

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»

Кулиш А.В.

ПРУДОВОЕ РЫБОВОДСТВО

Конспект лекций

для студентов направления подготовки

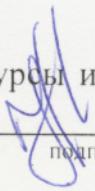
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм
обучения

Керчь, 2018 г.

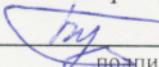
УДК 639.3

Составитель:

Кулиш А.В., канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура»
ФГБОУ ВО «КГМТУ»

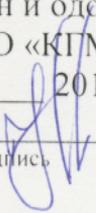

_____ подпись

Рецензент: Булли Л.И., канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы
и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»


_____ подпись

Конспект лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Водные биоресурсы
и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 6 от 29.05 2018 г.

Зав. кафедрой _____ А.В. Кулиш


_____ подпись

Конспект лекций утвержден и рекомендован к публикации
на заседании методической комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 1 от 03 09 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

	ВВЕДЕНИЕ.....	4
1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРУДОВЫХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ.....	6
1.1	Ведение в прудовое рыбоводство.....	6
1.2	Типы, формы, системы и обороты прудовых хозяйств.....	19
1.3	Прудовый фонд отрасли.....	24
1.4	Водоснабжение прудовых хозяйств.....	29
2	ЕСТЕСТВЕННАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ И ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ.....	36
2.1	Естественная рыбопродуктивность прудов.....	37
2.2	Интенсификационные мероприятия в прудовом рыбоводстве. Мелиорация как базовое направление интенсификации прудового рыбоводства.....	50
2.3	Удобрение прудов как один из ключевых методов интенсификации прудового рыбоводства.....	60
2.4	Кормление рыбы как один из ключевых методов интенсификации прудового рыбоводства.....	69
2.5	Применение поликультуры как одного из ключевых методов интенсификации прудового рыбоводства.....	92
2.6	Значение и содержание вспомогательных направлений интенсификации прудового рыбоводства.....	104
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	110

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Прудовое рыбоводство» является обязательной дисциплиной вариативной части профессионального цикла общей образовательной программы (ООП) направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (уровень бакалавриата). Изучение данной дисциплины занимает одну из ключевых ролей в формировании профессионализма будущего специалиста – практика, не только при воспроизводстве и выращивании различных объектов в условиях прудов, но и в целом всей аквакультуры. Ведь именно прудовое рыбоводство является не только древнейшим и основным направлением рыбоводства, но и областью, имеющей в своем арсенале и успешно применяющей в практике все известные методы интенсификации производства. Будущий молодой специалист освоивший данное направление и обладающий значительным базовым запасом знаний без труда успешно освоит иные направления (пастбищное, индустриальное) и виды (марикультура, фермерское, декоративное) аквакультуры.

В современных условиях успешное изучение данной дисциплины имеет важное значение в подготовке бакалавров к самостоятельной производственно-технологической, организационно-управленческой и проектной деятельности, как в практической аквакультуре, так и в целом в рыбохозяйственной отрасли.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины, относятся знания и умения, сформированные в процессе изучения базовой дисциплины «Биологические основы рыбоводства», сопутствующих дисциплин «Общая биология», «Экология», «Гидробиология», «Ихтиология», «Искусственное воспроизводство рыб», «Физиология рыб», «Ихтиопатология» и «Рыбохозяйственная гидротехника», а также знания и практические навыки, полученные при прохождении производственной практики.

Для успешного овладения дисциплиной «Прудовое рыбоводство» обучающийся по результатам освоения предшествующих и сопутствующих дисциплин должен обладать следующими базовыми знаниями и умениями:

- **знать:** основные законы и закономерности взаимодействия абиотических и биотических элементов экосистемы водоема; биологию видов рыб – объектов разведения и выращивания в аквакультуре, биологические основы управления физиологическими процессами рыб – ростом и половыми циклами, структуру и организацию прудовых хозяйств различных типов, форм, систем и оборотов;

- **уметь:** владеть методами биологической оценки объектов фауны и флоры водоемов, охарактеризовать экологическое состояние водного объекта, выполнить водохозяйственные расчеты при проектировании прудового рыбного хозяйства;

Знания, полученные в результате изучения дисциплины необходимы при прохождении практики на рыбоводном предприятии, написания выпускной квалификационной работы (ВКР), дальнейшей самостоятельной производственной деятельности. Дисциплина «Прудовое рыбоводство» является одной из базовых дисциплин, предшествующих изучению следующих дисциплин при обучении в магистратуре: «Интенсивные технологии в аквакультуре», «Мировое рыбное хозяйство» и «Моделирование технологических процессов в рыбоводстве».

В результате освоения дисциплины студент будет иметь следующие знания, умения и навыки:

- **знать:** современное состояние прудовой аквакультуры и перспективы ее развития; значение прудового рыбоводства в обеспечении населения

рыбопродукцией; основные типы, формы, системы и обороты прудового хозяйства; основные звенья планирования работы в прудовом рыбоводстве; биологию рыб – объектов разведения и выращивания в прудах; способы повышения естественной рыбопродуктивности за счет применения мелиорации, удобрения, кормления и поликультуры; организацию племенной работы в прудовом рыбоводстве; биотехнологию воспроизводства, выращивания рыбопосадочного материала и товарной продукции в прудах; организацию специальных и комбинированных форм прудового рыбоводства.

- **уметь:** организовать технологические процессы в прудовом хозяйстве; применять биотехнику выращивания карпа, форели, растительноядных и других рыб; выполнять гидробиологические анализы естественной кормовой базы прудов; определять нормы внесения удобрений и извести в пруды; оценивать состояние рыб при проведении контрольных ловов; определять пол и возраст объектов выращивания в прудах; определять готовность производителей прудовых рыб к воспроизводству; вести селекционно-племенную работу в условиях прудового рыбоводства; транспортировать икру, личинок, молодь, производителей рыб в различных природно-климатических условиях; рассчитывать необходимое количество кормов для рыб; культивировать живые корма в прудах; рассчитывать состав и качество кормосмеси для прудовых рыб разных видов и возрастов; выполнять учет количества молоди и товарной рыбы приятными методами; находить правильные решения для предупреждения заморных явлений; организовать достаточный водообмен в прудах; выполнять рыбохозяйственные расчеты при проектировании прудовых рыбных хозяйств; составлять технологические планы выращивания рыбы, её кормления, удобрения прудов.

- **владеть методами:** выполнения биотехнологических процессов при воспроизводстве и выращивании рыбы в прудах; применения интенсификационных мероприятий в прудовом рыбном хозяйстве; биологического и технологического контроля условий содержания, роста и физиологического состояния объектов выращивания в прудах; хранения и подготовки и использования кормов и кормосмесей, удобрений и извести; ведения племенной работы в прудовом хозяйстве; учета количества молоди и старших групп рыб при пересадках; организации зимовки рыбы в прудах; вычисления плановых и фактических показателей рыбопродуктивности прудов; составления производственных планов и технологических расчетов при организации воспроизводства и выращивания гидробионтов в прудах.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРУДОВЫХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ.

1.1 Введение в прудовое рыбоводство.

Аквакультура как одно из направлений сельскохозяйственного производства. История развития рыбоводства в целом, а также в России. Прудовое рыбоводство, его задачи, роль и место в рыбохозяйственной отрасли. Основные технологические термины и понятия.

Аквакультура как одно из направлений сельскохозяйственного производства. Предметом аквакультуры является технология производства рыбы, беспозвоночных и водорослей с использованием пресных и морских вод. Выращивание рыбы является подотраслью сельского хозяйства, поэтому, как и в животноводстве, аквакультура по принципу организации кормления гидробионтов может осуществляться двумя способами – пастбищном и откормочном.

Пастбищная аквакультура подразумевает выращивание рыбы и других гидробионтов в искусственных и естественных водоемах без осуществления специального кормления, то есть исключительно на естественной кормовой базе. Откормочная аквакультура имеет место при производстве рыбы в садках, бассейнах, лотках, прудах и других искусственных водоемах, где объект выращивается при значительно плотных посадках, нежели, чем в пастбищной аквакультуре, с обязательным применением искусственных кормов.

В свою очередь по месту выращивания рыбы выделяют морскую и пресноводную аквакультуру.

Аквакультура удачно интегрируется (комбинируется) с производством дополнительной или сопутствующей продукцией – водоплавающей птицей, околородными пушными зверьками, выращиванием овощей и других сельскохозяйственных культур. Использование отработанных теплых вод для выращивания рыбы сокращает сроки получения товарной продукции в несколько раз и позволяет расширить видовой состав культивируемых термофильных рыб (тиляпий, американского крапчатого и африканского клариевого сома и др.).

По типу используемых рыбоводных водоемов и методологии культивирования и выращивания объектов (набору применяемых интенсификационных мероприятий) аквакультура подразделяется на три основных направления – пастбищное, прудовое и индустриальное. В свою очередь в аквакультуре выделяют еще ряд специальных организационно-экономических видов аквакультуры (марикультура, фермерская, декоративная, рекреационная и другие) использующих в своей деятельности отдельные черты основных трех направлений.

История развития рыбоводства в целом, а также в России. Историческое развитие аквакультуры берет свои истоки задолго до начала новой эры. Свидетельства об успешном содержании (длительной передержке) рыбы установлены в исторических свидетельствах древнего Египта, Месопотамии и Китая. Однако первые попытки классического рыбоводства появляются лишь в древнем Риме. Так, римский писатель Плиний (23-79 гг. н. э.) упоминает об известном Сергиусе, первым в Риме, придумавшем рыбные пруды и Луциниусе Мурене который в Риме содержал морских рыб в рыбных садках. Навыки по

содержанию и разведению рыбы распространились во многие уголки античного мира. Так, карп, выращенный в низовьях реки Дунай, поставлялся за многие сотни километров в город Равенну, что в современной Италии, к столу короля остготов Теодориха Великого (493-526 гг.). Широкому распространению прудового содержания рыб в Западной Европе способствовали указы короля франков Карла Великого (768-814 гг.). Так, в указе от 812 г. он приказывал создавать новые и расширять существующие сети прудов во владениях своих подданных. Наиболее широкого развития разведения рыбы, начиная с XI века, добились широко распространенные в то время монастыри.

Наибольшего расцвета рыбоводство в Европе достигло в период с XIV по XVI века. В это время были разработаны основы рыбоводства, которые используются в целом и в настоящее время. Например, выращивать карпов отдельно по возрастным классам; закладывать нерестовые и нагульные пруды; использовать зимовальные пруды; вести кормления по графикам; изучать болезни рыб для разработки мер бороться с ними и так далее. К началу XXVII века развитие прудового хозяйства (строительства новых прудов) стало настолько всеобщим и зачастую наносящим определённый вред рекам, что император Священной Римской Империи Рудольф II (1576-1612 гг.) повелел, об обязательной выдаче разрешения официальных властей на закладку новых прудов. С конца XVIII века, после конфискации собственности монастырей Наполеоном II, а также из-за низких цен на рыбу и в связи с тем, что пруды после конфискации попали в неопытные руки, прудовое хозяйство в Европе быстро приходит в упадок.

Рыбоводство в России имеет достаточно глубокие корни начиная с Киевской Руси. В Новгородской области и на Украине при археологических раскопках были найдены остатки прудов искусственного происхождения. Византийский летописец Косьма Каппадийский писал, что в период походов князя Игоря на Константинополь русы строили пруды лучше, чем греки - «крепче и весьма хорошо для рыбы». Так же в летописях упоминаются имена древних рыбоводов братьев Добрыни и Боривоя из земель Новгородских, Валиобора из Киева, которых отсылали получать рыбоводную науку в Заморские страны.

Известна так же история о том, что при царе Иване Грозном в его имении работал рыбовод Стрельцов, который вел записи, в которых говорилось какую рыбу и в какой пруд на нерест сажать «дабы иметь приплод отличнейший, лучший и новейший». Племенную рыбу «растить полагается в особой сажалке». Эти сведения являются первыми, которые указывают на проведение селекции рыб.

В XV столетии на Руси растили карасей, стерлядь, вырезуба, а в монастырях стерлядь и карпов. В летописях указывается плотность посадки рыбы в пруду Каменский. При ширине пруда полверсты и такою же длиною на два аршина приходилось по одной рыбе. С XVI пруды стали вноситься в инвентарные книги как ценное имущество. Во времени правления Бориса Годунова рыбоводство Руси достигло небывалого расцвета. В тот период было построено большое количество прудов, из которых некоторые сохранились и до нашего времени. Придворный рыбовод царя Алексея Михайловича Гришка Соловей мог устранять запахи из воды, в котором росли сомы, Рыбовод Петра I Нардов аэрировал воду, вращая лопасти мешалки от мельниц, установленные в воде, а также сделал устройство, которое скашивало водную растительность. Ещё один рыбовод Петра I Фалалеев демонстрировал царю волок, которым очищался весь пруд от коряг. В 1630 году была составлена первая карта расположения прудов с указанием выращиваемой в

них видов рыбы и рыбопродуктивностью. При Петре I была сделана сводка о рыбоводстве, в которой было указано 49 видов рыб, которые разводились в прудах. Наиболее часто выращивались форель и карп.

Степан Андреевич Крашенников – друг М. Ломоносова, русский учёный занимался строительством прудов и перевозкой морских рыб для выращивания в прудах. Его учеником был Лепехин И.И. и в 1790 г. проводил опыты с патологией рыб. Он для профилактики заболеваний у рыб применял в экспериментальных прудах настойку черёмухи богатую фитонцидами. Проводил эксперименты с освещением, аэрацией, дополнительным вселением хищной рыбы, используя поликультуру. Так же известным рыбоводом был Пётр Паллас, являясь самым крупным учёным зоологом своего времени, а также изучал и ихтиологию. Им были проведены работы по инкубации икры карпа.

На рыбоводство как отрасль сельского хозяйства в России было обращено внимание в 1869 году, когда известный ихтиолог Ф. Судакевич, характеризуя рыборазведение в стране и за границей, отмечал, что нив одной стране эта отрасль не пользовалась таким малым вниманием как в Российской империи. И это несмотря на то что, русскими рыбоводами-исследователями были сделаны существенные шаги в развитии, как биологических основ, так и практического рыбоводства. Следует упомянуть некоторых из таких ученых.

Андрей Тимофеевич Болотов (1738-1833 гг.) – российский естествоиспытатель, заложивший основы разведения и выращивания карпа, рыбовод-практик способствовал распространению современного прудового рыбоводства в центральной России (Тульская губерния). Болотов А.Т. был увлечён рыбоводством и занимался уходом за прудами и повышал их рыбопродуктивность. Он первым выявил влияние качества воды и грунта на рыбопродуктивность прудов. Проведённые им работы по кормлению рыбы и засеву водоёмов культурными растениями легли в основу интенсификации прудового рыбоводства;

Владимир Павлович Врасский (1829-1862 гг.) – российский ихтиолог, заложивший основы промышленного рыбоводства в России. Работы по разведению мальков лосося, форели и сига, а также акклиматизации на севере осетровых рыб. В 1854 разработал так называемый сухой способ искусственного осеменения икры, вошедший в историю как «русский» метод или метод Врасского. Построил (1856-57) на реке Пестовке в селе Никольском Новгородской губернии первый в России рыбоводный завод для разведения лососей и сигов (ныне АО «Никольский рыборазводный завод им. В.П. Врасского»). Им же была заложена и система прудов, сохранившаяся до сих пор. В 1961 году мощность данного завода составляла 8 млн. икринок, в том числе: 5 млн.шт. сига, 1,8 млн.шт. форели и 1,2 млн.шт. лосося. Равного ему по мощности еще долгое время не было, как за границей, так и в России. Ещё при жизни основателя завод становится главным в стране центром научно-исследовательской работы по рыборазведению. Кроме того, В.П. Врасский разработал: способ кормления мальков и взрослых рыб в искусственных водоёмах; инновационные для своего времени методы сортировки и инкубации рыбы, благодаря новому методу инкубации икры стало возможным ускорять или замедлять выход личинок рыб путём изменения температуры воды; разработал способ длительного хранения икры и молок рыб без воды в различных температурных условиях, а также созревших производителей, что позволили перевозить их на дальние расстояния.

В конце XIX начале XX века в России товарное рыбоводство получило

определенное развитие – главным образом в западных областях – Прибалтике, Польше, Белоруссии, а также на Юго-Западе России. Преобладало карповое прудовое рыбоводство и лишь в Эстляндской и Петербургской губерниях значительное развитие получило форелевое прудовое рыбоводство. Прудовые хозяйства России этого периода давали значительную прибыль их владельцам, несмотря на довольно высокую стоимость строительства прудов. К началу 1914 года в Российской империи насчитывалось 500 функционирующих монастырских и частных хозяйств, имевших суммарную площадь 26000 га. Эти хозяйства давали ежегодно 4000 тонн рыбы, преимущественно карповых видов рыб. Возрастал общественный интерес к рыбоводству.

К указанному периоду следует отметить вклад в отрасль такого выдающегося русского зоолога, специалиста по фауне Каспийского моря и рыбному хозяйству России, как Оскар Андреевич Гримм (1845-1921 гг.). Будучи доктором Петербургского университета и заведующим делами рыбных промыслов в Министерстве государственных имуществ в 1890 году разработал программу для всероссийских курсов по рыбоводству и рыболовству чем заложил основы организации рыбного образования в России. Одновременно, с 1879 по 1912 год заведовал знаменитым Никольским рыбоводным заводом. Под руководством Гримма завод стал главным научным центром рыбоводства в России, продолжилась работа по разведению разных видов форели, сига, ряпушки, пеляди, стерляди и других ценных пород рыб. После 1917 года О.А. Гримм работал в Псковском земельном управлении консультантом. Он организовал несколько рыбопродуктивных показательных прудов, отделение рыбоводства в местном сельхозтехникуме.

За годы первой мировой и гражданской войн рыбное хозяйство страны пришло в упадок. С конца двадцатых и с самого начала тридцатых годов в результате специальных постановлений правительства и решений партии советское прудовое хозяйство начало быстро развиваться. В 1940 г насчитывалось 123 рыбопродуктивных хозяйства. Многие совхозы и колхозы имели собственные рыбопродуктивные пруды. Суммарная площадь прудов составляла 99 тыс. га, а рыбопродукция – только 34 тыс. ц товарного карпа, не считая почти 20 млн. его годовичков в качестве посадочного материала. Отдельные хозяйства давали по 2 ц рыбы с 1 га водоемов. Основным объектом тепловодного прудового рыбоводства этого периода является карп. В качестве добавочных рыб использовали линя, карася и некоторых других рыб. В холодноводном прудовом рыбоводстве выращивали ручьевую и американскую радужную форель, американскую палию и некоторых других рыб. Превалирующее значение в этот период имело тепловодное прудовое карповое хозяйство, дающее основной объем рыбопродукции.

Во второй половине 30-х годов прошлого столетия в прудовом рыбоводстве начинают применять кормление рыбы, удобрение прудов, разрабатываются рыбопродуктивные нормативы, в основу которых закладывается двухлетний цикл выращивания рыбы. Для подготовки специалистов рыбного хозяйства в этот период создается сеть высших и средних специальных учебных заведений, а для проведения научных исследований в России в 1932 г. создается Всероссийский научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ). Существенный вклад в развитие научного и практического потенциала отрасли в первой половине XX века внесли ряд российских ученых.

Иван Николаевич Арнольд (1868-1942 гг.) – ученый-рыбовод,

основоположник гибридизации прудовых рыб, в частности карпа (получение гибридов прудового карпа галицийской породы и дикого сазана, отличающихся большой холодоустойчивостью, что позволило продвинуть культуру карпа на север); заложил основы интенсификации прудов путем внесения безазотистых минеральных удобрений (в качестве фосфорного удобрения впервые был предложен суперфосфат, в качестве калийного - хлористый калий и натрий, чем доказан подъем продуктивности прудов в два раза с одного гектара); работал над совершенствованием состава искусственных кормов (за счет подкармливания карпа рапсовым жмыхом И.Н. Арнольд добился увеличения рыбопродуктивности со 150-180 до 646 кг/га, получив при этом сеголеток массой до 100 г.).

В эти и последующие годы над вопросами разведения, кормления рыбы, удобрения прудов и другими проблемами рыбоводства работали такие крупные ученые, как Н. А. Бородин, А. Н. Елеонский, Г. С. Карзинкин, В. С. Кирпичников, Ф. М. Суховерхое, В. И. Ильин.

Война и временная оккупация врагом южных и западных районов нашей страны свели почти на нет наше прудовое рыбоводство. После 1945 г. повсеместно стали восстанавливаться старые и закладываться новые пруды. Начиная с послевоенных лет и до конца восьмидесятых годов рыбоводство в СССР постоянно развивалось и достигло значительных масштабов. Одновременно развивалось и колхозное рыбоводство, уже к концу второй пятилетки в несколько раз обогнавшее по площади водоемов государственные рыбоводные хозяйства. На быстрый темп развития прудового хозяйства значительно повлияла механизация строительных работ. Помимо прудового разведения намечаются и новые тенденции: выращивание карпа и других видов рыб в садках и тепловодных бассейнах, разработка новых способов повышения продуктивности и сокращения продолжительности процесса производства. Получил широкое распространение метод комплексной интенсификации, предложенный В.А. Мовчаном. В 1953 г. в колхозах и совхозах всего Союза площадь рыбоводных прудов (нагульная площадь) превысила 30 тыс. га. С этой площади было получено около 100 тыс. ц товарной рыбы.

Интенсивно развивается рыбохозяйственная наука и образование. Неоценимый вклад в дело развития прудового рыбоводства и его обеспечения высококвалифицированными кадрами внес Феодосий Георгиевич Мартышев (1898-1975). В последующие годы прудовое рыбоводство занимало все больший удельный вес в общем объеме добычи рыбы во внутренних водоемах. Если в 1975 г. его доля составляла около 50 %, то в 1987 г. товарное рыбоводство дало больше рыбы, чем рыболовство в естественных водоемах. В эти годы отмечается значительный рост продуктивности прудовых хозяйств, чему в немалой степени способствовали научные разработки, связанные с акклиматизацией растительноядных рыб, позволившие перейти к выращиванию рыб в поликультуре и за счет этого поднять продуктивность водоемов (В.К. Виноградов и др.). Заметные успехи были достигнуты в области кормления рыб (М.А. Щербина, Н.А. Канидьев, Е.А. Гамыгин и др.). В результате значительно повысилась эффективность выращивания рыбы, появилась возможность перехода к новой интенсивной форме выращивания рыб - индустриальному рыбоводству.

Особенное значение сыграл тот факт, что в 60-е годы из Дальнего Востока были завезены и акклиматизированы толстолобики и белый амур. Эти рыбы положили начало их массового выращивания в поликультуре с карпом в IV – V- VI

и VII рыбоводных зонах. В 70-х годах рыбководство начало стремительно интенсифицироваться благодаря применению новых технологий выращивания. Появились так называемые УЗВ – установки замкнутого водоснабжения, в которых рыба выращивалась при больших плотностях посадки до 100 кг/м³. Причём выращивание происходило круглогодично независимо от внешних погодных условий и времён года. СССР занимало одно из ведущих мест в мире по выращиванию рыбы. С середины 80-х до начала 90-х годов научным потенциалом России и союзных республик было подготовлено большое количество технологических и нормативных документов. Все они были направлены на значительное увеличение интенсификации производства прудовой рыбы, что вполне согласовывалось с существовавшими в то время тенденциями на государственном уровне, связанными с необходимостью повышения объема производства. Пик выращивания рыбопродукции в рыбных хозяйствах приходился на 1987 год. Так в Донрыбкомбинате (Донецкая область) был получен рекордный урожай прудовой рыбы – 53,7 ц/га. В этот год урожай рыбы в целом по СССР составил 350 000 тонн. К этому моменту насчитывалось около 9 тысяч совхозных и колхозных рыбных прудовых хозяйств и 230 специализированных государственных хозяйств, которые занимали 124 000 гектар водоёмов. Были максимально задействованы все возможные для рыборазведения водоёмы, а также водоёмы комплексного значения, тепловодные пруды охладители ТЭС, торфяные карьеры и др.

В течение 90-х годов состояние прудового рыбководства существенно изменилось. После распада СССР прудовой фонд России уменьшился до 150 тыс. га, из которых в силу технических и экономических причин используется только 60 %. В результате, объем производства рыбы в прудовых хозяйствах России к 1997 г. уменьшился до 28,6 тыс. т, то есть в 4,3 раза. Значительная часть эксплуатируемого прудового фонда нуждается в капитальном ремонте. Существенное удорожание материальных ресурсов (комбикормов, электроэнергии, топливно-смазочных материалов) сделало неэффективной хорошо отработанную систему интенсивного выращивания карпа в прудовой поликультуре. В сложившихся экономических условиях возникла необходимость разработки новых форм и технологических решений, обеспечивающих максимально возможный объем производства прудовой рыбы при минимальных затратах материально-технических ресурсов. В связи с чем, с конца 90-х годов активно осуществлялся поиск новых форм, методов, приемов, технологических решений и нетрадиционных направлений прудового рыбководства в рамках экстенсивного, полуинтенсивного и интенсивного производства, которые могли бы повысить хозяйствам рентабельность и эффективность, и занять достойное место в общей структуре современной аквакультуры. Несмотря на отмеченные трудности, прудовое рыбководство остается по-прежнему ведущим и наиболее динамичным направлением аквакультуры.

Прудовое рыбководство, его задачи, роль и место в рыбохозяйственной отрасли. Прудовая аквакультура наряду с другими направлениями рыбководства решает задачу получения товарной рыбной и нерыбной продукции являющейся ценным сырьем для производства продуктов питания для человека. Рассмотрим основные черты прудового рыбководства в сравнении с другими направлениями (пастбищная, индустриальная) и видами (рекреационная) аквакультуры.

Прудовое рыбководство – ведущее (одно из трех) направление аквакультуры эксплуатирующее в производственных целях специально построенные рыбководные

водоемы (пруды), где целенаправленно создаются абсолютно контролируемые человеком биоценозы, и использующее для получения прироста продукции, как потенциал естественной кормовой базы прудов, так и весь набор интенсификационных мероприятий, направленных на увеличение общей рыбопродуктивности производственных площадей.

Прудовое рыбное хозяйство представляет собой в сущности одну из отраслей сельского хозяйства и традиционно является ведущей отраслью отечественного рыбоводства (с начала 90-х годов составляла в общем объеме всей выращиваемой рыбы в России около 80 %). Основным объектом прудовой аквакультуры по-прежнему остаётся карп, а также другие виды карповых (белый и пестрый толстолобики, белый амур, серебряный карась, линь) и прочих (щука, судак, европейский сом, веслонос, стерлядь) рыб, биологические особенности которых, тесно связанные с температурой среды обитания, что определяет территориальность размещения прудовых хозяйств южнее 60° северной широты. В прудовом рыбоводстве России выделено шесть рыбоводных зон, различающихся между собой количеством дней с температурой воздуха, превышающей 15°C.

В зависимости от рыбоводно-технических и организационно-экономических особенностей, а также от производственных задач различают следующие основные системы ведения прудовых рыбоводных хозяйств:

- полносистемные прудовые хозяйства
- неполносистемные прудовые хозяйства – рыбопитомники или нагульные.

Основным отличием первой системы является наличие всех типов прудов (маточные, зимовальные, мальковые, выростные, нагульные), позволяющее осуществлять выращивание товарной продукции в полном цикле – от икринки до товарной рыбы. Основная задача рыбопитомников – производство посадочного материала для нагульных прудовых хозяйств. Для решения этой задачи, помимо мальковых и выростных прудов, они должны иметь также комплекс прудов, необходимых для летнего и зимнего содержания маточного стада, цех для получения половых продуктов и инкубации. Нагульные прудовые хозяйства осуществляют только выращивание полученного от рыбопитомников посадочного материала до товарной массы. Отдельным типом прудовых хозяйств являются селекционно-племенные, которые организуются на базе тех хозяйств, в которых идёт выращивание рыбы. Цель этих хозяйств – воспроизводство и улучшение имеющихся пород прудовых рыб, выведение новых высокопродуктивных пород (кроссов), зимостойких и устойчивых к заболеваниям. В таких хозяйствах в зависимости от мощности должно быть значительно больше маленьких прудов всех категорий. Это связано со строгим выдерживанием технических приёмов при селекционной работе с породами рыб.

В прудовом рыбоводстве приняты различные по продолжительности выращивания товарного объекта циклы (обороты) – от однолетних в неполносистемных хозяйствах до многолетнего в селекционно-племенных. Обычно в товарных полносистемных хозяйствах приняты двух- или трехлетний циклы.

В прудовой аквакультуре различают две формы технологий выращивания – экстенсивную и интенсивную. Выделяют также промужуточную полуинтенсивную или как её иногда её называют пастбищную форму. Так, хозяйства, применяющие экстенсивную форму производства используют при выращивании объектов только естественную кормовую базу водоемов. Значительно чаще применяется

интенсивная форма, предполагающая выполнения на рыбоводных водоемах комплекса интенсификационных мероприятий (выращивать объект по интенсивной технологии). Интенсификация прудовой аквакультуры позволяет поднять общую рыбопродуктивность на несколько порядков. К мерам по интенсификации прудовой аквакультуры относятся:

- выполнение мелиоративных мероприятий, как базы интенсификации;
- организация искусственного кормления рыбы;
- использование удобрения водоемов различными типами удобрений;
- использование принципа поликультуры;
- организационно-технологические мероприятия;
- применение механизации рыбоводных и вспомогательных процессов при выращивании объекта;
- выполнение комплексной санитарно-эпизоотологической профилактики заболеваний;
- выращивание высокопородных (высокопродуктивных) видов и пород рыб (объектов выращивания).

Интенсификация выращивания продукции в прудовой аквакультуре возможна исключительно при условии выполнения комплекса гидротехнических и гидрологических работ направленных на поддержание оптимальных условий эксплуатации гидротехнических сооружений в безаварийном режиме, а также поддержание в прудах соответствующего качественного режима. Общая рыбопродуктивность в среднем составляет от 20 до 35 ц/га.

Технологический график выращивания рыбы предусматривает организацию двух обловов в течении года – зимних прудов весной и летних прудов осенью. В связи с тем, что получение товарной продукции в прудовой аквакультуре приурочено, главным образом, к осеннему периоду, для более полного использования его потенциала необходимо предусматривать создание специальных условий для длительной передержки рыбоводной продукции в живом виде после окончания нагульного сезона и наступления низких температур.

Индустриальная аквакультура

Этот вид аквакультуры предполагает наивысшую степень интенсификации производства и управления процессом выращивания при содержании гидробионтов. Продуктивность в индустриальных системах самая высокая по сравнению с другими видами аквакультуры и достигает 200 т/га при выращивании рыб в садках и бассейнах и 1500 т/га в системах с оборотным водоснабжением. Подобный уровень достигается за счет высоких плотностей посадки (100 и более кг/м³ для тилпии, клариевых сомов); использования благоприятного для роста рыб температурного режима выращивания, при сравнительно небольшом перечне интенсификационных мероприятий, самыми основными и обязательными из которых являются рациональное кормление с применением высокоэффективных комбикормов, а также использование высокопродуктивных пород и кроссов рыб.

Хозяйства индустриального типа, производящие продукцию аквакультуры на территории России в зависимости от используемых ими рыбоводных водоемов и источников водоснабжения можно подразделить на следующие виды:

1. Бассейновые, садковые или бассейново-садковые, использующие водоисточники с естественной температурой воды или сбросные тёплые воды водоёмов-охладителей ТЭС, АЭС и т.п., а также термальные источники. Предприятия данного типа могут быть как открытые, так и закрытые (специальные

здания-цеха капитального характера). Первые предпочтительнее с экономической точки зрения, поскольку не требуют значительных затрат на капитальное строительство, а в зимний период сбросное тепло используется при незначительной теплоотдаче. Хозяйства этого типа используют воду без предварительной подготовки, за исключением сбросных вод энергетических объектов и термальных вод, температура которых выше естественной, что позволяет удлинять вегетационный период и получать товарную продукцию за более короткий срок.

2. Установки замкнутого водообеспечения (УЗВ), предусматривающие в основе применяемой технологии повторное использование воды. Это достигается специальной водоподготовкой, включающей: механическую фильтрацию, биологическую фильтрацию, дегазацию, термостатирование, обогащение воды кислородом, УФ-дезинфекцию или озонирование. Предприятия данного типа могут быть только закрытые, поскольку теплоотдача в данном случае значительна, а водоподготовка связана с существенными затратами. В связи с существенными затратами на предварительную водоподготовку и значительной степенью загрязнённости поверхностных водоисточников (в т.ч. и по причинам, не связанным с антропогенным загрязнением – например, повышенная мутность в период весеннего и осеннего паводков), оптимальным источником водоснабжения для таких предприятий являются подземные воды.

Важнейшим преимуществом промышленных рыбоводных систем относится более быстрое, по сравнению с другими видами аквакультуры, получение продукции, высокая степень управляемости ее получением, незначительная зависимость от сезонного фактора. Кроме того, учитывая относительную универсальность технологического оборудования замкнутых систем, имеющиеся рыбоводные установки с минимальной адаптацией могут быть с успехом использованы и при переходе хозяйств на выращивание новых объектов, а также при совместном культивировании нескольких видов.

Основными отличиями от прудовой аквакультуры являются: различные типы используемых водоемов, регулируемая в отличие от естественной температура воды, основным интенсификационным мероприятием (за счет которого предприятия получают высокую рыбопродуктивность) является рациональное кормление высококачественными комбинированными кормами при полном отсутствии естественной кормовой базы. Основными объектами выращивания являются лососевые, осетровые и сомовые рыбы.

Пастбищная аквакультура

Пастбищная аквакультура предполагает рациональное использование природного продукционного потенциала – естественной кормовой базы водоемов. Базой для создания хозяйств пастбищного рыбоводства служат естественные (озёра, лиманы) и искусственные (водохранилища, водоёмы-охладители энергетических объектов и другие водоёмы комплексного назначения) водоемы.

Основной метод хозяйствования в пресноводной пастбищной аквакультуре – реконструкция ихтиофауны с подбором поликультуры рыб, эффективно использующих кормовую базу водоёмов. Приоритетное значение при реконструкции ихтиофауны отводится консументам первого и второго порядка – растительноядным и мирным видам рыб. Ведущую роль в реализации потенциальных возможностей водоёмов южной и умеренной зон России играют растительноядные рыбы. Повышение продуктивности водоёмов достигается

изменением потоков вещества и энергии в нужном для практических целей направлении за счёт сокращения длины трофических цепей и превращения биологических ресурсов водоёмов в кормовую базу рыб, а, следовательно – в пищевую продукцию. При этом не только повышается рыбопродуктивность, но и стабилизируется гидрохимический режим, улучшается санитарное состояние водоёмов, увеличивается их полезная водная площадь, создаются благоприятные условия для нагула других рыб. В основе развития пастбищной аквакультуры лежит искусственное воспроизводство рыб в контролируемых условиях и выпуск жизнестойкой молоди в водоёмы.

Основными отличиями от прудовой аквакультуры являются: использование исключительно естественной кормовой базы водоема, что возможно при качественном выполнении мелиоративных мероприятий, подбор состава ихтиофауны за счет рыб-вселенцев, имеющих высокие темпы роста, а также научно-регламентированное использование ценной туводной ихтиофауны водоемов.

Рекреационная аквакультура

Рекреационная аквакультура является, по сути, разновидностью прудовой аквакультуры. Однако в её сути лежит не выращивание товарной рыбы, а её краковременная передержка до поимки рыболовами. В основе её лежит использование прудовой (как правило) площади для организации любительского и спортивного рыболовства. При этом создаваемая в таких водоёмах плотность посадки гидробионтов существенно превышает плотность посадки в прудовой аквакультуре, поскольку основной целью рекреационной аквакультуры является не выращивание гидробионтов, а их содержание. При этом очень важным условием является постоянное обеспечение оптимальных условий для рыб в водоеме за счет мелиоративных мероприятий.

За рубежом (Западная и Центральная Европа, США, Канада) организация коммерческого рекреационного рыболовства имеет давно сложившиеся традиции. Опыт этих стран показывает существенное экономическое значение данного вида деятельности. Ещё в 70-е годы прошлого столетия исследователи США и Канады отмечали, что спортивное и любительское рыболовство приносит доходы, сопоставимые с предполагаемыми доходами от добычи и реализации нефти. На нашем континенте самой высокой популярностью коммерческое рекреационное рыболовство пользуется в Финляндии, Швеции и Норвегии. В Великобритании любительское рыболовство имеет полностью коммерческую направленность. Необходимо отметить, что в настоящее время любительское рыболовство является доминирующим видом использования запасов дикой рыбы в пресных водоемах промышленно развитых стран. Возросшая доступность высокоэффективного рыболовного оснащения (включая навигационные приборы, эхолоты и модернизированные плавсредства) и урбанизация привели к более широкому распространению любительского рыболовства.

Несмотря на сложность оценочных расчетов, общий годовой объем мирового вылова рыболовами-любителями в 2004 году оценивался в 47 млрд. особей рыбы, что составляло около 12% общемирового вылова. По предварительным данным, порядка 10% населения развитых стран увлекается любительским рыболовством, а приблизительное количество рыболовов-любителей в общемировом масштабе превышает 140 млн. человек.

Коммерческое рекреационное рыболовство в нашей стране появилось

сравнительно недавно – во второй половине 90-х. Этот вид платных услуг стал обыденным и привычным для городских рыболовов-любителей и приверженцев комфортного отдыха на природе.

Основными отличиями от прудовой аквакультуры являются: использование уплотненных посадок ценных гидробионтов; сезонность использования водоема; полная зависимость хозяйств от ритмичных поставок крупной живой рыбы – объекта любительского и спортивного рыболовства.

Основные технологические термины и понятия. При изучении прудовой аквакультуры необходимо разобраться и эффективно применять ряд специальных технологических терминов и понятий. Необходимо учесть, что все показатели могут использоваться в двух случаях – при планировании (то что планировалось перед началом сезона выращивания) и как фактический результат (что мы имеем после облова наших прудов).

Рыбопродуктивность прудов. Рыбопродуктивность прудов это суммарный вес рыбы, выращенной в пруду за один вегетационный период, выражаемый в килограммах или в центнерах прироста ее на один гектар. При вычислении рыбопродуктивности прудов вес посадочного материала исключают. Принято различать естественную рыбопродуктивность прудов, получаемую за счет использования объектом выращивания естественной пищи, продуцируемой водоемом; рыбопродуктивность прудов, получаемую за счет скармливания рыбе кормов; общую рыбопродуктивность прудов, слагающуюся из первых двух, а также рыбопродуктивности полученной за счет применения прочих интенсификационных мероприятий.

Естественная рыбопродуктивность зависит от уровня развития естественной кормовой базы водоема, качества, количества и возраста рыбы, качества прудов, слагающих ложе пруда почв, состава поступающей в пруд воды, метеорологических условий данного сезона, продолжительности вегетационного периода, рыбоводно-технологического уровня постановки рыбоводного дела и т. д. Колебания естественной рыбопродуктивности по разным областям России и разным прудам значительны - от 50 до 600 кг/га. Рыбопродуктивность прудов получаемая за счет кормления рыбы, зависит от качества корма, организации кормления, гидрохимических условий водоема, состояния рыбы и т. п. Этот вид рыбопродуктивности как правило в несколько раз больше продуктивности, полученной за счет использования естественных ресурсов водоема.

Плотность посадки объекта выращивания. Под плотностью посадки гидробионтов в пруды понимают количество особей, высаженное в пруд в начале периода выращивания (выдерживания). Для летних прудов плотность посадки исчисляется в шт./га либо в тыс. шт./га, для зимних прудов может измеряться в кг/га либо в т/га. Соответственно чаще всего плотность посадки вычисляется путем деления общего количества высаженных особей (их общего веса) на площадь зарыбленного водоема. Например, общая рыбопродуктивность нагульного пруда составляет 22 ц/га. То есть, с одного гектара пруда было получено 2200 кг прироста или разницы между выловленным с одного гектара общего веса рыбы и высаженным в начале сезона при его зарыблении.

Плотность посадки бывает различной по величине, но обычно она снижается при выращивании гидробионтов от младшей возрастной группы к старшей группе. При зарыблении прудов имеющих более высокую общую рыбопродуктивность используют и повышенные плотности посадки, то есть в более кормные пруды

высаживают большее количество особей, нежели в малопродуктивные.

Выход (процент выживания) объекта выращивания. Выход - это соотношение выловленных в конце периода выращивания (выдерживания) из пруда особей определенной половозрастной группы от посаженных особей выраженное в процентах. Выход может быть равен значениям от 0 до 100%. Что соответствует полной гибели высаженных особей либо отсутствием их гибели за сезон. Противоположным выходу по значению показателем является значение отхода. В сумме они всегда дают значение 100. То есть если выход был равен 60%, то отход составил 40%.

Значение показателя выхода выше в случаях полного выполнения всех технологических норм и правил в рыбоводстве, к чему стремится каждый специалист. Напротив, низкие значения выхода свидетельствуют об имевшихся неблагоприятных для объекта выращивания причинах – заболевании, недостатка пищи, нарушении иных норм вызвавших сверхнормативную гибель гидробионтов.

Среднештучная масса объекта выращивания. Среднештучная масса гидробионтов - это среднее арифметическое значение навески одной особи из определенной выборки половозрастной группы рыб, в прудовом рыбоводстве всего количества рыб, выращенных или содержавшихся в одном пруду. Рассчитывается весовым методом как отношение общей массы выборки отдельной половозрастной группы рыб к количеству особей в выборке. Измеряется для младших возрастных групп рыб в граммах, для старших в граммах либо килограммах.

Фактическое значение показателя среднештучной массы является свидетельством технологического качества посадочного материала или товарной продукции, должно соответствовать нормативным (плановым) показателям. Отклонение от нормативного значения в меньшую сторону свидетельствует о несоответствии условий выращивания в водоеме и прежде всего условий кормления и наличии заболеваний. Разница между начальной (при посадке в пруд) среднештучной массой и конечной (при осуществлении окончательного облова) является индивидуальным приростом особи. Сумма прироста всех особей в пруду разделенная на его площадь составляет общую рыбопродуктивность водоема.

Возрастная группа объекта выращивания. В процессе индивидуального развития (онтогенеза) каждая особь – объект выращивания проходит ряд сменяющихся друг за другом возрастных стадий. Обычно каждой возрастной группе соответствует специальное технологическое название, а также соответствующие обозначения. В таблице 1 ниже приведены данные по всем возрастным группам карпа – объекта выращивания в южной европейской полосе России (Краснодарский край и Республика Крым).

Таблица 1 – Названия и обозначение возрастных групп рыб в тепловодном прудовом рыбоводстве

Наименование	Возраст	Обозначение
Свободный эмбрион	эмбрион, вышедший из оболочки, но еще не наполнивший плавательный пузырь (0-2 дн.)	0
Личинка	эмбрион, наполнивший плавательный пузырь и перешедший на смешанное питание (2-10 дн.)	0
Малек	особь, прошедшая эмбриональные метаморфозы и внешне схожая с взрослыми особями (10-30 дн.)	0
Сеголетка	особь, прожившая с момента выклева одно лето (первая осень и зима)	0+

Годовик	особь, прожившая год от весны (выклев) до следующей весны (вторая весна и лето)	1
Двухлетка	особь, прожившая с момента выклева два лета и одну зиму (вторая осень и зима)	1+
Двухгодовик	особь, прожившая два года от весны (выклев) до третьей весны (третье весна и лето)	2
Трехлетка	особь, прожившая с момента выклева три лета и две зимы (третья осень и зима)	2+
Трехгодовик	особь, прожившая три года от весны (выклев) до четвертой весны (четвертая весна и лето)	3
Производитель - самки	Четвертой весной после бонитировки особи переводятся в группу производителей и разделяются по полу	♀
Производитель - самцы	Четвертой весной после бонитировки особи переводятся в группу производителей и разделяются по полу	♂

Понятие половозрастная группа применяется для гидробионтов, используемых для воспроизводства, когда обязательным условием является учет их по полу. В рыбных хозяйствах осуществляющих воспроизводство гидробионтов выращивающих и эксплуатирующих маточное стадо используется деление всех племенных рыб на две возрастные группы – ремонтное стадо и стадо производителей (обозначается в целом значками ♀♂). При этом ремонтное стадо (особи, выращиваемые для целей воспроизводства, но еще не достигшие половой зрелости), подразделяется на возрастные группы – ремонтный малёк, ремонтная сеголетка и т.д. Стадо производителей подразделяется на группы по полу (половозрастные группы), по возрасту, как правило, их разделение не проводится.

Технологический цикл выращивания. Процесс товарного выращивания любого гидробионта, являющегося объектом прудовой аквакультуры состоит из ряда последовательно выполняемых технологических этапов, обычно от момента выклева объекта до достижения рыбой товарного размера. Каждый их этапов обеспечивает достижения объектом выращивания определенной биологической (возрастной) стадии развития и неразрывно связан с сезоном года, а также категорией пруда в котором он выполняется. Таким образом, технологический цикл - это последовательность сменяющихся технологических этапов, в процессе которых обеспечивается выращивание конкретной товарной продукции. Этапы разделяются на летние (на первом году развития гидробионта в зависимости от принятой технологии их может быть несколько, в последующем - один) и зимние (всегда один) этапы. Продолжительность цикла получения товарной продукции на хозяйстве будет составлять его оборот (однолетний, двухлетний или трехлетний, для племенных хозяйств больше). Наименование этапа отражает суть выполняемых работ (конечную цель). Например, полный технологический цикл выращивания товарного двухлетнего карпа в прудах будет включать последовательность следующих этапов: 1) организация естественного нереста; 2) подращивание личинок; 3) выращивание сеголетки; 4) зимовка сеголетки; 5) выращивание товарной двухлетки.

Каждый их технологических этапов состоит из технологических операций, а те в свою очередь включают выполняемые технологические работы (ряд работ). Например, этап, зимовка сеголетки состоит из операций: подготовка зимовальных прудов к зимовке; посадка сеголетки в зимовальные пруды; проведение зимовки сеголетки; облов зимовальных прудов. В свою очередь, например, технологическая

операция облова зимовальных прудов включает следующие работы: подготовка зимовальных прудов к облову; облов годовика в прудах; учет и профилактическая обработка рыбы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «аквакультура», как отрасль сельскохозяйственного производства. Укажите его суть, основные принципы и направления его развития.

2. Определите основные вехи в истории развития прудового рыбоводства на территории современной России, а также в мире в целом.

3. Укажите основные принципы и правила организации прудового рыбоводства. Проведите сравнительный анализ прудового рыбоводства с прочими направлениями аквакультуры (пастбищной, индустриальной), а также с рекреационной аквакультурой.

4. Укажите определение и правила использования основных технологических терминов и понятий: рыбопродуктивность прудов, плотность посадки; выход гидробионтов; среднештучная масса гидробионта; технологический цикл, этап и операция. Перечислите основные возрастные группы объектов выращивания прудовой аквакультуры, а также принятые их обозначения. Укажите основные технологические этапы выращивания товарного карпа.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

1.2 Типы, формы, системы и обороты прудовых хозяйств.

Типы прудовых хозяйств (тепловодные и холодноводные), их назначение. Системы прудовых хозяйств. Обороты (циклы) выращивания рыбы (однолетние, двухлетние и трехлетние). Формы ведения прудового хозяйства (экстенсивная, интенсивная, полунтенсивная или пастбищная), их особенности и использование. Рыбоводные зоны на территории России, принципы зонирования, значение в прудовом рыбоводстве.

Типы прудовых хозяйств (тепловодные и холодноводные), их назначение. Температурные условия водоемов оказывают огромное влияние на жизненные процессы рыб: размножение, рост, питание. В соответствии с отношением рыб к термическому режиму их подразделяют на две экологические группы – теплолюбивые и холоднолюбивые. Рыбы этих групп отличаются фенологическими чертами, то есть связью с сезонными явлениями жизни природы.

Холоднолюбивые рыбы нерестуют, как правило, в осенний период, развитие икры длится несколько месяцев, оптимальной для них считается температура 15-18 °С. Теплолюбивые рыбы – весенне-нерестующие, икрометание их происходит в весенне-летние месяцы непосредственно в прудах, развитие икры и выход личинок завершается в сравнительно короткие сроки, оптимальной для них считается температура воды 17-22°С.

Таким образом, по основному объекту разведения современные прудовые хозяйства делятся на два типа: тепловодные карповые и холодноводные форелевые. Данные типы значительно различаются между собой по характеру водоснабжения, устройству и площади прудов, формам их использования, по технологии разведения и выращивания рыбы, результативности рыбоводного

процесса, рыбопродуктивности.

Основным объектом выращивания в тепловодных хозяйствах до 60-х годов был карп, за счет которого получали от 90 до 100 % всей продукции из нагульных прудов. В качестве добавочных рыб, которые давали незначительную прибавку к общей рыбопродукции, в этот период использовали линя, серебряного карася, радужную форель, пелядь, стерлядь и другие виды рыб. Для освобождения нагульных прудов от сорной рыбы в них подсаживали хищных рыб – щуку и судака. Низкий, по сравнению с карпом, темп роста, добавочных рыб, незначительная прибавка рыбопродукции к карпу, более высокая требовательность к условиям среды стерляди, судака, щуки, радужной форели, конкуренция в питании с карпом линя, серебряного карася и стерляди привели к тому, что в промышленном прудовом рыбоводстве от использования этих видов полностью отказались.

Начиная с 60-х годов совместно с карпом в прудах стали выращивать рыб дальневосточного комплекса – так называемых растительноядных рыб: белого и пестрого толстолобика, их гибридов, а также белого амура. Эти рыбы, как и карп, обладают быстрым темпом роста, устойчивы к неблагоприятным условиям среды, достаточно хорошо зимуют, даже в северных районах и почти не конкурируют с карпом в питании. По существу, в прудовом рыбоводстве повсеместно сложилось устойчивое сообщество быстрорастущих и совместимых с карпом видов рыб, то есть поликультура карпа с растительноядными рыбами. Доля растительноядных рыб в общем объеме производства рыбы к началу 90-х годов прошлого века в среднем по стране достигала 25–30 %.

Особенностью тепловодного прудового карпового хозяйства является выращивание рыбы в искусственно созданных, в основном русловых и одамбированных, пойменных прудах, относительно небольших по площади от 0,1 га до 100–200 га с незначительной средней глубиной в пределах 1,3–1,5 м, иловыми отложениями мощностью не более 10–30 см, полностью спускных, при умеренной проточности либо её отсутствии и интенсивном кормлении карпа.

Другой тип прудового рыбоводства – холодноводные прудовые хозяйства. Объектами разведения в них являются форели ручьевая и радужная, многочисленные породы и формы последней (форель Дональдсона и камлоопс, стальноголовый лосось, Адлеровская янтарная и некоторые другие). Эти рыбы, в отличие от объектов прудового карпового хозяйства, более требовательны к повышенному содержанию в воде кислорода, необходимости большой проточности свежей воды и полноценного высокобелкового корма.

Пруды в холодноводных лососевых хозяйствах небольшие, площадью от 100 до 1000 м² при средней глубине до 1,5 м. Грунт должен быть гравийно-песчаный и галечниковый. Соотношение сторон в пруду 1:5, 1:10 и даже до 1:20. Пруды быстро заполняются водой и опорожняются.

Классическое прудовое холодноводное рыбное хозяйство мало сохранилось, постепенно принимая черты индустриальной аквакультуры с её высокоинтенсивными технологиями и использованием бассейнов.

Системы прудовых хозяйств. В зависимости от завершенности технологического процесса выращивания рыбы прудовые хозяйства делятся на полносистемные и неполносистемные. В полносистемном хозяйстве рыбу выращивают от икринки до товарной массы. В таком хозяйстве имеется рыбопитомник, где выращивают и содержат ремонтное и маточное стадо

производителей карпа, а в южных районах и растительноядных рыб. В рыбопитомнике осуществляют воспроизводство прудовых рыб заводским или естественным нерестом, подращивают молодь, выращивают и содержат рыб в зимнее время. После зимовки в рыбопитомнике рыбу в полносистемном хозяйстве выращивают до товарной массы в больших нагульных прудах. К полносистемным относятся и племенные хозяйства (племенные заводы и племенные репродукторы), в которых выращивают производителей карпа разных пород и зональных типов, а также проводят работы по выведению новых пород и улучшению существующих.

Неполносистемные хозяйства делят на рыбопитомники и нагульные хозяйства. В рыбопитомнике производят посадочный материал, который затем выращивают до товарной массы в другом, нагульном хозяйстве. Нагульное хозяйство выращивает только товарную рыбу из привозимого из питомников посадочного материала. Рыбопитомники подразделяются на обычные, зональные или специализированные воспроизводственные комплексы растительноядных рыб.

Выбор той или иной системы прудового карпового хозяйства при проектировании и строительстве зависит от природно-климатических, технологических и организационно-экономических условий, от площади и рельефа местности, качества водоисточника и поставляемого им объема воды, социальных и экономических условий развития рыбоводства в конкретном регионе, а также от необходимости обеспечения посадочным материалом пастбищных водоемов и водоемов мелкотоварного рыбоводства.

Обороты (циклы) выращивания рыбы (однолетние, двухлетние и трехлетние). Продолжительность выращивания рыбы в полносистемных прудовых хозяйствах от икринки до товарной массы называется оборотом и складывается из количества летних периодов для ее достижения. Зимы не учитываются, так как карп зимой лишь передерживается. Поэтому в хозяйствах применяют однолетний, двухлетний или трехлетний обороты. При выборе продолжительности выращивания рыб учитывают систему хозяйства, биологию объектов выращивания (карп, растительноядные рыбы), климатические условия, отношения покупателей к весовым кондициям разных видов рыб, экономические предпосылки рынка и т. д.

В прудовых карповых хозяйствах России применяют в двухлетний оборот в южных районах страны, трехлетний в северных. На юге при использовании разработанного в 70–80-х годах XX столетия уровне интенсификации рыбоводства позволяет за два года вырастить товарного карпа массой около 500–1000 г. При уменьшении плотности посадки и заводском способе воспроизводства карпа, который позволяет получать личинок на 20–30 дней раньше обычного, в южной зоне рыбоводства товарного карпа можно получить за один сезон.

Поскольку растительноядных рыб выращивают в поликультуре с карпом, срок их выращивания до товарной массы такой же, как и для карпа. Однако в связи с тем, что растительноядные более теплолюбивы и растут медленнее, чем карп, обычно до товарной массы их выращивают только при трехлетнем обороте.

Формы ведения прудового хозяйства (экстенсивная, интенсивная, полунтенсивная или пастбищная), их особенности и использование. В прудовом рыбоводстве применяется комплекс различных мероприятий, обеспечивающий получение определенного количества рыбной продукции с каждого гектара площади пруда. К мерам по интенсификации прудовой

аквакультуры относятся:

- выполнение мелиоративных мероприятий, как базы интенсификации;
- организация искусственного кормления рыбы;
- использование удобрения водоемов различными типами удобрений;
- использование принципа поликультуры;
- организационно-технологические мероприятия;
- применение механизации рыбоводных и вспомогательных процессов при выращивании объекта;
- выполнение комплексной санитарно-эпизоотологической профилактики заболеваний;
- выращивание высокопородных (высокопродуктивных) видов и пород рыб (объектов выращивания).

Обязательной основой для успешного использования интенсификационных мероприятий является неукоснительное выполнение комплекса гидротехнических и гидрологических работ необходимых для безаварийной эксплуатации гидротехнических сооружений, а также поддержания в прудах оптимальных условий содержания объектов выращивания. Использование того или иного элемента, комплекса также зависит от уровня интенсивности производства и специализации предприятия, природных и социально-экономических условий.

Интенсивная форма ведения хозяйства предусматривает резкое увеличение выхода рыбы с гектара водной площади до 60 ц/га (обычно 20-35 ц/га). Получение такого результата возможно лишь с применением уплотненных посадок карпа и растительноядных рыб (карп 5-7 тыс.шт./га, растительноядные рыбы до 3 тыс. шт/га), систематического удобрения прудов и кормления рыб кормами, сбалансированными по комплексу питательных веществ, при соблюдении всех остальных требований биотехнологии прудового рыбоводства. Интенсивная форма рыбоводства присуща лишь некоторым специализированным рыбным хозяйствам.

Экстенсивная форма организация производства рыбы, рассчитанная на использования только естественных кормов, - экстенсивная форма прудового рыбоводства. Она обеспечивает получение продуктивности нагульной площади прудов 1-3 ц/га. Плотность зарыбления таких прудов также невысока. Эта форма, называемая еще пастбищная, присуща лишь немногочисленным отдельным хозяйствам.

Полуинтенсивная форма прудового хозяйства представляет переход от экстенсивной к интенсивной. В таких хозяйствах пруды частично удобряются (чаще вносятся органические удобрения), рыба во вторую часть вегетативного сезона подкармливается зерноотходами, применяется совместное выращивание нескольких видов рыб. Такая организация производства позволяет получать 5-10 ц. рыбы при зарыблении 1,5-3,0 тыс.шт. годовика на 1 га. Полуинтенсивная форма ведения хозяйства получила сегодня в Украине широкое распространение.

Рыбоводные зоны на территории России, принципы зонирования, значение в прудовом рыбоводстве. Организация и ведение прудового рыбоводства в различных климатических и географических районах имеет свои особенности. При этом рыбовод неизбежно сталкивается с проблемой выбора оптимальной технологической схемы выполнения рыбоводных мероприятий, планирования процесса выращивания с использованием тех или иных расчетных показателей. При этом, гарантированное достижение планируемого результата возможно лишь при использовании, либо личного многолетнего опыта, либо используя

нормативные данные. А таковых до середины XX столетия просто не было. Накопленный во второй половине XX столетия научно-практический опыт позволил в СССР восполнить указанный пробел. При этом в расчет принималось разделение территории СССР на семь рыболовных зон. Разработанная схема принята в настоящее время и для территории России, однако в ней насчитывается лишь шесть рыболовных зон, так как территории крайнего юга бывшего СССР не входят в границы РФ (см. табл. 2).

Таблица 2 - Зоны прудового рыболовства России

№ зоны	Количество дней с температурой воздуха выше 15 ⁰ С	Республики, края, области
I	60-75	Республика Марий Эл; Бурятская Республика, южная часть; Удмуртская Республика, южная часть; Красноярский край, крайняя южная часть; Хабаровский край, южная часть; Тверская область; Ивановская область; Кемеровская область; Новосибирская область; Омская область; Псковская область; Московская область, северная часть; Нижегородская область, северная часть; Иркутская область, южная часть; Вятская область, южная часть; Костромская область, южная часть; Ленинградская область, южная часть; Новгородская область, южная часть; Пермская область, южная часть; Свердловская область, южная часть; Тюменская область, южная часть; Читинская область, южная часть; Ярославская область, южная часть.
II	76-90	Республику Башкортостан, северная часть; Республику Татарстан, северная часть; Еврейскую автономную область; Хакассский автономный округ; Алтайский край; Владимирскую область; Калужскую область; Калининградская область; Курганскую область; Рязанскую область; Смоленскую область; Тульскую область; Челябинскую область; Московскую область, южная часть; Нижегородскую область, южная часть.
III	91-105	Республика Мордовия; Республика Башкортостан, южная часть; Республика Татарстан, южная часть; Приморский край, южная часть; Брянская область; Курская область; Липецкая область; Орловская область; Пензенская область; Самарская область; Тамбовская область; Ульяновская область; Рязанская область, южная часть.
IV	106-120	Белгородскую область; Воронежскую область; Оренбургскую область; Саратовскую область.
V	121-135	Республика Кабардино-Балкария; Волгоградская область; Ростовская область.
VI	136-150	Республика Дагестан; Республика Калмыкия; Республика Крым; Республика Ингушетия; Республика Чечня; Краснодарский край; Ставропольский край; Астраханская область.

Основным расчетным показателем для определения границ указанных зон стала продолжительность теплого периода в году (количества дней) с температурой воздуха 15 °С и более. При этом интервал между зонами составляет 15 дней.

В связи с особенностями климата рыболовных зон возможности в получении прудовой рыбной продукции различны. Так, в I рыболовной зоне эффективно только товарное рыболовство ориентировано на выращивание сиговых и холодноводной форели. Во II рыболовной зоне возможно выращивать, как лососевых, так и карпа. Однако, крупную товарную рыбу, как и в I зоне прудового

рыбоводства, возможно получать при трехлетнем цикле выращивания, что делает производство более дорогостоящим. Кроме этого существует риск гибели теплолюбивых рыб при неблагоприятной зиме. В III-ей и IV-ой рыбных зонах объекты те же, а условия выращивания несколько лучше, риск потери рыбы во время зимовки меньше. Следует отметить, что в больших рыбных прудах и водоемах наиболее хороший температурный и гидрохимический режим, что позволяет (при правильном применении интенсификационных мероприятий) получать высокие показатели по выращиванию рыбы во II-ой, III-ей и IV-ой зонах прудового рыбоводства. В V-й и VI-й зонах, в связи с более длинным периодом активного кормления и роста, рентабельно разводить карпа вместе с различными растительноядными рыбами. Рыбопродуктивность по карпу может составлять более 20 ц/га.

Вопросы для самоконтроля:

1. Особенности основных типов прудового рыбоводства (холодноводного и тепловодного), их применение.
2. Характеристика рыбных хозяйств с различными системами прудовой аквакультуры (полносистемные и неполносистемные). Их основные отличия и назначение.
3. Сущность выделения одно-, двух- и трехлетнего оборота (цикла) выращивания в прудовом рыбоводстве. Применение в племенных рыбных хозяйствах многолетних циклов.
4. Характеристика основных форм ведения прудовой аквакультуры – экстенсивной, полуинтенсивной и интенсивной. Перечислите основные направления интенсификационных мероприятий применяемые в прудовом рыбоводстве. Укажите особенности пастбищной формы прудового рыбоводства, его отличий от экстенсивной.
5. Суть и назначение деления территории России на шесть рыбных зон прудового рыбоводства.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

1.3 Прудовый фонд отрасли.

Состав прудового фонда рыбных хозяйств. Характеристика категорий прудов, их назначение и соотношение в прудовых хозяйствах разного типа. Особенности прудового фонда холодноводных хозяйств.

Состав прудового фонда рыбных хозяйств. Прудовая аквакультура для целей воспроизводства рыбопосадочного материала и выращивания товарной продукции использует комплекс различных по назначению и техническим характеристикам прудов. В целом *совокупность всех технологических водоемов конкретного прудового рыбного хозяйства составляет его прудовый фонд.* Рыбные хозяйства в зависимости от решаемых производственных задач могут иметь свой специализированный набор технологических и вспомогательных водоемов (прудов). Все пруды по своему назначению делятся на четыре группы:

- *водоснабжающие* – головные, резервные, согревательные, пруды - отстойники;

- *производственные* – нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные, летние, зимние маточные и ремонтные;
- *санитарно-профилактические* – карантинно-изоляционные;
- *вспомогательные* – пруды - садки.

Процентное соотношение прудов различных категорий определяется расчетным путем и зависит от системы и оборота прудового хозяйства, уровня интенсификации, применяемой технологии, зоны прудового рыбоводства, комплекса задач, решаемых конкретным хозяйством, и других условий. *Главным условием* успешного функционирования прудового фонда является возможность искусственного управления их уровневым режимом, а также полного их осушения (спуска воды).

Характеристика категорий прудов, их назначение и соотношение в прудовых хозяйствах разного типа. В полносистемном прудовом карповом хозяйстве пруды делятся на две группы – производственные и специальные (водоснабжающие, санитарно-профилактические, вспомогательные). В свою очередь *производственные пруды делятся на летние и зимние*. К летним прудам относятся нерестовые, мальковые, выростные и нагульные. Основными характеристиками каждой из категорий прудов являются:

Нерестовые пруды (нерестовики) предназначены для проведения естественного нереста карпа или другого фитофильного вида рыб. Выклюнувшихся из икры личинок содержат в нерестовых прудах до перехода на активное питание (3-5 дней). Площадь пруда составляет 0,05-0,2 га, обычно 0,1 га. Средняя глубина – 0,4 – 0,5 м, максимальная глубина у донного водоспуска 1,1 м. Для быстрого прогревания воды мелководная зона нерестовика с глубиной 0,2 – 0,3 м, где происходит нерест, должна занимать 40% - 50% площади пруда. Соотношение сторон 1:2 – 1:3. Ложе пруда должно быть ровным и обязательно покрытым мягкой луговой растительностью, являющейся субстратом для клейкой икры карпа. Нерестовые пруды строят на плодородных не заболоченных почвах в удалении от проезжих дорог и других источников шума, на защищенных от ветра участках. Нерестовые пруды имеют независимое водоснабжение и опорожнение, полностью спускные. Должны быть защищены от попадания в них “сорной” рыбы и конкурентов выращиваемой молоди. Продолжительность их наполнения - 0,1 суток. Для концентрации личинок в районе водоспуска по ложу пруда делают канавки "елочкой" шириной и глубиной до 0,4 м. После нерестовой кампании пруды этой категории до следующего нереста остаются осушенными и должны зарастать луговой растительностью.

Мальковые пруды предназначены для подращивания личинок карпа и растительноядных рыб, пересаживаемых из нерестовых прудов или из инкубационного цеха (при заводском методе). Подращивание личинок происходит в течении 15-18 дней. Площадь пруда 0,2-1,0 га. Средняя глубина 1,0-1,5 м, максимальная глубина у донного водоспуска - 1,5 м. Продолжительность наполнения – 0,2-0,5 суток. Пруды этой категории строят на плодородных, хорошо спланированных, не заболоченных почвах, с небольшим уклоном в сторону водосброса. На ложе пруда делают рыбосборную сеть канав.

Выростные пруды предназначены для выращивания сеголетков карпа, растительноядных и других видов рыб. Нормативная площадь пруда составляет 10–15 га, средняя глубина в I зоне – 1,0 м с постепенным увеличением до 1,5 м в VI

зоне рыбоводства. В районе водоспуска глубина должна быть от 1,5 до 2,5 м соответственно.

Выростные пруды могут быть двух видов: первого и второго порядка. В хозяйствах с двухлетним оборотом строят пруды только первого порядка, а в хозяйствах с трехлетним оборотом – двух видов. Предназначены для выращивания сеголетков (при двухлетнем обороте) или «крочки» (двухлеток при трехлетнем обороте). Продолжительность эксплуатации выростных прудов в течение вегетационного периода составляет 60-80 дней. Площадь пруда первого порядка - 10-15 га, средняя глубина воды – 1,0-1,5 м, максимальная глубина 1,5-2,0 м, допустимая площадь мелководий (с глубиной до 0,5 м) составляет 5%, с глубиной ~1,5 м – 65-70% площади. Площадь выростных второго порядка составляет 20-50 га при средней глубине 1,3 м, у водоспуска – 2,0–2,3 м. Выростные пруды должны быть хорошо спланированы и иметь рыбосборные канавы. Пруды располагают на незаболоченных и незаторфованных участках с наиболее продуктивными почвами, в крайнем случае, на иных: галечниковых, торфяных, песчаных, солончаковых и других. Устройство выростных прудов в русле реки не рекомендуется! Продолжительность наполнения и спуска прудов не более 10-15 суток.

Нагульные пруды предназначены для выращивания рыбы до товарной массы. Могут быть русловыми или пойменными и располагаться на заболоченных и заторфованных землях или на низинных торфяных залежах. Оптимальная площадь – 50-100 га, при обосновании допускается 150 га, при средней глубине 1,3 м в I рыболовной зоне, с увеличением ее до 2,2 м для VI зоны. Площадь мелководий с глубиной до 0,5 м – 10%. В нагульных прудах допускают зависимую подачу, а также сброс воды через смежные пруды. Нагульные пруды могут базироваться как на источниках водоснабжения, обеспечивающих наполнение и постоянную подпитку всего хозяйства, так и на источниках, обеспечивающих только их наполнение. Продолжительность наполнения – 15 суток, максимально – 35 суток.

Зимовальные пруды (зимовалы) относятся к группе зимних прудов. Предназначены для зимнего содержания сеголетков или двухлетков (при трехлетнем содержании), а также маточного и ремонтного поголовья (зимние маточные и зимние ремонтные пруды). Нормативная площадь одного пруда составляет 0,5–1,0 га. Общая средняя глубина воды в прудах этой категории складывается из глубины непромерзающего в зимний период слоя воды, который должен быть не менее 1,8 м, и толщины льда, образующегося в условиях самой холодной зимы конкретной зоны прудового рыбоводства. Средняя глубина воды в зимовалах в северных регионах страны достигает 2 м, в южных – 1,5 м. Располагаются в непосредственной близости от водоисточника, на участке, исключающем возможности заболачивания фильтрационными водами из других прудов. Лучшие грунты для ложа зимовального пруда - суглинки или жирные глины. Дно пруда должна быть хорошо спланировано в сторону водоспуска с уклоном 0,001. Отметка дна зимовального пруда должна быть выше уровня воды водоприемника или равна ей. Это необходимо для того, чтобы весной не затруднять выемку рыбы при пересадке в другие пруды и обеспечить *полное осушение ложа пруда в летний период*. Продолжительность их наполнения 0,5 - 1,0 сутки.

Зимовальные пруды подразделяются на: зимовалы первого порядка для зимовки сеголетков карпа и растительоядных рыб; второго порядка, для зимовки двухлетков этих же видов рыб при трехлетнем обороте; *зимнеремонтные*, в которых содержат рыб старшего возраста, но еще не созревших и предназначенных

для пополнения и замены стада производителей (эта группа рыб называется "ремонт"); *зимнематочные*, для зимовки маточного поголовья рыб. Зимовальные пруды располагают в непосредственной близости от источника водоснабжения, на плотных не заиленных и не заболоченных почвах, предпочтительно суглинистых или супесчаных. Растительный слой должен быть снят или тщательно выкошен.

Летние маточные и ремонтные пруды служат для нагула производителей и ремонтного молодняка прудовых рыб. К этим прудам предъявляются те же требования, что и к нагульным, но их площадь зависит от количества имеющихся в хозяйстве производителей и ремонтного молодняка и определяется в зависимости от плотности посадки рыбы. Размеры отдельных прудов и суммарная их площадь зависят от численности производителей и ремонтного стада. Площадь одного пруда обычно не менее 0,2 га. Продолжительность наполнения – одни сутки.

Карантинные пруды используются для временного содержания вновь поступающих партий рыб, а также для временной изоляции заболевшей рыбы (изолятор). Обычно в хозяйстве предусматривают 2-4 таких пруда площадью по 0,2 - 0,4 га каждый. Средняя глубина пруда 1,0-1,3 м, при максимальной у донного водовыпуска - 1,2-1,5 м. Для предотвращения заболевания других рыб карантинные пруды располагают в самом конце хозяйства на незаболоченных и незаторфованных почвах, при этом на расстоянии не ближе 20 м от остальных прудов. Их водоснабжение и сброс должны быть независимыми. Продолжительность наполнения - 0,3-0,5 суток. Спускать воду из пруда можно только после дезинфекции воды. Дно пруда должно быть плотным и ровным. Их эксплуатация возможна также и в зимнее время, до 60 % их площади должны иметь глубину воды равную глубине в зимовальных прудах соответствующей зоны. Для других целей использовать карантинные пруды нельзя.

Живорыбные земляные садки предназначены для длительного, включая зимние месяцы, содержания товарной рыбы, выловленной из нагульных прудов, для удлинения сроков реализации товарной рыбы. Обычные размеры садков: площадь 100-200 м², глубина таких садков должна быть как у зимовалов соответствующей зоны. Они имеют прямоугольную форму с соотношением сторон 1:3–1:4. Условия их расположения такие же как у зимовальных прудов.

Головной пруд является накопителем воды для наполнения и подпитки прудов всех категорий. Место расположения головного пруда выбирают с таким расчетом, чтобы горизонт воды в нем был выше (командовал) горизонта воды всех производственных прудов. Для сброса лишней воды он оборудован водосливом или паводковым водосбросом. В головном пруду вода нагревается и освобождается от взвесей. Головные пруды, как правило, не зарыбляют, поэтому при подготовке ложа прудов уменьшают площадь мелководий, вызывающих повышенную зарастаемость и опасность возникновения очагов малярии, а также уничтожают древесно-кустарниковую растительность во избежание ухудшения качества воды. Если головной пруд не служит для водоснабжения рыбопитомника, его зарыбляют, используя одновременно в качестве нагульного. В этих случаях русло подвергается очистке и планировке, а также устраивается рыбозаградитель (верховина) как в русловом нагульном пруде.

Резервные пруды, как и головные, служат для создания запасов воды на период летней межени. В отличие от головных, резервные пруды можно располагать в любой части территории хозяйства, превышение уровня резервного пруда над остальными не обязательно, так как водоподача может быть

механической. В качестве резервного может служить пойменный нагульный или выростной пруд.

Пруды - отстойники служат для осветления и одновременного прогревания воды при повышенной мутности водоисточника. Пруды систематически очищают от наносов. Обычно строят две секции пруда, очищаемые поочередно.

Пруды карповых рыбоводных хозяйств оснащены различными гидротехническими сооружениями: головной плотиной, водосливами, дамбами, донными водоспусками, верховиной и др. Самым крупным сооружением является головная плотина, которой перегораживают водоток и создают головной пруд (водохранилище). Высота плотины, с учетом рельефа местности, должна создавать запас воды, обеспечивающий потребности хозяйства в любое время года. Для предотвращения размыва плотины паводковыми и дождевыми водами на ней устанавливают водослив. Плотины (дамбы) строят и для создания русловых и одамбированных прудов различных категорий. Очень важным гидротехническим сооружением пруда является донный водоспуск, который служит для регулирования глубины воды и обеспечивает полный ее сброс при необходимости. Водоспуски (водовыпуски) в зависимости от категории и площади пруда имеют различные размеры и конструктивные особенности. Важным гидротехническим сооружением является водоподающая и водоотводящая система, которая представляет собой сеть земляных каналов, деревянных лотков или асбоцементных труб и регулирующих сооружений (шлюзов, перегораживающих сооружений, др.).

В полносистемном рыбоводном хозяйстве с двухлетним оборотом, когда весь рыбопосадочный материал используется только для собственных нагульных прудов, площади прудов отдельных категорий будут примерно следующими: нерестовые – 0,1-0,5 %, выростные – 3-7, нагульные – 91-96, зимовальные – 0,2-1 %. При трехлетнем обороте соотношение отдельных категорий прудов составит: нерестовые – 0,25-0,5 %, мальковые – 2, выростные первого порядка – 10, выростные второго порядка – 20-25, нагульные – 60-65, зимовальные – 3 %.

В рыбопитомниках основную часть водной площади используют под выростные пруды (90-95 %), а под нерестовые пруды используют 2-3 %, под зимовальные – 3-7 %.

Указанные соотношения прудов являются примерными. Они будут изменяться в зависимости от назначения хозяйства, рыбопродуктивности прудов, нормативной массы рыбопосадочного материала и товарной рыбы, степени интенсификации хозяйства, плотности посадки рыбы. Например, в одном из прудовых хозяйств ЧАО «Донрыбкомбинат» (Донецкая область, Украина) имеющему 4500 га прудового фонда, соотношение площадей прудов было следующим: нагульные – 73,8 %, выростные – 14,3, зимовальные – 1,8 и нерестовые – 0,5 %.

Прудовый фонд холодноводных форелевых прудовых хозяйств имеет свои принципиальные отличия, касающиеся прежде всего технических характеристик самих прудов и соотношения отдельных категорий. В форелевом хозяйстве выделяют маточные (ремонтные), выростные и нагульные пруды. Каждый из них имеет прямоугольную канавообразную форму, причем продольная сторона в 4 -- 20 раз больше поперечной. Водоподающую систему закладывают выше уровня пруда. Дно его планируют с уклоном 1:50-1:200, засыпают песком и галькой или цементируют. Эти меры обеспечивают лучшую проточность пруда, уменьшение «мертвых» застойных зон, аэрацию поступающей воды, быстрый полный ее спуск,

облегчают очистку пруда, приближают условия жизни рыб к естественным. Во избежание ухода форели в водопадающие лотки (она обычно идет против течения) перед ними устанавливают заградительные решетки. Повышенная потребность хозяйств в воде (для поддержания достаточной концентрации кислорода и проточности) обуславливает высокую интенсификацию производства на малых площадях. Выростные пруды в таких хозяйствах создают площадью 50-300 м², нагульные - 200-500 м², маточные - 300-1000 м², при средней глубине соответственно 0,8; 1,5 и 2 м. Соотношение прудов различных категорий в прудовом форелевом хозяйстве представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Структура прудового фонда форелевых прудовых хозяйств

Категория прудов	Полносистемное хозяйство	Рыбопитомник
Выростные	20-30	60-70
Нагульные	60-70	-
Ремонтно-маточные	5-10	28-30
Живорыбные садки	1-2	-

Кроме того, в форелевом хозяйстве создают карантинные пруды (площадью 100-200 м²), садки (до 100 м²) для передержки производителей и живорыбные садки (150-200 м²) для содержания товарной рыбы от вылова до реализации. Форелевое хозяйство занимает, в отличие от тепловодного, незначительную площадь. Холодноводное рыбное хозяйство площадью 2-3 га уже считается крупным.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое прудовый фонд рыбного хозяйства и из каких категорий (групп) он состоит?
2. Дайте рыбоводно-технологическую характеристику основным категориям производственных и вспомогательных прудов.
3. Каковы особенности соотношения прудов в прудовых хозяйствах различного типа, системы и оборота?
4. Сравнительная характеристика прудового фонда тепловодных и холодноводных прудовых рыбных хозяйств.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

1.4 Водоснабжение прудовых хозяйств.

Технология водоснабжения прудовых хозяйств и её особенности. Состав и порядок работы системы водоснабжения. Технологические требования к химическому составу воды. Необходимость и виды водоподготовки в прудовом рыбоводстве. Методы, применяемые для подогрева воды, очистки от механических взвесей и агрессивных веществ, улучшения газового режима.

Технология водоснабжения прудовых хозяйств и её особенности. Состав

и порядок работы системы водоснабжения. Источником водоснабжения прудов служит любой поверхностный или подземный водоем: река, ручей, канал, озеро, водохранилище, атмосферные осадки, грунтовые или подземные воды. Любой водоисточник должен иметь необходимую мощность и обеспечивать пруды в нужное время и в необходимом количестве. Количество и качество воды должны отвечать биологическим потребностям разводимой рыбы.

Вода в прудовом рыбоводстве поступает из источника водоснабжения, используется в прудах рыбного хозяйства и сбрасывается в поверхностный водоем – приемник сбросных вод. В зависимости от пути передачи воды между этими тремя компонентами водопользования выделяют несколько типов систем водоснабжения: *прямоточное, оборотное, комбинированное.*

Прямоточное водоснабжение предусматривает подачу воды из источника водоснабжения в пруды рыбного хозяйства в начале сезона (периода выращивания) и её сброс из прудов в водоем приемник сбросных вод в конце сезона. Таким образом водные ресурсы в технологическом процессе выращивания рыбы используются однократно. При этом, если вода загрязняется в производстве, то перед выпуском в водоем она очищается путем выполнения комплекса природоохранных мероприятий. Прямоточное водоснабжение применяется в тех случаях, когда источник воды достаточно мощный, расположен вблизи рыбного хозяйства. На протяжении сезона пустые пруды наполняются, вода используется, после чего пруды полностью опорожняются.

При оборотном водоснабжении вода, подается из источника водоснабжения, используется в одних прудах рыбного хозяйства (одной категории), затем перенаправляется для повторного использования в другие пруды, после чего в конце года сбрасывается в водоем – приемник сбросных вод. При этом внутри системы прудов рыбного хозяйства вода может передаваться не один раз, как самотечно, так и механически. Потери при оборотной системе восполняются из источника водоснабжения. Данная система применяется в прудовом рыбоводстве не всегда и не в полном объеме, как например в УЗВ индустриальных хозяйств. Чаще всего, однажды набранная система прудов, использующая пастбищную форму, на протяжении сезона пополняется из источника водоснабжения. При этом внутри системы рыбхоза идет оборот воды между нагульными прудами и прудами других категорий. Оборотная система водоснабжения применяется в прудовой аквакультуре при ограниченной мощности источника водоснабжения, например, хозяйствах, пруды которых имеют преимущественно атмосферный тип питания водой.

В то же время вода в прудовом рыбоводстве может использоваться разово (на протяжении одного сезона при прямоточном либо оборотном водоснабжении) или на протяжении многих лет (оборотное, последовательное или *многолетнее водоснабжение*).

Последовательное водоснабжение предусматривает систему, когда вода, использованная в одном пруду (группе прудов), используется повторно в другом пруду (группе прудов), в дальнейшем в третьем и так далее. Данный тип водоснабжения применяется в каскадных системах русловых прудов, либо комбинированных русловых и пойменных системах. При этой системе водоснабжения значительно уменьшается количество воды, подаваемой из источника, по сравнению с прямоточным водоснабжением. Это очень важно в условиях маловодья южных аридных районов России, и позволяет, несмотря на

недостаток воды, получать высокие производственные результаты.

По энергоемкости системы подачи выделяют водоснабжение самотечное и механическое. Самотечная подача воды обеспечивается разницей в отметках ложа прудов, расположенных друг за другом, тем самым вода может перетекать из выше расположенного водоема в ниже расположенные. С точки зрения экономичности и необходимости передачи воды на значительное расстояние, наилучшим является самотечное водоснабжение. Механическая подача воды (насосами и т.п.) применяется, если водоисточник находится ниже отметки НПУ прудов рыбного хозяйства. Возможно комбинированное водоснабжение: вода из водоисточника подается механически в канал, а из него самотеком снабжаются все пруды хозяйства.

На протяжении сезона в прудах поддерживается водообмен. Для прудов холодноводных прудовых форелевых хозяйств водообмен обязателен. Пруды или бассейны высокопроточные. Расход воды на 100 кг биомассы рыб составляет 1-2 л/с. Содержание кислорода не менее 6-8 мг/л. Температура воды в летнее время не более 16-18°C. Предпочтительна вода из небольших рек, ключей и водоемов, питаемых ключами. Для тепловодных прудовых карповых рыбных хозяйств водообмен обеспечивается обязательно лишь на двух категориях прудов зимовальных и нерестовых. Расходы для водообмена в зимних живорыбных садках определяют, исходя из нормы содержания кислорода (не менее 3 мл/л на вытоке), а в зимовальных прудах принимают из расчета полной смены воды в течение 12-20 сут. В остальных категориях прудов водообмен применяется исключительно по технологическим показаниям, например, необходимостью выполнения лечебно-профилактических мероприятий.

Технологические требования к химическому составу воды. Рыбы - первичноводные животные, всю жизнь проводящие в воде. В процессе эволюции у них выработались различные приспособления, позволяющие им обитать в водоемах с чрезвычайно разнообразными условиями жизни для рыб. Вода не только удовлетворяет физиологические потребности организма, но и служит ему опорой, доставляет пищу и кислород, уносит его метаболиты, переносит половые продукты и самих гидробионтов. Поэтому свойства воды - важнейший фактор абиотической среды водного населения.

Вода содержит различные растворенные и взвешенные вещества, количество и состав которых определяют большое разнообразие ее химического состава. Этот состав зависит как от физических условий окружающей среды, так и от биологических и микробиологических процессов, протекающих в водоемах. Взаимообусловленное воздействие абиотических и биотических факторов, а также деятельность человека вызывают существенные различия в гидрохимическом режиме водоемов.

Большим своеобразием отличается гидрохимический режим рыбоводных прудов и мелких водоемов, периодически осушаемых в различные сезоны года, на почву и воду которых сильно влияет хозяйственная деятельность человека. Посадка в пруды большого количества рыбы на единицу площади, удобрение прудов и кормление рыбы также отрицательно влияют на качество воды. В результате поступления в воду легкоразлагающегося органического материала увеличивается окисляемость, повышается водородный показатель воды (рН), отмечается увеличение суточных колебаний содержания кислорода, изменяются физические свойства воды, увеличивается ее цветность, снижается прозрачность.

Поэтому при интенсификации рыбоводства необходимо своевременно принимать меры по оптимизации гидрохимического режима, обеспечению условий для нормальной жизнедеятельности водных организмов. Пригодность поверхностных вод для использования в рыбохозяйственных целях определяется их соответствием требованиям и нормативам отраслевого стандарта («Вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы» ОСТ 155 372-87).

Живые организмы подвергаются в водоеме воздействию различных факторов среды. При этом роль отдельных факторов может сильно трансформироваться и зависеть от других условий. Например, высокая концентрация кальция в ряде случаев снимает летальное действие высоких концентраций ионов калия, а при повышенной солености воды нитраты даже при их большой концентрации не представляют серьезной угрозы для рыб.

Важнейшими условиями, определяющими жизнь водных организмов, являются температура, свет, газовый режим, содержание биогенных элементов. Связь гидробионтов с элементами внешней среды взаимообусловлена, и изменение одной системы связей неминуемо вызывает изменение другой. Поэтому, рассматривая влияние отдельных компонентов гидрохимического режима на жизнедеятельность гидробионтов, необходимо иметь в виду условность такого вычленения, ибо в природе все отношения организма и среды взаимосвязаны.

Вода водоисточника прудового рыбоводного хозяйства должна удовлетворять следующим требованиям: отвечать нормам, в основе которых лежат сохранность вида; плодовитость и качество потомства рыбы; отвечать биологическим особенностям выращиваемых видов рыб; обеспечивать необходимый уровень развития естественной кормовой базы рыб; не должна быть источником заболеваний разводимых рыб; обеспечивать выращиваемой рыбе товарные качества, предотвращая накопления опасных токсикантов или возбудителей заболеваний, либо веществ, портящих вкус или придающих рыбе неприятный запах. Качество воды, используемой в технологическом процессе, должно обеспечивать оптимальный режим выращивания рыбы, исключая возникновение предзаморных и заморных ситуаций, обеспечивающий прирост рыбы, достаточный для получения стандартной массы.

Перед использованием воды водоисточника следует провести всесторонние гидрохимические, токсикологические, микробиологические и ихтиопатологические исследования по показателям, имеющим наибольшее значение для прудового рыбоводства, и при необходимости определить способы подготовки воды (аэрация, очистка и т.д.) до кондиций, соответствующих рыбохозяйственным нормативам.

При проектировании хозяйств, для предотвращения загрязнения водоисточников сточными водами предусматривается система мер, препятствующих попаданию загрязняющих веществ в воду: обваловывание, устройство отводных каналов, посадки кустарников и леса, предотвращающих попадание в пруды ливневых и паводковых вод. Эти работы проводят за счет предприятий, загрязняющих водоемы. Устанавливают водоохранную зону прудов их хозяйств, расположенную на расстоянии не менее 500 м от водозабора или границы хозяйства.

При контроле качества воды, используемой в прудовом рыбоводстве, *обращают внимание на следующие её параметры:* прозрачность и цветность; водородный показатель (рН); растворенные газы (кислород, диоксид углерода, аммиак, сероводород); органические вещества (окисляемость); биогенные

элементы (азот аммонийный, фосфаты); солевой состав (хлориды, сульфаты, нитриты, нитраты, общая минерализация); микробиологические показатели.

Общие требования и нормы качества воды, поступающей в рыбоводные хозяйства, разделяются по категориям (при воспроизводстве для инкубаторов, при зимовке, в летний период при выращивании сеголетки или товарной рыбы) и типам хозяйства (тепловодные карповые – холодноводные форелевые).

Общие требования к воде, поступающей в прудовые форелевые и карповые хозяйства (летние пруды), приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования к качеству воды поступающей в летние пруды

№ п/п	Наименование показателя	Нормативные значения	
		для форелевых прудов	для карповых прудов
1	Температура, С ⁰	температура поступающей воды не должна иметь перепад более 5 ⁰ относительно воды в прудах. максимальные значения не должны превышать 20 ⁰ С	температура поступающей воды не должна иметь перепад более 5 ⁰ относительно воды в прудах. максимальные значения не должны превышать 28 ⁰ С
2	Запахи, привкусы	вода не должна иметь посторонних запахов, привкусов и придавать их мясу рыб	вода не должна иметь посторонних запахов, привкусов и придавать их мясу рыб
3	Цветность, нм (градусы)	до 540 (до 30)	до 585 (до 50)
4	Прозрачность, м	не менее 1,5	не менее 0,75-1,0
5	Взвешенные вещества, г/м ³	до 10,0	до 25,0
6	Водородный показатель (рН)	7,0-8,0	6,5-8,5
7	Кислород растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	не ниже 2,8 x 10 ⁻¹ (9,0)	не ниже 1,6 x 10 ⁻¹ (5,0)
8	Диоксид углерода растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	2,3 x 10 ⁻¹ (10,0)	5,7 x 10 ⁻¹ (25,0)
9	Сероводород растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	отсутствие	отсутствие
10	Аммиак растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	2,9 x 10 ⁻³ (0,05)	2,9 x 10 ⁻³ (0,05)
11	Окисляемость перманганатная, гО/м ³	до 10,0	до 15,0
12	Окисляемость бихроматная, гО/м ³	до 30,0	до 50,0
13	БПК ₅ , гО ₂ /м ³	до 2,0	до 3,0
14	БПК _{полн} , гО ₂ /м ³	до 3,0	до 4,5
15	Аммоний-ион, мольN/м ³ , (гN/м ³)	2,8 x 10 ⁻² (0,5)	5,6 x 10 ⁻² (1,0)
16	Нирит-ион, мольN/м ³ , (гN/м ³)	4,3 x 10 ⁻⁴ (0,02)	4,3 x 10 ⁻⁴ (0,02)
17	Нират-ион, мольN/м ³ , (гN/м ³)	1,6 x 10 ⁻² (1,0)	3,2 x 10 ⁻² (2,0)
18	Фосфат-ион, мольP/м ³ , (гP/м ³)	3,2 x 10 ⁻³ (0,3)	5,3 x 10 ⁻³ (0,5)
19	Железо общее, моль/м ³ , (г/м ³)	3,1 x 10 ⁻³ (0,1)	1,1 x 10 ⁻² (1,8)
20	Железо закисное, моль/м ³ , (г/м ³)	не более 1,4 x 10 ⁻³ (0,1)	не более 2,8 x 10 ⁻³
21	Общая численность микроорганизмов, млн.кл./мл	до 1,0	до 3,0
22	Численность макрофитов, тыс.кл./мл	до 3,0	до 5,0

Общие требования к воде, поступающей в зимовальные комплексы, приведены в таблице 5.

Следует подчеркнуть, что качество воды прудовых хозяйств при выращивании рыбы должно характеризоваться следующими нормативами:

- Вода, содержащая от 0,1 до 3,0 мг/ л железа, может быть пригодна для

водоснабжения после аэрации и отстаивания или фильтрации ее через песчано-гравийные и керамзитовые фильтры.

- Прозрачность водной среды рыбоводных прудов: оптимальные значения - 50% средней глубины пруда, допустимые - (50 ± 20) % средней глубины пруда.

Таблица 5 - Требования к качеству воды поступающей в зимовальные пруды

№ п/п	Наименование показателя	Нормативные значения
1	Температура, С ⁰	температура поступающей воды не должна повышать более чем на 5 ⁰ для форелевых прудов и более чем на 8 ⁰ С для карповых
2	Прозрачность, м	не менее 1,5
3	Взвешенные вещества, г/м ³	до 10,0
4	Водородный показатель (рН)	6,5-8,0
5	Кислород растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	более $1,9 \times 10^{-1}$ (6,0)
6	Диоксид углерода растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	не более $3,4 \times 10^{-1}$ (15,0)
7	Окисляемость перманганатная, гО/м ³	до 10,0
8	БПК ₅ , гО ₂ /м ³	не более 3,0
9	БПК _{полн} , гО ₂ /м ³	не более 4,5
10	Аммоний-ион, мольN/м ³ , (гN/м ³)	$5,6 \times 10^{-2}$ (1,0)
11	Нитрит-ион, мольN/м ³ , (гN/м ³)	тысячные доли
12	Сероводород растворенный, моль/м ³ , (г/м ³)	отсутствие
13	Железо общее, моль/м ³ , (г/м ³)	не более $1,8 \times 10^{-3}$ (0,3)
14	Железо закисное, моль/м ³ , (г/м ³)	не более $0,7 \times 10^{-4}$ (0,05)

- Водородный показатель (рН): для карповых прудов оптимальные значения 7,0-8,5, допустимые границы - 6,5-9,0, повышение рН в полуденное время до 9,5. Для форели оптимальные значения - 7,0-7,5. Допустимые границы - 6,5-8,0.

- Газовый режим водной среды определяется показателями, содержания основных четырех газов, растворенных в воде. Так технологическая норма растворенного в воде кислорода в карповых прудах должна быть в пределах 6,0-8,0 г/м³, при допустимом значении 4,9 г/м³ (кратковременное понижение утром не менее 2,0 г/м³), для форелевых 9,0-11,0, при недопустимости понижения до 6,0 г/м³ чреватым гибелью рыбы. Растворенный диоксид углерода для всех прудов должен составлять 10 г/м³, при допустимом повышении до 30 г/м³. Наличие растворимого в воде прудов сероводорода не допускается, в связи с высокой токсичностью последнего. Концентрация растворенного в воде аммиака для всех прудов, используемых в интенсивной форме должен быть в пределах 0,01-0,07 г/м³, при допустимом повышении до 0,1 г/м³.

Необходимость и виды водоподготовки. Методы, применяемые для подогрева воды, очистки от механических взвесей и агрессивных веществ, улучшения газового режима. Обеспечение оптимального условий среды в пруду (температура, растворенные газы, химический состав, посторонние примеси и пр.) является обязательным условием работы любого прудового рыбного хозяйства. К сожалению, вода поверхностных водных объектов, являющихся, как правило, источником водоснабжения рыбных хозяйств, не всегда соответствует технологическим нормам. В связи с указанным на предприятии необходимо обеспечить выполнение комплекса мероприятий по водоподготовке поступающей в

пруды воды. Распространенными причинами необходимости применения водоподготовки являются: высокая разница температуры поступающей в хозяйство воды и воды в рыбоводных прудах; наличие механической взвеси в воде; низкая (кислая) или высокая (щелочная) рН воды; повышенное содержание в воде закисной формы железа; низкий уровень растворенного в поступающей воде кислорода; наличие в воде излишнего количества растворенного органического вещества или микроорганизмов, а также другие причины. Рассмотрим наиболее простые и приемлемые в прудовой аквакультуре виды водоподготовки, в разрезе решаемых ими задач.

Высокая разница температуры в источнике водоснабжения и воды в рыбоводных прудах (норматив не более чем на 5⁰С для форелевых прудов и не более чем на 8⁰С для карповых) наичаще наблюдается при использовании для водоснабжения подземных вод, имеющих низкие температуры. Также представляет опасность при водоснабжении нерестовых прудов (инкубационных цехов). Для ускорения её нагрева на подаче воды в хозяйство устраиваются специальные нагревательные пруды, представляющие собой водоемы площадью 1-2 га со средней глубиной до 1,0 м, располагаемые в местах с наибольшим уровнем инсоляции. Небольшая глубина с усиленным прогревом солнечным теплом позволяют в кратчайшие сроки подогреть большой объем воды.

Наличие механической взвеси (взвешенных веществ) в воде источника водоснабжения обычно наблюдается в период весеннего половодья или периодов высоких ливневых вод (норматив не более 10,0 г/м³ для форелевых прудов и не более 25,0 г/м³ для карповых). Особую опасность взвесь представляет для молоди, а также для всех возрастных групп в период зимовки. Для освобождения воды от нежелательных взвесей при проектировании прудового хозяйства на подаче устраиваются специальные пруды-отстойники, используемые чаще на протоке с незначительным водообменом позволяющим осаждению взвеси на дно водоема.

Низкая (кислая вода) или высокая (щелочная вода) рН воды в источнике водоснабжения может быть в случае использования вод, текущих из районов естественно богатых вымываемыми легкорастворимыми соединениями, например, содержащимися в торфе (кислая вода). Для избегания пагубного воздействия сильнокислых вод на подаче воды в хозяйство сооружаются так называемые известковые барьеры – преграды на водоподающих каналах наполненные известью нейтрализующую повышенную кислотность. Для нейтрализации излишне щелочной воды в барьеры помещают торф. Ниже барьеров по необходимости устраивают пруды-отстойники.

Повышенное содержание в воде закисной формы железа (FeO) обуславливается естественным свойством подземных вод, протекающих в породах богатых окислами железа не содержащих растворенного кислорода, иногда в иных случаях. Вода, содержащая более 0,05 г/м³ соединений закисного железа для большинства гидробионтов токсична. Для избегания токсичного воздействия такой воды на водоподающем канале в прудовое хозяйство устанавливают аэраторы, а на выходе из канала специальные пруды-отстойники. При вероятности появления закисного железа в хозяйстве под каждым водовыпуском в пруды устраивают простейшее устройство для аэрации - аэрационные столики. В принципе очистки лежит свойство соединений закисной формы железа легко взаимодействовать с растворенным кислородом с образованием легкоосаждающихся плохорастворимых соединений.

Низкий уровень растворенного в поступающей воде кислорода возможен в двух случаях. При использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод практически не содержащих растворенного кислорода, а также при чрезмерном повышении температуры воды и бурному развитию планктона в летний период (возникновение заморов). Особенную опасность дефицит кислорода в воде представляет при зимовке рыбы, а также при созревании половых продуктов производителей и развитии эмбриональном развитии рыб. Для повышения уровня содержания растворенного кислорода в воде применяют различные типы аэраторов – от простых аэрационных столиков до механических аэраторов, устанавливаемых в специальных прудах на подаче, а также в самих производственных прудах с рыбой. В замкнутых водоемах также возможно увеличить водообмен или провести известкование негашеной известью.

Наличие в воде излишнего количества растворенного органического вещества или микроорганизмов возможно в нескольких случаях: при использовании в качестве источника водоснабжения загрязненных поверхностных вод; в производственных прудах летом при высокой интенсификации производства и зимой при использовании уплотненных посадок в зимовалах. Для избегания негативного воздействия загрязненных вод на объект выращивания применяется комплекс мероприятий от усиления водообмена зимой до осаждения органического вещества (дезинфекции) известкованием негашеной известью.

К условиям водоснабжения форелевых прудовых рыбных хозяйств предъявляются повышенные требования, как по её физическим свойствам (температура, взвешенные вещества, рН и др.), так и по её химическому составу (содержание растворенных газов и химических соединений), что обусловлено биологическими свойствами самого объекта выращивания. Указанное нашло отражение в разработанных нормативах подаваемой в пруды воды (см. выше). Соответственно условиям и качеству водоподготовки в таких хозяйствах уделяется значительно больше внимания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте существующие системы (типы) организации водоснабжения прудовых рыбных хозяйств: прямоточное, оборотное, последовательное. Условия однолетнего и многолетнего использования водных ресурсов в прудовой аквакультуре.
2. Особенности организации водоснабжения тепловодных и холодноводных прудовых хозяйств.
3. Каковы технологические требования к качеству воды используемой в прудовом рыбоводстве. Перечислите основные группы показателей, которым уделяется повышенное внимание при контроле качества воды в форелевом и карповом прудовом хозяйстве. Содержание и значение ОСТ 155 372-87 «Вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы».

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

2. ЕСТЕСТВЕННАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ И ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ.

2.1 Естественная рыбопродуктивность прудов.

Понятие естественной рыбопродуктивности прудов. Составляющие естественной рыбопродуктивности и факторы её определяющие. Влияние абиотических и биотических факторов на продуктивность прудов. Роль естественной кормовой базы в питании рыб в прудовом рыбоводстве. Её значение и особенности использования в тепловодном и холодноводном прудовом рыбоводстве с применением разных форм хозяйствования.

Понятие естественной рыбопродуктивности прудов. Еще до появления в прудовом рыбоводстве поликультуры с растительноядными рыбами сложилось понятие рыбопродуктивность пруда, а поскольку карп был почти единственным объектом, то это понятие прочно соединилось с продукцией карпа. В связи с наличием у карпа двух источников пищи, естественной и комбикормов, выделилось два понятия – естественная рыбопродуктивность пруда и продукция рыб, полученная за счет комбикормов и других искусственно приготовленных кормосмесей. В современном интенсивном прудовом рыбоводстве основу рациона карпа составляют комбикорма. Его доля в общем рационе достигает 60-80 %. Частично комбикорма потребляются и растительноядными рыбами (это в основном несъеденные карпом остатки корма). В зависимости от уровня интенсификации 20-40 % рациона карпа составляет естественный корм.

Таким образом, в рыбоводстве естественная рыбопродуктивность водоема есть *суммарный прирост массы рыбы, полученный в течение одного вегетационного периода за счет естественной кормовой базы, выраженная в килограммах или тоннах на 1 га площади водоема.* Под общей рыбопродуктивностью понимают *прирост массы рыбы, полученный как за счет естественной кормовой базы, так и методов интенсификации (мелиорации, удобрения, кормления и так далее).* Величина общей рыбопродуктивности может значительно превышать естественную рыбопродуктивность.

Составляющие естественной рыбопродуктивности и факторы её определяющие. Влияние абиотических и биотических факторов на продуктивность прудов. Естественной кормовой базой водоемов для рыб представляет собой все доступные, пригодные для использования животные и растения. По характеру питания все гидробионты разделены на три группы:

Первая - автотрофы (продуценты), организм которых формируется из неорганических веществ, минеральных солей и биогенных элементов (прежде всего азота, фосфора и оксида углерода). В эту группу входят – водоросли, высшая водная растительность, а также некоторые группы бактерий. Вторая - гетеротрофы, организмы, использующие в пищу организмы первой группы (прежде всего водоросли и бактерии) - *консументы первого порядка*, или представителей своей группы – *консументы второго порядка*. К этой группе в водоеме относятся виды - формирующие его зоопланктон и зообентос. Третья группа – сапрфиты, организмы, питающиеся органическими веществами, которые попадают в водоем вследствие отмирания представителей первых двух групп. К ним в водоеме относят различные группы бактерий.

Путь, по которому органическое вещество в водоеме перемещается с одного трофического уровня на другой, называется пищевой цепью. Цепи двух типов,

отличаются первым звеном цепи - живые растения или детрит. Следующее звено представляет группа животных (консументы первого порядка) использующая в пищу организмы первого звена, далее идет группа (звено) животных (консументы второго порядка) питающихся представителями второй группы. За ними может быть еще третья группа (консументы третьего порядка) поедающая представителей предыдущей группы.

Для оценки биопродукционных возможностей водоемов используют понятия биомасса и биопродукция. *Биомасса* представляет собой массу органического вещества живых организмов на единице объема (фито- и зоопланктон) или площади (фито- и зообентос) водоема, и выражаемая соответственно в $г/м^3$ и $г/м^2$. *Биопродукция*, это масса органического вещества создаваемое живыми организмами за определенный период времени. Прирост биопродукции, изменяется во времени, так как обусловлен взаимодействием двух противоположных процессов. С одной стороны она увеличивается как результат роста и размножения организмов. С другой, уменьшается за счет естественной смертности и гибели от хищников и неблагоприятных условий. На величину биопродукции оказывает влияние и человек, например посредством отлова живых существ и др. Процесс кругооборота вещества в водоеме, имеющиеся пищевые взаимоотношения и преобразование органического вещества, происходящее в настоящих условиях в водоеме, приводит в итоге к образованию биопродукции, которая используется человеком. Величина биопродукции рыб в водоеме зависит от количества и качества естественной пищи, экологических условий, видового состава рыб. Чем быстрее растет рыба и чем короче пищевые цепи, тем больше естественная рыбопродуктивность водоема.

Величина естественной рыбопродуктивности определяется состоянием водоема, развитием кормовой базы и эффективностью ее использования. На величину естественной рыбопродуктивности влияют возраст рыбы, качество среды обитания, количественное и качественное (видовое) развитие живых кормовых организмов, температурный режим, зоны рыбоводства, удобрение прудов, плодородие почвы ложа пруда, поликультура и другие факторы.

В результате роста и размножения гидробионтов в водоемах происходит непрерывное новообразование биомассы. Это явление называют биологической продуктивностью, а новообразованную биомассу - биологической продукцией. Различают продукцию первичную и вторичную.

Первичная продукция представляет собой результат фотосинтеза органического вещества из неорганического в процессе жизнедеятельности гидробионтов - автотрофов (главным образом растительных организмов). Утилизация первичной продукции может идти с разной эффективностью в зависимости от совокупности абиотических и биотических условий в водоеме.

Вторичная продукция образуется в процессе трансформации органического вещества гетеротрофами (животными организмами).

Материальную и энергетическую основу всех последующих этапов продукционного процесса в водоеме составляет новообразование органических веществ из минеральных в результате жизнедеятельности растительных организмов. Процесс автотрофного питания гидробионтов, т. е. образование ими органического вещества своего тела из минеральных веществ, является единственным, при котором в водоеме возникает «первопища». За счет нее живут все гетеротрофные гидробионты, как растительноядные, так и плотоядные. Так, молодь многих видов рыб на ранних стадиях развития потребляет водоросли, а для

белого амура, белого и пестрого толстолобиков, некоторых видов тилляпий высшая и низшая водная растительность — важный источник питания на протяжении всей жизни.

Таким образом, все население водоемов вовлекается в процесс круговорота веществ, который включает следующие звенья: синтез органического вещества в водоеме и поступление органического вещества в водоем с водосборной площади; разложение органического вещества в водоеме (минерализация); потребление и преобразование разлагающихся веществ бактериальными, растительными и животными организмами; потребление живых организмов, синтезирующих органическое вещество из неорганического (рис. 1).

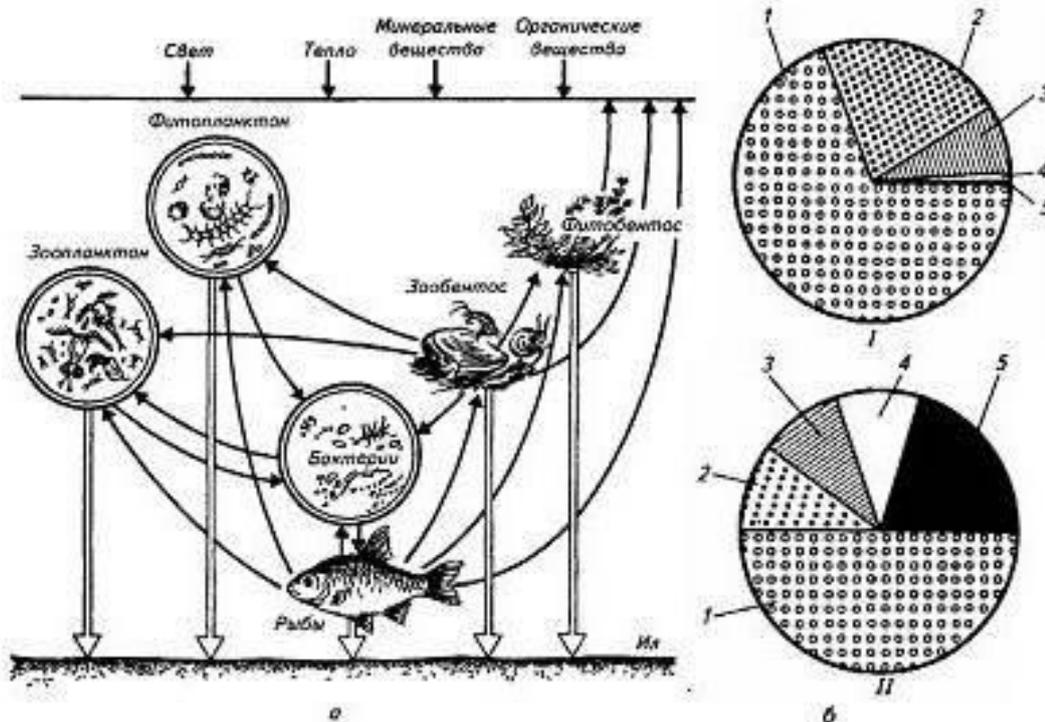


Рисунок 1 – Процесс круговорота веществ в водоеме (А) и доля рыб в общей биологической продукции и биомассе естественных водоемов (Б):

I – соотношение различных видов биологической продукции; II – соотношение биомассы; 1 – фитопланктон; 2 – бактерии; 3- зоопланктон; 4- зообентос; 5- рыба.

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. Особенно велика роль микроскопических водорослей, являющихся основным источником питания животных организмов.

Зеленые растения, участвующие в процессе фотосинтеза (диатомовые, зеленые, сине-зелёные и другие водоросли), требуют для своего развития определенных условий - наличия биогенных веществ и микроэлементов, а также определенной температуры. Так, диатомовые водоросли развиваются обычно при температуре 16-18 °С. Сине-зелёные водоросли появляются при более высокой температуре, при наличии фосфора до 0,02 мг/л и азота до 0,08 мг/л воды. Зеленые водоросли требуют большого количества азота.

Зелеными микроводорослями и агрегатами сине-зеленых питаются коловратки и низшие ракообразные. Минимальная концентрация протококковых водоростей которая обеспечивает питание зоопланктона составляет 1 мг/дм³ для

диаптомусов и $1,6 \text{ мг/ дм}^3$ – для дафний. Фитопланктон (зеленые) используется в пищу практически всеми видами личинок рыб, а так же (зеленые и сине-зеленые) взрослыми особями белого и пестрого толстолобиков. Диатомовые водоросли используются многими гидробионтами, однако часть их проходит пищеварительный тракт неперевавленными.

В водоем также поступают органические вещества извне. Их количество зависит от характера водосборной площади, климата, почвы, растительного покрова, характера хозяйственной деятельности человека. Органические вещества, поступившие из донных отложений и с водосборной площади, а также организмы, размножившиеся при фотосинтетической деятельности и со временем отмирающие (фитопланктон, макрофиты, фитобентос), разлагаются и преобразуются при участии бактерий и простейших. При этом микроорганизмы не просто разрушают органическое вещество, а превращают его в свои собственные тела, делая его более доступным для питания животных. Одновременно протекают и процессы деструкции, в результате которых в воду поступают биогенные элементы, необходимые для развития водорослей. При слабой утилизации органическое вещество оседает на дно водоема, поглощает большое количество кислорода, ухудшает кислородный режим. По мере накопления в водоемах неиспользованного органического вещества происходит старение экосистем (эвтрофикация). Оно проходит медленнее, если основными продуцентами органического вещества являются планктонные водоросли. Однако и при интенсивном развитии фитопланктона, но слабом его потреблении растительными беспозвоночными значительная часть первичной продукции также остается недоиспользованной и отлагается на дне водоема. Таким образом, оценка продуктивности водоема, проводимая только по величине первичной продукции, может привести к ошибкам, поскольку значительная часть органического вещества выпадает из продукционных процессов и может отрицательно влиять на их течение.

Большую роль в водоеме играют бактерии, грибы и микрозоопланктон (инфузории, бесцветные жгутиковые, постнауплиальные стадии веслоногих и др.). Годовая продукция бактерий может достигать десятков и сотен граммов сырой массы на 1 м^2 . Огромную роль во вторичном продуцировании играют представители микрозоопланктона и микрозообентоса, в частности простейшие. В водоемах инфузории в массе развиваются вслед за нарастанием биомассы бактерий, которое начинается после отмирания фитопланктона. Имея огромную численность и высокую интенсивность продуцирования, инфузории создают биомассу, часто близкую той, которую образуют в водоемах все другие животные. Дальнейший ход круговорота веществ идет с участием животных, которые питаются водорослями, сапрофитными бактериями, грибами и животными других видов.

Растительные организмы - водоросли и высшие растения - используются в разной степени почти всеми животными, например, губками, коловратками, ракообразными, моллюсками, личинками и мальками рыб, а также взрослыми рыбами-фитофагами. Особенно широко используются протококковые водоросли.

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

Особое значение как пища для водных беспозвоночных имеет детрит, т. е. совокупность взвешенных в воде и оседающих на грунт органических частиц (обрывков наземной и водной растительности, отмерших водорослей и животных и

др.). Помимо органического вещества в формировании детрита большую роль играет минеральная взвесь. На частицах детрита концентрируется огромное количество бактерий. Пищевая ценность детрита в значительной мере связана с его происхождением, возрастом и содержанием бактерий. Детрит разного происхождения существенно различается по биохимическому составу. Целые группы животных, так называемые детритофаги, питаются детритом. Важную роль играет детрит и в питании рыб.

Последним звеном пищевой цепи в процессе круговорота веществ в водоеме является культивируемая рыба, взрослые особи которой питаются зоопланктоном и бентосными организмами, а отдельные виды рыб, как, например, белый амур, используют водную растительность.

Рациональное ведение прудового рыбоводного хозяйства требует постоянного контроля за кормовой базой, которая определяется уровнем развития водных организмов, являющихся пищей для рыб, а также высшей водной растительности.

Видовой состав, численность и биомасса фитопланктона. В состав планктонных организмов входят две группы: фитопланктон - совокупность микроскопических водорослей и зоопланктон - живой планктон, включающий простейших, коловраток и ракообразных. Среди водорослей есть одноклеточные, многоклеточные и колониальные формы. Размеры их различны – десятые – сотые доли миллиметра. В толще воды они поддерживаются благодаря небольшим размерам, слизистой оболочке, содержанию в клетке воды, включениям газа, жира и т.п. Благодаря наличию в клетках пигментов они имеют разную окраску, чаще всего имеют хлорофилл зеленого цвета. Микрофитопланктон в среднем содержит 41,5% углеводов, 13% белка, 1,3% жиров, 5,2% золы, 39 % прочих безазотистых веществ и комплекс витаминов. В зависимости от преобладания того или иного пигмента водоросли имеют разную окраску. Различаются они по запасу питательных веществ и способу размножения.

Фитопланктону принадлежит ведущая роль в обеспечении процессов кругооборота веществ в водоемах. В процессе жизнедеятельности водоросли изменяют химический и газовый состав воды, поглощая углекислый газ и выделяя кислород. При благоприятных условиях для одного или нескольких видов водорослей они начинают быстро интенсивно размножаться, угнетая развитие других видов водорослей, вызывая «цветение» воды. Следует отметить о негативном влиянии водорослей, например, которое проявляется при «цветении» сине-зеленых и их отмирания. Вырабатываемый ими токсин вызывает нарушения кислородного режима, явления замора, угнетения и гибели зоопланктона и зообентоса. Оптимальные величины биомассы фитопланктона в водоемах - 20-30 мг/дм³, при минимальной допустимой - 50-80 мг/дм³. Достижение любой группы водорослей биомассы выше 100 дм³ для прудов недопустимо.

Для развития зеленых микроводорослей (наиболее полезных в прудах), необходимо в воде пруда наличие азота, который создает благоприятные условия для их развития и поддерживает процесс «цветения» воды. На этом принципе основан метод внесения минеральных удобрений в пруды. Расчетный норматив концентрации растворенного в воде пруда фосфора равен 0,5 мгР/ дм³, азота аммонийного – 2,0 мгN/ дм³. В указанных концентрациях биогены тормозят развитие сине-зелёных водорослей, но происходит массовое развитие зеленых. Интенсивное развитие сине-зелёных водорослей свидетельствует о насыщении

воды фосфатами.

В прудах чаще всего встречаются диатомовые, зеленые, сине-зелёные, эвгленовые и пирофитовые водоросли (рис. 2).

Зеленые водоросли имеют зеленую окраску. Их клетки имеют твердую оболочку и разнообразную форму - округлую, кустиков, нитей и др. К ним относятся вольвоксовые, протококковые, жгутиковые и другие растения. *Сине-зелёные водоросли* отличаются от других водорослей своей сине-зелёной окраской и особенностями строения. У них нет оформленного ядра и хроматофоров. Типично обильное выделение слизи, окутывающей как отдельные клетки, так и целые колонии. *Диатомовые водоросли* желто-бурого цвета. Имеют кремниевый панцирь, состоящий из двух створок. По форме они очень разнообразны - в виде нитей, звездочек, веретена. *Пирофитовые водоросли* чаще одноклеточные, с двумя жгутиками. В прудах обычно встречаются перидинеи с твердым панцирем и церариум - с 3-4 рогами на панцире. *Эвгленовые водоросли* - одноклеточные, реже колониальной формы, часто с 1-2 жгутиками. Клетки голые, иногда в капсуле.

Развитие водорослей в водоеме тесно связано с наличием в нем биогенных элементов, органических веществ и с температурой воды. При благоприятных условиях происходит массовое развитие водорослей и наблюдается так называемое цветение воды (биомасса > 1 млн.кл. /дм³). Обычно при цветении максимального развития достигают 1-2 вида водорослей. Цветение водоемов ограничивают внесением негашеной извести в количестве 100-200 кг/га.

(Для сбора и обработки фитопланктона применяется так называемый осадочный метод. Пробу воды отбирают мерной посудой из разных участков водоема и переносят в ведро или иную емкость. Далее пробу перемешивают и из нее берут 0,5-1 л воды, помещают в отдельную склянку и фиксируют раствором формалина. Далее проба отстаивается в течение 10-14 дней. По осадку в мерном цилиндре можно вычислить биомассу фитопланктона. Для определения видового состава водорослей и их количественного учета отстоявшуюся пробу концентрируют путем сливания воды до определенного объема. Штемпель-пипеткой берут часть концентрированного отстоя объемом 0,05 — 0,1 мл и переносят на счетное стекло. Под микроскопом определяют видовой состав и подсчитывают организмы.)

Видовой состав, численность и биомасса высшей водной растительности.

Важную роль в жизни водоема играет высшая водная растительность (рис. 3), так как она обогащает воду кислородом, в ее зарослях обитают многие личинки насекомых и ею питаются некоторые рыбы.

Высшие водные растения подразделяют на ряд групп. Растения, жизнь которых проходит в толще водной массы, называют мягкой растительностью (рдесты, элодея, уруть, пузырчатка и др.). К ней относят и растения с плавающими листьями: кувшинку, земноводную гречиху, ряску, роголистник. К группе жесткой растительности относят растения, выступающие над поверхностью воды часть своих зеленых стеблей и листьев (камышы, тростники, рогоз, хвощи и др.).

(Учет видового состава, количества и биомассы высшей водной растительности проводят путем сбора растений с определенной площади и последующего определения общей биомассы и биомассы отдельных видов растений. Определение запасов и продуктивности высшей водной растительности может быть сделано по биомассе растений, взятой в момент ее максимального развития за данный вегетационный период, или путем систематических наблюдений, проводимых на протяжении всего вегетационного периода. Во втором случае устанавливают стационарные площадки, на которых по мере отрастания растений проводят их выкос. Количество контрольных участков определяется размерами водоема, характером распространения растительности.)

Видовой состав, численность и биомасса зоопланктона. В прудах зоопланктон представлен простейшими, коловратками, ракообразными.

Жгутиковые и инфузории наряду с бактериями и водорослями служат пищей многим низшим ракообразным, а также личинкам рыб. *Коловратки* — мельчайшие из многоклеточных организмов, разнообразные и многочисленные в пресных водоемах. Они размножаются партеногенетически. Самка (рис. 4), вылупившаяся из оплодотворенного яйца, на третьи сутки достигает половой зрелости. Весь жизненный цикл длится примерно 2-3 нед.

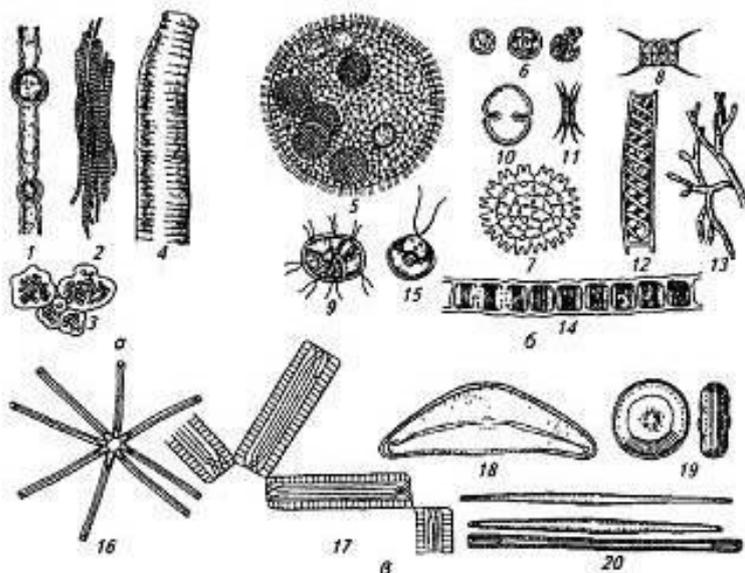


Рисунок 2. – Фитопланктон пруда

А) – сине-зелёные: 1 – анабена; 2 – анафнизоменон; 3 – микроцистис; 4 – осцилатория. Б) – зеленые: 6 – хлорелла; 7 – педиаструм; 8 – сценодессмус; 9 – пандорина; 10 – космариум; 11 – анкistroдессмус; 12 – спирогара; 13 – кладофора; 14 – улотрикс; 15 – хламодомонас. В) – диатомовые: 16 – астерионелла; 17 – диатома; 18 – сибелла; 19 – циклотелла; 20 – синедра.



Рисунок 3. – Высшая водная растительность

А) надводная (жесткая): 1 – камыш; 2 – рогоз; 3 – тростник. Б) подводная (мягкая): 4 – уруть; 5 – элодея; 6 – роголистник; 7 – рдест; В) плавающая: 8 – сальвиния; 9 – риччия; 10 – ряска.

Ракообразные принадлежат к числу важнейших для питания рыб групп водной фауны. Они представлены в пресных водоемах отрядом ветвистоусых (Cladocera), веслоногих (Copepoda) и ракушковых (Ostracoda).

Ветвистоусые рачки (кладоцеры), представляют собой одну из важнейших групп пресноводного планктона (рис. 5). Ветвистоусые ракообразные имеют 4-7 пар ног и двуветвистые антенны. Подавляющая часть кладоцер – самки. Они размножаются партеногенетически летом. Один или два раза в год появляются мелкие самцы. Половое размножение обычно происходит в осенние месяцы, причем оплодотворенные яйца остаются на зимовку. Большинство ветвистоусых рачков отмирают осенью, и в зимнем планктоне они представлены единичными видами и в небольшом количестве. Скорость полового созревания и продолжительность жизни у разных видов кладоцер различны – от 1 до 6 мес. Массовое развитие кладоцер в водоемах наблюдается в летние месяцы и связано не только с повышением температуры воды, но и с развитием бактериальной флоры водоема. Главная их пища – фитопланктон и бактерии. Кладоцеры служат пищей многим видам рыб в ранний период их жизни.

Веслоногие рачки или копеподы (рис. 6). Наряду с кладоцерами они

составляют существенную часть зоопланктона. Их удлинненное тело подразделено на головогрудь и брюшко, оканчивающееся вилкой и хвостовыми щетинками. Они размножаются только половым путем. Из яиц вылупляются личинки - науплиусы с тремя парами конечностей небольших размеров (до 0,3 мм). Они, как и взрослые формы, служат кормом для молоди рыб. В пресных водоемах веслоногие рачки представлены циклопами и диаптомусами. Циклопы - хищники. Они охотятся за простейшими, коловратками, ветвистоусыми рачками, иногда нападают на личинок рыб. Диаптомусы - фильтраторы, питаются бактериями, водорослями и др. В отличие от клadoцер большинство копепод не отмирают осенью, и в зимнее время зоопланктон состоит исключительно из них.

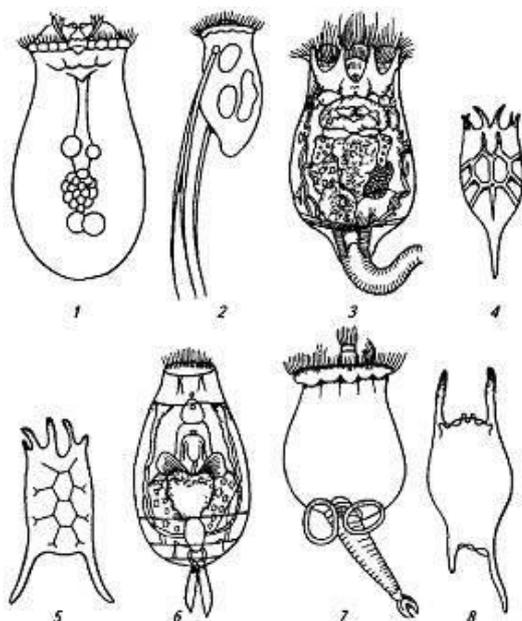


Рисунок 4. – Коловратки прудов
 1 – аспланха, 2 – филиния, 3 – брахионус,
 4 – керателла кохлеарис, 5 – керателла
 квадрата, 6 – декана, 7 – брахионус
 диверзикорнис, 8 – хеартра.

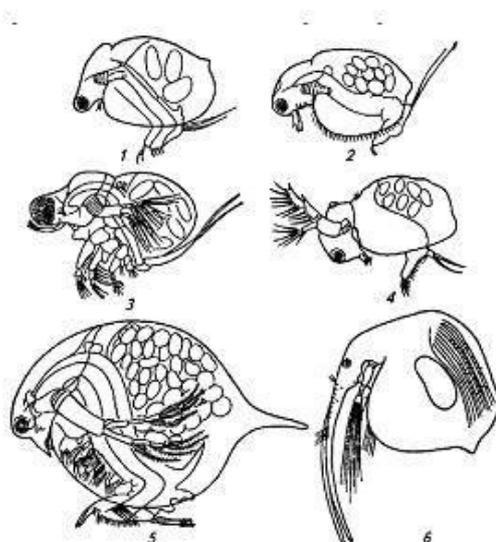


Рисунок 5. – Ветвистоусые раки прудов
 1 – цериодафния, 2 – моина, 3 – полифемус,
 4 – сида, 5 – дафния пулекс,
 6 – босмина корегони

Ракушковые рачки (остракоды) - имеют двустворчатую раковину, внутри которой находится тело рачка. Из раковины высовываются лишь антенны и 1-2 пары туловищных ножек. Остракоды менее значимы в питании рыб.

(Зоопланктон отбирают при помощи планктонной сетки. В разных местах водоема набирают мерной посудой и процеживают через планктонную сетку 25-50 л воды. Для отбора проб из глубоких слоев используют батометр. Каждая проба планктона, если она не обрабатывается в живом состоянии, должна быть зафиксирована формалином. Для определения видового состава и численности зоопланктона пробу доводят до определенного объема (50, 100 или 200 мл) для упрощения дальнейших расчетов, хорошо перемешивают и берут шпатель-пипеткой определенный объем пробы. Отобранную пробу переносят на счетное стекло, на котором подсчитывают количество организмов каждого вида. Видовой состав зоопланктонных организмов определяют с помощью специальных определителей. При счетном методе для определения биомассы зоопланктона количество особей какого-либо вида умножают на среднюю массу одного экземпляра.)

Видовой состав, численность и биомасса бентоса. К бентосу относятся организмы, обитающие на дне и относящиеся к различным систематическим группам - членистоногие, моллюски, черви, мшанки. Это личинки насекомых (комаров, мух, стрекоз, ручейников, поденок, веснянок, бабочек, жуков и др.),

клещи, пауки, мизиды, амфиподы, изоподы, моллюски, олигохеты, нематоды, мшанки, губки, гидры, планарии и др. В большинстве водоемов основное население донной фауны из членистоногих составляют личинки насекомых (стрекоз, поденок, веснянок, вислокрылых, комаров, мошек), некоторые жуки, водяные клопы, клещи и др. (рис. 7).

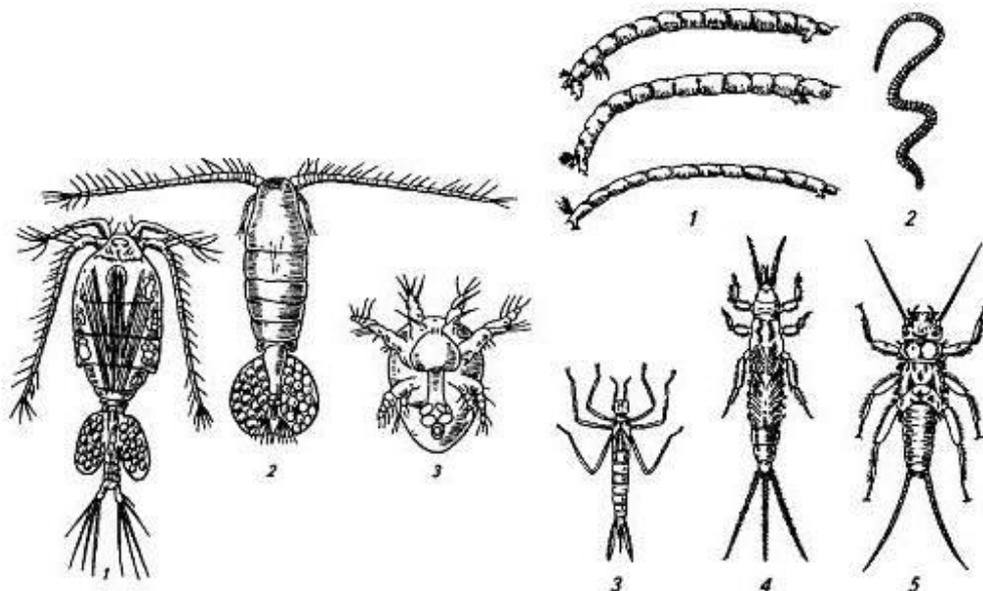


Рисунок 6. – Веслоногие раки прудов 1 – циклоп, 2 – диаптопус, 3 – науплиус.
Рисунок 7. – Зообентос прудов 1 – хирономиды, 2 – олигохеты, 3 – личинки стрекоз, 4 – поденки, 5 – веснянки.

Моллюски представлены двумя классами - брюхоногие и двустворчатые, многие из которых служат пищей для рыб. Они составляют по массе значительную часть среди донных организмов водоемов. Малощетинковые черви (олигохеты) - занимают весьма заметное место в фауне пресных водоемов. Они служат пищей для пиявок, бокоплавов, хищных личинок тендипедид, а также рыб.

(Для учета донного населения водоемов необходимо взять пробу специальным прибором - дночерпателем, затем пробу разобрать по видам организмов и взвесить. Сумма всех организмов дает количество их на определенной площади. Сезонные колебания численности и биомассы популяций водных организмов в основном связаны с изменением интенсивности солнечной радиации как непосредственного источника энергии для фотосинтеза растений. Изменения в количестве падающего света, обуславливающего периодичность развития водорослей, определяют и динамику развития животных, питающихся растениями. Динамика численности и биомассы организмов зоопланктона также определяется интенсивностью его выедания рыбами и другими водными животными. Сезонное изменение численности и биомассы донных животных в первую очередь зависит от особенностей их размножения, роста и выедания, а также от абиотических факторов, в частности температурного режима водоемов. В прудах и озерах резкие колебания численности и биомассы донных организмов могут обуславливаться массовым вылетом насекомых.)

К основным факторам, определяющим величину естественной рыбопродуктивности, можно отнести: 1) климатические условия региона (прежде всего температурный режим, количество тепла, получаемого за вегетационный сезон, интенсивность солнечной радиации, количество осадков); 2) почвенные факторы (большое влияние качества почвы прудов и водосборной площади и особенно подстилающих грунтов на величину естественной рыбопродуктивности); 3) качество воды источника водоснабжения, ее гидрохимические показатели; 4) особенности самого водоема (его площадь, глубины, гидрологические условия); 5)

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

Разнообразие климатических и почвенных условий России вызывает *необходимость зонального районирования водоемов*. В известной мере географическая зональность почвенного покрова соответствует температурной, что позволило использовать этот принцип и при классификации рыбохозяйственных водоемов. Из климатических и метеорологических условий, влияющих на формирование естественной кормовой базы, рост и развитие рыб, важнейшим является температурный режим. Поэтому за основу зонального районирования в рыбоводстве принято количество дней в году с температурой воздуха выше 15°C. В соответствии с этим территория страны разбита на шесть рыбоводных зон (табл. 5).

Таблица 6. Естественная рыбопродуктивность прудов при выращивании карпа в различных зонах рыбоводства, (в кг/га)

Показатель	Зоны					
	I	II	III	IV	V	VI
Сумма температур за вегетационный период, град.-дн.	1035-1340	1294-1829	1596-2358	1950-2358	2265-2955	2265-3323
Все пруды на естественной пище	70	120	160	190	220	240

Водоемы одной и той же рыбоводной зоны, объединенные по температурному режиму, иногда заметно различаются по продуктивности. Основной причиной таких различий является качество почв водоема и водосборной площади. В связи с этим для определения величины естественной продуктивности используют соответствующий поправочный коэффициент. Для определения реальной величины естественной рыбопродуктивности прудов, расположенных: на малопродуктивных почвах, базовое значение рыбопродуктивности умножают на поправочный коэффициент равный 0,4 для галечных и торфяных почв, 0,5 – для песчаных и супесчаных; на среднепродуктивных используют коэффициент 0,6 – для сероземов и черноземов выщелоченных песчаных, 1,0 для черноземов и подзолов; для высокопродуктивных почв – черноземов и красноземов коэффициент 1,2.

Роль естественной кормовой базы в питании рыб в прудовом рыбоводстве. Её значение и особенности использования в тепловодном и холодноводном прудовом рыбоводстве с применением разных форм хозяйствования. Естественная пища должна быть неотъемлемой частью пищевого рациона прудовых рыб. Потому что интенсивное кормление рыб искусственными кормами, которые не могут в полной мере обеспечить объект выращивания необходимым количеством незаменимых аминокислот, биологически-активных веществ (витаминов и т.п.), приводит к нарушению обмена веществ и снижения темпа роста рыб. Разные виды водных организмов имеют разную пищевую и биологическую ценность, вместе с тем, они содержат в себе необходимые питательные вещества: белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли. Белки кормовых беспозвоночных организмов являются полноценными по составу аминокислот, что очень важно для развития и роста рыб. Наиболее полноценными пищевыми организмами является ветвистоусые ракообразные. Аминокислотный состав олигохет также полноценен, но они имеют меньше витаминов, в сравнении с ветвистоусыми, и очень бедны на минеральные соединения. Личинки хирономид

занимают промежуточное место между первыми двумя группами. По пищевой ценности кормовые беспозвоночные являются незаменимыми в питании рыб.

Для личинок всех прудовых рыб в первые дни жизни лучшим кормом являются босмины (из ветвистоусых), коловратки, личинки веслоногих рачков. Их концентрация в воде должна составлять более 1,5 тис.экз./дм³, что гарантирует компенсацию всех пищевых потребностей личинок. Напротив если в планктоне пруда с личинками рыб будут находиться в большом количестве циклопы (*Cyclops*), лептестерии (*Leptestheria*), стрептоцефалюсы (*Streptocephalus*) или щитни (*Apus*, *Lepidurus*), то возможна большая гибель личинок в результате их выедания указанными хищными формами. Для эффективного роста рыб массой более 10–20 г количество природной пищи в пищевом комке рыб должно составлять не менее 40%. Это возможно при концентрации фитопланктона не менее 20-30 мг/дм³, зоопланктона не ниже 8-12 г/м³, зообентоса – не менее 3-5 г/м². Пруды считаются более продуктивными если в фитопланктоне по биомассе доминируют зеленые микроводоросли, в зоопланктоне – ветвистоусые или веслоногие рачки, а в зообентосе – личинки хирономид (комаров).

Карп имеет чрезвычайно широкий пищевой диапазон. Поедает он и зерна растений. В интенсивно эксплуатируемых прудах основной едой для товарного карпа являются личинки хирономид и дафнии, которые преобладают, как правило, в кормовой базе прудов. Производители карпа поедают также моллюсков, червей и прочий крупный зообентос.

Для обеспечения нормальных условий питания в прудах карпа на ранних этапах их развития (при переходе на внешнее питание), необходимо наличие в водоеме достаточного количества мелких организмов - инфузорий (*Protozoa*) и коловраток (*Rotatoria*), которые являются основой питания в этот период. При большей длине тела до 7 мм молодь может уже потреблять науплии ракообразных - *Chydorus*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina* и *Moina*. Достигая длины более 10 мм, молодь карпа уже поедает мелких дафний и циклопов, что значительно ускоряет рост рыбы. При длине тела 20 мм и более, карп потребляет также личинок насекомых и разные виды крупного зоопланктона, млллюсков и олигохет.

Белый амур на ранних этапах развития питается исключительно зоопланктоном. С 15-ти суточного возраста в его рационе появляется низшая растительность (*Cladophora*, *Ulothrix*, *Spirogyra*), а с месяца (масса не менее 3 г) – она является его основным кормом. Белый толстолобик на ранних этапах развития потребляет мелкие формы зоопланктона. По мере формирования жаберного аппарата, который по строению напоминает густое сито (имеет много пластинок с отверстиями, через которые оттеживается вода), спектр питания меняется. Уже на 8–9 сутки в его рационе появляется фитопланктон, который впоследствии становится основным кормом. Пестрый толстолобик по характеру питания на ранних стадиях развития близок к белому толстолобику. В первые 2 недели он питается исключительно мелкими формами зоопланктона, а в дальнейшем молодь переходит на потребление преимущественно фитопланктона. В сравнительно бодем позднем возрасте молодь наряду с зоо– и фитопланктоном может потреблять и детрит.

Необходимо отметить, что *многообразие естественной пищи в прудах не является постоянной и неисчерпаемой величиной, и находится в прямой зависимости от плотности посадки рыбы.* В частности в период максимальных показателей температуры воды в июле-августе в прудах часто наблюдается

минимальная биомасса естественных кормов, что связано с повышенной потребностью в кормах у рыб в этот период (зависит от температуры воды). А отдельные виды зоопланктеров, например *Bosmina longirostris*, при их массовом накоплении, плохо используются. Плотность личинок хирономид и олигохет менее 1–2 г/м при высокой плотности посадки рыбы не уменьшается. Значительные численность дафний (более 20 экз./дм³), а также появление *D. pulex* и *D. magna* сигнализируют о необходимости изучения кормовой базы пруда. В виду указанного, невозможно на основе одноразового определения биомассы кормовых организмов пруда делать вывод относительно его потенциальной естественной рыбопродуктивности.

Необходимо также учитывать, что характер питания у рыб по мере роста и недостатка основной пищи изменяется. Например, молодь карпа потребляет планктонных ракообразных, а позже – переходит на зообентос, но при его недостатке переходят на потребление крупного зоопланктона. В небольшом количестве в его рационе отмечается крупный фитопланктон и макрофиты.

В современном интенсивном прудовом рыбоводстве основу рациона карпа составляют комбикорма. Его доля в общем рационе достигает 60–80 %. Частично комбикорма потребляются и растительноядными рыбами (это в основном несъеденные карпом остатки корма). В зависимости от уровня интенсификации 20–40 % рациона карпа составляет естественный корм.

Независимо от уровня интенсификации *экосистемы прудов со временем начинают изменяться*. Снижается естественная утилизация органического вещества, оно оседает на дно водоема, поглощает большое количество кислорода, ухудшает кислородный режим. Значительная часть биогенных элементов выпадает из продукционных процессов. По мере накопления в водоемах неиспользованного органического вещества происходит их старение, что приводит к сукцессиями их биологических сообществ, зачастую нежелательным с точки зрения рыбоводства. В итоге естественная рыбопродуктивность прудов начинает снижаться. Единственным методом недопущения указанного является выполнение мелиорационных мероприятий, направленных в данном случае на недопущение старения водоема и поддержание высокого естественного уровня развития естественной кормовой базы. Целью мелиорации, по сути, является недопущение изменения оптимальных условий формирования биологического потенциала водоема (всех живых существ, представляющих планктон и бентос, включая объект аквакультуры). Таким образом, *мелиорация является, как методом недопускающим снижения значений естественной рыбопродуктивности прудов, так и является гарантированной базой достижения высоких результатов при выполнении интенсификационных мероприятий*. Мелиорация включает большой перечень видов работ имеющих различную природу воздействия на экосистему.

В связи с большой важностью естественной пищи в питании прудовых рыб, разработан ряд методов воздействия на водную экосистему с целью стимулирования развития естественной кормовой базы пруда и повышения уровня рыбопродуктивности выше естественной. Одним из них является внесение в пруд органических удобрений, которые создают благоприятную среду для развития бактерий, минерализующих органические вещества. Бактерии, являющиеся пищей для беспозвоночных ракообразных, способствуют их росту и размножению, в результате биомасса зоопланктона увеличивается. Органическими удобрениями служат и остатки несъеденного корма, и экскременты рыб. Другой метод –

внесение минеральных удобрений – азотных и фосфорных, являющихся питательными веществами для планктонных водорослей, которые в свою очередь потребляются планктонными ракообразными и белым толстолобиком (или гибридом толстолобиков). Отмершие или переработанные в кишечнике рыб, они оседают на дно и служат пищей для бентосных организмов и бактерий. Значимость развития кормовой базы от применения удобрений выражается ростом общей рыбопродуктивности по карпу (табл. 7)

Таблица 7. Естественная рыбопродуктивность прудов при выращивании карпа в различных зонах рыбоводства, кг/га

Категория пруда	Зоны					
	I	II	III	IV	V	VI
Все пруды на естественной пище	70	120	160	190	220	240
Выростной с минеральными удобрениями	180	240	280	320	360	400
Нагульный с минеральными удобрениями	85	120	190	250	265	310

Хорошие результаты по увеличению естественной кормовой базы, а, следовательно, и рыбопродуктивности, дает метод интродукции (вселения) в выростные пруды дафний (*Daphnia magna*), наиболее крупного и высокопродуктивного представителя низших ракообразных (зоопланктона). Чистая культура дафний вносится в пруды при их заливке. Вместе с интродуцируемыми животными вносится корм для них в виде кормовых дрожжей, навоза или других органических удобрений. Вселенные в пруд дафнии быстро развиваются и заселяют водную толщу, подавляя развитие других, менее продуктивных животных. Повышенная биомасса дафний, являющихся излюбленной пищей сеголетков карпа, увеличивает естественную рыбопродуктивность выростных прудов на 100–400 кг/га и более.

Естественная кормовая база рыб играет различную роль в формировании общей рыбопродуктивности, как различных типов (тепловодного и холодноводного) прудового рыбоводства, так и его форм (экстенсивная, интенсивная). Биологические особенности питания лососевых, в особенности их пищевые предрасположенности, не позволяет выращивать товарную продукцию в прудовых хозяйствах на экстенсивной форме. Интенсивная форма получения продукции в холодноводных форелевых хозяйствах базируется исключительно на кормлении. При этом естественная кормовая база в прудах либо ничтожна или просто отсутствует. Напротив, технология, принятая в тепловодных карповых прудовых хозяйствах при использовании любой из возможных форм выращивания товарной продукции (экстенсивной или пастбищной, полуинтенсивной, интенсивной) уделяет максимально пристальное внимание поддержанию уровня естественной рыбопродуктивности, а также повышению биопродукции отдельных её компонентов за счет применения мелиорации, удобрения, а также использования поликультуры.

Вопросы для самоконтроля:

1. Содержание и определение понятия естественная кормовая база прудов, естественная рыбопродуктивность. Определение и сущность понятий биомасса и биопродукция.
2. Охарактеризуйте сущность кругооборота органического вещества в водоеме и значение основных групп гидробионтов (продуценты, консументы разных порядков,

редуценты), трофическую структуру гидробионтов (автотрофы, гетеротрофы, сапрфиты), пищевые цепи в экосистеме пруда.

3. Структура и видовой состав естественной кормовой базы прудов (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты, детрит), ресурсы её повышения.

4. Факторы, определяющие величину естественной рыбопродуктивности прудов, их связь с зональностью прудового рыбоводства.

5. Роль естественной кормовой базы в питании рыб в прудовом рыбоводстве. Её значение и особенности использования в тепловодном и холодноводном прудовом рыбоводстве с применением разных форм хозяйствования.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

2.2 Интенсификационные мероприятия в прудовом рыбоводстве. Мелиорация как базовое направление интенсификации.

Значение интенсификационных мероприятий в прудовом рыбоводстве, их направления. Особенности применения для различных рыбоводных зон России. Определение и сущность мелиорации. Виды мелиорации: экологическая, агротехническая и биологическая. Технологические приемы и методы мелиорации. Факторы, влияющие на эффективность мелиорационных мероприятий.

Значение интенсификационных мероприятий в прудовом рыбоводстве, их направления. Особенности применения для различных рыбоводных зон России. Основной задачей, как аквакультуры в целом, так и прудового рыбоводства в частности, является получение возможно большего количества белковой продукции в виде высококачественной живой рыбы. В классическом понимании прудовой аквакультуры эта задача может быть выполнена двумя путями: во-первых, за счет ввода в эксплуатацию новых площадей (экстенсивный метод); во-вторых, за счет повышения общей рыбопродуктивности действующего прудового фонда в результате применения комплекса интенсификационных мероприятий.

Все направления интенсификации не зависимо от метода воздействия на экосистему пруда, и объект выращивания имеют различное значение в повышении уровня общей рыбопродуктивности. Выделяют три уровня направлений интенсификации: *базовый, основной и вспомогательный.*

К базовому направлению интенсификации относится *мелиорация*, как комплекс мероприятий, не допускающий снижения и отчасти повышения уровня развития естественной кормовой базы прудов – базы формирования их рыбопродуктивности. Степень вклада в общую рыбопродуктивность составляет 70-240 кг/га в зависимости от расположения прудов по рыбоводным зонам.

К основным направлениям интенсификации относится три комплекса мероприятий, так называемые «три кита» которые по сути именно формируют результативность самой интенсификации – *кормление объекта выращивания, удобрение прудов и использование поликультуры.* Вклад указанных направлений значителен (от 2000 до 3500 кг/га) что дает от 80% и более общей рыбопродуктивности прудов.

К вспомогательным направлениям интенсификации относят ряд комплексов

мероприятий, сопутствующих более эффективному выполнению основных направлений интенсификации, либо дополняющих их, способствуя дополнительному повышению общей рыбопродуктивности. Их вклад может быть различен - от 10 до 30% от рыбопродуктивности по основным направлениям интенсификации, зависит от их перечня, а также состояния экосистемы прудов. К вспомогательным направлениям интенсификации прудовой аквакультуры относятся: *совершенствование используемых и внедрение передовых организационно-технологических приемов аквакультуры; применение механизации рыбоводных и вспомогательных процессов при выращивании объектов; выполнение комплексной санитарно-эпизоотологической профилактики заболеваний; использование высокопродуктивных (высокопродуктивных) видов и пород рыб (объектов выращивания).*

Интенсификация выращивания продукции в прудовой аквакультуре возможна исключительно при условии *выполнения комплекса гидротехнических и гидрологических работ*, направленных соответственно на создание оптимальных условий эксплуатации гидротехнических сооружений в безаварийном режиме и поддержание в прудах соответствующего качественного режима среды обитания объектов выращивания.

Выбор методов для комплексной интенсификации зависит от места расположения прудового рыбоводного хозяйства – рыбоводной зоны, в которой оно располагается. Отмечено, что чем южнее рыбоводная зона, тем больший комплекс интенсификации возможно применить. Но в тоже время, возрастает значение качественного выполнения мелиорационных мероприятий, так как возрастает биомасса рыб в пруду, и все тоньше становится та грань, за которой возможны необратимые и пагубные изменения в экосистеме пруда (заморы, вспышки заболеваний, гибель и т.п.). Следует учесть и то что выполнение части интенсификационных мероприятий (удобрение, поликультура и пр.) в северных зонах прудового рыбоводства просто не принесут пользы, так как их успех выполнения зависит, прежде всего, от температурного режима. Или условия выращивания просто не соответствуют оптимальным для ряда прудовых рыб – растительноядных и др. Результатом указанного выше следует то что чем южнее рыбоводная зона (место расположения прудового рыбного хозяйства) тем больше может быть общая рыбопродуктивность прудов.

Результатом длительных научно-технологических изысканий, подтвержденных многолетним практическим опытом рыбоводных хозяйств страны стали разработанные технологические рекомендации для прудового рыбоводства утвержденные Приказом Министерства рыбного хозяйства СССР от 24.04.1985 N 241 «Об утверждении отраслевого сборника нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству».

Определение и сущность мелиорации. Виды мелиорации: экологическая, агротехническая и биологическая. Мелиорация - это система технических и организационно-хозяйственных мероприятий, не допускающих снижения уровня развития естественной кормовой базы прудов – базы формирования их рыбопродуктивности и отчасти её повышения. В отдельных случаях при использовании трансформированных (эвтрофицированных) водоемов, мелиорация направлена на коренное улучшение неблагоприятных условий в пруду с целью повышения его рыбопродуктивности.

При длительной эксплуатации прудов, в которых не проводятся мелиоративные работы, в почве и частично в воде изменяются многие биологические и физико-химические процессы. В результате этого происходят: заиление ложа, закисление почвы и воды, зарастание прудов высшей водной растительностью и заболачивание. В почве, иле и водоеме в целом нарушаются процессы минерализации органических веществ и самоочищения воды, ухудшаются солевой и газовый режимы, накапливаются болезнетворные организмы, в результате чего в прудах складываются условия, способствующие возникновению различных заболеваний, включая незаразных. В таких случаях интенсификационные мероприятия не дают желаемого результата, а хозяйства становятся малопродуктивными и неблагополучными по болезням рыб. Все это в конечном итоге приводит не только к резкому снижению их рыбопродуктивности, вплоть до последующей невозможности использования таких прудов для рыбоводных целей. С целью устранения или недопущения этих нарушений предусматривается создание необходимых для рыб гидрохимических условий, борьба с излишней водной растительностью и чрезмерными иловыми отложениями, проводится летование прудов и другие мероприятия.

В задачу рыбоводно-технических мероприятий входит создание наиболее благоприятных условий для развития полезных гидробионтов и одновременно подавление или создание угнетающих условий для жизни вредных организмов (табл. 8). По характеру действующего начала (состава и свойств воздействия) на экосистему прудов выделяют *три основных направления мелиорации: экологическая* (включает комплексное последовательное воздействие множества различных факторов физической, химической и биологической природы), *агротехническая, биологическая, химическая, физическая и механическая*. В основе каждого направления лежит комплекс выполняемых рыбоводами работ и действующих факторов. В различных методических указаниях возможны другие классификации мелиоративных методов, однако в основе их лежит тот же принцип, а подразделение основывается на большем перечне факторов воздействия.

Таблица 8 - Основные направления воздействия мелиоративных мероприятий в экосистеме рыбоводных прудов

Способствовать развитию	Подавление развития
Азотсобирающих, аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий	Денитрифицирующие бактерии
Протококковых и зеленых водорослей	Высших водных растений и других крупных водорослей, не служащих пищей зоопланктону
Низших водных животных организмов, зоопланктона и личинок хирономид, олигохет, моллюсков	Фауны беспозвоночных животных, питающихся зоопланктоном (жуки, клопы, кориксы, стрекозы, щитни и др.)
Разводимой рыбы	Дикой и сорной рыбы, являющейся хищниками, а также конкурирующей в питании с объектами выращивания

Экологическая мелиорация включает длительное комплексное последовательное воздействие множества различных факторов физической, химической и биологической природы, воздействующих на экосистему пруда и

приводящее к значительным положительным изменениям в экосистеме рыбохозяйственного водоема сохраняющимся на протяжении длительного периода времени. Например, проведение летования прудов, набор воды в определенные сроки специальными методами, использование прудовых площадей в севообороте и другие.

Прочие направления мелиорации отличаются от предыдущего ограниченным набором действующих факторов, узкой специализацией, непродолжительным периодом их воздействия и более кратковременным эффектом (экосистема начинает снова вскоре изменяться, и не всегда в лучшую сторону).

Агротехническая мелиорация включает воздействие на ложе и откосы пруда, а также на прибрежную защитную полосу агротехнических приемов, применяемых в растениеводстве и заключается в аэрировании грунта за счет его рыхления и вспашки, направленного формирования растительности в водоеме (выкос нежелательной и излишне развитой, а также специальный посев технологически полезных травянистых смесей) и другие.

Биологическая мелиорация направлена на улучшение условий в рыбоводном пруду за счет вселения какого-либо хозяйственно-полезного живого организма, растительного либо животного. Например, в пруд вселяются хищники для уничтожения сорной фауны или переносчиков опасных для объекта выращивания инфекционных и инвазионных заболеваний, а также рыб-макрофитофагов для борьбы с излишней растительностью. В прудовой аквакультуре возможны и другие виды – мелиораторы.

Химическая мелиорация включает узкоспециализированные методы, при которых на экосистему воздействует химический реагент. То есть в водоем вносится некое химическое вещество реакции, с которым приносят положительный эффект. Например, внесение в водоем (по ложу или по воде) негашеной извести, при котором возможно кратковременно улучшить газовый режим в водоеме, снизить кислотность среды, выполнить обеззараживание и пр. К данному направлению также относится использование в прудах гербицидов и ихтиоцидов позволяющих сокращать соответственно численность высших растений и сорной рыбы.

Физическая мелиорация включает кратковременные мероприятия, при которых на экосистему пруда воздействует ограниченное количество физических факторов, например, температура или солнечная инсоляция. Так в ежегодном технологическом цикле использования прудового фонда после их спуска (опорожнения) предусматривается непродолжительный перерыв, когда ложе пруда находится незалитым водой и просыхает под воздействием солнца (осушение, промораживание ложа прудов).

Механическая мелиорация включает применение технических средств приспособлений для улучшения среды содержания объекта аквакультуры. Например, применение при наборе воды в пруды специальных конструкций – рыбосороуловителей, не допускающих попадание в пруды нежелательных механических загрязнений и биологических объектов (хищных форм животных, сорной рыбы, переносчиков заболеваний и т.д.). Или удаление ила путем применения плавучих земснарядов (бульдозера) для его механического перемещение из пруда и т.п.

Мелиорацию осуществляют как в самом пруду, так и на окружающей его территории. В последнем случае имеется в виду совокупность мероприятий,

способствующих улучшению гидрохимических условий и повышению качества подаваемой в рыбоводные пруды воды, предупреждению заиливания прудов, если источник водоснабжения несет мутные воды, взвешенные частицы которых осаждаются в прудах, ускоряя процесс их заиливания. Для предупреждения этих нежелательных явлений необходимы мелиоративные работы на водосборной площади: устройство отстойников, фильтров, сооружения для очистки сточных вод, древонасаждение и залужение склонов и берегов и др.

Мелиорация, направленная на улучшение самих прудов (разных категорий), предусматривает создание необходимых для разводимого вида рыб гидрохимических условий, борьбу с водными растениями, если они развиваются во вредных количествах, борьбу с излишними иловыми отложениями, летование и известкование, а также культурно-технические мероприятия.

Технологические приемы и методы мелиорации. Факторы, влияющие на эффективность мелиорационных мероприятий. В процессе эксплуатации рыбоводных прудов применяется много различных методов мелиорации. Рассмотрим самые основные из них.

К мелиоративным техническим мероприятиям, направленным на улучшение газового и гидрохимического режима водоема, относится *аэрация воды*. На окислительные процессы и жизнедеятельность водных организмов расходуется большое количество кислорода. Недостаточное количество растворенного в воде кислорода ведет к возникновению заморных явлений. Летом чаще всего они возникают в предутренние часы. Зимние заморы связаны с ограничением поступления кислорода в водоем. Для предупреждения заморов проводят аэрирование воды.

Существует несколько способов аэрирования. *Механическое аэрирование*, осуществляют с помощью специальных приспособлений – аэраторов. Некоторые из них представляют собой различные аэрационные плоские и ступенчатые столики, вертушки, колеса с лопастями, установленные на водоподаче, дождевальные установки и др. Другие перемешивают воду с помощью винтов или гребных колес. Также существуют компрессоры, подающие в воду сжатый воздух через мелкие отверстия в шланге, проложенном по дну пруда. В последних моделях аэраторов компрессор соединяется с насосом, который засасывает воду из водоема и выбрасывает ее насыщенной сжатым воздухом. Аэраторы располагают в голове магистрального канала для обогащения кислородом всей воды, поступающей в рыбоводное хозяйство, или в месте подачи воды в каждый отдельный пруд, что особенно важно при подаче воды в зимовальные пруды.

Биологическое аэрирование воды, основанное на усилении развития фитопланктона, достигается путем своевременного применения минеральных удобрений.

Одним из средств мелиорации является *известкование прудов* негашеной известью. Она используется для нейтрализации среды из кислой в нейтральную или слабощелочную, в качестве удобрения для дезинфекции прудов и в качестве профилактического средства в борьбе с болезнями рыб. Кислая среда угнетает жизнедеятельность различных групп бактерий, задерживает разложение и минерализацию органических веществ, неблагоприятно сказывается на развитии других гидробионтов. Изменяя рН среды до нейтральной или слабощелочной, известь способствует усилению развития гидробионтов и ускорению минерализации органических веществ. В качестве удобрения известь применяют

как поставщика кальция, который оказывает существенное влияние на рост и развитие водных организмов, т. к. входит в состав их скелетных образований и активно влияет на процессы обмена.

Мероприятия по борьбе с зарастанием прудов. Водная растительность оказывает существенное влияние на биологический режим водоема, как благоприятное при незначительном своем развитии, так и негативное при излишнем. Водные растения - незаменимый пищевой ресурс водоема, среда обитания важной в кормовом отношении фитофильной фауны, субстрат для икротетания многих промысловых рыб, убежище и место нагула молоди. Они обогащают воду кислородом, сохраняют берега от эрозии. Однако чрезмерное развитие водной растительности ухудшает гидрохимический режим, затеняет водоем, активно консервирует биогены в своих тканях, способствует повышенному уровню испарения воды (транспирация), препятствует проникновению света и тепла, способствует интенсивному заилению ложа отмершей органикой. В результате пруд активно эвтрофицируется и может превратиться в болото. Растительность также сокращает полезную площадь нагула рыбы, мешает облову рыбы, что усложняет эксплуатацию пруда. В прудах обычно развиваются растения с надводными жесткими стеблями, листьями и соцветиями (тростник, рогоз, камыш, ежеголовник и др.), с плавающими на поверхности воды листьями и цветками (сальвиния, ряска, водокрас, гречиха, болотноцветник и др.) и подводные мягкие, погруженные в воду и не поднимающиеся над поверхностью воды (рдесты, роголистник, уруть, хара и др.). От надводных жестких растений необходимо очищать водоем, оставляя их только вдоль дамб для предотвращения размыва. Интенсивное развитие растений с плавающими на поверхности листьями нежелательно, т. к. они препятствуют проникновению света и тепла в придонные слои воды. Подводную мягкую растительность удаляют в том случае, если она занимает более 25-30 % площади пруда. Разреженная мягкая растительность в прудах полезна. Однако интенсивное развитие подводных растений препятствует развитию фитопланктона, который является более полезным для пруда как поставщик кислорода и как пища для пестрого толстолобика. При излишнем развитии сине-зеленых водорослей происходит угнетение зеленых микроводорослей, ухудшается гидрохимический режим водоемов. Для профилактики последнего применяют внесение аммиачной селитры (нитрат аммония) и негашеной извести.

Известны *биологический, механический и химический методы борьбы с высшими водными растениями.* Наиболее эффективным является механический способ борьбы с зарастанием прудов, высшими водными растениями. Он заключается в их выкашивании и удалении из пруда. Для этих целей применяют различные камышекосилки, наиболее широко распространена косилка типа «Эзокс» с горизонтальным и вертикальным ножами. Она смонтирована на плоскодонной лодке, движущейся при помощи гребных колес с поворотными лопастями. Выкос производится на глубине до 0,6 м, она срезает и подталкивает к берегу подводную растительность как закрепленную, так и не закрепленную на грунте. Производительность - 0,7 га/ч, ширина захвата - 2,8 м, масса - 750 кг. Растительность скашивают до цветения или в его начале, т. к. в этот период корневая система еще слаба и не дает питательные вещества для развития вегетативных органов. Скашивают все стебли, что способствует отмиранию корневой системы до того, как отрастут вегетативные части, являющиеся

источниками накопления питательных веществ в корнях. Срез стеблей осуществляют возможно ближе к корням, что гарантирует их загнивание и меньшее отрастание стеблей. Молодые побеги необходимо скашивать повторно. Целесообразно выкашивать пруды три раза за лето: два раза до цветения растений и один раз перед осенним обловом прудов. Кроме того, применяют железные грабли, мелкоячейные бредни и колючую проволоку. Куски колючей проволоки длиной 5 – 10 м укрепляют на двух деревянных брусках на расстоянии по вертикали 20-30 см один от другого. К брускам прикрепляют веревки, за которые тянут такое приспособление по пруду. Оно собирает подводную растительность и подталкивает к берегу, откуда ее убирают.

Химический способ борьбы с растительностью дешевле и проще механического, но подавляющее большинство применяемых с этой целью синтетических гербицидов обладает способностью накапливаться в грунтах и в организмах водных животных, поэтому этот способ борьбы с растительностью экологически нецелесообразен.

Если пруд спущен, то для борьбы с жесткой растительностью ложе его просушивают, затем фрезеруют и рыхлят рельсовой бороной. Удаленные таким образом корни растений из почвы ложа пруда отвозят от водоема.

Мероприятия по борьбе с заилением прудов. Вода, поступающая в водоемы с водосборной площади, приносит значительное количество взвесей, что вызывает повышенную мутность, ухудшает условия обитания рыб. В результате осаждения мутности, продуктов жизнедеятельности водных организмов, отмирания растительности и водных животных в водоемах происходит накопление ила. Заиление водоема ведет к заполнению его минеральными и органическими осадками и, следовательно, к заболачиванию или полной трансформации зооценоза. Толщина иловых отложений ежегодно увеличивается на 5,0-5,5 мм. Неглубокий слой ила (10-15 см), состоящий из плодородных органических отложений, имеет важное значение: это среда, в которой развиваются животные организмы, составляющие пищу рыб. Такой слой ила содержит большое количество питательных веществ в форме доступной для использования зоо- и фитопланктоном. Большое количество ила в водоеме ухудшает его кислородный режим и условия жизни рыбы. В водоемах с избыточным слоем ила (50-70 см), содержащего остатки грубой растительности, ухудшается кислородный режим, возрастает кислотность почвы, снижается рыбопродуктивность.

Очистка рыбоводных прудов от ила весьма трудоемка, поэтому целесообразно принимать меры, не допускающие заиления прудов или уменьшающие этот процесс. Производственные процессы в прудовом хозяйстве функционируют таким образом, что пруды различных категорий находятся под водой некоторое время. Часть времени они осушены, и тогда на них проводят мелиоративные работы. *Осушение* - эффективное мероприятие, предохраняющее пруды от заиления. Под влиянием воздуха, света и тепла в них минерализуются иловые отложения, погибают враги и паразиты рыб, а также пищевые организмы. Однако при длительной эксплуатации рыбоводных прудов текущей мелиорации недостаточно. Через 5-6 лет следует проводить летование, т. е. рыбоводные пруды оставляют осушенными на 1-2 года, используя их на это время под посев различных сельскохозяйственных культур. На летующих прудах проводят полный комплекс мелиоративных мероприятий: вспашку, засев сельскохозяйственными культурами, полную осушку ложа, расчистку канав осушительной сети,

известкование, а также ремонт гидротехнических сооружений. Практикуют посев вики с овсом, люпина, кукурузы, гороха, бобов, свеклы, капусты, моркови, огурцов, арбузов, дыни и др. Эти культуры дают высокий урожай, способствуя уничтожению водной флоры, разрыхлению, вентиляции, раскислению почвы и обогащению ее азотом.

Для очистки прудов от ила применяют специальные машины, скреперы, транспортеры, а также гидромеханизацию и пр. При применении гидромеханизации ил начинают размывать гидромонитором у самого донного водоспуска, чтобы пульпа проходила по водопроводящей части донного водоспуска в сбросную систему, а затем в водоприемник. Далее радиус действия гидромонитора увеличивают, и постепенно от ила очищают весь водоем. При применении скреперов ил собирается и сдвигается к берегу, откуда транспортируется на поля. При очистке прудов от ила транспортером его устанавливают в месте сосредоточения отложений. На один конец транспортера грузят ил, а под другой конец ставят автомашину или другой транспортер.

Наносы в основном подаются в рыбоводные водоемы (озера, русловые и пойменные пруды, водохранилища) с водосборной площади, особенно в период весенних и ливневых паводков. Разработаны и применяются специальные профилактические способы борьбы с заилением, проводимые на водосборной площади водоема: 1) Склоны водосборной площади следует вспахивать по направлению горизонталей, чтобы вода, стекая со склона, несколько задерживалась в бороздах, что уменьшает смыв почвы (эрозию); 2) Устройство нагорных канав выше рыбоводных водоемов и расположение их по горизонталям с таким расчетом, чтобы нагорные канавы перехватывали поток воды, стекающей с водосборной площади и несущей наносы, и отводили эту воду в сторону от водоема в близко расположенные овраги и лощины; 3) Террасирование склонов – устройство на склоне водосборной площадки горизонтальных или с обратным уклоном площадок. Каждая такая площадка отделяется от другой валиком или канавой, которые располагают по горизонталям или под некоторым углом к ним; 4) Насажение лесных полос на водосборной площади по направлению горизонталей для уменьшения скорости стекающей воды; 5) Посев травы и посадка деревьев полосами на берегу водохранилища, пруда, озера; 6) Укрепление действующих оврагов начинают с посадки деревьев выше оврага, от водораздела. Для уменьшения скорости течения воды по оврагу поперек его устраивают специальные, не размываемые крепления в виде одинарных или двойных поперечных плетней.

Для предотвращения попадания в рыбоводные пруды сорной и хищной рыбы, а также врагов и вредителей рыб является установление на водозаборе различных рыбоуловителей, фильтров и решеток. Сорной рыбой считается местная ихтиофауна, попадающая из источника водоснабжения, не являющаяся объектом выращивания благодаря низким темпам роста, но эффективно выедающая естественную кормовую базу прудов тем самым конкурируя с вселяемой рыбой.

При наборе воды в пойменные пруды на подаче применяют различные фильтры или рыбосороуловителей. При наборе русловых прудов в их верхней части устраивается верховинных сооружения, представляющие собой сплошную стену из решетчатых конструкций. При заборе воды насосными установками на оголовке заборной трубы устанавливается рыбозащитное устройства различной конструкции. Для неспускных прудов используется процеживание воды

мелкоячеистыми закидными неводами, выкачивание воды, применяются специальные селективные яды - ихтиоциды. Для предупреждения попадания в пруды молоди сорной рыбы и хищных гидробионтов, забор воды в них проводят до наступления сроков воспроизводства основных туводных видов рыб, а также сроков массового их развития (миграции). Для уничтожения хищных ракообразных (щитней) применяются «провокационные» залития прудов.

Сроки и способы залития прудов водой. Качество воды в источнике водоснабжения изменяется по сезонам года. По возможности пропуск весенних полых вод бедных на биогены осуществляют по обводным каналам так как такая вода интенсивно выщелачивает почву ложа прудов. Набор прудов необходимо проводить во второй части весеннего половодья за счет почвенных вод богатых биогенами. Предпочтителен медленный набор воды, так как при быстром способе биогены (легкорастворимые соединения азота, фосфора, калия и кальция) уходят вглубь почвы с водой. Для предотвращения возможной денитрификации применяют инфильтрационный способ, когда сначала медленно пропитывается водой ложе пруда, а только затем медленно набрать его до отметки НПУ. Это способствует невымыванию азота и усиливает процессы аэробного разложения органики. Воду в пруды набирают до периода массового лета комаров (апрель - май вылет, май - начало июня кладка яиц).

Отдельно следует сказать об известковании прудов, поскольку данное мероприятие имеет многофункциональное значение. А именно, для обогащения воды кальцием, профилактики разных заболеваний, нейтрализации кислой реакции воды и почв водоемов. В то же время, негашеную известь, вносят в пруды при ухудшении в них газового режима при воздействии определенных неблагоприятных условий выращивания рыбы или в результате интенсивного развития фитопланктона, последствия которого могут привести к замору рыбы. Внесение извести интенсифицирует процессы минерализации органических веществ, вследствие чего вода прудов осветляется, происходит осаждение накопленных органических веществ на дно пруда, ускоряется их минерализация. Действующим фактором является атомарный кислород и тепло выделяемый в ходе реакции гашения извести, а также сильно щелочная реакция получаемого раствора известкового «молока». В целом *негашеная известь в прудовом рыбоводстве применяется для решения трех задач*: 1) нейтрализации кислой реакции воды и грунта ложа прудов; 2) ускорению минерализации органического вещества в пруду и профилактике заморных явлений (при интенсивной форме ведения хозяйства); 3) для дезинфекции ложа прудов после спуска воды из них.

Большинство культивируемых в прудовых хозяйствах рыб лучше растут в жесткой воде, которая характеризуется высоким уровнем содержимого гидрокарбонатов. В связи с этим в воду, которая содержит менее 50 мг/л кальция, вносят необходимое количество извести, способствующее повышению водородного показателя (рН) воды и грунта. Доза внесения зависит от значения рН среды (табл. 9). Эти же нормы используются для нейтрализации кислой среды грунта (по солевой вытяжке донных отложений) – верхнего слоя в 10 см.

Известкование прудов эффективно проводить осенью или весной после спуска воды. Также известь вносят равномерно, распределяя его по влажной поверхности ложа прудов за 15-25 дней до их заполнения водой. Особое внимание уделяется непросыхаемым понижениям и рыбосборно-осушительной сети каналов, в которых остается вода.

Таблица 9. – Нормы внесения негашеной извести и её заменителей для нейтрализации кислотности воды / грунта (кг/га)

Водородный показатель воды (рН)	Нейтрализующие вещества		
	негашеная известь	гашеная известь	известняк
4,0	2000	2600	3600
4,5	1500	1950	2700
5,0	1000	1300	1800
5,5	500	650	900
6,0	300	350	540
6,5	100-200	130-260	180-360

Нормативы и кратность проведения известкования по воде зависят от уровня интенсификации выращивания в них рыбы, а также мощности и состава донных отложений. Пруды с высоким уровнем интенсификации и сильным цветением воды, с перманганатной окисляемостью, превышающей 20–25 мгО/л, норматив внесения составляет 300-600 кг/га. Известкование прудов с целью профилактики проводят из расчета 100-200 кг/га за одно внесение. Ориентировочные дозы внесения негашеной извести: при борьбе с заилением и закисанием грунтов ложа прудов 3,0-4,0 т/га (после спуска воды); с целью осаждения органического вещества в воде прудов – 0,8-1,2 т/га; дезинфекции ложа пруда – 1,0-2,0 т/га (после спуска воды).

Порядок известкования прудов. Первый раз вносят половину всей дозы известки по ложу спущенного пруда: в нагульных прудах, которые имеют твердое дно, известь вносят поздно осенью; с вязким болотистым дном – зимой после его подмораживания; в выростных прудах – за две недели до их зарыбления, перед заполнением их водой (если в прудах высевают травы на зеленые удобрения, их известкуют перед посевом). Следующие дозы извести вносят ежемесячно в течение вегетационного периода по воде равными дозами. Известкование проводят также перед внесением в пруды минеральных удобрений путем распыления свежегашеной извести по воде. Известкование по воде играет существенную роль в разложении органического вещества и улучшении гидрохимического режима прудов. Известь подщелачивает воду, имеет санитарные свойства, способствует осаждению органических соединений, ускоряет их минерализацию. Вместе с тем, известь частично консервирует органические соединения, которые падают на дно и постепенно минерализуются.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию интенсификация в аквакультуре. Роль интенсификации в прудовых хозяйствах, расположенных в различных рыбоводных зонах.
2. Классифицируйте направления интенсификации, применяемые в прудовой аквакультуре по степени их значимости в формировании общей рыбопродуктивности.
3. Определение и сущность мелиорации. Дайте характеристику направлениям мелиорации: экологическому, агротехническому, биологическому, физическому, химическому и механическому.
3. Охарактеризуйте содержание и цели основных мероприятий, проводимых на прудах при их рыбохозяйственной мелиорации
4. Рыбохозяйственная мелиорация прудов. Создание в водоемах благоприятного

гидрологического режима. Очитка прудов от ила. Меры борьбы с зарастаниями прудов. Аэрация воды.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

2.3 Удобрение прудов как один из ключевых методов интенсификации прудового рыбоводства.

Теоретические основы удобрения прудов. Значение и роль удобрений в прудовом рыбоводстве. Удобрительный коэффициент. Основные способы определения потребностей прудов в удобрениях (органолептический, нормативный, метод склянок, химический способ). Типы и виды удобрений. Факторы, определяющие эффективность внесения удобрений. Минеральные удобрения (азотные, фосфорные, кальциевые, калийные и др.), их техническая и технологическая характеристика. Органические удобрения: (перегной, компост, зеленые удобрения), их техническая и технологическая характеристика. Сложные и простые удобрения. Способы и приемы внесения удобрений в пруды. Порядок расчетов при составлении плана применения удобрений на сезон. Оценка эффективности применения удобрений.

Теоретические основы удобрения прудов. Значение и роль удобрений в прудовом рыбоводстве. В прудовом рыбоводстве удобрение служит одним из наиболее действенных средств повышения рыбопродуктивности. Удобрения способствуют увеличению развития естественной кормовой базы прудов и улучшению кислородного режима. Наибольший эффект от их использования отмечают при выращивании рыб в поликультуре (каarp, белый амур, белый и пестрый толстолобики).

Влияние их на рыбопродуктивность осуществляется через определенные трофические взаимоотношения организмов. Первое звено пищевой цепи занимают растения (фитопланктон и макрофиты), которые дают первичную продукцию, т. е. новообразованное при фотосинтезе органическое вещество; второе - растительноядные водные животные (зоопланктон, бентос, белый толстолобик и амур); третье - животные, питающиеся представителями зоопланктона и бентоса. В цепь трофических взаимоотношений следует внести бактерии, потребляющие органическое вещество, входящее в состав детрита. Повышение рыбопродуктивности достигается за счет стимуляции последовательного развития отдельных звеньев пищевой цепи.

Механизм действия удобрений в прудах и водоемах значительно сложнее, чем в растениеводстве. Анализ биологических и химических процессов, происходящих в пруду, умение их регулировать позволяют эффективно использовать удобрения для повышения рыбопродуктивности.

Круговорот азота и фосфора в водоемах. Для интенсивного фотосинтеза растениям необходимы различные питательные вещества, причем особую роль играют азот и фосфор (прежде всего в виде NO_3 и PO_4).

В активном биологическом круговороте в пруду участвует небольшое количество *азота* (80 — 120 кг/га), тогда как в связанном состоянии в иле толщиной около 10 см в 1 га площади его содержится около 2500 кг. Выход азота в воду в виде биогенных веществ зависит в большей степени от деятельности

микроорганизмов, чем от физико-химических процессов. Белковые соединения, находящиеся в водоеме, в аэробных и анаэробных условиях разлагаются сапрофитными аммонифицирующими бактериями. Наиболее полно и быстро органические вещества минерализуются в присутствии достаточного количества кислорода в воде. При полной минерализации азот освобождается в виде аммиака. Интенсивность этого процесса зависит от значений рН воды и уровня содержания в ней кальция, фосфора и других элементов, необходимых для жизнедеятельности бактерий. В прудах с кислой средой концентрация бактерий мала и соответственно низок уровень минерализации, поэтому увеличение рН воды, например, за счет ее известкования, повышает уровень минерализации иловых отложений.

При наличии в воде достаточного количества кислорода создаются условия для нитрификации, т. е. перехода аммиака в окисленную нитратную форму:



Этот процесс осуществляется аэробными бактериями. Бактерии *Nitrosomonas* в основном обеспечивают превращение аммиака в нитриты, *Nitrobacter* - нитритов в нитраты. Аммонийная форма является наиболее усвояемой растениями, но она нестабильна и теряется в атмосфере. Нитратная форма, хотя и является более стабильной, но при определенных условиях через процесс денитрификации переходит в молекулярную форму (N). Этот процесс осуществляется различными бактериями, в том числе *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium*. Денитрификация находится в сильной зависимости от рН воды. Наиболее интенсивно она протекает при рН 7,0-8,2 и приостанавливается при значениях менее 6,1 и более 9,5. Таким образом, известкование воды создает благоприятные условия для выхода азота из биологического круговорота. Особенно высок уровень денитрификации при внесении в пруд аммиачной селитры. Потери азота могут иметь место в прудах с большим слоем иловых отложений, когда происходит распад органических соединений при анаэробном брожении, при котором, как и при денитрификации, выделяется молекулярный азот. В аэробных условиях свободный азот может включиться в биотический круговорот благодаря действию некоторых азотфиксирующих микроорганизмов (*Azotobacter* и *Closterium pasteurianum*) и некоторых сине-зелёных водорослей (около 10). Однако усвоение молекулярного азота таким образом невелико.

Фосфор, как одно из главенствующих веществ, в природных водах содержится в очень малых концентрациях из-за своей высокой подвижности. В грунте водоема площадью 1 га содержится около 100 кг связанного фосфора, тогда как в воде его количество составляет менее 1 % общего. После внесения фосфорного удобрения в пруд с доведением концентрации до 0,5 мг/л через 1 сут. в воде остается только 1-2 % минерального фосфора. Определенная часть потребляется микрофитоплактоном и макрофитами, а большая часть в щелочной и кислой средах осаждается и связывается донными соединениями. Поглощение соединений фосфора обусловлено химическими и физико-химическими процессами сорбции. Сорбционная способность иловых отложений больше при увеличении их суммарной поверхности частиц и содержания минеральных и органических коллоидов. Грунт с низким значением рН прочно связывает фосфор, образуя с окислами алюминия и железа, а также с гуминовыми кислотами нерастворимые соединения. При нейтрализации воды за счет внесения извести или при развитии фитопланктона этот процесс затухает. Однако при подщелачивании высокоминерализованной воды происходит осаждение карбонатов, которые,

связывая фосфатный остаток в виде малорастворимого трикальцийфосфата, выпадают в осадок. Подщелачивать воду до значения рН более 8,0 нежелательно.

В круговороте фосфора микроорганизмы играют незначительную роль. Фосфоррастворяющие бактерии способствуют переходу фосфора из водонерастворимого в растворимые соединения, а также органически связанного в минеральный, причем особенно интенсивно в анаэробных условиях. При достаточном количестве кислорода в воде происходят обратные процессы, т. е. связывание растворенного фосфора. Доказано, что ил толщиной 1 см может сорбировать весь фосфор, содержащийся в воде высотой 10 м при концентрации 0,14 мг/л. При благоприятных гидрохимических условиях минеральные фосфорные соединения могут поступать в воду только при их концентрации не более 0,5 мг/л.

Такие важные элементы, как кремний, калий и железо, необходимые для развития диатомовых водорослей, как правило, находятся в воде в достаточном количестве и редко оказываются лимитирующим фактором для развития гидробионтов. В некоторых регионах России развитие фитопланктона сдерживается недостатком в воде кобальта, марганца, цинка, молибдена и меди. В таких случаях вносят в пруды небольшие дозы солей этих элементов.

Удобрения могут быть эффективными лишь при условии дефицита в воде основных биогенных веществ. При внесении в пруды удобрений повышается развитие фитопланктона.

Внесение в рыбоводные пруды высоких доз минеральных удобрений нежелательно ввиду того, что в прудах могут произойти заморные явления, вызванные активным поглощением кислорода при бурном развитии и отмирании водорослей, токсикозами рыб, обусловленными отклонениями значений рН воды и содержания свободного аммиака в воде прудов. Кроме того, в прудах может произойти аккумуляция балластных веществ, нежелательных для рыб, например, фтора и кадмия, содержащихся в некоторых марках суперфосфата. Применение азотистых удобрений при высоких значениях рН воды (более 8,5) обуславливает накопление токсичного недиссоциированного аммиака.

Внесение минеральных удобрений в пруды, где выращивается рыба при высоких плотностях посадки, как правило, неэффективно. Это обусловлено тем, что происходит эффект «самоудобрения», т. е. обогащения прудов азотом и фосфором за счет экскрементов, продуктов обмена рыб и не потребленного корма, особенно при интенсивном их кормлении.

На эффективность удобрений можно рассчитывать при следующих условиях:

- вода должна иметь показатель активной реакции (рН 6-8);
- зарастаемость водоема жесткими надводными растениями (рогозом, камышом, тростником) должна составлять не более 30 % площади;
- проточность отсутствует или водообмен происходит не менее чем за 15 суток;
- рыба выращивается в поликультуре, в которой преобладают растительноядные;
- карп выращивается в монокультуре при рыбопродуктивности прудов менее 12 ц/га.

Удобрительный коэффициент. Основные способы определения потребностей прудов в удобрениях (органолептический, нормативный, метод склянок, химический способ). Внесение удобрений в рыбоводные пруды

обеспечивает прирост рыбопродукции. Увеличение рыбопродуктивности прудов зависит от целого ряда факторов: температурных и почвенных условий, природной продуктивности, содержания органического вещества и биогенных элементов в воде и почве водоема, плотности посадки рыбы и интенсивности ее кормления. Для определения эффективности удобрения используют показатель - удобрительный коэффициент (K_u), который является суммарной затратой минеральных удобрений на 1 кг прироста рыбы. При использовании смешанного азотно-фосфорного удобрения K_u равен 1,0 - 1,5 для аммиачной селитры и 1,0 - 1,5 для суперфосфата, т. е. в сумме - 2,0 - 3,0.

При выращивании рыбы только на естественных кормах найти истинный показатель удобрительного коэффициента внесенных удобрений достаточно просто. Когда же одновременно применяют и другие средства интенсификации (например, кормление рыбы), установить его трудно.

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

Потребность водоемов в удобрениях определяют различными методами: по прозрачности воды, интенсивности ее цветения, наличию в воде биогенных веществ, и прежде всего азотистых и фосфорных соединений, методом биологических испытаний. Рассмотрим наиболее важные методы, применяемые в рыбоводстве.

Визуальный (органолептический) метод. Если прозрачность воды более 0,5 метров, и она не имеет зеленоватого оттенка, то такой водоем следует удобрять.

При использовании *метода нормативов* используется ряд нормативных справочных значений. Так, например, для получения 1 кг дополнительной рыбопродукции в выростных и нагульных прудах в среднем расходуется 30 - 60 кг органического и 2-5 кг минерального удобрений. Метод основан на знаниях о том, что фитопланктон наиболее интенсивно развивается при соотношении в воде основных биогенных элементов (N и P) равном 4:1. Поэтому при отсутствии в прудовых хозяйствах возможности определения в воде истинных концентраций азота и фосфора вносят при отсутствии цветения воды 50 кг/га аммиачной селитры и 25-30 кг/га простого или 15-20 кг/га двойного суперфосфата. При использовании других удобрений соотношение азота и фосфора должно быть прежним, т. е. 4:1.

Внесенные биогенные вещества при благоприятных условиях быстро усваиваются. В связи с этим для равномерного развития фитопланктона удобрения следует вносить чаще. В начале вегетационного периода, когда водоемы не цветут и рыбу не кормят или кормят в ограниченном количестве, удобрения вносят через 3 — 5 дней, затем через 5 — 7 дней, а при наступлении цветения — через 10 — 15 дней, уменьшая количество удобрений в 2 — 3 раза. Использование удобрений наиболее эффективно при достаточно высоких температурах (15 — 30 °C). При температуре ниже 12 °C водоемы не удобряют.

Наиболее *точным методом определения необходимости внесения удобрения является химический*, когда в гидрохимической лаборатории устанавливают концентрацию содержащихся в воде биогенных веществ. Чаще всего определяют основные лимитирующие вещества — азотистые и фосфорные соединения. Установлено, что для оптимального развития фитопланктона в водоеме количество азотистых соединений должно составлять 2 мг/л, фосфорных — 0,5 мг/л. При

определении концентрации содержащихся в воде азотистых и фосфорных соединений устанавливают норму внесения азотных и фосфорных удобрений по формуле:

$$A = (K - k) \times H \times 1000 \times P$$

где, А - норма внесения удобрения, кг/га; К - оптимальная концентрация биогенного вещества в воде, мг/л; к - содержание биогенного вещества в воде до внесения, мг/л; Н - средняя глубина пруда, м; р - содержание биогена (N, P) в удобрении, %; 1000 – коэффициент перевода единиц измерения.

Наиболее сложен и трудоемок *метод биологических испытаний (склянок)*, основанный на реакции фитопланктона при добавлении того или иного биогенного элемента. В качестве критерия используют величину выделяемого фитопланктоном при фотосинтезе кислорода. Для этого серию прозрачных склянок вместимостью 100-200 мл заполняют прудовой водой, в которую в различных соотношениях добавляют биогенные вещества.

Склянки помещают на плоты, размещенные в горизонтальном положении на поверхности водоема. Затем определяют содержание кислорода в каждой склянке. Максимальное количество кислорода свидетельствует об оптимальных соотношении и количестве добавленных биогенных веществ.

Типы и виды удобрений. Факторы, определяющие эффективность внесения удобрений. Минеральные удобрения (азотные, фосфорные, кальциевые, калийные и др.), их техническая и технологическая характеристика. Органические удобрения: (перегной, компост, зеленые удобрения), их техническая и технологическая характеристика. Сложные и простые удобрения. В прудовых карповых хозяйствах применяют удобрения нескольких типов: органические, минеральные и комплексные. В пруды следует вносить только те биогены, которых недостаточно в его воде и почве ложа. Поэтому перед началом сезона и в процессе выращивания рыбы следует определять - каких биогенов, и в каком количестве нехватает. Полученные данные позволяют выбрать виды удобрений, а также рассчитать нормы их внесения. В свою очередь сезонная норма внесения минеральных удобрений зависит также от природной продуктивности водоемов, то есть зоны рыбоводства, плотности посадки и видового разнообразия рыб и прочего.

Минеральные удобрения. Удобрения минерального типа состоят из минеральных солей, которые получили путем их синтеза на химических предприятиях. Они дают быстрый эффект, удобны в транспортировке и хранении. По виду биогенного элемента и его весовой доле в веществе выделяют азотные, фосфорные, кальциевые, калиевые и иные минеральные удобрения. Рассмотрим основные виды наиболее значимые в прудовом рыбоводстве.

Азотные минеральные удобрения. *Аммиачная селитра (нитрат аммония).* Она легко растворима в воде. Содержит 35 % азота, одна половина которого находится в аммиачной, другая — в нитратной форме. Ее выпускают в гранулах. Быстро усваиваемое растениями удобрение. *Сернокислый аммоний (сульфат аммония).* Это легко растворимый в воде белый кристаллический порошок, содержащий около 21 % азота в аммиачной форме. Отличается свойством подкислять воду. Поэтому его рекомендуется вносить совместно с кальциевыми удобрениями. *Мочевина синтетическая (карбамид).* Порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде, содержащий 46 % азота. При растворении переходит

в аммиачную форму, хорошо усваиваемую фитопланктоном. *Аммиачная вода*. Она содержит 20 — 25 % азота, находящегося в легколетучей форме аммиака. Это удобрение не вносят по воде, когда пруд зарыблен. Чаще его вносят по грунту пруда до его залития в период дискования.

Фосфорные минеральные удобрения. *Суперфосфат простой*. Удобрение светло-серого цвета, содержащее 19-20 % водорастворимой фосфорной кислоты (PO₄). Его выпускают в виде порошка и гранул. В рыбоводстве целесообразнее использовать порошковидный суперфосфат, который лучше растворяется в воде. Наряду с фосфором удобрение содержит нежелательные балластные вещества - фтор (1,5-3%) и кадмий (2-3 %). *Суперфосфат двойной*. Удобрение белого цвета, содержащее 15 — 30 % фосфорной кислоты, хорошо растворимое в воде. В отличие от простого, двойной суперфосфат не содержит примеси гипса. Наиболее эффективное фосфорное удобрение. *Фосфоритная мука*. Она представляет собой порошок серого цвета, содержащий 16 — 20 % фосфорной кислоты, плохо растворимый в воде. При его внесении по воде основная часть выпадает в осадок, подщелачивая грунт. При расчете дозы внесения удобрения необходимо его количество по фосфору увеличивать в 2 раза. *Фосфатшлак*. Продукт переработки богатых фосфором железных руд. Он содержит до 70 % балласта: до 50 % кальция, до 3 % окиси магния, до 15 % окиси железа и до 13 % окиси марганца и других элементов. Содержание фосфорной кислоты колеблется от 14 до 18 %. Это удобрение плохо растворяется в воде. При выпадении в осадок нейтрализует грунт пруда. Хотя фосфатшлак и содержит такое же количество фосфора, как простой суперфосфат, но его доза должна быть увеличена вдвое по сравнению с суперфосфатом.

Калиевые минеральные удобрения. *Калий сернокислый (сульфат калия)*. Удобрение белого цвета. Его изготавливают в виде хорошо растворимого порошка. Содержит до 50 % калия. Дает эффект при внесении в пруды с супесчаными и суглинистыми почвами и низким развитием макрофитов. *Калий хлористый (хлорид калия)*. Порошок красноватого цвета. Содержит до 55 % калия. Содержание большого количества хлора делает его менее привлекательным при использовании в прудовом рыбоводстве.

Кальциевые минеральные удобрения. Для обогащения воды кальцием, профилактики различных заболеваний, а также нейтрализации воды и грунта водоемов используют кальциевые удобрения. Помимо этого, кальциевые удобрения, и прежде всего негашеную известь, вносят в пруды при заморе рыб вследствие интенсивного развития фитопланктона. Наиболее распространенными кальциевыми удобрениями являются *негашеная известь, гашеная известь и известняк*. Внесение этих удобрений интенсифицирует процессы минерализации органических веществ. При применении кальциевых удобрений, когда вода и грунт пруда нейтрализуются, создаются благоприятные условия для эффективного действия азотно-фосфорных удобрений. Большинство выращиваемых в прудовых хозяйствах рыб лучше растут в жесткой воде, которая характеризуется высоким уровнем содержания гидрокарбонатов. В связи с этим в воду, содержащую менее 50 мг/л кальция, вносят необходимое количество извести, что способствует повышению значения рН воды и грунта. Доза внесения зависит от значения рН среды.

В минеральных удобрениях *выделяют простые (содержат один вид биогенного элемента) и комплексные или сложные* (по весовой доле в веществе в

достаточно большом количестве присутствует два или три биогенных элемента). Причем комплексные удобрения в отличие от растениеводства где они широко используются, в прудовом рыбоводстве применяются реже), так как при их использовании трудно регулировать необходимое соотношение биогенных веществ в воде. К комплексным минеральным удобрениям применение которых возможно в прудовой аквакультуре относят. *Аммофос*. Его выпускают в виде гранул белого цвета, хорошо растворимых в воде. Содержит около 11 % азота и 55 % фосфора. *Нитроаммофос*. Удобрение, как правило, гранулированное, белого цвета, хорошо растворимое в воде. Содержание азота и фосфора колеблется от 25 до 30 %. *Нитроаммофоска*. Удобрение, содержащее кроме азота и фосфора калий. Его выпускают в виде гранул слабо-розового оттенка, хорошо растворимых в воде. Содержит 17—21 % азота и такое же количество фосфора и калия.

В прудовом рыбоводстве наряду с минеральными используют органические удобрения. На только что построенных прудах, а также водоемах с бедными песчаными, солончаковыми и подзолистыми почвами, где отсутствует плодородный слой, они более эффективны, чем минеральные. По содержанию биогенных веществ органические удобрения более разнообразны. Они содержат клетчатку, являющуюся необходимым компонентом для жизнедеятельности многих микроорганизмов. Однако органические удобрения нельзя вносить в высокоэвтрофные пруды с ограниченным содержанием кислорода, а также при интенсивном выращивании рыбы.

К органическим удобрениям относят *навоз, компост, навозную жижу, птичий помет, зеленую растительность*. Эти удобрения по содержанию важных биогенных элементов (азот, фосфор, калий, кальций, а также микроэлементы) более разнообразны. Они включают клетчатку, которая необходима для деятельности некоторых бактерий, участвующих в круговороте азотистых и фосфорных веществ. Состав и качество органических удобрений зависят от вида животного, качества подстилки и способов их подготовки. В свежем навозе крупного рогатого скота содержится 0,45 % азота, 0,23 % фосфора, 0,5 % калия, 0,4 % кальция, 0,11 % магния и ряд других биогенных веществ. Желательно применять перепревший навоз крупного рогатого скота, лошадей, свиней, подвергшийся термической обработке и не содержащий яйца гельминтов. Органические удобрения дают положительный эффект в прудах с песчаными, глинистыми и солончаковыми почвами. Количество их внесения в такие пруды может достигать 30 т/га. В прудах со сложившимся плодородным слоем ила доза уменьшается до 5 т/га и менее.

В качестве органических удобрений используют как водную, так и наземную растительность. При выкосе зарастаемых участков пруда зеленая растительность, находящаяся в воде в течение нескольких дней, разлагаясь, значительно обогащает воду биогенными веществами. Зеленая растительность, скошенная на лугах и внесенная в пруд, после 5—6 дней нахождения в нем создает благоприятные условия для развития различных форм зоопланктона, бентоса и микроорганизмов. Одной из форм удобрения прудов, особенно мальковых и выростных, является засев ложа прудов до их заливания злаковыми или бобовыми культурами. После заливания пруда разлагающаяся растительность способствует быстрому развитию естественной пищевой базы. Такая форма зеленого удобрения называется сидерацией.

Способы и приемы внесения удобрений в пруды. (технология удобрения

водоемов). Для улучшения травостоя (субстрата для икры) в *нерестовых прудах*, а также интенсивного развития естественной кормовой базы вносят удобрения сначала по водосборным каналам ложа не-залитого пруда по 50 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата, затем в виде рассола (1 кг удобрения растворяют в 7 л воды) по воде 30-40 кг/га каждого удобрения сразу после заливки пруда и повторяют внесение в таких же количествах через 2-3 дня. Прекращают удобрение нерестовых прудов за 3 дня до их облова. Если в прудах прорастает хвощ или листья растений местами приобретают буровато-коричневый цвет, необходимо внести калийные удобрения, лучше сульфат калия (из расчета 20 кг/га).

Для повышения трофности *выростных прудов* их удобряют в период проведения мелиоративных работ, т. е. прочистки водосборных каналов, дискования грунта. В это время ложе прудов засевают сельскохозяйственными культурами (викоовсяная смесь, горох, ячмень и др.). Перед заливкой прудов при высоком травостое растительность скашивают. Наряду с посевом сельскохозяйственных культур можно вносить органические удобрения равномерно по ложу пруда из расчета 2-3 т/га навозной жижи или 2-10 т/га навоза, затем проводить неглубокую вспашку почвы или ее дискование. Органические удобрения можно вносить в выростные пруды при отсутствии в них илового слоя. Иногда при внесении весной органических удобрений в некоторых прудах интенсивно развиваются нитчатые водоросли. Внесение аммиачной селитры при увеличении концентрации азота более 1 мг/л уменьшает уровень их развития. После заливки выростных прудов используют только минеральные удобрения. В первый месяц выращивания молоди рыб, когда ее еще не кормят, удобрения вносят через 10-12 дней. В южных районах при плотных посадках толстолобиков при совместном выращивании с карпом удобрения вносят через каждые 4-6 дней в зависимости от уровня развития фитопланктона. Разовая доза определяется уровнем содержания в воде биогенных элементов. Если такие определения не ведут, то разовая доза составляет 50 кг/га аммиачной селитры и 25-30 кг/га суперфосфата. Вместо этих удобрений можно использовать другие. Однако доза должна быть определена в зависимости от уровня содержания в них азота или фосфора. При цветении воды дозу внесения удобрений уменьшают в 2-3 раза при увеличении интервала между внесениями. Выростные пруды прекращают удобрять при резком падении температуры воды.

Нагульные пруды в отличие от выростных эксплуатируют с началом паводка до наступления осенних похолоданий. Поэтому их удобряют органическими удобрениями в поздний осенний или зимний период. Навоз, компост вносят в пруды с песчаными, глинистыми и солончаковыми почвами из расчета 10-15 т/га, с плодородным слоем - из расчета 3-5 т/га. Как правило, органические удобрения раскладывают кучами по 2-3 т по урезу воды. В некоторых случаях, если кучи не оmyваются волнами, их сталкивают бульдозером в более глубокие зоны пруда. В прудах с глубоким иловым слоем или неблагоприятных по эпизоотиям использование органических удобрений нежелательно. Почва таких прудов имеет кислую среду. Перед заливкой прудов по ложу или по воде для нейтрализации грунта вносят 0,3-2 т/га негашеной, 0,35-2,6 т/га гашеной извести и 0,54-3,6 т/га известняка. Количество внесенной извести возрастает с уменьшением величины рН грунта (с 6 до 4). Минеральные удобрения на нагульных прудах начинают использовать при прогревании воды выше 12 °С. Первые внесения удобрений осуществляют в таких же количествах, как и в выростных прудах с интервалом в 6

дней. Затем при цветении воды удобрения вносят реже: при выращивании карпа в монокультуре - через 10-15 дней, в поликультуре - через 5—7 дней. Дозу удобрений в этот период уменьшают в 1,5 — 2 раза. Внесение удобрений в нагульные пруды прекращают за месяц до их облова.

Водоемы комплексного назначения (ВКН) удобряют в зависимости от того, используют ли их для выращивания посадочного материала или для нагула, выращивание осуществляется в моно- или поликультуре. Если эти водоемы слабопроточные, с низкой зарастаемостью, то их удобряют так же, как выростные и нагульные пруды.

Порядок расчетов при составлении плана применения удобрений на сезон. Оценка эффективности применения удобрений. При благоприятных условиях внесенные в пруды удобрения путем увеличения первичной продукции способствуют образованию дополнительного прироста рыбопродукции. Не все пруды одинаково положительно реагируют на внесенные удобрения. Условия. Разработан ряд обязательных условий (оптимума) при выполнении которых мы при применении удобрений можем получить максимальный эффект. При нарушении оптимальных условий происходят интенсивное зарастание прудов высшей водной растительностью, закисление воды и грунта, токсикозы и заморы выращиваемой рыбы.

Количество необходимых хозяйству минеральных удобрений на вегетационный период планируется исходя из прироста рыбопродукции за счет удобрений и удобрительного коэффициента. При использовании азотно-фосфорных удобрений на 1 кг дополнительного прироста рыбы (сверх естественной рыбопродуктивности) в выростных и нагульных прудах расходуется около 1,5 кг азотных и около 1,5 кг фосфорных удобрений. Прирост рыбопродуктивности повышается пропорционально увеличению внесения удобрений до 7 ц/га. Величина внесенного в пруд определенного количества удобрения, способствующего развитию собственной кормовой базы, а затем при ее потреблении получению 1 кг рыбы, называется *удобрительным коэффициентом*. Для минеральных удобрений он изменяется в широком диапазоне от 2,0 до 5,0 (обычно 2,0-3,0). Для органических удобрений эта величина значительно больше, так как они содержат значительно меньшую концентрацию биогенных веществ. Так, удобрительный коэффициент по навозу равен 40, по птичьему помету - 25, по зеленой растительности - 50 (в среднем для органических удобрений 30-60 кг). При расчете прироста рыбопродукции за счет удобрений исходят из удобрительного коэффициента, равного не более чем трем единицам

Таким образом при организации кормления в прудах рассчитывают ряд показателей: перед началом сезона выращивания - общего количества удобрений по видам необходимого для получения заданной (плановой) рыбопродуктивности; при выращивании периодически раз в 5-15 дней - величины разового внесения удобрений по видам. Порядок (начало и окончание периода внесения, периодичность) внесения удобрений регламентируется графиком использования удобрений. При составлении планов выращивания, а подведении итогов в отчетах о результатах выращивания, обязательным является указание количества удобрений, а также относительных величин, отражающих эффективность его применения рассчитанных по полученным в конце сезона фактическим данным.

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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте биологические основы интенсификации прудового рыбоводства при использовании удобрений.
2. Дайте характеристику основных способов определения потребности пруда в удобрениях. Укажите наиболее простые и ресурсосберегающие методы.
3. Принцип подразделения удобрений на типы. Дайте характеристику основных удобрений, применяемых в прудовом рыбоводстве.
4. Укажите способы и приемы использования удобрений на прудах различных категорий (нерестовые, выростные, нагульные).
5. Каким образом осуществляется оценка количества необходимых к использованию удобрений, а также эффективность их применения.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

2.4 Кормление рыбы как один из ключевых методов интенсификации прудового рыбоводства.

Классификация кормов и кормовых компонентов в рыбоводстве, их характеристика. Оценка корма по сбалансированности питательных веществ, кормовому коэффициенту. Комбикорма, их состав и значение для рыбоводства. Хранение кормов. Способы и рецепты подготовки кормов. Подготовка прудов для кормления рыб, технологические приемы кормления. Особенности кормления различных возрастных групп (личинок, мальков, сеголеток, двухлеток, ремонтного молодняка и производителей). Механизация кормления.

Классификация кормов и кормовых компонентов в рыбоводстве, их характеристика. Все корма, применяемые в прудовом рыбоводстве, подразделяются на **две группы – живые и неживые**. К живым кормам относят различных беспозвоночных, которые используются в пищу объектами выращивания в живом виде. И напротив, к неживым кормам относят продукты переработки органического сырья животного и растительного происхождения.

Перечень **живых кормов**, применяемых при выращивании рыбы в тепловодных прудах значительно меньше чем в индустриальной аквакультуре и ограничивается только ветвистоусыми ракообразными (дафниями). Изредка, выращивают мойн и коловраток, однако они используются лишь в качестве маточной культуры при заливке мальковых прудов. Выращивание самих живых кормов осуществляется на самих прудовых рыбоводных хозяйствах в отдельных земляных садках.

Культивирование дафний. Дафнии по размеру относятся к крупным ветвистоусым рачкам (Cladocera). Благодаря наличию у покоящихся яиц (эфиппиумов) дафнии широко распространены в пресных водоемах. Дафнии

хорошо приспособлены к резким изменениям факторов внешней среды, однако высокую численность дают лишь при строго определенном сочетании этих факторов. Размножение происходит как половым, так и бесполом путем, причем оба способа могут чередоваться по несколько раз в течение года. В условиях искусственного разведения у дафний может наблюдаться непрерывный партеногенез, когда развитие происходит без оплодотворения. При недостатке корма, ухудшении кислородного режима и уплотнении популяции наблюдается появление дафний с эфиппиумами (яйцами). У разных видов дафний плодовитость колеблется от 20 до 100 яиц. В течение жизни они дают по несколько пометов. Половозрелыми становятся на 6-9-е сутки со дня выклева. Дафнии достигают длины 4-6 мм и массы 7-10 мг. Продолжительность жизни в летний период составляет 35-40 дней, осенью 80-90 сут. Дафнии питаются бактериями, дрожжевыми грибами, одноклеточными водорослями, детритом и растворенными органическими веществами. Пищу они добывают, фильтруя воду.

Дафний выращивают в прудах (земляных садках) или бассейнах. Исходную культуру получают весной, отлавливая дафний в естественных водоемах. Через 3-7 дней после пересадки они начинают размножаться в новых для них водоемах. В прудах используют совместное выращивание дафний и их объектов питания. Для повышения продуктивности прудов используют органические или минеральные удобрения. Пруды для выращивания дафний небольшие по площади (до 500 м²) глубиной 50-70 см. Важными условиями для успешного выращивания являются отсутствие фильтрации и защищенность от сильных ветров.

Подготовка водоема для выращивания дафний заключается в том, что в него вносят свежий коровий навоз из расчета 1,5 кг удобрений на 1 м³ воды. Навоз вносится разжиженный, без соломы. Вода набирается в пруды через специальный фильтр из мельничного газа в целях предотвращения попадания в водоем крупных хищных форм животных. Сразу же после внесения навоза в водоем добавляют маточную культуру живых дафний (5-10 г/м³) которую заготавливают в окружающих водоемах. Через 8-10 дней вносят новую порцию навоза из расчета 0,75 кг на 1 м³ воды. На 18-21-й день культура дафний полностью созревает и, следовательно, её возможно использовать для кормления молоди рыб. При достижении культурой биомассы дафний в пределах 50-100 г/м³. Обычно водоемы для культивирования дафний располагаются немного выше и поблизости мальковых (выростных) прудов. При готовности культуры дафний её просто перепускают с водой в пруды с молодьёю рыб. Часто наряду с навозом возможно использовать минеральные удобрения, для чего в водоем в течение недели двумя порциями вносят удобрения из расчета 13 мг/л азота и 5 мг/л фосфора. Такие дозы вызывают вспышку цветения протококковых водорослей. При этом культура в установленные сроки достигнет биомассы до 300 г/м³. Важное условие для успешного разведения дафний — сохранение высокой прозрачности воды. В мутной воде задерживается цветение водорослей и наблюдается гибель дафний из-за того, что забивается их фильтрационный аппарат, с помощью которого они добывают пищу.

Разработан способ разведения дафний в сетчатых садках, размещаемых в прудах. В каждый садок помещаются крупные яйценосные дафнии. В сетчатом садке создаются своеобразные условия водообмена, способствующие роению дафний. Их молодь свободно выходит из садков и может служить кормом для рыбы, в то же время дафнии-производители охраняются от выедания. Исходную маточную культуру в садки вносят из расчета 70 г/м³. На двадцатый день с начала

культивирования маточного стада вокруг садков радиусом до 10 м скапливается масса мелких дафний. Средний показатель биомассы в этом районе составляет 184 г/м³ (максимум до 680 г/м³). Концентрация дафний продолжается 40 дней. В результате применения этого метода удастся повысить общую биомассу зоопланктона в 6, а дафний в 16 раз.

Культивирование мойн. Мойна, относясь к ветвистоусым рачкам характеризуется высокой питательной ценностью и меньшими размерами чем дафнии. Её наиболее целесообразно использовать для подкормки молоди на ранних этапах жизни. Для разведения мойны используют бассейны размером 2,5x1,5x0,7 м. Установлено, что наилучшие результаты получаются при внесении в бассейн на 1 м³ воды 500 г кормовых дрожжей. Это позволяет получить в течение 16 сут. по 106 г/м³ мойны, созревшей на 4-5-й день после внесения маточной культуры. Мойна более неприхотлива к содержанию кислорода и обитает при высоких концентрациях органического вещества. Продукция мойны составляет 100-110 г/м³ в сутки (в течение двух недель). *Культивирование коловраток.* Благодаря очень малым размерам используется при кормлении личинок при подращивании в мальковых прудах на стадии перехода на смешанное питание рыб. Для выращивания коловраток используют бассейны объемом по 2 м³. После их заливки вносят кормовые дрожжи (500 г) и скошенную, слегка провяленную траву (10 кг) из расчета на 1 м³ воды. Коловраток вначале накапливают в одном из бассейнов, в котором они размножаются. Молодь рассаживают по другим бассейнам. Величина маточной культуры не менее 3 г на 1 м³ воды. Массовое развитие коловратки при температуре воды 22-24°C наступает через 10-12 сут. Для получения с 1 м³ воды бассейна до 60 г коловраток необходимо поддерживать численность водорослей в пределах 20 млн. клеток в 1 мл.

В отличие от живых кормов, *неживые корма* не пригодны для кормления рыбы, так как не обладают всеми необходимыми питательными и биологически активными веществами. *Неживые корма составляют компоненты кормосмесей и комбикормов и подразделяются на животные, растительные и микробосинтезированные.* Современный комбикорм для рыб представляет собой смесь из 9-12 компонентов или кормов различной природы, а также добавок, витаминов, минеральных солей и других веществ. *Смесь кормов по рецепту называют кормосмесью, кормосмесь, представленную в гранулированном виде, называют комбикорм.*

К кормам животного происхождения относятся мука рыбная, крилевая, мясокостная, мука костная, мука мясо-перьевая и другое.

Рыбная мука – является наиболее ценным в пищевом отношении компонентом комбикормов. Она должна быть сухой, рыхлой, легко рассыпчатой, без комков, плесени, затхлого запаха. Цвет – от светло-серого до темно-желтого. Рыбная мука должна содержать не менее 55 % протеина и не более 12 % жира, а также не более 5 % хлористого натрия и 28 % фосфорнокислого кальция. Примесь песка – не более 1 %, металлических частиц – до 100 мг/кг. Срок хранения нестабилизированной антиокислителями муки не более 6 мес., стабилизированной – не более 1 года. Протеин рыбной муки имеет полноценный набор незаменимых аминокислот. *Мясокостная мука* – хороший источник животного белка. Ее вырабатывают из отходов, получаемых при забое животных на мясокомбинатах (непищевая обрезь от зачистки мяса, малоценные субпродукты и другое). Питательность этой муки зависит от исходного сырья. В мясокостной муке 1-го и

2-го сорта, используемой в производстве комбикормов для рыб, должно быть не менее 43 % белка и не более 16 % жира. Мясокостная мука богата незаменимыми аминокислотами, однако в ней много жира, представленного в основном предельными жирными кислотами, плохо усваиваемыми рыбой. Поэтому уровень этой муки в комбикормах следует ограничивать 10 %. *Костная мука* – вырабатывается из костей животных путем измельчения их на специальных дробилках. Она содержит большое количество минеральных веществ (особенно кальция и фосфора) белок костной муки уступает по качеству выше перечисленным компонентам. Его количество в кормосмеси не превышает 15 %. *Мясо-перьевая мука* – вырабатывается на птицеперерабатывающих предприятиях из перьев и тушек домашней птицы. Она содержит до 50 % белка, но в ней обычно мало триптофана, лизина, метионина и гистидина. В составе комбикорма мясо-перьевая мука применяется обычно в количестве до 10 % состава.

Корма растительного происхождения разделяют на 3 группы: богатые крахмалом; богатые белком; богатые жиром.

Из кормов, богатых крахмалом применяют в основном семена злаков, в которых содержится до 75 % углеводов, главным образом крахмала, от 8 до 20 % белка, от 2 до 6 % жира и небольшое количество минеральных веществ.

В кормосмеси для кормления прудовых рыб вводят следующие злаки. *Пшеница* – является одним из наиболее питательных и экономичных по белку видов корма. В комбикормах обычно используют фуражную пшеницу, содержащее до 15 % белка. Жиры представлены, в основном, ненасыщенными жирными кислотами – линолевой (56 %), олеиновой (12 %) и линоленовой (4 %). В пшенице много ферментов и витаминов, особенно в проросшей. Витамины А и D представлены в форме провитаминов – каротиноидов и стеролов. Из жирорастворимых витаминов содержится витамин Е, который предохраняет жиры от окисления. Много витаминов группы В, но они находятся преимущественно в оболочке зерна. *Ячмень* – по питательности близок к пшенице, но отличается худшим использованием белка на рост. По сравнению с пшеницей в ячмене мало лизина и метионина (незаменимых аминокислот). Жиры ячменя представлены также ненасыщенными жирными кислотами. Ячмень используют в качестве заменителя пшеницы в комбикормах, предназначенных для карпа. *Рожь* – обладает более низкой питательной ценностью, хотя использование протеина на прирост составляет 80 %. Рыбы менее охотно потребляют рожь, чем пшеницу. Белки ржи богаты лизином и бедны триптофаном, много витаминов группы В. Протеина содержится 12–13 %. *Овес* – отличается невысоким продуктивным действием и вводится в комбикорма в небольшом количестве. Следует использовать только овес, в котором пленки составляют не более 25 % массы зерна. Очищенный овес обладает хорошими пищевыми свойствами. *Кукуруза* – содержит много крахмала, но мало протеина, который к тому же обладает низкой биологической ценностью из-за дефицита лизина и триптофана. Комбикорма с высоким содержанием лизина плохо хранятся и быстро плесневеют.

В составе комбикормов для рыб используют молотое зерно или продукты его переработки – отруби. Наиболее питательна мука из целого зерна, без очистки от оболочек. *Отруби (зерновые оболочки)* все, кроме овсяных, богаче протеином, жиром и минеральными веществами, чем исходное зерно. Отруби богаты фосфором, но отличаются от зерна более низкой усвояемостью органического вещества. *Мучная пыль* – является смесью тонкой муки и отрубей. Она появляется

в результате отделения от муки мельчайших частиц при движении воздуха и является побочным продуктом производства. В мучной пыли обычно присутствуют земляные частицы и другие примеси. Наиболее питательна белая пыль, менее питательна серая. Химический состав мучной пыли близок к злаковым, поступающим на мукомольное предприятие. Мучнистые злаковые должны быть качественными, без постороннего запаха, с пресным вкусом. Неприятный запах муки возникает при поражении зерна грибами, клещами, засорении пылью и головней. Кислый, сладкий и солодовый вкус муки говорит о развитии бактерий, сбраживающих сахара с образованием органических кислот, горьковатый – об окислении жиров до альдегидов, кетонов и оксикислот. Также мучнистый корм не должен иметь металлических примесей (при мукомольном производстве), доля минеральных веществ как примесей не более 0,8 % (земля, песок), доля головни и спорыньи – до 0,06 %, куколя – до 0,25 %, вредители должны отсутствовать.

К кормам богатым белком и жиром относятся семена бобовых – горох, фасоль, соя, люпин, чечевица, вика, чина и др. Содержание белка и жира в бобовых в 2–3 раза выше, чем в злаковых. Белки бобовых хорошо усваиваются рыбами, но содержат ингибиторы пищеварительных ферментов, поэтому имеют ограниченное применение, что требует предварительной термической обработки. Протеин бобовых усваивается на 70–80 %. Среди бобовых по питательности первое место занимает соя. Ее аминокислотный состав близок к белкам животного происхождения. Однако семена сои используют редко. Обычно используют продукты переработки сои на маслобойных предприятиях – жмыхи и шроты, получаемые после выделения масла.

Горох – в настоящее время широко применяется в комбикормах для рыб. Количество белка в нем составляет 22–26 %, жира – 2–3 %, углеводы представлены крахмалом и клетчаткой. Горох охотно потребляется и легко переваривается рыбой. *Люпин, вика и чечевица* – используются редко. Вика содержит токсичные соли синильной кислоты и неохотно потребляется рыбами. В этих кормах, более чем в других бобовых, отмечается недостаток метионина, изолейцина, фенилаланина и лизина (незаменимые аминокислоты). *Жмыхи и шроты* – отходы маслобойного производства, являются наиболее ценными кормами растительного происхождения. Количество протеина в них составляет от 35 до 45 %. Жмыхи получают при отжиге масла на шнековых и гидравлических прессах из очищенных, перемолотых и обработанных теплом и влагой семян масличных культур. Шроты получают при экстрагировании масла органическими растворителями (бензином, дихлорэтаном). Остаток жира в шротах меньше, чем в жмыхах, белка – больше. Наиболее богаты белками соевый и подсолнечниковый шроты и жмыхи. *Соевый шрот и жмых* отличаются высокой биологической ценностью белков, благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот, в особенности лизина (его мало в растительных кормах). В соевом шроте содержится ингибитор трипсина, который снижает переваримость питательных веществ. Наличие ингибитора ограничивает введение шрота и жмыха в комбикорма. Для устранения ингибитора трипсина шроты прогревают при температуре 50 °С в течение 60–90 минут. В этом случае соевым шротом можно заменить более половины рыбной муки в составе комбикорма без снижения их биологической ценности. Возможна также полная замена протеина животного происхождения протеином соевого шрота при добавке необходимого количества недостающих аминокислот (метионина и лизина), без снижения эффективности рациона.

Подсолнечниковый шрот – менее ценен по сравнению с соевым, так как содержит до 15 % клетчатки за счет оболочек. Лизин этого шрота плохо усваивается рыбами (на 63 %). Подсолнечниковый шрот широко используют в комбикормах, особенно для карпа и канального сома. В кормопроизводстве используются также *конопляный, клещевинный, горчичный и другие шроты*. Однако в кормопроизводстве для рыб они используются редко и в небольшом объеме.

К кормам относительно богатым белком, следует отнести также пшеничные, ржаные и кукурузные отруби, травяную, хвойную и водорослевую муку. *Пшеничные отруби* – получают при очистке зерна пшеницы от поверхностной оболочки при производстве муки. В отрубях содержится 15–16 % белка (выше, чем в целом зерне), незначительное количество крахмала и много клетчатки. В белке отрубей есть все незаменимые аминокислоты, много фосфора, витаминов группы В и Е. *Ржаные отруби* – по составу и питательности близки к пшеничным отрубям, но содержат меньше белка и клетчатки. Уровень некоторых незаменимых аминокислот (валин, треонин, лейцин и изолейцин) выше, чем в пшеничных отрубях. *Кукурузные отруби* – бедны белком и неполноценны по аминокислотному составу. Переваримость их почти вдвое ниже, чем пшеничных. В кормах для рыб используются редко. *Травяная мука* – содержит много клетчатки и плохо используется рыбой. Однако ее введение в кормосмесь способствует усилению перистальтики кишечника и более полному усвоению питательных веществ других компонентов в составе комбикорма. В травяной муке много витаминов и других биологически активных веществ. В комбикорма для рыб эту муку вводят в количестве 2–5 %. *Хвойная мука* – содержит много витаминов (каротин, токоферол, рибофлавин, аскорбиновая кислота, филлохинон, провитамин группы D и другое) и микроэлементов (кобальт, никель, железо, хром). Хвойную муку вводят в комбикорм в количестве 1–3 %.

К кормам богатым жиром в комбикорма для рыб вводят компоненты как животного, так и растительного происхождения. Рыба нуждается преимущественно в жидких жирах, поэтому перечень жиров в кормопроизводстве для рыб очень ограничен. К ним относят *растительные масла и фосфатиды*. Однако в кормлении прудовых рыб, за исключением холодноводных видов они не вводятся.

Растительные масла – являются необходимой составной частью комбикормов, источниками энергии и незаменимых жирных кислот. Следует отдавать предпочтение нерафинированным маслам, более устойчивым к окислению и богатым биологически активными веществами. Наиболее широко используют подсолнечное масло и меньше – соевое, кукурузное, льняное и другие. Растительные масла включают в комбикорм рыб в количестве 3–8 %. *Фосфатиды* – применяют в рыбных кормах как источник жира и энергии. Их получают при переработке масличных культур и производстве масла. Фосфатиды содержат много ненасыщенных жирных кислот, особенно линолевого типа. В фосфатидах, полученных из льна, много незаменимой линоленовой кислоты. Фосфатиды являются также источниками фосфора и холина, помогающими рыбе избежать жирового перерождения печени и анемии. Следует отдавать предпочтение жидким фосфатидам. В закрытой таре фосфатиды могут храниться в течение года. Фосфатиды, выработанные из семян хлопчатника, применять не следует из-за опасности отравления рыб госсиполом.

Продукты микробиологического синтеза Микробный белок или белково-витаминный концентрат (БВК) получают путем промышленного биосинтеза, с

помощью низших автотрофных организмов – дрожжей. Микроорганизмы превращают простые, сложные и синтетические вещества (нефть, природные газы, промышленные и сельскохозяйственные органические отходы, древесные отходы и т.д.) в ценные кормовые белки своего организма. Из всех видов дрожжей в кормосмесях для кормления рыб используют только кормовые. Широко получают кормовые дрожжи в целлюлозной промышленности и гидролизных заводах. Их называют *гидролизными (гиприн)* представляющими собой лепестки желтого цвета. После перемалывания они превращаются в желтый аморфный порошок. Собственно, *кормовые обычные дрожжи* выращивают на зерно-картофельной барде (в виде пластинок или порошка темно-коричневого цвета). Из других видов дрожжей применяют *эприн, меприн, гаприн, паприн, биотрин, а также микробную массу и ферментализат БВК.*

Дрожжи являются полноценным кормом, источником легкоусвояемого белка, углеводов, витаминов. Дрожжи содержат 45–65 % протеина, богатого незаменимыми аминокислотами, 1–5 % жира, 20–40 % безазотистых экстрактивных веществ (углеводов), 6–12 % минеральных веществ. По биологической ценности протеин дрожжей незначительно уступает протеину животного происхождения. Дрожжи насыщены витаминами группы В (В₁, В₂, РР, В₆, В_с, холин), витаминами Е и Н, а также ферментами и гормонами, благоприятно влияющими на обмен веществ рыб. В дрожжах могут встречаться живые клетки, такие дрожжи нельзя использовать в составе комбикормов, они вызывают кишечные расстройства.

Прочие компоненты кормосмесей. В связи с неполноценностью основных кормов (недостаточное количество незаменимых аминокислот, биологически активных веществ и в том числе витаминов) при современных нормах кормления лососевых рыб (указанный недостаток тепловодные прудовые объекты получают с естественными кормами в водоеме) не удовлетворяющим потребности рыб в состав кормосмесей также могут вводиться ряд добавок, как в чистом виде, так и в составе *премиксов (смесей веществ со специальным наполнителем).* Из незаменимых аминокислот при доминировании растительных компонентов в кормосмесях обычно вводят *кормовой концентрат лизина (ККЛ), синтетический чистый лизин и метионин.* В состав кормов вводят другие синтетические незаменимые аминокислоты - аланин, валин, серин, треонин и др. Из витаминов в кормосмеси при недостатке в них добавляют: жирорастворимые *витамины А (ретинол), D (кальциферол) и Е (токоферол);* водорастворимые *витамины К (викасол), В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота), В₄ (холин), В₅ (никотинамид), В₆ (пиридоксин), В₁₂ (цианкобаламин), В_с (фолиевая кислота), Н (биотин) и С (аскорбиновая кислота).* Витамины – это сложные биологически активные соединения, необходимые для нормального обмена веществ и других процессов жизнедеятельности. Они входят в состав ферментных систем, не синтезируются в организме, а поступают с пищей и являются незаменимыми элементами питания. Недостаток витаминов нарушает обмен веществ, усвоение пищи, что нарушает рост, стимулирует заболевания.

Для удобства практического использования разработаны и применяются поливитаминные премиксы для рыб. Они производятся витаминными заводами. В состав премиксов входят все вышеперечисленные витамины, а также антиокислитель – сантохин. В качестве наполнителя используются мелкие пшеничные отруби. Из наиболее известных премиксов, используемых в

кормопроизводстве для рыб следует указать ПФ-1М (для молоди), ПФ-1В (для товарного выращивания) а также ПФ-2В (без холинхлорида). В составе премиксов кормосмесей также могут входить неорганические вещества (например, CaCl) и дефицитные микроэлементы. Mg, Mn, Zn (например в СФ-1).

При кормлении рыб в комбикормах применяют и *специальные добавки, способствующие решению специальных задач*: улучшения обмена веществ, профилактики и лечения заболеваний, улучшения качества, внешнего вида и привлекательности для рыб.

С *лечебной и профилактической целью вводят антибиотики* (биовит, кормогризин против глистных заболеваний, стрептомицин и тетрациклин для повышения сопротивляемости рыб к неблагоприятным факторам). Для *ускорения у лососевых рыб переваривания липидов и роста рыб* - гризин, витамин, эвопарцин, а также *гормоны*. Однако применение гормонов должно быть еще более осторожным, чем антибиотиков, из-за возможного отрицательного воздействия остаточного количества их в теле рыбы как пищевого продукта для человека. Для *придания корму или мясу рыб привлекательной окраски, запаха и вкуса* - вкусовые (для карповых – продукты окисления жиров, сухой обрат и сухую молочную сыворотку, растительные масла, кофейную пищевую эссенцию; для лососевых рыб продукты животного происхождения, например, рыбий жир) и красящие вещества (рубиновый СК, каротиноиды, концентрат хлореллы для лососей окрашивающий корм и мясо рыб в красный цвет). С *целью сохранения полноценности качественного состава комбикормов от окисления, а также увеличения срока их хранения* – антиокислители (антиоксиданты): натуральные - токоферол, эфиры аскорбиновой кислоты, лецитин; синтетические - сантохин, дилудин, бутилокситолуол, бутилоксианизол, пропилгаллат; консерванты – пропионовая и муравьиная кислоты (подавление сальмонелл, увеличение привеса). Для *повышения прочности комбикормов, выпускаемых в виде гранул и экструдатов* - связующие вещества (карбоксиметилцеллюлоза, полиакриловая кислота, соли натрия, желатин, активированные глютен, обработанный крахмал, пшеничная, водорослевая и кровяная мука, сухой обрат).

Оценка корма по сбалансированности питательных веществ, кормовому коэффициенту. Питание является основой обмена веществ и, следовательно, жизни любого организма. *Вещество и энергия, поступающие в организм в виде пищи, трансформируются в пищеварительном тракте и обеспечивают все жизненные функции.* Одна часть вещества и энергии пищи используется на рост (*пластический обмен*), а другая – на выполнение функциональной деятельности (*функциональный обмен*). Важной задачей кормления является мобилизация питательных веществ на *энергетический обмен*.

Основой современного товарного рыбоводства является рациональное кормление рыбы. Роль кормления неуклонно возрастает по мере повышения уровня интенсификации рыбоводных процессов. За счет кормов и кормления получают от 70 % продукции в прудовых хозяйствах, до 100 % продукции в индустриальных хозяйствах. Затраты на комбикорма при выращивании товарных рыб составляют не менее половины общих затрат.

Пищевое значение кормов оценивается с нескольких позиций: 1) корм должен быть доступный по размерам и находиться в *необходимой концентрации*, чтобы рыба могла его легко найти и потреблять без значительных затрат энергии; 2) корм должен находиться в *местах, доступных для рыб и в то время,*

когда они испытывают в нем потребность; 3) корм должен быть привлекательный по вкусу и цвету, иметь химически полноценный состав, легко перевариваться и усваиваться в необходимом количестве; 4) корм должен обеспечивать все энергетические потребности организма, нормальное развитие и максимальную скорость роста.

В естественных водоемах рыба обеспечена пищей за счет естественных кормовых организмов, причем количество рыб регулируется количеством пищи. В условиях рыбоводных предприятий естественные кормовые организмы могут обеспечить лишь часть пищевого рациона. Например, в рыбоводных прудах эта часть составляет не более 20–25 % прироста, тогда как основная часть – 75–80 % прироста происходит за счет кормления рыбы специальными комбикормами. При других формах товарного рыбоводства, в особенности индустриального рыбоводства, то есть разведения и выращивания рыбы в садках, бассейнах, небольших проточных прудах весь прирост рыбы возможен только за счет кормления специальными комбикормами.

Быстрый рост рыб и высокая продуктивность возможны только в том случае, если рыбы обеспечены необходимым количеством питательных веществ – протеина, жира, углеводов, минеральных веществ, витаминов и некоторых других биологически активных веществ и получают достаточное количество энергии для своих жизненных функций. Потребность в питательных веществах у рыб меняется в зависимости от их видовой принадлежности, возраста, массы тела, упитанности, условий содержания, физиологического состояния, состава корма, условий внешней среды. Потребность рыб в пище определяется генетически обусловленным уровнем обмена веществ; потребление корма регулируется комплексом условных рефлекторных связей, которые у всех живых существ можно обобщенно назвать как аппетит. Аппетит вызывает секрецию пищеварительных ферментов, способствует перевариванию и усвоению питательных веществ корма. В то же время аппетит зависит от содержания в крови продуктов промежуточного обмена, уровня усвоения их клетками тела, цвета и запаха корма, температуры воды и газового режима. Однако в практике рыбоводства нельзя полагаться только на аппетит рыб – должно быть организовано рациональное кормление по научно обоснованным нормам, так как избыток пищи столь же вреден, как и недостаток.

В кормлении рыб необходимо усвоить некоторые понятия:

Норма кормления – количество корма, содержащего питательные вещества и энергию, удовлетворяющие потребность рыб, которая обусловлена физиологическим состоянием организма. Кормление, отвечающее норме, называется нормированным. Кормовой рацион – состав и количество корма, питательность которого соответствует установленным нормам кормления, кормовой рацион включает комплекс питательных веществ. Если он соответствует потребности рыб, то называется сбалансированным. Полноценность кормления – понятие, включающее в себя качество кормов, их диетические свойства. Это понятие включает также структуру рациона, соотношение питательных веществ, состав и свойства – питательность, поедаемость, переваримость. Суточный рацион – количество корма, необходимое рыбе в течение суток. Он выражается в весовых единицах или в процентах к массе тела, распределяется на дозы и выдается за несколько приемов. Энергетическая питательность корма – общее количество энергии, содержащейся в корме. Нехватка корма обозначает нехватку энергии, что тормозит процессы обмена, процессы роста и развития. Валовая

энергия – энергия потребленной пищи – характеризует всю энергию, поступающую в организм за счет питательных веществ корма. Перевариваемая энергия – энергия ассимилированной части пищи, определяется как валовая энергия минус энергия непереваренной части корма и зависит от степени переваримости потребляемых кормов. Обменная энергия – энергия функционального обмена – характеризуется разностью между валовой энергией и энергией экскрементов и роста. Энергия роста – энергия пластического обмена – определяется как разность между перевариваемой и обменной энергией. Энергетическая питательность корма – выражается по международной системе единиц СИ в калориях (к) и джоулях (Дж). Для перевода калорий в джоули следует иметь в виду, что 1 кал. равна 4,19 Дж.

Соотношение перевариваемых безазотистых веществ (жиров, углеводов) и перевариваемых азотистых веществ (белки) называется белковым отношением. Например, на 100 г соевого шрота приходится 38,7 г перевариваемого белка; 1,1 г жира и 31,2 г углеводов. Значит, его белковое отношение: $(1,1 \times 2,25) / 38,7 = 0,87$. 2,25 - коэффициент для растительных жиров (для животных жиров коэффициент равен 2,5). При составлении кормов суммируют белковые отношения всех компонентов с учетом доли этих компонентов в смеси.

У теплолюбивых рыб углеводы перерабатываются в жир, поэтому жиры в корме должны присутствовать только как источник незаменимых жирных кислот, а количество белков должно быть минимальным, только для обеспечения роста. У холодолюбивых рыб углеводы в жиры перерабатываются намного хуже, поэтому содержание липидов в корме должно быть высоким, иначе белки будут расходоваться для получения энергии. Но увеличение содержания липидов на 37% вызывает увеличение переваривания белков с 24,3 до 31,3%, вследствие чего рост рыб ускоряется на 20%.

Кормовой коэффициент – масса корма, необходимого для увеличения массы рыбы на 1 кг. Например, для льяного жмыха кормовой коэффициент – 4,0. Коэффициент расхода корма – масса корма, необходимого для увеличения массы рыбы на 1 кг с учетом того, что часть корма в пруду теряется (оседает на дно, съедается конкурентами). С несъеденными кормами, фекалиями, выделениями в водоемы попадает до 95% азота, до 88% углерода и до 85% фосфора, содержащихся в корме.

Контроль за состоянием выращиваемой рыбы является основным путем получения информации о эффективности использования искусственных кормов. Контроль за выращиванием рыбы осуществляют при помощи регулярных контрольных обловов, которые проводят 2 раза в месяц. Контрольные ловы проводят волокушей или бреднем в нескольких участках пруда.

Двухлетки карпа растут быстрее всего в июне, июле и августе. Для простоты расчета, можно принять, что вес карпа в эти месяцы увеличивается равномерно. Тогда определив средний вес двухлетков на 1 июня, мы сможем, поставив целью получить к 1 сентября рыбу весом 600 г, вычислить вес, который двухлетки должны иметь в момент контрольных обловов. Выловленную рыбу просчитывают и взвешивают на весах, определяют среднюю массу рыбы. Полученные результаты сопоставляют с данными планового прироста (плановым графиком роста). При отставании роста выращиваемой рыбы необходимо выполнять мероприятия по повышению кормовой базы прудов, а в случае превышения темпа роста надо немедленно принимать меры по предупреждению гибели или хищения рыбы.

Комбикорма, их состав и значение для рыбоводства. Хранение кормов.

Основным условием успеха современного производства товарной рыбы является наличие полноценных комбикормов, отвечающих техническим требованиям производства и технологическим рыбоводным нормам. Все *кормосмеси (комбикорма) по целевому назначению (использованию) делят на стартовые (для кормления младших возрастных групп) и производственные (для откорма товарной продукции)*. Комбикорма для рыб должны быть быстрорастворимыми, водостойкими, прочными, сбалансированными и полноценными по питательным веществам. В зависимости от размера рыб комбикорма поставляют в виде *крупки размером 0,1–2,5 мм и гранул диаметром 3,2–10,0 мм и длиной, не превышающей 1,5 диаметра*. Для повышения прочности и водостойкости поверхность гранул должна быть ровной и гладкой, как бы отполированной, без выбоин и трещин. *По сравнению с рассыпными, тестообразными кормами расход гранулированных на единицу прироста рыбы на 25–30% меньше*, вследствие уменьшения потерь от размывания. По запаху и цвету комбикорма должны соответствовать набору входящих в них компонентов без затхлого, плесневелого и других запахов, обладать цветом рассыпчатой кормосмеси. Чрезмерное увлажнение или недостаточное высушивание приводит к плесневению гранул, причем ненадлежащие условия хранения через 2–3 дня вызывают появление плесени, токсичности и гранулы становятся непригодными и даже опасными для рыбы. Повышенное содержание влаги от нормативного (не более 13,5 %) до 17–18 % вызывает эти же процессы. Снижение прочности и увеличение крошимости гранул на 2–3 % удорожает себестоимость товарной рыбы на 28–45 %. С учетом перевозок и перевалок процент крошимости непрочных гранул увеличивается. При уменьшении крупности помола кормосмеси, правильном кондиционировании в смесителе пресса гранулятора и соблюдении оптимальных условий прессования получают необходимую прочность и водостойкость гранул. Следует стремиться к увеличению суммарной контактной поверхности частиц комбикорма (усилению тонины помола), выделению при этом клейковины за счет обработки сухим паром и сближению разнородных частиц при прессовании. При производстве комбикормов, особенно стартовых в виде крупки, необходимо строго выдерживать тонины помола (размер частиц). Например, для стартовых крупок № 1–4 тонина помола должна составлять 0,08–0,12 мм, а для производственных гранул диаметром 6 и 8 мм крупность помола 0,8–0,92 мм. При этих условиях крошимость крупки и гранул не должна превышать 5 %.

С увеличением контактной площади частиц комбикорма увеличивается их *водостойкость*. По техническим условиям, водостойкость тонущих производственных карповых прудовых комбикормов должна быть не менее 20 мин., для таких же плавающих комбикормов – не менее 30 мин., для стартовых комбикормов-крупки (всех видов рыб) – не менее 10 мин. Для рыб, выращиваемых в промышленных условиях (саджах, бассейнах, циркуляционных системах и др.) водостойкость комбикормов должна составлять 5–10 мин.

Содержание протеина в комбикормах имеет основное значение. Благодаря высокой активности пищеварительных ферментов рыба способна эффективно усваивать комбикорма с уровнем протеина до 60–65 %. Нередко в рыбоводных хозяйствах применяют комбикорма с низким уровнем протеина и недостаток его пытаются компенсировать повышением суточной нормы, что приводит к высоким затратам комбикорма и протеина, но не к увеличению скорости роста. Содержание протеина в комбикормах для прудового выращивания молоди карпа составляет не

менее 26 %, товарного карпа – но менее 23 %, для индустриального метода выращивания карпа – соответственно не менее 45 и 32 %, для других видов рыб (форели, лосося, осетры и др.) – 32–55 %.

Сырая клетчатка, содержащаяся главным образом в растительных компонентах, в пищеварительном процессе выполняет, в основном, балластную функцию. В рационах для лососевых и других рыб клетчатки должно быть очень немного, и в большом количестве – даже вредна. Лососевые и некоторые другие ценные рыбы потребляют животные организмы, в которых клетчатки и вообще углеводов очень мало. Учитывая это, массовая доля клетчатки для молоди лососевых, осетровых и других ценных видов рыб должна составлять не более 3 %, для взрослых особей – не более 8 %. Следует также учитывать, что излишнее количество клетчатки отрицательно сказывается на водостойкости комбикормов. Умеренное количество клетчатки в составе комбикорма стимулирует продуцирование пищеварительных ферментов и способствует более полному усвоению питательных веществ.

Массовая *доля жира* как главного источника энергии в комбикормах для рыб обязательно должна согласовываться с уровнем сырого протеина. Чем больше протеина, тем больше должно быть жира. При недостатке жира протеин комбикорма начинает расходоваться на энергетические нужды, вместо постройки тела, при избытке жира происходит накопление его в органах и тканях. В зависимости от вида рыбы и уровня протеина в комбикорме содержание жира колеблется от 4–6 до 18 %. Причем для карпа количество жира не имеет серьезного значения (в корме много углеводов). По технологии производства уровень жира в кормосмеси должен быть не более 6–8 %. При более высокой жирности резко падает производительность дробильных и рассеивающих механизмов (ячея сит засоряется). Следует учитывать качество вводимого в кормосмесь жира. Жир считается токсичным при перекисном числе более 0,2 % (для молоди) и более 0,3 % для взрослой рыбы, для карпа – более 0,5 %.

Используются также специальные лечебные корма для прудового карпа, состоящие обычно из пшеничной муки и лечебного препарата в количестве 1–4 %. Например, комбикорма лечебные ЛКР-1, 2, 3, 4 – соответственно с фенасалом, фуразолидоном, биовитом-80, кормогризином-40 и с нилвермом (корм ЛКФ).

На каждый компонент производства рыбных комбикормов существует стандарт, в котором предусмотрен состав и уровень питательных веществ. Многие компоненты комбикормового производства требуют предварительной очистки. При этом большое внимание уделяется очистке зерна и других компонентов от металломагнитных примесей. Такая очистка осуществляется на электромагнитных сепараторах или статических магнитных колонках. На специальных сепараторах очищают зерно от посторонних примесей (обрывки веревок, куски дерева, стекла, песка, камней и прочего). Компоненты просеивают также через сита, продувают воздухом для очистки от оболочек, разнообразных мелких примесей.

Кормить рыб следует только свежими кормами. Во время хранения корма часто слеживаются и меняют свои химические свойства. Происходят окисление жиров и распад белков, что снижает питательность корма. В результате рост рыб замедляется, возможно отравление рыб. Окисляющиеся жиры разрушают жирорастворимые витамины, поэтому для кормов в лаборатории определяют перекисное число, зависящее от типа корма, вида и возраста рыб. Можно также по остаткам в кормушках оценивать поедаемость корма. Для лососей массой до 0,6 г

величина перекисного числа должна быть не более 0,2; для более крупных личинок – не более 0,3. Чтобы замедлить окисление жиров в корма вводят антиоксиданты. При добавлении в лежалый корм витаминов С, А или Е, рыба начинает потреблять их лучше. На каждый компонент существуют свои технические условия хранения как по режиму, так и по длительности. Обычно предусматривается также оптимальная температура хранения, влажность воздуха, толщина слоя хранения, необходимая тара или россыпью, большинство компонентов, в особенности зерновые, шроты, рыбная и мясокостная мука должны храниться в сухом проветриваемом помещении без ограничения температурных условий. Срок хранения гранулированных и экструдированных комбикормов для прудового карпа с введением антиокислителя – 6 мес., без антиокислителя – 4 мес., для лососевых, осетровых и некоторых других рыб с введением жира – 2 мес., без введения жира – 4 мес.

Способы и рецепты подготовки кормов. Эффективность использования кормов во многом зависит от способов его приготовления. Хорошо приготовленный корм облегчает работу пищеварительного тракта, создает благоприятные условия для действия пищеварительных ферментов. Разработано несколько форм приготовления кормов:

1). *Рассыпные корма*, готовятся и вносятся в пруд в виде порошка. Много корма теряется, т.к. рыбе трудно его обнаруживать. **2).** *Тестообразные корма*. В рассыпной корм добавляют воду и вносят его в пруд в виде пасты или теста. Потери корма намного ниже. **3).** *Гранулированные корма*. Гранулированные корма лучше поедаются рыбой, т.к. больше напоминают ей естественную пищу. Питательные вещества в гранулированном корме лучше усваиваются. Например, доступность лизина в рассыпном корме составляет 93%, а в гранулированном – до 96%. Размер гранул корма часто специфичен для каждого вида рыб, и для каждой возрастной группы рыб конкретного вида. Так же специфичны для каждого вида и размера рыб форма и цвет гранул корма. Заводская молодь семги в водоемах предпочитает кормовые организмы, напоминающие по цвету те гранулы, которыми ее кормили на заводе. **4).** *Желированные корма*. В бульон из голов и хвостов рыб с рыбозаводов добавляют студнеобразователь, полученный из морских водорослей. Такие корма успешно применяют при разведении лососей и желтохвостов. Загрязнение водоемов при этом минимально. **5).** *Жидкие корма*. Готовят на основе микробного белка с добавлением незаменимых аминокислот и жирных кислот, микроэлементов, витаминов, атаконтинина. **6).** *Экструдированные корма*. Гранулы подвергают гидробарическому процессу, как при изготовлении воздушной кукурузы. Экструдирование - обработка зерна под воздействием высокого давления и температуры. Процесс экструдирования заключается в том, что измельченное зерно, попадая в пресс-экструдер, под действием высокого давления и трения разогревается до 120–150°C и превращается в гомогенную массу. При выходе из пресс-экструдера из-за большого перепада давления гомогенная масса вспучивается. В результате такой обработки гранулы плавают, а крахмал зерна расщепляется до соединений, которые легко перевариваются и усваиваются.

В прудовом рыбоводстве используется несколько способов подготовки кормов к скармливанию. **1).** *Измельчение зерна* – простой и доступный способ его подготовки, в результате которого разрушаются поверхностные пленки, улучшается переваривание питательных веществ. Фуражное зерно измельчают на молотковых дробилках. Рекомендуемые соотношения между размером крупки и

массой карпа следующие: при массе карпа от 10 до 40 г, размер крупки должен составлять 3.2 мм, от 40 до 150 г – 4.5 мм, от 150 до 500 – 6 мм, более 500 г – 8 мм.

2). *Шелушение зерна* позволяет снизить до минимума содержание клетчатки, что обеспечивает лучшую его переваримость. Ошелушенное зерно после предварительной подготовки (измельчения) скармливают рыбе.

3). *Варку и запаривание* гороха, сои, чечевицы и люпина проводят для инактивации в них веществ, снижающих эффективность использования этих культур. Зерно измельчают и варят 1 ч или запаривают в кормозапарнике на 0.5 ч. Подготовленный таким способом корм лучше усваивается карпом.

4). *Осолаживание* улучшает вкус зерновых кормов (ячменя, кукурузы и др.) путем перевода части крахмала в сахар. Для осолаживания зерновую дерть насыпают в емкости слоем не более 40–50 см и заливают водой, нагретой до температуры 90°C (на 1 кг корма берут 1.5–2 л воды), хорошо перемешивают, накрывают крышкой и оставляют на 3–4 ч при температуре 55–60°C.

22 Дрожжевание повышает белковую ценность зерна. При дрожжевании количество белка возрастает более чем в два раза.

5). *Замачивание зерна или зерноотходов* проводят непосредственно на кормовых местах. Для кормления зерно в водоем можно вносить в расчете на один–два дня. За этот период оно набухает и используется рыбой практически без потерь. Набухшее зерно охотнее потребляется карпами.

Подготовка прудов для кормления рыб, технологические приемы кормления. Особенности кормления различных возрастных групп (личинок, мальков, сеголеток, двухлеток, ремонтного молодняка и производителей).

Важным этапом от качества выполнения которого зависит результативность применения кормления, особенно в интенсивных условиях, является подготовка прудов перед началом сезона. В практике прудового рыбоводства выделяют два метода внесения кормов в пруд: под кормовые места и по кормовой дорожке. Первый применяется при кормлении рыбы в выростных прудах или при её подкормке (при небольшом количестве кормов или низкой плотности посадки рыбы) в нагульных, второй – в нагульных прудах с интенсивным кормлением уплотненных посадок рыбы. То есть мотивацией при применении мест или дорожек является возрастная группа рыб, количество вносимого корма и плотность рыбы. При этом участки под кормовые места или дорожки представляют собой участки ложа пруда с твердым незаиленным дном без растительности с глубиной не более 1,2 м. Кормовое места, или участки дна в форме квадрата размером 2x2 м располагаются обычно в береговой зоне в ряд, при чем каждое место помечается деревянной вешкой устанавливаемой по центру квадрата. Корм в определенном плане количестве вносится обычно вручную лопатой в центр каждого из кормовых мест под их вешки. *Кормовые дорожки* представляют собой полосу ложа пруда длиной до 50 м и шириной 3-4 м. Корм вносится механизировано с помощью кормораздатчиков равномерно от начала кормовой дорожки к её окончанию.

Среди рыб, культивируемых в условиях товарного производства, карп занимает одно из первых мест. *При подращивании и на начальном этапе выращивания сеголеток до массы 1-2 г используется только живые корма – естественная кормовая база прудов. Её формированию предшествует выполнение.* В отдельных случаях, при экономической целесообразности, используют стартовые комбикорма, созданные на основе сухих мукообразных компонентов с добавлением поливитаминных премиксов. Создание стартовых кормов для карпа

представляет определенную проблему, поскольку следует кормить личинок, начальная масса которых равна 1–1,5 мг. Примеры состава стартовых кормов для карпа приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Состав стартовых комбикормов для личинок карпа, %

Компоненты комбикорма	Эквизо для молоди до 1 г	РК-С для молоди до 3 г	Старт-1М для молоди до 100 мг	Старт-2М для молоди до 1 г
Мука рыбная	18	35	30	14
Дрожжи этаноловые (эприн)	–	30	–	–
Дрожжи на парафинах нефти (БВК)	35	–	50	50
Ферментолизат эприна	–	20	–	–
Ферментолизат БВК	35	–	–	–
Дрожжи Гидролизные	–	–	10	6
Казеинат натрия	–	6	–	–
Мука пшеничная	10	4,8	9	20
Масло растительное	–	1,5	–	–
Мучка рисовая	–	–	–	9
Метионин	1	1,5	–	–
Холин-хлорид	–	0,2	–	–
Премикс ПФ-1М	1	1	1	1
Протеин	45	45	50–54	44–46
Жир	4	8	3	2–3
Углеводы	25	25	25	30
Клетчатка	1–2	1–2	1	1–1,2
Зола	10	10	10–12	12–14

Комбикорм для личинок, мальков и других возрастных групп карповых рыб должен быть представлен в виде твердых оформленных частиц – крупки и гранул, относительно устойчивых к намоканию и разрушительному действию воды на протяжении определенного времени, необходимого для встречи молоди с кормом.

В связи с особенностью кормопроизводства, гранулы – частицы комбикорма не могут иметь диаметр менее 3,2 мм, тогда как для молоди частицы комбикорма должны быть значительно меньше этой величины. Поэтому для личинок и мальков производят крупку – частицы размером 0,1–2,5 мм, получаемые путем дробления гранул и фракционирования на размерные группы частиц, называемые крупкой. Это позволяет установить необходимое соотношение между размерами частиц комбикорма – крупки и гранул и массой выращиваемых рыб (табл. 11).

Таблица 11 - Соотношение между размером крупки и гранул и массой карпа

Масса рыбы, г	Размер крупки и гранул, мм	Номер крупки и гранул
до 0,003	до 0,1	0*
0,003–0,012	0,1–0,2	1
0,012–0,05	0,2–0,4	2
0,05–0,1	0,4–0,6	3
0,1–0,15	0,6–1,0	4
0,15–0,8	1,0–1,5	5
0,8–10,0	1,5–2,5	6
10–40	3,2	7
40–150	4,5	8
150–500	6,0	9
более 500	8,0	10

При нормальном развитии кормовой базы кормление рыбы необходимо начинать при достижении температуры воды 15-18°C, а при слабом её развитии при – 12-14°C. В первые дни количество корма должно составлять 0.5-1% массы рыбы в пруду. По мере привыкания рыб к корму и хорошего поедания его количество следует довести до нормы. Корм раздают в прибрежной зоне пруда по кормовым местам, при глубине воды от 0.6 до 0.8 м. На кормовых местах могут устанавливаться деревянные столики–кормушки, которые на кольшках помещают на дно пруда. Размеры столиков, снабженных бортами высотой 10 см, составляют 2х2 м. Количество мест кормления устанавливают из расчета 500-1000 рыб на одно кормовое место. В процессе кормления следует контролировать скорость поедания корма. Быстрое исчезновение корма с кормовых мест свидетельствует о недокорме рыб. Если корм остается несъеденным более 3 ч с момента раздачи, кормление считается избыточным. Суточная норма кормления определяется массой рыбы и температурой воды. Вместе с тем, учитывая потери при кормлении, суточная норма несколько превышает уровень биологической потребности личинок в первые 1–2 недели кормления (табл. 12).

Таблица 12 - Суточная норма кормления карпа, % к массе тела

Масса рыбы, г	Температура воды, °С	
	20–25	26–30
до 0,003	50	50
0,003–0,012	50	75
0,012–0,05	75	100
0,05–0,1	50	75
0,1–0,3	40	60
0,3–1,5	30	40
1,5–2,5	22,5	30
2,5–5,0	15	20
5–10	11,3	17
10–20	8,2	14
20–35	7,5	10
35–50	7,1	9,5
50–70	6,7	9,0
70–90	6,2	8,5
90–100	5,8	8,0
100–130	5,4	7,5
130–150	5,3	7,0
150–200	4,5	6,5
200–250	4,2	5,6
250–300	3,7	4,9
300–350	3,4	4,4
350–400	3,2	4,0
400–450	2,9	3,4
450–500	2,7	3,1
500–550	2,5	2,8
550–600	2,3	2,5
600–650	2,2	2,3
650–700	2,0	2,1
700–800	1,8	1,8
800–1000	1,8	1,8

Суточную норму следует раздавать равными порциями на протяжении

светлого времени суток с периодичностью от 10–15 до 30 мин. Рыбу приучают к кормам, выдавая порции корма в одно и то же время по графику. При этом у рыб быстро вырабатывается условный рефлекс, на время и место приема пищи, что ускоряет поедание корма и сокращает его потери. Эффективность кормления повышается при использовании автоматических кормораздатчиков, которые могут работать в режиме непрерывной выдачи корма мелкими порциями.

Выращивание личинок карпа рекомендуется по следующей схеме:

1). Плотность посадки личинок на подращивание в мальковые пруды – 1-1,5 млн. шт./га, в выростные пруды без подращивания варьирует от 50 до 200 тыс.шт./га и зависит от уровня развития их естественной кормовой базы; 2). Периодически один раз в 3-5 дней проводят контрольные лова рыбы (волокушей из марли или капронового сита) с целью определения массы молоди, соответствия её плановому графику, определения содержимого пищеварительного тракта, а также в возможном принятии мер при его отставании (корректировать суточную норму и размер частиц комбикорма); 3). Одновременно с контрольными ловами определяется биомасса и качественный состав фито- и зоопланктона в прудах; 4). Строго следить за качеством воды, поступающей в рыбоводные емкости. Оптимальная температура должна составлять 26–30⁰С, рН – 7-8, содержание кислорода – не менее 8 мг/л, свободной углекислоты – не более 10 мг/л, аммонийного азота – не более 0,75 мг/л, общего железа – до 0,1 мг/л, взвешенных веществ – до 20 мг/л.

При соблюдении этих условий молодь карпа прудах за 15-20 сут. достигает массы 1–2 и более грамм при выживаемости не менее 40 %. В прудовых рыбоводных хозяйствах, имеющих мальковые пруды, личинок подращивают до массы 200–500 мг (10–15 сут. при температуре 20–24 °С) в мальковых прудах, затем пересаживают в выростные пруды. При зарыблении выростных прудов неподрощенной молодь при достижении массы 0,5-1 г плотность разрежается путем отлова сверхнормативного количества молоди в другие выростные пруды.

В прудах используют 2 группы комбикормов – для сеголетков рецепта ПК-110 (для сеголетков), ремонтно-маточного стада и для годовиков-двухлетков и трехлетков К-111 (для товарной рыбы). К комбикормам для выращивания старших возрастных групп карпа в прудах предъявляются менее жесткие требования по полноценности, что связано с наличием в прудах естественных кормовых организмов. Эти кормовые организмы, присутствующие в питании карпа даже в небольшом количестве, компенсируют недостаток многих питательных и особенно биологически активных веществ в комбикормах для прудовых карповых рыб.

Комбикорма для сеголетков и ремонтно-маточного стада карпа более богаты питательными веществами, чем для двухлеток и трехлеток (табл. 13 и 14). Уровень протеина в них составляет не менее 26 %, они содержат соответственно 16 и 9 % рыбной муки. Применение этих комбикормов биологически и экономически оправдано в высокоинтенсивных прудовых хозяйствах. К сравнению кормосмеси для двухлеток и трехлеток должны содержать его не менее 18%.

Для достижения максимального рыбоводного эффекта и получения физиологически полноценного посадочного материала стандартной массы комбикорм рецепта ВБС-РЖ следует применять с начала кормления до конца августа. В сентябре-октябре он может быть заменен комбикормом РЗГК или ПК-110-1, имеющими более низкую цену. Среднесезонные затраты корма на прирост карпа колеблются в пределах 2-3 ед., на прирост всех видов в составе прудовой поликультуры – 1–2 ед.

Таблица 13 - Рецепты комбикормов для выращивания сеголетков карпа в прудах, %

Компоненты	ПК-110-1	РЗГК	ВБС-РЖ	ВБС-РЖ-81
Шрот соевый	20	17	5	10
Подсолнечниковый	20	30	20	15
Хлопковый	–	–	–	1
Ячмень	10	20	19	30
Пшеница	10	23	20	20
Горох	15	–	10	–
Дрожжи гидролизные	4	4	4	–
Дрожжи БВК на парафинах нефти	–	–	–	8
Мука травяная	2	2	–	–
Рыбная	5	3	16	9
Мясокостная	–	1	–	–
Отруби пшеничные	4	–	4	6
Мел	1	–	1	1
Премикс поливитаминный	–	–	1	–
Энергетическая ценность, МДж/кг	10,1	10,1	11	10,1
Протеин, не менее	26	26	26	26
Жир	3	2	3	2
Клетчатка	5	5	4	6

Таблица 14 - Рецепты комбикормов для выращивания двухлетков карпа в прудах

Компоненты	К-111-1	ПК-ВР	СВС-РЖ	МБП	МБЯ
Шрот соевый	–	18	5	25	–
Подсолнечниковый	30	25	22	–	20
Хлопчатниковый	20	–	–	–	–
Ячмень	6	24	40	–	61
Пшеница	5	21,5	16	63	–
Горох	20	–	–	–	10
Дрожжи гидролизные	–	4	4	4	6
Дрожжи БВК на парафинах нефти	–	–	–	5	–
Мука травяная	–	4	–	–	–
Рыбная	3	2	3	3	3
Мясокостная	–	1	–	–	–
Отруби пшеничные	10	–	10	–	–
Мел	1	–	–	–	–
Премикс ПМ-2	–	0,5	–	–	–
Протеин, не менее	23	23	23	22	23
Жир	4	3	3	2,5	2,2
Клетчатка	8	6	7	5	6

Комбикорм рецепта ВБС-РЖ по сравнению с РЗГК и ПК-110-1 обеспечивает более интенсивный рост молоди, более высокую выживаемость в зимний период (на 20–30 %), а также более высокий темп роста (на 10–15 %) рыб на втором году жизни при значительно меньшем отходе двухлетков в неблагоприятных условиях выращивания.

Применение комбикорма ВБС-РЖ целесообразно как в северных, так и в южных зонах товарного рыбоводства, где зимовка сеголетков происходит при повышенных температурах воды, вызывающих истощение рыб. Он обеспечивает

продуктивность карпа в прудах 12-24 ц/га, растительноядных рыб – 14-17 ц/га. Затраты корма РЗГК на единицу прироста сеголетков карпа составляют 2,9-3,7 ед. при продуктивности 9-13 ц/га, растительноядных – 7-13 ц/га.

Для выращивания товарной рыбы в рыбоводных прудах предназначены комбикорма СБС-РЖ, МБП и МБЯ, а также ПК-Вр и К-111-1. Затраты комбикорма СБС-РЖ и К-111-1 на прирост двухлетков карпа при соблюдении нормативной технологии составляет 2,4-3,4 ед., комбикормов МБП, МБЯ и ПК-Вр – 2,6-3,6 ед. Затраты корма на суммарный прирост в поликультуре составляют 1,2-2,2 ед.

Для повышения эффективности кормления необходимо стимулировать развитие естественной кормовой базы путем внесения минеральных и органических удобрений в соответствии с разработанными нормами. Кормовые места следует располагать на расчищенных от ила участках дна из расчета 1 кормовое место на 5-10 тыс. сеголетков и 0,5-1,0 тыс. двухлетков.

Кормление сеголетков следует начинать через 2-3 недели после посадки личинок в выростные пруды и достижения массы 1,0-1,5 г при условии, что биомасса зоопланктона снижается менее 20 мг/л. Начало кормления годовиков и более старших возрастных групп карпа следует определять по температуре воды и состоянию естественной кормовой базы: начинать кормление следует при температуре 15-16 °С, а при слабой естественной кормовой базе – при 12-14°С.

В первые дни суточная норма должна составлять 0,5-1,0 % от массы рыбы в пруду, затем, по мере повышения интенсивности питания, следует довести ее до нормы. Интенсивность питания определяют по наличию корма на кормовых местах и по результатам вскрытия рыб через 2-4 ч после кормления. Кормить рыбу следует в одно и то же время для выработки условных рефлексов. В первый или начальный период выращивания, когда доля естественной пищи в рационе сеголетков карпа составляет 60 % (биомасса зоопланктона 15-20 мг/л) для кормления применяют нормы, указанные в таблице 15.

Таблица 15 - Суточная норма кормления сеголетков карпа в начальный период комбикормом ВБС-РЖ*, г/1000 шт. рыб

Температура воды, °С	Средняя масса сеголетков, г			
	1	2	3	5
16	24	44	60	90
17	29	52	72	110
18	34	62	87	130
19	40	70	99	155
20	45	82	114	175
21	51	92	129	200
22	58	102	147	225
23	65	116	165	250
24	73	132	183	380
25	82	146	207	317
26 и выше	91	162	228	355

* Для комбикормов других рецептов нормы следует увеличить на 10 %.

Первый период охватывает 10-15 дней. В зависимости от зоны этот период приходится на вторую половину июня – первую половину июля. Во второй или основной период кормления сеголетков (50-60 дней в зависимости от зоны), когда естественная пища в рационе рыб составляет 20-40 % и представлена в основном малопитательным детритом, суточные нормы следует определять по таблице 16.

В третий или заключительные период кормления сеголеток (сентябрь-октябрь) для определения суточной нормы следует использовать таблицу 17.

Таблица 16. Суточная норма кормления сеголетков карпа в основной период выращивания комбикормом ВБС-РЖ*, г/1000 шт. рыб

Температура воды, °С	Средняя масса сеголетков, г								
	5	8	12	16	18	20	22	25	30
15	170	148	350	450	504	560	594	675	780
16	190	280	396	510	560	620	670	750	870
17	215	320	444	576	630	700	750	850	990
18	250	370	530	690	760	830	900	1000	1170
19	275	416	590	752	830	900	990	1100	1290
20	305	456	636	830	920	1000	1080	1200	1410
21	335	496	696	910	1010	1100	1190	1325	1560
22	365	544	770	990	1100	1200	1300	1450	1710
23	395	590	840	1090	1206	1300	1408	1575	1860
24	430	640	910	1170	1296	1420	1540	1725	2010
25	465	696	996	1264	1404	1540	1670	1875	2190
26 и выше	500	750	1080	1376	1510	1580	1804	2025	2370

* Для комбикормов других рецептов нормы следует увеличить на 10 %.

Суточные нормы кормления двухлетков карпа в прудах также подразделяют на 3 периода. В первый период, длительность которого в зависимости от зоны составляет 10-30 дней (середина мая – июнь) при неперменном наличии хорошей естественной кормовой базы (естественная пища составляет не менее 40 % рациона) суточные нормы умеренные, даже при 20⁰С и более не превышают 10 кг на 1 тыс. рыб (табл. 18). При слабом развитии естественной кормовой базы эти нормы становятся недостаточными, поэтому кормление двухлетков карпа следует проводить сразу же по кормовым таблицам основного периода. Максимальная активность питания карпа в прудах наблюдается обычно в 11–16 ч, минимальная – в 21–8 ч. При дефиците кислорода в утренние часы карп питается слабо.

Таблица 17 - Суточная норма кормления сеголетков карпа комбикормом ВБС-РЖ* в завершающий период выращивания (сентябрь-октябрь), г на 1 тыс. рыб.

Температура воды, °С	Средняя масса сеголетков, г								
	10	12	14	18	22	26	28	30	35 и более
10	90	108	126	144	176	198	204	210	245
11	110	120	140	162	198	223	230	240	280
12	130	144	168	198	220	250	260	270	315
13	150	168	196	234	264	301	315	330	350
14	170	192	224	270	308	354	372	390	420
15	190	216	252	306	352	400	430	450	490
16	210	240	280	342	396	458	484	510	560
17	240	276	322	396	462	526	548	570	630
18	290	336	392	468	550	630	660	690	770
19	320	384	434	522	616	705	738	780	875
20 и более	360	396	448	558	682	790	840	900	980

В основной период кормления (июль-август), характеризующийся высокими и устойчивыми температурами воды и накоплением в пруду органических веществ

в результате поступления комбикормов и экскрементов, первое кормление следует проводить не ранее, чем через 2–3 ч после восхода солнца (при содержании в воде кислорода не менее 2,5–3,0 мг/л) (табл. 19).

При устойчивом снижении кислорода в утренние часы за пределы 2 мг/л первое кормление следует проводить в 10–11 ч. Нельзя вносить корм в пруд непосредственно перед заходом солнца. При уменьшении среднесуточного содержания кислорода до 3–4 мг/л (1,5–2,5 мг/л в утренние часы) суточную норму кормления следует уменьшить на 50 %. В случае предзаморного состояния и замора кормление следует прекратить.

Таблица 18 - Суточные нормы кормления двухлетков карпа в прудах гранулированными комбикормами ПК-Вр, СБС-РЖ, МБЦ, МБЯ* в первый период выращивания (май-июнь), кг на 1 тыс. рыб

Температура воды, °С	Средняя масса двухлетков, г							
	25	50	75	100	125	150	175	200
15	0,6	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4
16	0,6	1,2	1,7	2,1	2,7	3,0	3,5	3,8
17	0,7	1,3	1,9	2,3	2,9	3,3	4,0	4,2
18	0,8	1,5	2,1	2,6	3,3	3,7	4,4	4,6
19	0,9	1,7	2,3	2,9	3,6	4,1	4,8	5,2
20	1,0	1,9	2,6	3,2	4,0	4,5	5,4	5,8
21	1,1	2,0	2,8	3,6	4,4	5,0	5,8	6,4
22	1,2	2,2	3,1	4,0	4,9	5,4	6,5	7,0
23	1,3	2,4	3,4	4,3	5,3	6,0	7,0	7,6
24	1,4	2,6	3,7	4,7	5,8	6,6	7,6	8,4
25	1,5	2,8	4,0	5,1	6,3	7,2	8,2	9,2
26 и выше	1,7	3,1	4,3	5,5	6,7	7,8	8,9	10,0

* При кормлении рыб комбикормом К-111-1 суточную норму следует увеличить на 10 %.

В завершающий осенний период (сентябрь-октябрь) кормление следует продолжать с прежней интенсивностью, однако суточная норма кормления уменьшается по сравнению с кормлением в основной период (табл. 20).

Таблица 19 - Суточные нормы кормления двухлетков карпа в прудах гранулированными комбикормами ПК-Вр, СБС-РЖ, МБЦ, МБЯ* в основной период выращивания (июль-август), кг на 1 тыс. рыб

Температура воды, °С	Средняя масса двухлетков, г									
	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15	1,2	1,7	2,1	3,0	3,8	4,6	5,4	6,2	6,7	8,0
16	1,4	2,0	2,5	3,6	4,6	5,5	6,3	7,1	7,9	9,5
17	1,6	2,3	2,9	4,1	5,3	6,5	7,5	8,5	9,5	11,5
18	1,9	2,7	3,4	4,8	6,2	7,5	8,7	9,9	11,0	13,0
19	2,2	3,1	3,9	5,5	7,0	8,4	9,8	11,2	12,4	15,0
20	2,5	3,5	4,5	6,3	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	17,5
21	2,9	4,1	5,1	7,1	9,1	11,0	12,9	14,7	16,5	20,0
22	3,2	4,6	5,8	8,3	10,4	12,4	14,4	16,3	18,1	23,0
23	3,8	5,2	6,6	9,3	11,7	14,2	16,5	18,6	20,6	25,5
24	4,0	5,8	7,4	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	28,5
25	4,5	6,5	8,3	11,6	14,6	17,6	20,6	23,6	27,0	31,5
26 и выше	5,3	7,2	9,1	12,8	16,2	19,6	23,0	25,5	30,0	35,0

* При кормлении рыб комбикормом К-111-1 суточную норму следует увеличить на 10 %.

Следует иметь в виду, что в непроточных карповых прудах насыщение воды кислородом осуществляется только за счет фотосинтеза и лишь в небольшой мере – за счет контакта воды с воздухом. Показательно, что для непроточных неаэрируемых прудов средней глубиной 1,0–1,2 м суточная нагрузка комбикорма должна ограничиваться 100 кг/га, для проточных прудов и прудов глубиной 1,3 м и более – 120–140 кг/га.

Таблица 20 - Суточные нормы кормления двухлетков карпа в прудах гранулированными комбикормами ПК-Вр, СБС-РЖ, МБП, МБЯ* в завершающий осенний период выращивания (сентябрь-октябрь), кг на 1 тыс. рыб

Температура воды, °С	Средняя масса двухлетков, г						
	200	250	300	350	400	450	500 и более
12	2,0	2,3	2,7	2,9	3,6	3,7	4,0
13	2,3	2,7	3,3	3,5	4,0	4,5	5,0
14	2,7	3,1	3,9	4,4	5,2	5,4	6,0
15	3,2	3,9	4,5	5,4	6,0	6,5	7,0
16	4,0	4,8	5,7	6,3	7,2	7,7	8,5
17	4,7	5,4	6,6	7,3	8,4	8,9	10,0
18	5,4	6,3	7,5	8,5	10,0	10,5	11,5
19	6,3	7,2	9,0	9,8	11,6	12,1	13,5
20 и выше	7,2	8,4	9,9	11,3	12,8	13,8	15,5

* При кормлении рыб комбикормом К-111-1 суточную норму следует увеличить на 10 %.

Частота кормления рыб в прудах определяется величиной суточной нормы, температурой воды, технологической и экономической целесообразностью. В зависимости от температуры воды и возраста карпа рекомендуются следующие величины (табл 21):

Таблица 21 – Частота (кратность) кормления карпа в прудах

Возрастная группа, показатель	Кратность кормления, раз/сут.		
<i>Сеголетки карпа</i>			
Температура воды	13–15	18–21	23–25
Разовая порция, %	2,0–2,4	3,0–3,4	3,6–4,2
Количество кормлений, раз/сут.	1	1–2	2–4
<i>Двухлетки карпа</i>			
Температура воды	13–15	18–21	23–25
Разовая порция, % от массы рыб	1,2–1,4	2,0–2,4	2,0–2,4
Количество кормлений, раз/сут.	1	1–2	2–3

Время поедания рыбой разовой порции комбикорма составляет 2–3 ч. Более быстрое потребление комбикорма с кормовых мест может свидетельствовать о недокорме рыб. В этом случае суточную норму следует увеличить на 10–20 % при постоянном контроле за поедаемостью. Если комбикорм остается на кормовых местах более 3 ч, это говорит о хорошем развитии естественной кормовой базы пруда, что обычно бывает в начале выращивания, или об избыточной норме, неправильной раздаче, неправильном расчете количества питающихся рыб или неблагоприятном газовом режиме водной среды. Во всех случаях разовую дозу комбикорма следует сократить, пока время потребления не придет в норму.

Механизация кормления рыб. Рассыпные и пастообразные корма вносят в пруд, разбрасывая с лодок по воде или автомобиля с берега, а также плавучими кормораздатчиками. Гранулированные корма могут скармливаться с автокормушек различных типов. 1). Подъемные кормушки – деревянные плотики с бортиками и отверстием в центре. В дно пруда вбивают шест, на него надевают плотик и насыпают корм. 2). Самовсплывающие кормушки – металлический лист с бортиками и поплавками: он тонет под тяжестью корма и всплывает, когда рыба съедает этот корм. 3). Автоматические кормушки высыпают корм в пруд порциями через определенные промежутки времени. В автоматических кормушках для дозирования корма используют механические поршни, сжатый воздух, вибраторы, диски с отверстиями, поплавки и т.д. 4). Кормушка типа “Рефлекс” – представляет бункер на 600 кг, 1 или 3 тонны гранулированного корма, который высыпается через нижнее отверстие на бетонированный участок побережья или поддон под действием силы тяжести. При этом в принципе их действия используется принцип выработки естественных пищевых рефлексов рыб. Например, есть конструкции, где рыбы нажимают рылом на рычаг, открывающий заслонку в емкости с кормом. Используют также нагруженные кормом плотики с несколькими крупными резиновыми “сосками” снизу - рыба хватая такую соску ртом и из нее высыпается корм. Иногда помещают лоток с сетчатым дном немного выше поверхности воды, так чтобы рыбы могли высовываться и, хватая ртом кустки корма, выдергивать их через ячейку сетки (аэрокормушка). Рыбы легко обучаются пользованию подобными кормушками и уже через несколько дней потребляют корма в пределах своей физиологической потребности. При этом не нужны сложные электромеханические конструкции, а корм расходуется более экономно. При использовании аэрокормушки для форели, она росла быстрее, и корма расходовалось меньше. Однако для карпа такая конструкция малоэффективна. Практикуется одновременно с включением подачи корма включается звуковой сигнал, привлекающий рыбу (звуки барабана частотой 300-350 Гц громкостью 10 Дб на 5 минут при 20-минутной продолжительности кормления).

Вопросы для самоконтроля:

1. На какие группы классифицируются корма, применяемые в прудовой аквакультуре. Охарактеризуйте их отличия.
2. Охарактеризуйте основные виды живых и неживых кормов, применяемых в прудовом рыбоводстве. Их значение.
3. Характеристика, классификация кормосмесей и комбикормов. Их состав и значение в прудовом рыбоводстве.
4. Критерии оценки состава и эффективности использования кормосмесей (комбикормов) в прудовом рыбоводстве. Дайте определение терминов: Норма кормления, кормовой рацион, полноценность кормления, суточный рацион, энергетическая питательность корма, валовая энергия, переваримая энергия, обменная энергия, энергия роста, энергетическая питательность корма, белковое отношение, кормовой коэффициент, коэффициент расхода корма.
5. Методология оперативной рыбоводной оценки эффективности применения кормления в прудовом рыбоводстве.
6. Дайте характеристику способов и рецептов подготовки кормов к использованию в прудовом рыбоводстве.
7. Принципы подготовки прудов к применению кормления.
8. Опишите принципы и правила эффективного применения кормов, его

особенности при кормлении рыб разных возрастных групп в мальковых, выростных и нагульных прудах.

9. Какие методы механизации применяются при организации кормления в прудовом рыбоводстве?

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

2.5 Применение поликультуры как одного из ключевых методов интенсификации прудового рыбоводства. Значение и содержание вспомогательных направлений интенсификации прудового рыбоводства.

Совместное выращивание рыб в прудовых хозяйствах. Биологические основы применения поликультуры в прудах. Значение поликультуры в прудовом рыбоводстве. Состав поликультуры: основные, добавочные виды и виды-мелиораторы. Значение в прудовой поликультуре растительноядных рыб дальневосточного комплекса, особенности их совместного выращивания. Основные виды рыб, используемых в поликультуре: карп, белый и пестрый толстолобик, белый амур. Использование добавочных рыб: линя, серебряного карася. Биологические основы применения биологических мелиораторов: щуки, судака, европейского сома, белого амура. Порядок составления схем поликультуры в рыбоводстве. Применение смешанных посадок (рыб разного возраста) в прудах, значение данного метода.

Значение и содержание вспомогательных направлений интенсификации прудового рыбоводства.

Совместное выращивание рыб в прудовых хозяйствах. Биологические основы применения поликультуры в прудах. Значение поликультуры в прудовом рыбоводстве. Для того чтобы наиболее полно использовать естественную кормовую базу и повысить продуктивность водоемов, в рыбоводстве применяют совместное выращивание различных видов и разных возрастных групп рыб.

В зависимости от возраста и видового состава рыб, выращиваемых в одном и том же водоеме, различают: смешанную посадку (разновозрастную посадку рыб одного вида); посадку добавочных рыб (к основному объекту выращивания подсаживают другой вид рыб); поликультуру (*совместное выращивание нескольких видов рыб, различающихся по характеру питания*). Наиболее эффективно используются естественные пищевые ресурсы водоемов при выращивании поликультуры рыб. Поликультура является одним из наиболее эффективных методов интенсификации.

Попросту говоря, поликультура основана на совместном выращивании рыб, питающихся разной пищей - бентосом (карп, сазан, муксун, осетр, лещ, линь, буффало малоротый), фитопланктоном (белый толстолобик), зоопланктоном (веслонос, пестрый толстолобик, пелядь, чир, буффало большеротый), водными растениями (белый амур, красноперка, плотва), детритом (кефали, караси, вьюн) и, наконец, мелкой рыбой (лососи, форели, голец, щука, полосатый окунь, белуга, сомы, судак, угорь, кета, горбуша) - и занимающих разные экологические ниши водоема.

В нашей стране совместное выращивание с карпом других видов рыб применялось издавна. Однако роль его как средства интенсификации была незначительна. Выращивание совместно с карпом местных животноядных и

хищных рыб давало очень небольшой прирост продукции. Акклиматизация новых ценных видов рыб, таких как канальный сом, буффало, тилапия, веслонос и прежде всего растительноядных, сделала поликультуру одним из ведущих факторов интенсификации рыбоводства. Применение поликультуры растительноядных рыб позволяет непосредственно утилизировать значительную часть первичной продукции, образующейся в водоемах, и создавать чрезвычайно важную в биоэнергетическом и хозяйственном отношениях экосистему, в которой товарная продукция получается уже на втором звене трофической цепи. Другие представители нашей ихтиофауны дают продукцию на третьем (мирные) или на четвертом (хищники) звене пищевой цепи. Известно, что продукция каждого последующего звена пищевой цепи по отношению к предыдущему составляет примерно одну десятую часть, поэтому при всем разнообразии отечественной ихтиофауны и больших возможностях освоения новых объектов растительноядные рыбы остаются наиболее эффективным резервом увеличения рыбопродуктивности прудовых хозяйств, естественных водоемов и водохранилищ южной и центральной зон страны.

Эффективность и преимущество применения поликультуры в прудовом рыбоводстве определяются следующим. 1). Даже самая всеядная рыба не может достаточно полно использовать естественную кормовую базу водоема. 2). Не существует двух сходных по питанию рыб, которые полностью конкурировали бы друг с другом в потреблении пищи. Расхождение в спектрах питания делает возможным совместное выращивание даже близких по питанию рыб. 3). Интенсивное использование одним видом того или иного корма может косвенно способствовать чрезмерному развитию не потребляемых рыбой гидробионтов, которые будут препятствовать воспроизводству кормовых организмов и тем самым снижать продуктивность водоема. 4). При монокультурном выращивании некоторых видов с узким спектром питания в водоеме в массе развиваются гидробионты, ухудшающие среду обитания данного вида. 5). В условиях поликультуры рыбы не только потребляют естественные корма, но и могут способствовать воспроизводству кормов для других видов. 6). Не существует двух сходных по составу пищи видов рыб, которые полностью конкурировали бы друг с другом в потреблении любой пищи. Это делает возможным совместное выращивание даже близких по питанию рыб.

В разных климатических зонах состав поликультуры и плотность посадки рыб разных видов, а также средняя их масса могут значительно различаться.

В отличие от прудового хозяйства принцип поликультуры ограниченно применяется и в индустриальной аквакультуре, где совместное выращивание разных видов позволяет снизить отрицательное воздействие видоспецифических экзометаболитов без уменьшения суммарной плотности посадки и сохранить благоприятные условия выращивания. Например, карп подпирает остатки несъеденного основным объектом выращивания корма тем самым увеличивает эффективность использования кормов, а также улучшает общее эколого-санитарное состояние рыбоводных емкостей. Или белый амур использует в пищу растительные обрастания на садках, очищать от которых в противном случае необходимо механическим путем с обязательной пересадкой основного объекта в другой водоем.

Интересен опыт применения поликультуры в других странах. В основе поликультуры прудовой аквакультуры Китая, которая дает сейчас около 70 % всей

рыбной продукции, производимой в пресных водоемах, используют следующий состав. Основу составляют растительноядные рыбы: белый толстолобик, пестрый толстолобик, белый амур. Определенное значение в этой поликультуре имеют черный амур, карп и некоторые другие виды. Во Вьетнаме ведущую роль в прудовом рыбоводстве играют белый и черный амур, белый и пестрый толстолобики, карп, карась и тилляпии. Чаще всего количество вносимого корма рассчитывают только для амура (наземные растения, рисовые отруби и др.), а остальные рыбы питаются естественной пищей, которая развивается благодаря наличию большого количества отходов корма от амура и удобрению прудов. В Индии растительноядных рыб выращивают совместно с индийскими карпами - катла, роху, мригель. Это позволяет получать до 10 т рыбы с 1 га. В Израиле вместе с карпом выращивают тилляпию, кефаль, толстолобиков. Основу поликультуры составляет карп, на долю которого приходится до 60 % получаемой продукции. Все шире распространяется метод поликультуры в странах Европы, где совместное выращивание карпа с растительноядными рыбами позволяет увеличить рыбопродуктивность прудов на 25 — 30 %. В поликультуре используют сиговых (Польша), радужную форель, пелядь (Чехия, Словакия), сома, судака (Венгрия), кефаль (Болгария), линя, щуку (Германия, Франция). В Германии разработана поликультура карпа с растительноядными рыбами на третьем году выращивания. При поликультуре получают более высокий выход продукции при меньших затратах корма. Основным элементом поликультуры признан белый толстолобик, за счет которого получают до 1000 кг/га. В Чехии и Словакии рыбоводы при выращивании рыб в поликультуре рекомендуют пруды зарыблять годовиками карпа, белого толстолобика и белого амура в соотношении 60:35:5. В Болгарии разработана поликультура с использованием годовиков карпа (2500 шт/га), черного буффало (500 шт/га), большеротого буффало (1500 шт/га), белого толстолобика (1500 шт/га) и двухлетков белого амура (200 шт/га). В результате такого выращивания получают по 4460 кг рыбы с 1 га.

Состав поликультуры: основные, добавочные виды и виды-мелиораторы. Значение в прудовой поликультуре растительноядных рыб дальневосточного комплекса, особенности их совместного выращивания. Основные виды рыб, используемых в поликультуре: карп, белый и пестрый толстолобик, белый амур. Использование добавочных рыб: линя, серебряного карася. Биологические основы применения биологических мелиораторов: щуки, судака, европейского сома, белого амура. Значение различных видов, прежде всего по рыбопродуктивности, в составе поликультуры различно. В связи с последним *все объекты по своей продуктивности величине, вносимой в общую рыбопродуктивность прудов, подразделяются на три основные группы: основные, добавочные и виды – мелиораторы.* При этом в прудах возможно наличие прочих видов саморасселяющихся в прудовых хозяйствах и источником которых являются окружающие естественные водоемы. По своей значимости они выделяются в группу *сорных видов* рыб. Такое название они получили в связи с тем, что они плохо растут (караси) или не достигают крупных размеров (плотва, уклейка, овсянка, горчак, пескари, бычки и пр.), не обладают ценными товарными качествами, и помимо этого могут распространять опасные для прудовых рыб инфекционные и инвазионные заболевания. При этом они интенсивно используют в прудах, как естественную кормовую базу, так и вносимые искусственные корма,

тем самым создавая порой напряженную конкуренцию рыбам – объектам выращивания. В итоге излишне развитая сорная фауна рыб снижает общую рыбопродуктивность прудов несмотря на выполняемый комплекс интенсификационных мероприятий- кормление, удобрение и поликультуру. Для борьбы с сорной рыбой применяют специальные методы мелиорации, в том числе и биологической с вселением рыб хищников – биологических мелиораторов.

Доля общей рыбопродуктивности вносимая тем или иным объектом выращивания в прудах различная. Обычно каждый основной объект дает не менее 30% от общего её значения, добавочный в пределах 5-20%, виды – мелиораторы дают менее 5%.

Рассмотрим основные объекты прудового выращивания.

Карп – одомашненная форма сазана, основной объект разведения в прудовых хозяйствах России. Это типичная тепловодная рыба. Максимальная интенсивность питания у карпа, наблюдается при температуре воды 23-29°C. Зимой карп не питается и уже при температуре 4-6°C находится в малоподвижном состоянии. В это время обмен веществ у него понижен, за зимний период карп теряет до 10% своего веса. Обладает многими достоинствами: неприхотливостью к условиям среды, всеядностью, быстрым ростом, доступной к освоению технологией выращивания, наличием рыбопосадочного материала. По чешуйчатому покрову карпов различают породы чешуйчатых и малочешуйчатых карпов (зеркальных («разбросанных» и «линейных»), голых). Потенциальные возможности роста у карпа велики: его максимальная масса более 25 кг, а длина около 1 м. Если условия содержания и кормления являются оптимальными он уже на первом году жизни может достигать массы свыше 500 г. Для прудовых хозяйств, расположенных в IV-VI рыбоводных зонах, установлен следующий стандарт по массе: сеголетки – 25 г, двухлетки – 430, трехлетки –1000 г. Обычно карпа выращивают в поликультуре с растительноядными рыбами: белый и пестрый толстолобики, белый амур, а также с гибридами толстолобиков.

Белый толстолобик - микрофитофаг, питающийся микроскопическими водорослями (фитопланктоном). При недостатке его в водоеме поедает детрит ((мелкие органические частицы – остатки разложившихся животных и растений)), отмирающие органические вещества. Отфильтровывая последние, они одновременно очищают водоем, улучшают его гидрохимический режим и санитарное состояние. Белый толстолобик не вступает в прямую пищевую конкуренцию с другими видами рыб. Более того, совместное выращивание белого толстолобика с карпом, как правило, положительно влияет на оба вида: улучшается рост, возрастает продуктивность. Белый толстолобик – теплолюбивая рыба. В условиях южных рыбоводных зон России сеголетки достигают массы 20 г, двухлетки – 300-500 г., трехлетки до 1,5 кг. Прирост массы рыб старшего возраста за вегетационный период составляет 0,6-1,5 кг. Чаще в прудах выращивается по трехлетнему циклу.

Пестрый толстолобик - только частично растительноядная рыба. Основной его пищей является зоопланктон. В водоемах при нехватке зоопланктона нередко значительная доля пищи приходится на крупный фитопланктон и детрит. Высокая потенция роста пестрого толстолобика обеспечивается при наличии в водоеме не менее 3-4 мг/л зоопланктона. Излишне плотная посадка пестрого толстолобика (более 500-700 шт/га) может вызвать конкуренцию с карпом в потреблении зоопланктона и снижение интенсивности роста обоих видов. Пестрый толстолобик

– теплолюбивая рыба. При благоприятных кормовых условиях растет быстро, опережая по темпу роста белого толстолобика. В условиях южных рыбководных зон России сеголетки вырастают до 20 г, двухлетки – 400-700 г, максимальная масса двухлетков составляет более 1,0 кг. Прирост массы рыб старшего возраста за вегетационный период – 2,0-3,0 кг. Сравнительно легко отлавливается из неспускных водоемов.

Специфика питания толстолобиков определяется строением фильтрационного аппарата и размером кормовых организмов в планктоне водоемов. Белый толстолобик способен отфильтровывать мелкие формы фитопланктона, пестрый — зоопланктон и крупные водоросли. При отсутствии планктона и детрита белый и пестрый толстолобик могут переходить на преимущественное питание перифитоном. Таким образом, они обладают высокой пластичностью в выборе объектов питания. Эти особенности должны учитываться при оценке кормности того или иного водоема.

Белый амур питается высшей водной растительностью - макрофитами. Являясь прекрасным биологическим мелиоратором, он предотвращает зарастание водоемов. Таким образом, все растительноядные рыбы являются не только источником пищевой продукции, но и одновременно экологически специализированными видами. Подавляя развитие растительности в водоеме, они способствуют ускорению продукционно-деструкционных процессов и их сбалансированности, что ведет к оздоровлению экосистемы и улучшению качества воды в водоеме, существенно повышая при этом рыбопродуктивность водоема. Белый амур – быстрорастущая рыба. По темпу роста занимает промежуточное положение между белым и пестрым толстолобиками. В условиях южных рыбководных зон России его сеголетки достигают массы 25 г и выше, двухлетки от 400-600 г до 800-1000 г. Прирост массы рыб старшего возраста может составлять 1.0–3.0 кг за вегетационный период.

Белый амур, белый и пестрый толстолобик, широко культивируются в прудовой и пастбищной аквакультуре средней и южной части России. Совместное выращивание их с карпом позволяет значительно увеличить рыбопродукцию. Все три вида растительноядных рыб требуют для естественного размножения специфических гидрологических условий, поэтому в водоемах России размножаться не могут. В условиях поликультуры только за счет толстолобиков уровень естественной рыбопродуктивности возможно увеличить на 550-1000 кг/га, за счет белого амура на 50-100 кг/га.

Рассмотрим дополнительные объекты прудового выращивания.

Малоротый буффало – представитель североамериканской ихтиофауны. В европейской части России малоротый буффало культивируется с 80 гг. прошлого века. Тело его несколько уплощено, по форме напоминает леща. По особенностям размножения он близок к карпу, хорошо нерестится в естественных условиях. Взрослые особи питаются – бентосом, потребляют искусственные корма. Достигает массы 12 кг. Самцы созревают в возрасте 3–4 лет, самки – в 5–6 лет. Малоротый буффало стайная рыба; легко отлавливается из неспускных водоемов; перспективный объект выращивания в неспускных водоемах. Доля буффало в поликультуре может составлять 200-300 кг/га.

Линь – относительно теплолюбивая донная рыба. При сходном спектре питания высокой пищевой конкуренции между линем и карпом не наблюдается, поскольку линь осваивает сильно заиленные и заросшие участки водоема, где карп

встречается редко. Переносит падение кислорода менее 1 мг/л. Нерестится при температуре 20-25°C порционно. На первом году жизни его масса составляет 7-12 г, максимум – 25 г, на втором – 180-200 г, на третьем – 380-400 г. В поликультуре с карпом доля линя равняется 10% от плотности посадки карпа. Подкармливать линя можно измельченными овощами, картофелем, зерновыми отходами, комбикормом. В поликультуре с карпом товарный линь составляет до 50 кг/га в общей рыбопродуктивности 500–600 кг/га. Рыбопродуктивность линя в монокультуре на естественной кормовой базе в среднем составляет 100 кг/га. Несмотря на скромные по сравнению с карпом темпы роста отличается от последнего превосходными вкусовыми качествами.

Из прочих добавочных видов применение которых возможно в прудовых хозяйствах, расположенных в V-VI рыбопродуктивных зонах следует отметить всеядного американского крапчатого сома (канального сома) способного дать дополнительных 150-200 кг/га и детритофага - пиленгаса (150-300 кг/га), зоопланктонофага - веслоноса (100-200 кг/га) и тилапию (до 100 кг/га).

Рассмотрим виды рыб - мелиораторов, используемых в прудах.

В тех случаях, когда в водоемах имеется малоценная (сорная) рыба, для борьбы с ней с основными объектами выращивают хищных рыб - судака, щуку, европейского сома. Целесообразно пруды во избежание значительных отходов зарыблять только одним видом хищника, при этом его вид и плотность посадки подбирается исходя их характеристики и численности сорной рыбы.

Пелагический хищник - *судак* обладает высоким темпом роста и является хорошим биологическим мелиоратором. В пруды рекомендуется высаживать до 100 годовиков на 1 га пруда. Двухлетки судака достигают 200-500 г. Выход двухлетков судака – до 80% от количества посаженных годовиков. Рыбопродуктивность по нему при таких нормах посадки составляет 15-20 кг/га. В отсутствие сорных рыб в нагульные пруды высаживают производителей карпа 1–2 гнезда на 1 га, мальки которого обеспечат пищей судака на весь год. В этом случае плотность посадки годовиков судака должна равняться 500-600 экз/га, рыбопродуктивность за счет судака достигает 100 кг/га. Кормовые затраты судаков двухлетков составляют 2-2.5 кг рыбы на 1 кг прироста. Пруды для выращивания судака должны быть многоводными, вода должна быть чистой с большим содержанием кислорода, грунт – твердый, песчаный. переходит на хищный образ жизни в возрасте 1 мес. Основу его питания составляет рыба длиной 40 % длины судака. В южных районах при достаточном обеспечении пищей сеголетки судака могут достигать массы 300-350 г.

Хищник – засадчик - *щука* питается относительно крупной одиночной добычей, обитающей в прибрежной зарослевой зоне, а сом в придонных слоях воды. Пелагический хищник – судак, питается мелкими стайными рыбами в толще воды. Уничтожая сорную рыбу, хищники освобождают кормовые ресурсы для ценных видов рыб. Щука является хорошим биологическим мелиоратором, поедая наряду с мелкой рыбой (окунем, ершом, карасем, верховкой, уклейей и др.) лягушек, головастиков, личинок стрекоз. Выращивают щуку в спускных прудах, в неспускных прудах вселять щуку не рекомендуется, поскольку она станет активно потреблять вселенцев ценных рыб. Подсаживать мальков щуки рекомендуется на 12–16 день их выклева из икры в следующих количествах: 50–100 экз/га при отсутствии или небольшом количестве сорной или малоценной рыбы; 100–150 экз/га при наличии сорной рыбы в объеме 30–40 кг/га; 200–250 экз/га при наличии

сорной рыбы – 50–80 кг/га. Сеголетки щуки достигают в среднем 200–300 г, а иногда при обилии пищи до 500 г. Выход сеголетков – до 50%. Рыбопродуктивность прудов по щуке при таких плотностях посадки достигает 15–20 кг/га.

Сом европейский по сравнению с другими хищниками более приспособлен к прудовому содержанию. Он хорошо переносит пересадку из одних прудов в другие, теплолюбив. При выращивании вынослив и неприхотлив. Выдерживает снижение содержания кислорода в воде до 3.5 мг/л. Наилучшие результаты при его выращивании получают в южных районах. Питается сом сорной рыбой, отходами от разделки рыб, лягушками, головастиками, пиявками, водяными насекомыми, т. е. поедает пищу, которая практически не используется другими рыбами. Мясо сома имеет мало костей, с высоким содержанием белка. Товарных сомов выращивают как добавочную рыбу в карповых прудах. Молодь выращивают с сеголетками и двухлетками карпа, более крупного сома – с двухлетками карпа. При посадке 6000 шт./га сеголетков сома средней массой 40 г получают более 5000 шт./га двухлетков массой около 500 г. Обыкновенный сом – крупный хищник, ведущий малоподвижный придонный образ жизни в тихих участках водоемов. В настоящее время средние размеры сома в большинстве водоемов – 70-150 см и 5-50 кг в возрасте до 15 лет. Пищу молодых сомов составляют личинки хирономид, веснянки, водяные клопы, жуки, пиявки, моллюски, головастики, молодь рыб. Взрослые сомы питаются в основном придонными видами рыб. Растет сом быстро, к концу первого года жизни достигает длины 35-45 см и массы 300-600 г, а к 10 годам – 125 см и 15-18 кг. Нерестится при температуре воды 17-23°C. Плотность посадки годовиков массой 25 г в пруды при отсутствии или небольшом количестве сорной рыбы составляет 10 экз./га; выживаемость двухлетков – 90-100%; рыбопродуктивность – около 10 кг/га.

Видом - мелиоратором может быть *черный амур*. При содержании в прудах он питается моллюсками и другими бентическими организмами. В поликультуре это прежде всего биологический мелиоратор, уничтожающий промежуточных хозяев некоторых паразитов. В южных районах в водоемах со значительным развитием моллюсков *черный амур* может обеспечить повышение рыбопродуктивности. *Черный амур* – крупная рыба (длина до 1.2 м, масса – до 30 кг) с продолговатым телом, покрытым крупной плотно сидящей чешуей. Спина почти черная, брюхо – чуть светлее, все плавники – темные. Характерной особенностью этого вида являются очень мощные глоточные зубы с развитыми жевательными поверхностями, служащие для раздавливания раковин моллюсков. Растет быстро и живет более 13 лет. В водоемах южных рыбозводных зон России естественным способом не размножается. Рекомендуемая норма посадки в пруды 30-50 экз./га годовиков средней массой 25-30 г.

Порядок составления схем поликультуры в рыбоводстве. Значение разных видов растительноядных рыб в поликультуре определяется главным образом характером их питания. Именно перечень и биомасса кормовых объектов разных экологических групп (детрит, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты, сорная рыба) определяют потенциал применения в прудах поликультуры. Взаимосвязь объектов пищи с потребителями возможно выразить в виде пищевой пирамиды, где объем пищи потенциально предполагает увеличение рыбопродуктивности при её использовании объектом поликультуры (рис. 7).

Применение в поликультуре растительноядных рыб (белого толстолобика,

белого амура) позволяет непосредственно утилизировать значительную часть первичной продукции, образующейся в водоемах, и создавать чрезвычайно важную в биоэнергетическом и хозяйственном отношении экосистему, в которой товарная продукция получается уже на втором звене трофической цепи. Другие представители нашей ихтиофауны дают продукцию на третьем (мирные) или на четвертом (хищники) звене пищевой цепи. Известно, что продукция каждого последующего звена пищевой цепи по отношению к предыдущему составляет примерно одну десятую часть. Не смотря на все разнообразие объектов выращивания в аквакультуре и больших возможностях освоения новых объектов *растительоядные рыбы остаются наиболее эффективным резервом увеличения рыбопродуктивности прудовых хозяйств, естественных водоемов и водохранилищ южной и центральной зон страны.*

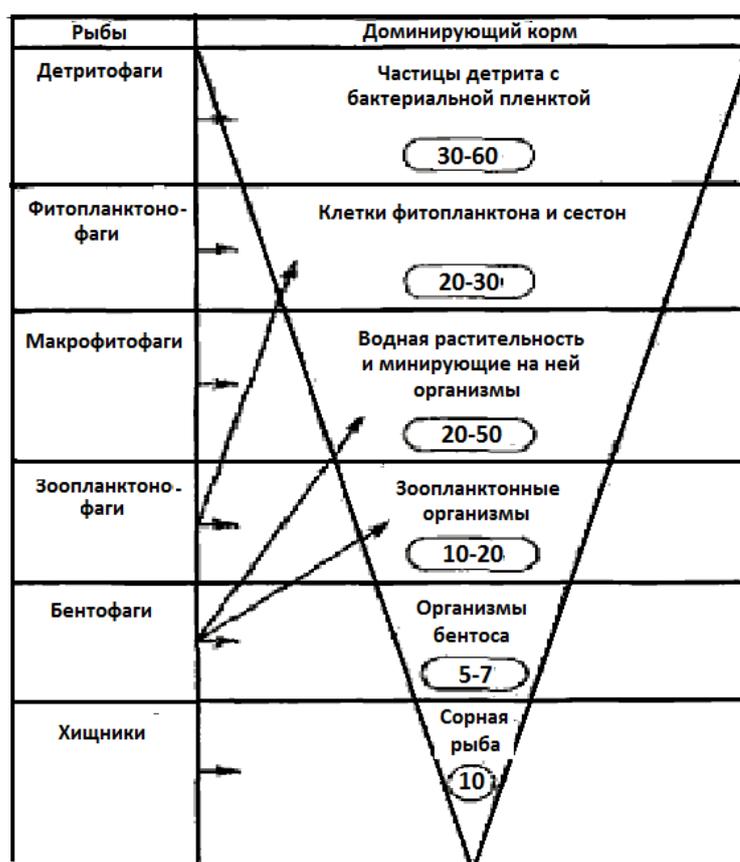


Рисунок 7 – Пирамида биомасс естественной кормовой базы прудов для рыб разного спектра питания и кормовые коэффициенты (цифры)

Основным абиотическим фактором, определяющим границы возможного ареала выращивания растительноядных рыб, является температурный режим. Растительноядные рыбы более теплолюбивы, чем карп. Обитание в водоемах с неблагоприятным температурным режимом замедляет их рост и развитие.

Значение различных видов растительноядных рыб в поликультуре разных климатических зон неодинаково. В южных районах ведущую роль играет белый толстолобик (не менее 70 % товарной продукции), пестрый толстолобик (не более 20 %), белый амур (не более 10 %). В хозяйствах средней полосы большее значение имеют пестрый толстолобик и гибрид толстолобиков. Доля растительноядных рыб в общей продукции прудовой культуры зависит от климатических условий и

ориентировочно определяется следующими величинами: *VI зона рыбоводства* — 60-70 %, *V зона* - 40-50, *IV зона* - 30-40, *III зона* - 30, *II зона* - 20-25%.

В прудовом рыбоводстве всех зон считается целесообразным значительно увеличить плотность посадки карпа (более 1500-2000 шт./га), что позволит существенно увеличить объемы и улучшить качество товарной продукции.

В южных районах совместно с растительными рыбами возможно выращивание буффало. Эти рыбы имеют высокую пищевую пластичность и легко переходят на питание замещающими кормами. Поликультуру, в которой ведущими объектами будут буффало и белый толстолобик, можно применять в хозяйствах, неблагополучных по краснухе, где необходимо снизить плотность посадки карпа или вообще исключить его из числа объектов выращивания. Возможно включение в состав поликультуры детритофага - пиленгаса. Для передовых хозяйств южных районов, а также для водоемов комплексного назначения может быть рекомендован вариант поликультуры, в которой совместно с белым толстолобиком и большеротым буффало объектом выращивания будет канальный сом.

Эффективность пастбищного рыбоводства, базирующегося на поликультуре рыб, в значительной мере будет определяться составом поликультуры, а также качеством посадочного материала, используемого для зарыбления водоема. Для водоемов комплексного назначения оптимальным для пастбищного выращивания является посадочный материал средней массой не менее 50 г.

В водоемах комплексного назначения с многолетним регулированием рекомендуется применять поликультуру, включающую в качестве основного объекта белого толстолобика (или гибрида толстолобиков), зоопланктофага — веслоноса и бентофагов — стерлядь или осетра. В зарастающих водоемах обязательным элементом поликультуры должен быть белый амур. Целесообразно включение в состав поликультуры также черного амура, поедающего моллюсков — промежуточных хозяев ряда паразитов и способствующего оздоровлению водоемов.

Как показывает опыт рыбоводных хозяйств на юге России, включение в состав поликультуры осетровых указывает на высокую эффективность использования этих рыб. Так, в Астраханской области при выращивании веслоноса и стерляди совместно с белым толстолобиком и белым амуром без использования кормов получена рыбопродуктивность 0,6 т/га. Доля осетровых составила 30 %. За два года выращивания веслонос достиг массы 2,1 кг, стерлядь - 250 г. Новый тип поликультуры, включающий осетровых рыб, позволяет получать с 1 га водоема до 300 кг деликатесной продукции. Перспективным дополнением поликультуры в водоемах юга страны может стать канальный сом. Всеядность сома, переходящая в хищничество, указывает на его роль как санитара и биологического мелиоратора. Естественная рыбопродуктивность по канальному сому составляет 40-50 кг/га.

В районах с недостаточным количеством тепла основными объектами поликультуры могут стать сиговые рыбы. В настоящее время наиболее широко используется пелядь. Для ее выращивания пригодны непроточные пруды, так как пелядь может уйти с водой. Если пруды проточные, то необходимо на водосбросной системе устанавливать заградительные сетки. При выращивании товарных сеголетков в центральных районах (Тамбовская, Рязанская и другие области) в водоемах, богатых зоопланктоном, рыбопродуктивность за счет пеляди может составлять 150-200 кг/га. Оптимальная плотность посадки молоди на выращивание 15-20 тыс. шт./га. Плотность посадки годовиков определяют исходя

из увеличения рыбопродуктивности на 100-150 га/га.

Для полностью спускных прудов поликультура рыб, исходя из их требований к условиям обитания, может образовывать самые различные сочетания. Ниже даны примеры поликультуры рыб для различных категорий водоемов (табл. 14).

Таблица 14 - Состав поликультуры рыб для полностью спускных прудов

Зоны рыбоводства	Основные рыбы (двухлетки)	Дополнительные рыбы
I	Карп (сазан) + пелядь или муксун	Сеголетки: ленский осетр двухлетки: белый амур, храмуля, лососевые. Мальки: щука.
II-IV	Карп (сазан) + белый толстолобик + пестрый толстолобик + пелядь	Сеголетки: ленский осетр, белуга, обыкновенный сом двухлетки: белый амур, храмуля, язь, лещ, серебряный карась, судак, лососевые, веслонос. Мальки: щука.
V	Карп + белый толстолобик + пестрый толстолобик	Сеголетки: ленский осетр, обыкновенный сом, судак, большеротый окунь. Двухлетки: серебряный карась, линь, лещ, белый амур, пелядь, веслонос. Мальки: щука.
VI и термальные воды	Карп + белый толстолобик + пестрый толстолобик или карп+буффало+гибриды толстолобиков	Сеголетки: бестер, канальный сом. Двухлетки: кефали, линь, судак, белый и черный амур, веслонос. Мальки: щука.

В водоемы полностью не спускные, где нельзя избавиться от сорных и хищных рыб, не рекомендуется вселять щуку, судака и окуня, которые станут активно потреблять карпа, толстолобиков и др. рыб. Более перспективно выращивание ценных рыб – судака, большеротого окуня или лососевых (пелагического хищника), европейского сома или бестера (донных хищников)

Выбрав состав поликультуры необходимо определить оптимальные плотности посадки каждого из выбранных объектов выращивания. В любом случае планируется добиться такой плотности посадки основных рыб, которая обеспечит получение максимально возможной рыбопродукции, исходя из величины кормовой базы. Состав сопутствующих рыб комбинируется в зависимости от ряда факторов - особенностей водоема по газовому режиму, зарастаемости, наличия малоценных рыб и возможности приобретения посадочного материала. Например, для прудов, расположенных в V- VI рыбоводных зонах с невысоким уровнем интенсивности выращивания возможно принять следующие нормативы (табл. 15).

Таблица 15 – Примерные технологические нормативы поликультуры в нагульных прудах для пресноводных прудов средней полосы и юга России

Вид рыб	Возраст при зарыблении	Плотность посадки, шт./га	Выход, %	Средняя масса, г	Общая рыбопродуктивность, кг/га
Карп	годовик	1500	80	400	500
Гибрид белого и пестрого толстолобиков	годовик	2000	80	400	650
Белый амур	годовик	200	80	400	60
Большеротый буффало	годовик	800	80	350	200
Щука	малек	200	30	250	20

На юге гибриды толстолобиков возможно заменить на белого толстолобика. В многочисленных прудах юга России имеющих повышенную общую минерализацию (до 5 г/л) возможно принять следующий состав поликультуры и плановые технологические нормативы (табл. 16). В такие водоемы целесообразно ввести в поликультуру канального сома и пиленгаса.

Таблица 16 – Примерные технологические нормативы поликультуры в нагульных прудах для солоноватых прудов южной полосы юга России

Вид рыб	Возраст при зарыблении	Плотность посадки, шт./га	Выход, %	Средняя масса, г	Общая рыбопродуктивность, кг/га
Карп	годовик	1200	80	450	400
Белый толстолобик	годовик	2000	75	450	600
Пестрый толстолобик или гибрид белого и пестрого толстолобиков	годовик	800 или 1000	75	400 или 500	250 или 400
Белый амур	годовик	200	75	400	60
Канальный сом	годовик	200	85	400	70
Большеротый буффало	годовик	300	80	350	80
пиленгас	годовик	800	75	300	200
Щука	малек	200	30	350	20

Таким образом, в поликультуре солоноватых прудов возможно при минимуме интенсификации получить общую рыбопродуктивность на уровне 1,7-1,8 т/га и более.

Расчет плотности посадки производится, исходя из зоны рыбоводства по величине потенциальной кормовой базы. Рассмотрим каждую трофическую группу объектов выращивания в прудах.

Макрофитофаги, или растительноядные рыбы, - белый амур и красноперка. Эффективность выращивания белого амура больше связывается с его мелиоративными способностями и быстрым темпом роста. В заросших водоемах и каналах один экземпляр - двухлетка массой 300-1000 г - обеспечивает очистку 10 м² площади при 50%-ной зарастаемости, на 30 м² - при 20-30%-ной, при зарастаемости 1 га площади до 15% можно получить от 0,5 до 2 ц/га товарного белого амура. Для этого плотность посадки годовиков массой 15-20 г должна быть от 0,35±0,1 тыс.шт. до 1,5±0,3 тыс.шт. на 1га. Кормовой коэффициент по макрофитам составит от 20 до 40.

Планктофаги - белый, пестрый толстолобик и веслонос - наиболее эффективно растут в III-VII, пелядь - в I-III зонах рыбоводства. Для получения 2 ц толстолобиков необходимо вселять 0,75 тыс. годовиков на 1 га, а остаточные биомассы фитопланктона должны составить не менее 80 мг/л, зоопланктона -1,3 г/м³. Получение 6 ц/га толстолобиков возможно при остаточных биомассах: 270 мг/л - фитопланктона и 3,6 г/м³- зоопланктона при вселении 3,35 тыс. годовиков на 1 га. В то же время 8 ц/га продукции толстолобиков обеспечивают вселение 4,4 тыс. шт. годовиков на 1 га при биомассе фитопланктона 360 мг/л и зоопланктона - 5 г/м³. Дополнительным объектом, дающим 0,5 ц/га, может стать веслонос. При этом кормовой коэффициент по планктону должен быть на уровне 10-20.

Бентофаги - карп и муксун, - потребляя донных беспозвоночных, дают 0,5

ц/га при биомассе бентоса $4,2 \text{ г/м}^2$ и вселении $0,35$ тыс. годовиков/га. В 2 раза больше можно получить от вселенных $0,70$ тыс. годовиков/га при увеличенной биомассе - 7 г/м^2 , а 2 ц/га - при вселении $1,50$ тыс. шт./га и биомассе 11 г/м^2 кормовых организмов бентоса. При этом кормовой коэффициент по бентосу должен быть не менее 5-7.

Детритофаги, как правило, запасами кормов не лимитируются. Их рыбопродуктивность в большей мере регулируется плотностью посадки рыб в зависимости от качества воды и температурных условий. Кормовой коэффициент по этому виду корма равен 15-25. Для солоноватоводных водоемов рекомендуются кефали, пресноводных - серебряный карась, линь, храмуля. Средняя рыбопродуктивность достигает при этом $0,5$ ц/га.

Хищные рыбы необходимы для не полностью спускных водоемов, а также водоемов комплексного назначения (ВКН) в том случае, когда в них развивается мелкая малоценная ихтиофауна. При потреблении 5-10 кг сорной рыбы масса ценных хищников - осетровых, например, бестера, полосатого окуня, а также щуки - вырастает в среднем на 1 кг. Хищники условно делятся на донных - осетровые, сомовые, налим; пелагических - лососевые, судак; зарослевых - щука. Занимая разные экологические ниши, они при определенной плотности не являются конкурентами в добывании пищи. Для донных хищников кормом служат бычки, пескари, гольяны, щиповки и другие придонные мелкие формы, а для хищников толщи воды - укляя, тюлька, килька и атерина. Зарослевые - красноперка, горчак, плотва и др. - служат прекрасным кормом щуке. Рыбопродуктивность хищных рыб колеблется в пределах от $0,2$ до 2 ц/га.

Применение смешанных посадок (рыб разного возраста) в прудах, значение данного метода. Основным объектом прудовой аквакультуры - карп на втором году жизни питается главным образом донной пищей, личинками насекомых и малощетинковыми червями, причем и эта пища используется им далеко не полностью. При установленном нормативами приросте и нормальной посадке на втором году жизни карп использует относительно небольшую часть от общего количества естественной пищи, находящейся в пруду. Более полное использование пищевых запасов пруда при монокультуре связано с увеличением плотности посадки карпа, а это приводит к уменьшению индивидуальной массы и, следовательно, к ухудшению товарных качеств выращиваемой рыбы. Чтобы увеличить естественную рыбопродуктивность карпового пруда за счет более интенсивного использования рыбой естественной пищевой базы без ухудшения товарных качеств выращиваемой рыбы, в карповом хозяйстве применяют смешанную посадку.

Смешанной посадкой называют посадку в один пруд карпов различного возраста. Наиболее часто применяется посадка к годовикам карпа в нагульные пруды мальков. Такое сочетание основывается на различии в питании карпов различных возрастных групп. Молодь карпа потребляет в основном планктонные и зарослевые формы, а двухлетки - бентосные. Следовательно, выращивание в одном пруду карпов двух возрастных групп позволяет полнее использовать его пищевые запасы. Соотношение возрастных групп карпа зависит от особенностей пруда, в котором эти группы выращиваются. В нагульный пруд с хорошо развитой береговой зоной можно посадить больше мальков, чем в пруд той же площади, но более глубокий, с небольшим количеством подводной растительности. Смешанную посадку в нагульные пруды рекомендуется производить из расчета на одного

годовика 10-14 мальков, что увеличивает рыбопродуктивность на 35-40%. Общая рыбопродуктивность по карпу возрастает. Осенью рыбу сортируют, разделяют по возрасту в специальных рыбоуловителях с сортировочными сетками.

Смешанная посадка карпа применяется редко, так как сортировка рыбы по возрасту - трудоемкая работа при недостатке времени и сил в напряженный осенний период облова прудов, приводящая также к сверхнормативной гибели младшей группы карпа после травмирования при переборке в рыбоуловителях или при ручной сортировке. Помимо этого, отмечено что карпы старших возрастных групп являются переносчиками отдельных инфекционных и инвазионных заболеваний младшей групп, сами при этом не болеют.

Вопросы для самоконтроля:

1. Характеристика технологического преимущества совместного выращивания разных видов рыб в прудовой аквакультуре. Поликультура: определение и значение в повышении общей рыбопродуктивности.

2. Классификация объектов поликультуры, перечень видов и их краткая биолого-технологическая характеристика.

3. Использование понятия пищевой пирамиды в прудовом рыбоводстве. Принципы выбора оптимальной схемы (состава) поликультуры.

4. Приведите классические примеры состава поликультуры для прудовых хозяйств, расположенных в различных экологических условиях (климатическая зона, химический состав воды).

5. Характеристика принципа смешанных посадок в прудовом рыбоводстве. Его преимущества и недостатки.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [4], [5], [7], [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

2.6 Значение и содержание вспомогательных направлений интенсификации прудового рыбоводства.

Характеристика вспомогательных направлений интенсификации. Взаимосвязь вспомогательных направлений интенсификации с основными направлениями – кормлением, применением удобрений, поликультурой. Значение вспомогательных направлений интенсификации прудового рыбоводства.

Характеристика вспомогательных направлений интенсификации. Вспомогательные интенсификационные мероприятия могут способствовать увеличению прироста общей рыбопродуктивности прудов, как при их обособленном применении в прудовой аквакультуре, например, при пастбищном или полуинтенсивном выращивании рыбы. Но особое значение данные мероприятия приобретают в интенсивном рыбоводстве.

Сведения, полученные прикладными научно-исследовательскими работами, а также многолетний практический опыт прудового рыбоводства свидетельствует, что для успешного выполнения производственных планов выращивания рыбопосадочного материала и товарной продукции в прудовой аквакультуре необходимо иметь, как правило, ряд условий: **1).** Комплекс оптимальных условий содержания объекта выращивания в открытой экосистеме – пруду, на который

воздействуют множество абиотических и биотических факторов; **2).** Технологически-совершенные объекты (виды, породы) выращивания, идеально приспособленный к обитанию в искусственных водоемах, невосприимчивый и стрессоустойчивый к быстро изменяющимся условиям в пруду, в том числе к рыбоводным манипуляциям (пересадкам, резкому изменению условий содержания, внесению в воду химических веществ и др.), осуществляющий активный поиск естественной пищи, эффективно использующий и оплачивающий ростом искусственные кормосмеси, имеющий высокую резистентность к заболеваниям; **3).** Эффективные, экологически чистые и ресурсосберегающие технологии воспроизводства и выращивания товарной продукции прудовой аквакультуры; **4).** Технологическое оборудование и машины, позволяющие быстро (в срок), эффективно и экологически чисто выполнить рыбоводные работы на производстве; **5).** Достаточное количество квалифицированного основного и вспомогательного персонала и технических работников, быстрое и эффективное выполнение плановых рыбоводно-технологических работ на производстве. Существует еще ряд прочих менее значимых условий. И естественно, от состояния всех перечисленных выше условий зависит результативность выполнения интенсификационных работ, позволяющих в разы увеличить рыбопродуктивность прудов относительно их базовой естественной продуктивности. В свою очередь интенсификация за счет применения суперуплотненных посадок объектов выращивания, применения в вегетационный сезон большого количества различных по характеру и активности химических веществ, избыточного поступления органического вещества в летний период, создает в экосистеме прудов определенную напряженность. На весах оказывается успех всего года, и дополнительное, незначительное по силе негативное воздействие может привести, как минимум к снижению приростов, и как максимум к гибели рыбы вследствие «заморов» или заболеваний. В данных условиях как никогда возникает роль вспомогательных интенсификационных мероприятий.

Взаимосвязь вспомогательных направлений интенсификации с основными направлениями – кормлением, применением удобрений, поликультурой. Значение вспомогательных направлений интенсификации прудового рыбоводства. К наиболее важным вспомогательным направлениям относятся следующие мероприятия: 1) совершенствование используемых и внедрение передовых организационно-технологических приемов в аквакультуре; 2) применение механизации рыбоводных и вспомогательных процессов при выращивании объектов; 3) выполнение комплексной санитарно-эпизоотологической профилактики заболеваний; 4) использование высокопородных (высокопродуктивных) видов и пород рыб (объектов выращивания). Рассмотрим детальнее каждое из них.

Совершенствование используемых и внедрение передовых организационно-технологических приемов в аквакультуре включает в себя работы, связанные с соблюдением, совершенствованием и улучшением качества выполнения, как самих рыбоводно-технологических работ, так и внедрение передового технологического опыта, полученного на других предприятиях отрасли. Немаловажное значения здесь же, имеет улучшение организации производства и управления предприятием на всех его уровнях. Основными механизмами, позволяющими решить указанное являются:

1). Соблюдение рыбоведами профессиональной этики при выполнении технологических, даже самых мало значимых на первый взгляд работ, связанных с объектом выращивания (например, бережное обращение с производителями при выполнении работ по воспроизводству, контроль состояния экосистемы прудов дежурными рыбоведами и др.) с присутствием элементов поиска наиболее оптимального решения, даже в обычных отработанных ситуациях. 2). Постоянное повышение квалификации технологического персонала рыбоводов на всех уровнях, как за счет углубления специальных профессиональных знаний, так и расширение их практического опыта. Сюда же относится привлечение к участию в производственных процессах профессионалов извне, обучение молодых специалистов, участие в научно-практических мероприятиях, использование специальной литературы и т.п.;

3). Улучшение уровня планирования производства, совершенствование организационных-управленческих методов выполнения рыбоводно-технологических процессов, а также повышенное внимание к анализу полученных результатов (положительных и отрицательных) и реагирования на них;

4). Совершенствование системы повышения мотивации качественного выполнения работниками рыбных хозяйств не только своих непосредственных обязанностей, но и проявления инициативы и рационализаторства. В данном случае имеет значение, в том числе, организация системы материального и иного поощрения.

От выполнения мероприятий указанного направления непосредственно зависит результат применения всех без исключения прочих направлений интенсификации. И наоборот, пренебрежение указанным не позволит получить сколь малые положительные результаты. В настоящее время данная проблема является очень острой, особенно в области профессионализма и заинтересованности

Применение механизации рыбоводных и вспомогательных процессов при выращивании объектов включает использование в выполнении рыбоводно-технологических и вспомогательных работ новых средств механизации, позволяющих ускорить их выполнение, либо выполнить их на более качественном уровне. В настоящее время прудовое рыбоводство располагает значительным количеством различного оборудования, механизмов и машин, позволяющих механизировать практически все процессы от обслуживания ремонтно-маточного стада до облова товарной продукции.

Интенсификация прудового рыбоводства и развитие новых технологических методов выращивания товарной продукции аквакультуры неразрывно связаны с механизацией и частичной автоматизацией важнейших технологических процессов. При промышленных методах рыбоводства большое значение приобретает общая механизация и частичная автоматизация важнейших производственных процессов, что позволяет: 1) повысить производительность труда; 2) снизить затраты физического труда и потребность в рабочей силе; 3) устранить вредные для рабочих процессы и снизить затраты труда на единицу продукции.

При механизации производственных процессов должны быть максимально использованы и применены стандартное оборудование и механизмы, выпускаемые серийно заводами рыбной и других отраслей промышленности. Под механизацией понимается использование машин и механизмов в рыбоводных процессах. В

современном рыбном хозяйстве должны быть механизированы следующие производственные процессы: 1) вылов товарной рыбы, ее сортировка и учет; 2) вылов рыбопосадочного материала, его сортировка и учет; 3) загрузка и выгрузка рыбы в транспортные емкости и зимовальные комплексы; 4) кормление молоди и взрослой рыбы в бассейнах, садках и прудах; 5) профилактическая обработка и лечение рыбопосадочного материала; 6) внесение минеральных и органических удобрений в пруды; 7) известкование ложа прудов; 8) выкос жесткой растительности и ее удаление; 9) выгрузка рыбы из бассейнов и садков; погрузка ее в транспортные средства; 10) внутрихозяйственное транспортирование живой рыбы, грузов и погрузочно-разгрузочные работы; 11) насыщение воды кислородом (аэрация и оксигенация).

Механизированное рыбоводное оборудование должно быть представлено следующими основными устройствами и сооружениями: 1) кормораздатчики; 2) камышекосилки; 3) грузоподъемные механизмы (краны, погрузчики, тельферы и др.); 4) механизированные склады, бункеры; 5) автотранспорт для кормов, удобрений и др.; 6) аэраторы разных типов; 7) инкубационные аппараты; 8) приборы для гидрохимических и других анализов; 9) оборудование для санитарной обработки рыбы и рыбоводных емкостей; 10) прочее рыбоводное оборудование для рыбоводных предприятий. Механизация должна обеспечивать повышение рыбопродуктивности водоемов путем своевременного проведения мелиоративных работ, удобрения, облова прудов, бассейнов, садков, сортировки рыбы, снижения отхода рыбы (своевременная аэрация, оксигенация при дефиците кислорода), сокращения потерь корма при многоразовом механическом кормлении. При бассейновом и садковом методах выращивания рыбы уровень механизации гораздо выше, чем при прудовом выращивании.

Внедрение методов механизации прудового рыбоводства неразрывно связано с результативностью выполнения основных направлений интенсификации – кормлением рыбы, удобрением прудов и внедрением поликультуры. Все три указанных направления связаны с выполнением большого объема работ по подготовке, транспортировке и использованию прямых производственных материалов, рыбопосадочного материала и товарной продукции. В данной ситуации механизированное производство качественно выполнит все технологические мероприятия в срок. При отсутствии необходимого оборудования и машин выполнение производственных процессов затягивается, снижается эффективность удобрения и кормления, увеличиваются потери рыбы.

Выполнение комплексной санитарно-эпизоотологической профилактики заболеваний включает в себя весь комплекс рыбоводно-технологических мероприятий, позволяющий не допустить возникновения вспышки в прудовом рыбном хозяйстве заболеваний, как заразных, так и не заразных.

Неотъемлемая часть технологического процесса в современном интенсивном прудовом рыбоводстве – тщательное и своевременное выполнение комплекса санитарно-профилактических мероприятий. Важнейшими условиями профилактики болезней является соблюдение общих рыбоводных и санитарных требований: правильно организованное кормление рыбы полноценными кормами, обогащенными необходимыми витаминизированными добавками и микроэлементами, выполнение установленных норм плотности посадки рыбы на выращивание и зимовку, а также контроль за санитарным состоянием и гидрохимическим режимом прудов, особенно в зимний период.

Водоисточники хозяйства должны быть благополучными по инфекционным и инвазионным болезням рыб и иметь постоянный запас воды на случай вне очередного спуска прудов. Молодь и производителей необходимо содержать раздельно. В последние годы в практику внедряется заводской метод получения потомства: икру получают при помощи гипофизарных инъекций, обесклеивают и инкубируют в аппаратах Вейса. Выклюнувшихся личинок сажают в мальковые или сразу в выростные пруды. Таким образом, исключается контакт производителей и молоди и, следовательно, заражение последней.

В прудовом рыбоводстве должно проводиться систематическое летование прудов - их поочередно оставляют свободным от воды с осени до осени следующего года один раз в 4-5 лет. В этот период проводят необходимые мелиоративные работы: расчищают и планируют ложе, снимают накопившиеся иловые отложения, тщательно осушают, засевают сельскохозяйственными культурами. Особенно важно ликвидировать имеющиеся бочаги и ямы, в которых могут сохраниться инвазионные цисты кокцидий, яйца гельминтов, промежуточные хозяева паразитов и сорные рыбы-носители возбудителей заболеваний.

Важной мерой предупреждения распространения заболеваний является также ихтиопатологический контроль за перевозками живой рыбы, который осуществляют государственные и ведомственные ветеринарные специалисты в соответствии с инструкциями по ветеринарному надзору за перевозками живой рыбы, оплодотворенной икры, раков и других водных организмов. Из хозяйств, неблагополучных по краснухе, воспалению плавательного пузыря, бронхиомикозу и жаберному заболеванию карпа, невыясненной этиологии, фурункулезу, инфекционной анемии форелей, вертежу и дискокотилезу лососевых рыб, а также язвенной болезни судака, вывоз рыбы не разрешается. При других заболеваниях перевозка может быть разрешена или ограничена ветврачом края, области, республики, но во всех случаях только после соответствующей обработки рыбы. На каждую партию перевозимой рыбы должно быть выдано специальное ветеринарное свидетельство.

В каждом хозяйстве систематически проводят дезинфекцию и дезинвазию прудов хлорной (3-5 ц/га) или негашеной (25-30 ц/га) известью. Дезинфицируют пруды всех категорий: зимовальные обрабатывают весной, после вылова рыбы; нерестовые - после нереста, в июне - июле; выростные, летние, маточные и нагульные - осенью после облова. Последние подвергают частичной обработке, засыпая известью рыбосборные каналы, бочаги, ямы, подтопляемые места. Карантинные пруды обрабатывают после спуска. Гидросооружения, весь рыбоводный инвентарь, машины и вагоны для перевозки живой рыбы дезинфицируют 10-20% раствором хлорной или негашеной извести. Орудия лова промывают водой и просушивают, хлопчатобумажные и капроновые обрабатывают 4% раствором формалина или кипятят.

Одно из важных профилактических мероприятий - противопаразитарная обработка рыбы. Проводят ее два раза в год: весной обрабатывают годовиков перед посадкой на нагул; осенью - сеголетков, перед посадкой в зимовальные пруды. Вся рыба, выращенная в хозяйстве, должна быть непременно обработана в эти сроки. Для дезинвазии рыбы используют растворы поваренной соли (5% в течение 5 минут) или аммиака (0,1-0,2% в течение 1-0,5 минуты) при температуре воды от 6 до 17°C. Надо иметь в виду, что толстолобики переносят такие ванны хуже, чем

каarp и белый амур, поэтому предварительно следует обработать небольшое количество толстолобиков - для уточнения концентрации раствора и экспозиции. После солевых ванн рыбу промывают в свежей проточной воде не менее двух часов, после аммиачных - сразу выпускают в пруд. В последние годы в ряде хозяйств стали обрабатывать рыб непосредственно в зимовальных прудах весной и осенью. Это вызвано тем, что выращиваемой рыбы становится все больше и обрабатывать в ваннах такое количество практически невозможно. Обработка рыбы в прудах значительно дешевле и эффективнее и, кроме того, полностью исключает травматизацию рыбы.

Очень важно строго проводить карантинные мероприятия в сроки, установленные ветеринарным врачом. Во время карантина осуществляют систематический ветеринарный надзор за рыбой. По окончании карантина рыбу пересаживают в пруды для выращивания. Если во время карантина возникло заболевание, рыбу вылавливают и по указанию ветеринарного врача направляют в торговую сеть или утилизируют.

Пруды всех категорий необходимо использовать только по прямому назначению. Производителей следует содержать отдельно от молоди, для чего в каждом хозяйстве нужно иметь летние и зимние маточные и ремонтные пруды. Важно, чтобы каждый рыбхоз располагал такой площадью нерестовых и выростных прудов, которая позволяла бы полностью обеспечивать себя посадочным материалом.

При эксплуатации прудовых рыбных хозяйств необходимо соблюдать следующие требования: 1) источник водоснабжения должен быть благополучным по инфекционным и инвазионным болезням рыб, а также по гидрохимическому составу воды; 2) карантинные пруды следует располагать в конце хозяйства, ниже других рыбоводных прудов; 3) головной пруд должен быть полностью спускным и огражден от попадания сорной и дикой рыбы; 4) каждый рыбоводный пруд должен иметь независимую приточную и спускную системы.

Выполнение указанного интенсификационного мероприятия имеет важное значение в результативности любого рыбного хозяйства, выращивающего продукцию в интенсивном режиме. Даже быстрое и оперативное лечение рыб чревато по крайней мере задержкой в росте объекта выращивания, и соответственно увеличению затрат, снижения экономической эффективности и невыполнения производственных планов.

Использование высокопородных (высокопродуктивных) видов и пород рыб (объектов выращивания) включает использования для товарного выращивания высокопродуктивные породы карпа, а также технологически ценные стада видов гидробионтов - ценных объектов аквакультуры.

Общей и во многих случаях важнейшей задачей селекционно-племенной работы в различных зонах прудового рыбоводства является ускорение роста карпа за счет лучшего выедания и усвоения естественного корма и комбикормов. Однако кроме этой основной задачи решаются и другие. При создании породы ропшинского карпа основное внимание было уделено его зимостойкости, селекция краснодарского карпа преследует цель увеличения его устойчивости к краснухе – инфекционному заболеванию, селекция нивчанского карпа призвана увеличить общую жизнестойкость рыб, в том числе устойчивость к зимовке и к заболеваниям, сарбоянский карп должен обладать устойчивостью к суровым климатическим условиям Сибири. Таким образом, при селекции проводят интенсивный отбор

среди рыб, выращенных в условиях, близких к производственным. При выращивании производителей для использования в производстве необходимость в интенсивном отборе не возникает, рыбу выращивают в условиях, обеспечивающих хороший нагул, что достигается уменьшением плотности посадки и кормлением полноценными комбикормами.

Выращивание породных групп гидробионтов позволяет решить несколько технологически-сложных задач при сравнительно меньших затратах времени и материалов чем при выращивании беспородного материала. Таким образом один и тот же объем интенсификации позволяет при использовании племенных рыб получать весомо больший результат.

Вопросы для самоконтроля:

1. Значение вспомогательных направлений в интенсификации прудового рыбоводства.

2. Охарактеризуйте сущность и методы совершенствования используемых и внедрения передовых организационно-технологических приемов в аквакультуре, как метода интенсификации аквакультуры.

3. Охарактеризуйте сущность и направления применения механизации рыбоводных и вспомогательных процессов при выращивании объектов, как метода интенсификации аквакультуры.

4. Охарактеризуйте сущность и методы выполнения комплексной санитарно-эпизоотологической профилактики заболеваний, как метода интенсификации аквакультуры.

5. Охарактеризуйте сущность и методы использования высокопородных (высокопродуктивных) видов и пород рыб, как метода интенсификации аквакультуры.

Рекомендованная литература:

[1], [2], [3], [6], [7], [9], [11], [12], [13], [15], [16], [17].

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Власов В.А. Рыбоводство: учебник. / Власов В.А. – М.: Изд-во «Лань», 2012. – 352 с.

Дополнительная литература:

2. Козлов В.И., Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. – М.: МГУТУ, 2004. – 433 с.

3. Привезенцев Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: Мир, 2004. – 456 с.

4. Саковская В.Г. Практикум по прудовому рыбоводству. / Саковская В.Г., Ворошилина З.П., Сыров В.С. Хрусталёв Е.В. – М.: Агропромиздат, 1991. – 174 с.

5. Андриященко А.І. Технології виробництва об'єктів аквакультури. / Андриященко А.І., Алимов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І. – К., 2006. – 335 с.

6. Васильева Л.М. Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Нижнего Поволжья. / Васильева Л.М. – Астрахань, 2000. 190 с.

7. Козлов В.И. Справочник фермера–рыбовода. / Козлов В.И. – М.: Изд-во

ВНИРО, 1998. – 427 с.

8. Мамонтова Р.П. Рыбохозяйственная гидротехника: Учебник. / Мамонтова Р.П. – М.: Моркнига, 2012. – 377 с.

9. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство: Учебник. / Мартышев Ф.Г. - М.: Изд-во «Высшая школа», 1973. - 428 с.

10. Моисеев Н.Н. Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации: учебн. пособие/ Н.Н. Моисеев, П.В. Белоусов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 176 с.

11. Пономарев С.В. Фермерское рыбоводство / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина. – М.: Колос. 2008. – 347 с.

12. Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. / Пономарев С.В., Иванов Д.И. – М.: Колос, 2009, 312 с.

13. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. / Привезенцев Ю.А. – М.: Агропром издат, 1991. – 368 с.

14. Рыжков Л.П. Основы рыбоводства: учебник / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 528 с.

15. Сборник научно–технологической и методической документации по аквакультуре. – М.: ВНИИРО, 2001. – 242 с.

16. Сборник нормативно–технологической документации по товарному рыбоводству. Т.1, 2. – М.: Агропромиздат, 1986. – 576 с.

17. Андриященко А.И. Ставо́е рибництво: Підручник. / Андриященко А.И., Алимов С.И. – К.: Видавничий центр НАУ, 2008 – 636 с.: іл.

13 Информационные ресурсы

Библиотеки в г. Керчи:

- библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ» (корп. № 2 КГМТУ, ул. Орджоникидзе, 50);

- библиотека ЮгНИРО (ул. Свердлова, 1).

Сайты и электронные библиотеки и энциклопедии по дисциплине:

- режим доступа: http://www.labogen.ru/20_student/600_fish/fish.html - (учебники и технологическая литература по прудовому рыбоводству). Дата обращения 14.04.2018 г.;

- режим доступа: <http://ribovodstvo.com/books/> - (технологическая литература по прудовому рыбоводству, охватывающая темы об устройстве хозяйств, разведению и выращиванию основных объектов). Дата обращения 14.04.2018 г.;

- режим доступа: <http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm> - (литература по биолого-технологической характеристике объектов прудового выращивания, биологическим основам основных технологических процессов). Дата обращения 14.04.2018 г.;

- режим доступа: <http://dic.academic.ru/contents.nsf/bse> - (словари и энциклопедии: определения, понятия терминов и процессов, используемых в прудовом рыбоводстве). Дата обращения 14.04.2018 г.;

- режим доступа: <http://www.fishet.ru/> - (информация о объектах прудового рыбоводства, характеристике прудового фонда рыбных хозяйств, описание применяемых технологических операций и процессов). Дата обращения 14.04.2018 г.;

- режим доступа: <https://e.lanbook.com/> - (учебные пособия по рыбоводству). Дата обращения 14.04.2018 г.

- режим доступа: <http://fish-industry.ru/prudovoe-rybovodstvo/> (информация о прудовом рыбоводстве, применяемых технологиях, методах технологических расчетов). Дата обращения 14.04.2018 г.

Андрей Викторович Кулиш

Конспект лекций
по дисциплине «Прудовое рыбоводство»
для студентов направления подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм
обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____
Заказ № _____. Объем 8,33 п.л.
Изд-во ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический
университет»
298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82