускать белого амура, белого и пестрого толстолобика, большеротого, малоротого и черного буффало.

Большой интерес для рыбоводства представляют теплые воды глубоких скважин. Геотермальные воды обнаружены во многих областях страны. Только в Омской и Новосибирской областях суточный дебет воды из скважин составляет более 100 тыс. м<sup>3</sup>. Температура воды при изливании достигает 30 °С и более.

Опыт по использованию геотермальных вод показал, что они могут быть использованы для целей для рыбоводства. В условиях Сибири двухлетки карпа, выращенные в водоемах с геотермальной водой, достигли средней массы 500 г. Молодь карпа в прудах с геотермальной водой зимует с небольшими потерями. Это открывает новые возможности для развития рыбоводства в восточных районах страны.

Рыбоводные расчеты при использовании теплых сбросных вод. Опыт эксплуатации садковых и бассейновых хозяйств на теплых водах в нашей стране еще невелик. Поэтому при рыбоводных расчетах поль-

зуются временными рекомендациями.

**Расчет.** Рассчитать возможную площадь садкового хозяйства, если площадь водоема-охладителя 500 га; определить потребность в молоди рыб и выход товарной продукции. В садковом хозяйстве предполагается в период апрель–сентябрь выращивать карпа, а в октябре–марте–радужную форель. Садковое хозяйство будет работать при следующих рекомендуемых нормативах: соотношение садковой площади и водоема-охладителя – 1 :1000; плотность посадки годовиков карпа в садки – 150 шт/м<sup>2</sup>; плотность посадки форели в садки – 100 шт/м<sup>2</sup>; средняя масса товарного карпа – 450 г; средняя масса товарной форели – 150 г; выход карпа – 80%,; выход форели – 90 %.

1. Определяют площадь садков:

$$500 \text{ га} : 1000 = 5000 \text{ м}^2.$$

2. Определяют потребное количество годовиков карпа:

$$150 \cdot 5000 = 750 \text{ 000 шт.}$$

3. Определяют выход двухлетков:

$$\begin{array}{l} 750000 \text{ — } 100 \\ x \text{ — } 80 \end{array} \quad x = \frac{750000 \cdot 80}{100} = 600000 \text{ шт.}$$

4. Определяют выход товарной продукции карпа:

$$450 \cdot 600 \text{ 000} = 270 \text{ т.}$$

5. Определяют потребное количество посадочного материала форели:

$$100 \cdot 5 \text{ 000} = 500 \text{ 000 шт.}$$

6. Определяют выход товарной продукции форели:

$$x = \frac{5000000 \cdot 90}{100} \cdot 150 = 67,5 \text{ т.}$$