

РГБ ОД

8 / июл. 1993  
и МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

---

*На правах рукописи*

**СУББОТИНА Юлия Михайловна**

УДК 639.311

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ  
МОЛОДИ КАРПА  
В РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДАХ**

Специальность 06.02.04 — частная зоотехния,  
технология производства продуктов животноводства

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

МОСКВА 1993

Диссертация выполнена на кафедре прудового рыбодоводства Московской сельскохозяйственной академии им К. А. Тимирязева.

Научный руководитель — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Ю. А. Привезенцев.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук ведущий научный сотр. Наумова А. М., кандидат сельскохозяйственных наук Жигин А. В.

Ведущее предприятие — Всероссийский научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ).

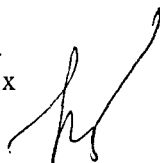
Защита диссертации состоится « 6. » *декабря* 1993 г. в *14<sup>00</sup>* часов на заседании специализированного совета Д 120.35.05 в Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Адрес: 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49. Ученый совет ТСХА. *корп 16*

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ ТСХА.

Автореферат разослан « 29. » *октября* 1993 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета —  
кандидат сельскохозяйственных  
наук



К. Н. Калинина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время в нашей стране и за рубежом накопилась обширная информация, свидетельствующая о возрастании загрязнения водоемов. Значительная доля в ущербе, который наносится природным водным объектам, принадлежит животноводческим комплексам, а в последние десятилетия и птицефабрикам.

По своему характеру загрязнение стоками животноводческих комплексов вызывает прежде всего эвтрофикацию водоемов, которая обуславливается сбросом в водные объекты как недостаточно очищенных, так и вовсе неочищенных сточных вод, богатых органическими веществами, фосфором и азотом. Важную роль играет и бактериальное загрязнение поверхностных водотоков и водоемов, в том числе патогенными микроорганизмами.

По данным Кульского и др., 1986 сброс в реки неочищенных, либо недостаточно очищенных промышленных и сельскохозяйственных вод приводит к загрязнению 12% всего речного стока. В связи с этим вода в реках меняет свой вкус, она приобретает болотный запах, в ней падает содержание кислорода, наблюдается гибель рыбы. Если сброс в водоем сточных вод продолжает иметь место, то эти явления нарастают. В результате такой водоем уже нельзя использовать для купания, водного спорта и рыболовства (Лоскутова, 1977).

Второй причиной, которая ограничивает возможность рекреационного использования водоемов, является всеобщее бактериальное загрязнение (Буковская, 1974).

Отмеченное явление диктует необходимость проведения различных мелиоративных мероприятий, которые в конечном счете привели бы к оздоровлению водоемов.

На сегодняшний день практически все еще отсутствуют в санитарной технике очистные сооружения, пройдя которые животноводческие стоки обеспечивали бы "нулевую нагрузку на водоем".

Наиболее приемлемыми являются биологические методы очистки и обеззараживания животноводческих и птицеводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах.

Использование рыбоводно-биологических прудов позволяет достичь высокой степени очистки сточных вод от различных органических веществ и возбудителей кишечных и инфекционных заболеваний. Одновременно решается и задача повышения эффективности рыбоводства, получения высококачественного рыбопосадочного материала. Решению этой актуальной проблемы посвящена настоящая работа.

Цель и задачи исследований. Целью настоящих исследований явилась разработка технологии выращивания рыбопосадочного материала в прудах биологической очистки свиноводческих комплексов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- изучить выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры под влиянием комплекса микроводорослей в условиях модельных лабораторных экспериментов;
- изучить возможность обеззараживания стоков комплексом микроводорослей, ракообразных и рыб в биологических прудах;
- определить выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры в системе прудовой очистки сточных вод с доочисткой на площадке с высшей водной растительностью;

- оценить возможность очистки и обеззараживания сточных вод высшей водной растительностью;

- исследовать термический и гидрохимический режим рыбоводных прудов;

- определить сроки и нормы посадки личинок карпа в рыбоводно-биологические пруды;

- оценить состояние кормовой базы опытных прудов;

- изучить особенности роста молоди карпа в рыбоводно-биологических прудах при различных плотностях посадки;

- оценить физиологическое состояние выращенных сеголетков.

Научная новизна. Впервые разработана и внедрена углубленная доочистка свиноводческих стоков на площадке с высшей водной растительностью.

Изучена возможность обеззараживания свиноводческих и птицеводческих стоков в модельных экспериментальных условиях и рыбоводно-биологических прудах с помощью комплекса микроводорослей, высшей водной растительностью, зоопланктона и рыб.

Разработана технология выращивания сеголетков карпа в рыбоводно-биологических прудах.

Практическая значимость. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах.

Разработана и внедрена технология доочистки свиноводческих стоков на площадке с высшей водной растительностью.

Дана технологическая схема глубокой очистки свиноводческих стоков, обеспечивающей выпуск очищенной воды в поверхностные водоемы или подачу на повторное использование (рециркуляцию) в системе гидросмыва.

Апробация работ. Результаты исследований доложены на конференции Молодых ученых и специалистов, ТСХА (1991 г), на Ученом Совете НПО "Прогресс", 1992, 1993 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 работы, за щиплено I авторское свидетельство.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 140 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальных исследований, заключения, выводов, практических предложений, списка литературы, приложения. Текст иллюстрирован 33 таблицами и 5 рисунками. Список литературы включает 113 работ, в том числе 12 на иностранных языках.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в течение 4-х лет с 1989 по 1992 г на свиноводческих стоках экспериментального хозяйства "Кленово Чегодаево" Подольского района Московской области. Для проведен модельных экспериментов использовались сточные воды Краснополяской птицефабрики г.Лобня Московской области, птицефабрики "Центральная" Владимирской области.

Полевые исследования осуществлялись на биологических прудах в "Кленово-Чегодаево", работающих в режиме проточности и контакта. Весной перед началом эксплуатации, для интенсификации процессов самоочищения, в проточные и контактные биологические пруды вводили специально подобранный комплекс микроводорослей расчета 300 мг на 25 м<sup>3</sup> стоков по сырому весу.

Об эффективности самоочищения в рыбоводно-биологических прудах судили по санитарно-гидрохимическим и бактериологическим показателям;

- определяли концентрацию водородных ионов, растворимый кислород, суммарное содержание окисляющих веществ, биохимическое потребление кислорода, аммонийный, органический и общий азот, фосфор и калий. Определение производили по общепринятым методикам Унифицированные методы исследования качества вод, 1977, Рекомендации по анализу сточных вод животноводческих комплексов НПО "Прогресс" 1984);

- санитарно-бактериологическая оценка проводилась по следующим показателям: ОМЧ (общее микробное число) наличие или отсутствие бактерий группы кишечной палочки, стафилококка и сальмонелл. Использовался метод соотношения сапрофитных микробов, выросших при температуре +22 °С в течение 48 часов и выросших при температуре +37° в течение 24 часов;

- гидробиологические исследования проводились по методике Брдухай-Болотовского, 1965. Определяли видовой состав и биомассу гидробионтов. Качественный и количественный состав зоопланктона и бентоса оценивали по гидробиологическим методикам (Жадин, 1950, Липин, 1950);

- наблюдения за ростом молоди и ее состоянием вели ежедекадно, путем проведения контрольных отловов. Во время контрольных отловов, из каждого пруда отбирали 50-70 экземпляров рыб, взвешивали и измеряли. Изучали динамику роста, вычисляли среднесуточный прирост. (Винберг, 1965).

Выращивание молоди карпа в рыбоводно-биологических прудах проводили по схеме приведенной в таблице I.

## Схема выращивания сеголетков

Показатели	1990 г.		1991 г.		1992 г.	
	I	II	I	II	I	II
Площадь пруда, га	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Плотность посадки, тыс.шт/га	100	100	200	200	40	30
Средняя масса рыб при посадке, мг	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Подращивание молоди карпа осуществляли в последней ступени рыбоводно-биологических прудов. Рыбоводные пруды заполняли первоначально чистой водой из реки за 10-12 дней до посадки туда 3-дневных личинок. Вначале пруды заливали на 2/3, а затем на протяжении 2-3 недель после посадки личиной заполняли их полностью. Сточная вода поступала в рыбоводные пруды по мере очистки из выше расположенных очистительных прудов и площадки с высшей водной растительностью. Зарыбление проводили в конце мая, начале июня.

В период выращивания молоди карпа в опытных прудах велись наблюдения за термическим, кислородным и гидрохимическим режимом рыбоводных прудов. Исследования проводились по общепринятым в рыбководстве методикам (Алекин, 1950, Привезенцев, 1973).

Оценка результатов выращивания рыбы проводилась по комплексу показателей: рыбопродуктивности прудов, выходу сеголетков карпа от посаженных 3-х дневных личинок, средней массе сеголетков.



Физиологическое состояние и подготовленность к зимовке сеголетков определяли по ряду биохимических и морфологических показателей. Биохимический анализ тела сеголетков включал определение общей влаги, сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, минеральных веществ (Лукашик, Тацилин, 1965).

Из морфометрических показателей определяли длину тела, длину головы, наибольшую высоту тела. На основании сделанных измерений вычисляли индекс упитанности.

Всего за три года исследований 1990-1992 гг. проведено 3200 морфометрических измерений на 957 экземплярах рыб. Обработано 218 гидробиологических проб, выполнено 2160 гидрохимических анализов, 820 санитарно-бактериологических исследований. Полученные данные обработаны методом математической статистики. (Плохинский, 1969, Рокицкий, 1973).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение влияния альгологического комплекса микроводорослей проводили в условиях модельного лабораторного эксперимента, на базе лаборатории подготовки сточных вод НПО "Прогресс" и в лаборатории санитарной микробиологии и вирусологии ВНИИССГЭ.

Для этой цели использовали сточные воды птицефабрики "Центральная" Владимирской области, птицефабрики "Краснополянская" Московской области и сточные воды свиного комплекса "Кленово-Чегодаево" Подольского района Московской области.

Проводимые модельные лабораторные эксперименты позволили установить прямую зависимость сроков гибели условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры от вносимого объема микроводорослей. Было отмечено, что увеличение вносимого объема микро-

водорослей до 700-1000 мл (по сырому весу) способствовало ускорению процесса обеззараживания. Бактерии кишечной палочки при объеме водорослей 500 мл, отмечались на 13-15 день, при увеличении объема микроводорослей до 700-1000 мл кишечная палочка и стфилококк не выделялись на 10 день (табл.2).

#### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ, РАКООБРАЗНЫХ И РЫБ НА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД

Исследования сточных вод в системе рыбоводно-биологических прудов совхоза "Шуваловский" Костромской области и в полупроизводственной модельной установке системы рыбоводно-биологических прудов на птицефабрике "Центральная" Владимирской области, проведенные в мае-июне 1991 г, показали, что эффективность очистки сточных вод прежде всего зависит от интенсивности процесса развития микроводорослей и зоопланктона. В совхозе "Шуваловский" рыбоводно-биологические пруды обеспечивают высокую степень очистки стоков. Так БПК<sub>5</sub> снижалось с 27200 мг/л в исходном стоке до 17 мг/л в пруду чистой воды; азот аммонийный, соответственно, с 1200 мг/л до 6,8 мг/л, взвешенные вещества с 29700 мг/л до 14,5 мг/л, а содержание растворенного кислорода повысилось от 0 до 16,7 мг/л.

Снижение санитарно-показательной микрофлоры происходит постепенно на 1-2 порядка, по мере прохождения сточных вод по всей системе рыбоводно-биологических прудов. Общее микробное число снижалось с 7,3 млн.м.к./г в исходном стоке (отстойник-накопитель) до 0,63 млн.м.к./г в пруду чистой воды, коли-титр соответственно с  $10^{-7}$  до 1,0-10,0, титр стафилококка с  $10^{-4}$  до 1,0-10,0

## Влияние микроводорослей на выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры в свиноводческих стоках в условиях модельного лабораторного эксперимента

Исследуемые пробы	Объем внесенных микроводорослей	Показатели	Время исследований, сутки					
			исходная	5	7	10	13	20
Исходная сточная вода из пруда-накопителя	нет	микробное число (млн/г)	8,25	8,15	8,20	8,0	7,91	7,15
		коли-титр	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$
		титр стафилококка	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Исходная сточная вода + АК + комплекс микроорганизмов	500 мл сухой вес 350 мг/л	микробное число (млн/г)	8,40	7,00	6,11	4,01	2,27	1,15
		Коли-титр	$10^{-7}$	$10^{-3}$	$10^{-1}$	1,0	1,0	-
		титр стафилококка	$10^{-5}$	$10^{-3}$	$10^{-1}$	1,0	10,0	-
		тест-объекты E-Coli10142	+	+	+	+	+	-
		St. aureus P-209	+	+	+	+	+	-
		St. cubain	+	+	-	-	-	-
микробактерии В-5	+	+	+	+	+	-		
То же	700 мл сухой вес 500 мг/л	микробное число (млн/г)	8,58	6,15	4,0	3,21	1,26	0,64
		коли-титр	$10^{-7}$	$10^{-2}$	1,0	10,0	-	-
		титр стафилококка	$10^{-5}$	$10^{-1}$	10,0	-	-	-
		тест-объекты E-Coli10142	+	+	+	-	-	-
		St. aureus P-209	+	+	+	-	-	-
		St. cubain	+	-	-	-	-	-
микробактерии В-5	+	+	+	+	+	-		

-6-

Продолжение табл.2

Исследуемые пробы	Объем вносимых микрораводородов	Показатели	Время исследований, сутки					
			исходная	5	7	10	13	20
Исходная сточная вода + АК + комплекс микроорганизмов	1000 мл сухой вес 675 мг/л	микробное число (млн/г)	9,0	4,27	2,11	1,10	0,51	0,31
		коли-титр	$10^{-7}$	$10^{-2}$	1,0	-	-	-
		титр стафилококка	$10^{-5}$	$10^{-1}$	10,0	-	-	-
		тестообъекты E.Coli O142	+	+	+	-	-	-
		St. aureus P-209	+	+	+	-	-	-
		St. aureus	+	-	-	-	-	-
		микробактерии В-5	+	+	+	+	+	-

Примечание: "+" - выделены;  
 "-" - не выделены

Наибольший эффект обеззараживания сточных вод наблюдался в водорослевых и рачковых прудах (2-3 порядка), где за счет фотосинтетической деятельности микроводорослей происходило обогащение стоков кислородом, что приводило к более глубокому расщеплению органического вещества, выделению биогенных элементов и дальнейшему массовому развитию микроводорослей и зоопланктона (Смирнова, Субботина, 1991).

Из водорослевых прудов стоки, обогащенные фитопланктоном и частично растворенными органическими вещества, поступали в рачковые пруды, где при наличии богатого питательного субстрата и массовых колоний рачков происходило дальнейшее расщепление органического вещества. Ветвистоусые и веслоногие рачки действовали, как естественный бактериальный фильтр, уменьшая в несколько раз количество условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры, ОМЧ в рачковых прудах составило 1,75-0,63 мл.м.к/г, колигитр и титр стафилококка 1,0-10,0, сальмонеллы и патогенные сероварианты кишечной палочки не выделялись. Стоки поступающие в рыбоводные пруды содержали высокую биомассу зоопланктона (40-150 мг/л), которая в последствии обеспечила хороший темп роста молоди карпа.

Аналогичные результаты получены в полупроизводственной модельной установке на птицефабрике "Центральная" Владимирской области (табл.3). Проведенные исследования показали, что свиноводческие и птицеводческие стоки, прошедшие очистку и обеззараживание в нормально функционирующих рыбоводно-биологических прудах по своим гидрохимическим и санитарно-бактериологическим показателям соответствуют требованиям изложенным в "Правилах охраны

Видение микроскопический ре выделенности. Условно-патогенной и санитарно-показательной микробной флоры "Центральная" в условиях домашнего водопроводного эксперимента

Исследуемые пробы	Объем исследуемых микророботов, л	Санитарно-бактериологические	Время исследования, сутки							
			1	2	3	4	5	6	7	
Источная сточная вода из туалета-нео-литера, разбавлен-ная 1:1 (контроль)	нет	общее микробное число (млн/л) при 22°C при 37°C коли-титр титр стафилококка	7,81 6,51 10-5 10-4	7,50 5,34 10-5 10-4	7,31 5,00 10-5 10-4					
Источная сточная вода из туалета-нео-литера, разбавлен-ная 1:1 + тест - микроорганизмы	нет	общее микробное число (млн/л) при 22°C при 37°C коли-титр титр стафилококка тест-объекты: E. Coli, St. aureus, St. aureus	8,0 7,11-5 10-5 +	7,91 7,00-5 10-5 +	7,60 6,75-5 10-5 +					

Исследуемые пробы	Объем вносимых микроводородс- лей	Санитарно-бактериологические	Время исследований, сутки		
			исходная	7	10
Исходная сточная вода из пруда-на- копителя, разбав- ленная 1:1 + АК микроводородслей	700 мл (сухой вес 515 мг/л)	общее микробное число			
		(млн/г)			
		при 22 °С	7,80	3,15	1,21
		при 37 °С	6,65	2,00	0,55
		коли-титр	$10^{-5}$	10,0	-
титр стафилококка	$10^{-4}$	10,0	-		
Исходная сточная вода из пруда- накопителя,		общее микробное число			
		(млн/г)			
		при 22 °С	8,12	3,25	1,56
		при 37 °С	6,92	2,42	0,16
		коли-титр	$10^{-5}$	1,0	10,0
		титр стафилококка	$10^{-5}$	1,0	10,0
		тест-объекты Э. Coli O142	+	+	-
		St. aureus P-209	+	+	-
St. dubois	+	-	-		

Примечание: "-" - микроорганизмы не выделены

"+" - микроорганизмы выделены

поверхностных вод от загрязнения сточными водами" (1981 г) и следовательно их возможно использовать не только для орошения, но и рыбозаведения, или же направлять на рециркуляцию. Это позволяет получить дополнительную экономическую выгоду хозяйствам и одновременно решает проблему охраны окружающей среды.

На основании полученных данных разработаны ветеринарно-санитарные требования к сточным водам в системе рыбоводно-биологических прудов свиноводческих и птицеводческих предприятий, используемых на рециркуляцию, орошение и рыбозаведение.

#### Доочистка свиноводческих стоков на площадке с высшей водной растительностью

С целью более глубокой очистки воды была изучена возможность использования биоинженерных сооружений. Они включали элементы почвенной очистки с использованием в качестве биофильтров высшей водной растительности.

Предварительно, в лабораторных условиях, были проведены модельные исследования. Сточные воды альголизированные комплексом микроводорослей были пропущены через почвенный лизиметр. (Смирнова, Субботина, 1991).

В хозяйстве была построена площадка с высшей водной растительностью (тростником, рогозом). На земельном участке между прудами (рачковым и рыбоводным) произведена вспашка, дискование, боронование и нарезка борозд с перемычками. По длине борозды высаживалась высшая водная растительность на расстоянии 0,5 м друг от друга. При прохождении сточной жидкости по борозде она заполняет емкость до первой перемычки, затем жидкость переливается



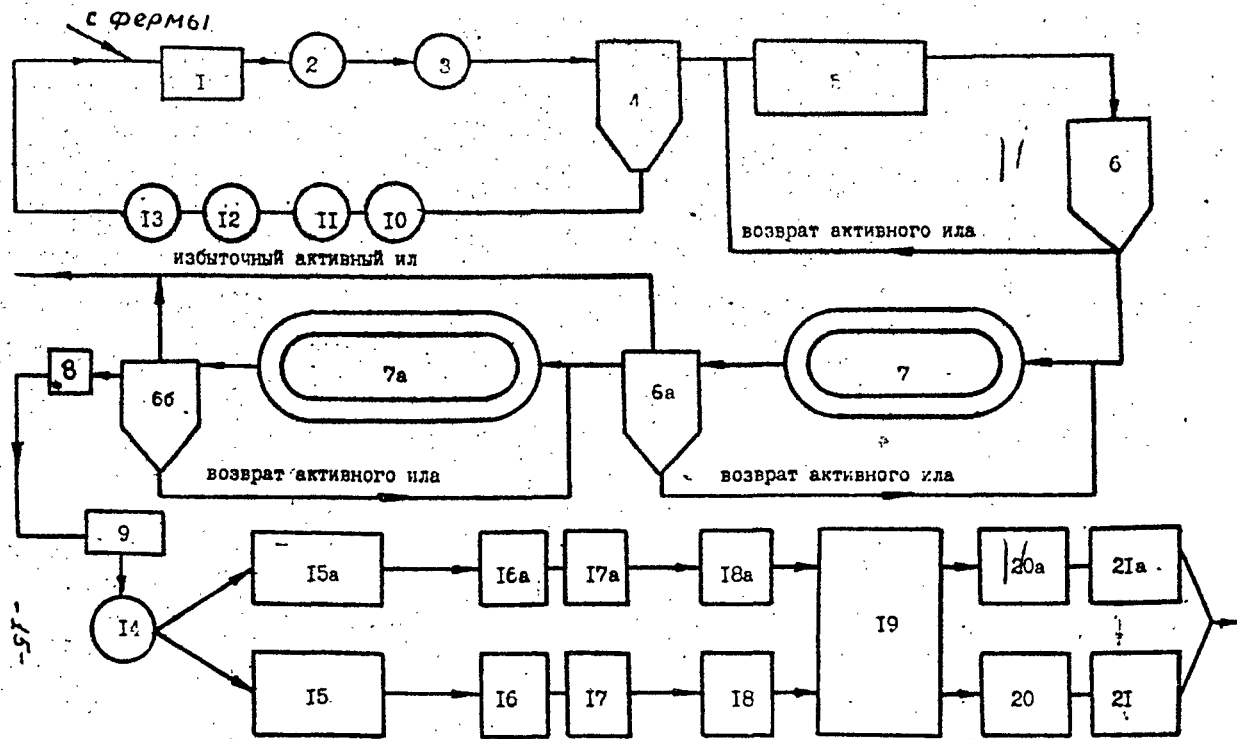


Рис. I. Схема очистки стоков в "Кленово-Чегодаево"

через перемычку в следующую емкость и так продолжается до тех пор пока жидкость не пройдет по всей длине борозды. После этого жидкость со всех борозд собирается в канале и поступает в рыбоводный пруд, в котором происходит выращивание рыбопосадочного материала.

Проведенные гидрохимические и санитарно-бактериологические исследования по всем ступеням очистки, указывают на высокую степень очистки сточных вод в исследуемой системе (рис. I).

#### Экспликация к рисунку I

- |                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. КНС-1                        | 10. Сборник фугата                   |
| 2. Приемный резервуар           | 11. УОН-700                          |
| 3. Промежуточный резервуар      | 12. Сборник фугата                   |
| 4. Первичный отстойник          | 13. ОПШ-502                          |
| 5. Аэротенк                     | 14. КНС-3                            |
| 6, 6а, 6б. Вторичные отстойники | 15, 15а. Пруд-накопитель             |
| 7. ЦОК № 1                      | 16, 16а, 17, 17а. Водорослевые пруды |
| 7а. ЦОК № 2                     | 18, 18а. Рачковые пруды              |
| 8. Контактный резервуар         | 19. Ботаническая площадка            |
| 9. КНС-2                        | 20, 20а, 21, 21а. Рыбоводные пруды   |

В процессе очистки сточных вод ХПК снижается с 480,0 мг/л в пруду-накопителе до 320,0 мг/л в рачковом пруду; БПК<sub>5</sub>, соответственно, с 332,0 мг/л до 80,0 мг/л; взвешенные вещества с 2136,0 мг/л до 40,0 мг/л (табл. 4).

Санитарно-бактериологическая характеристика сточных вод по этапам очистки в биопрудах указывает на то, что снижение санитарно-показательной микрофлоры происходит постепенно, по мере прохождения стоков по водорослевым и рачковым прудам. Коли-титр

Таблица 4

Гидрохимический состав свиноводческих стоков по ступеням очистки, мг/л

Место отбора проб	рН	ХПК	БПК <sub>5</sub>	Азот			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Взве- шен. вещест- ва	Раство- римый O <sub>2</sub>	Водорос- ли Зоопланк- тон
				аммиач.	органич.	общий				
Пруд-накопитель № 1	7,5	480,0	332,0	235,2	22,4	257,5	115,0	2136,0	отс.	отс.
Водорослевой пруд № 2	8,8	348,0	72,0	204,0	16,8	220,8	74,0	45,0	13,3	<u>162</u> отс.
Рачковый пруд № 3	8,6	305,0	88,0	156,8	23,5	180,3	65,0	43,0	13,6	<u>150</u> 34
Рачковый пруд № 4	7,5	320,0	80,0	142,2	15,0	157,2	60,0	40,0	9,76	<u>44</u> 102
Ботаническая площадка	7,9	136,0	40,0	10,0	29,0	39,8	43,0	28,0	10,0	-
Рыбоводный пруд № 5	8,5	32,0	10,0	отс.	20,3	20,3	3,0	14,6	12,0	<u>100</u> 41
Рыбоводный пруд № 6	8,6	30,0	6,0	0,9	19,2	20,1	3,2	12,5	12,0	<u>112</u> 43
Пруд № 6а не зары- сенный	7,6	124,0	18,0	22,4	13,6	36,0	29,3	24,0	10,0	<u>31</u> 87

снижается с  $10^{-6}$  в пруду-накопителе до  $10^{-2}$  в рачковом пруду, титр стафилококка с  $10^{-3}$  до  $10^{-1}$ , общее число микроорганизмов с 6,53 млн/г до 1,75 млн/г. Значительно интенсивнее процесс обеззараживания происходит при прохождении сточных вод по бороздам с высшей водной растительностью, на выходе с площадки общее число микроорганизмов составляет 0,37 млн/г, коли-титр 1,0, титр стафилококка 10,0. Патогенные эшерихии и сальмонеллы не выделяются.

Таким образом сточные воды, прошедшие площадку с высшей водной растительностью и поступающие в рыбоводные пруды по данным гидрохимического и санитарно-бактериологического анализа пригодны для рыборазведения и могут быть направлены на рециркуляцию. Проведенные исследования установили, что свиноводческие стоки прошедшие очистку в биологических прудах и на площадке с высшей водной растительностью полностью обеззаражены и не требуют дополнительного хлорирования.

#### Гидрохимический режим и кормовая база рыбоводных прудов

В процессе исследований был изучен гидрохимический режим рыбоводных прудов.

Особое внимание было уделено наблюдениям за содержанием растворенного в воде кислорода. В 1990 и 1991 гг. содержание растворенного в воде кислорода в отдельные периоды держалось ниже оптимальных значений (2,7-3,5 мг/л). В 1992 г. этот показатель значительно улучшился.

Гидрохимический режим прудов в первые два года исследований был крайне напряженным (табл.5). Повышенный уровень окисляемости

Гидрохимический режим рыбоводных прудов, в мг/л

таблица 3

Гидрохимические показатели	1990		1991		1992	
	Пруд 5	Пруд 6	Пруд 5	Пруд 6	Пруд 5	Пруд 6
Активная реакция среды, (рН)	<u>7,8-8,8</u> 8,2	<u>8,0-9,4</u> 8,4	<u>7,9-9,5</u> 8,6	<u>7,8-8,5</u> 8,2	<u>7,8-8,6</u> 8,4	<u>7,9-8,8</u> 8,2
Содержание растворенного в воде кислорода	<u>4,3-12,0</u> 6,6	<u>4,0-10,0</u> 6,0	<u>3,0-10,1</u> 6,0	<u>4,3-11,3</u> 6,9	<u>5,4-12,0</u> 8,4	<u>6,0-14,0</u> 9,5
Бихроматная окисляемость (ХПК)	<u>10,3-57,6</u> 29,1	<u>14,4-57,6</u> 31,4	<u>15,7-79,3</u> 39,3	<u>23,4-63,9</u> 37,8	<u>8,4-49,3</u> 25,2	<u>8,6-50,2</u> 24,0
Азот аммиачный	<u>0,49-1,91</u> 1,03	<u>0,79-1,91</u> 1,15	<u>0,91-2,2</u> 1,41	<u>0,53-2,06</u> 1,24	<u>0,22-1,25</u> 0,70	<u>0,023-1,34</u> 0,68
Нитриты	<u>0,03-0,081</u> 0,04	<u>0,01-0,09</u> 0,04	<u>0,09-0,36</u> 0,21	<u>0,08-0,27</u> 0,17	<u>0,025-0,23</u> 0,08	<u>0,028-0,23</u> 0,07
Нитраты	<u>0,09-1,63</u> 0,82	<u>0,2-1,97</u> 0,94	<u>0,27-2,07</u> 1,13	<u>0,2-1,86</u> 0,87	<u>0,2-1,3</u> 0,55	<u>0,17-0,33</u> 0,22
Хлориды	<u>10,1-13,6</u> 12,7	<u>12,1-14,5</u> 13,9	<u>12,3-30,7</u> 19,4	<u>11,0-22,7</u> 15,5	<u>10,5-15,3</u> 12,0	<u>9,7-12,5</u> 11,1
Фосфаты	<u>0,4-2,97</u> 1,23	<u>0,99-2,87</u> 1,49	<u>0,39-2,95</u> 1,96	<u>0,25-2,43</u> 1,5	<u>0,08-3,02</u> 1,37	<u>0,09-3,12</u> 1,20
Взвешенные вещества	<u>27,1-49,0</u> 34,9	<u>18,5-43,0</u> 30,3	<u>3,9-41,7</u> 23,9	<u>9,8-37,6</u> 24,8	<u>34,7-50,9</u> 39,9	<u>33,1-54,3</u> 41,3

-67-

и соединений азота в рыбоводных прудах связан с большим количеством органики, поступающей из выше расположенных прудов, а также высокой плотностью посадки рыбы. Это не могло не отразиться отрицательно на темпе роста молоди и ее выходе из прудов. Наиболее благоприятный гидрохимический режим был отмечен в прудах в последний год выращивания, когда применялась минимальная плотность посадки - 30-40 тыс.шт/га. По своим гидрохимическим показателям вода в этих прудах соответствовала стандартам, принятым для прудов.

Кормовая база рыбоводных прудов не отличалась большим разнообразием и была представлена широко распространенными видами: ветвистоусыми ракообразными, веслоногими рачками, коловратками, хирономидами. Биомасса кормовых организмов в опытных прудах определялась плотностью посадки и была наивысшей при плотности посадки 30-40 тыс.шт/г. Данные по остаточной биомассе зоопланктона представлены в табл.6.

В течение всех трех лет наблюдений отмечена общая особенность исследуемых прудов, а именно, максимальное развитие зоопланктонных организмов в начале выращивания, доминирование в исследуемом зоопланктоне *D. magna*, а затем сильное развитие *Moina rectirostris*. Около 70% по биомассе зоопланктона приходилось на долю *Cladocera*.

Остаточная биомасса зоопланктона в течение трех лет исследований сильно варьировала и напрямую зависела от плотности посадки рыбы.

Наибольшая остаточная биомасса зоопланктона отмечена в 1992 г, когда выращивание молоди проводилось при плотности посадки 30-40 тыс.шт/га.

Таблица 6

## Биомасса зоопланктона в рыбоводных прудах

Организмы	1990 г.				1991 г.				1992 г.			
	Пруд				Пруд				Пруд			
	5		6		5		6		5		6	
	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%
<i>Cyclops</i> sp.	5,8	7,7	4,2	7,7	5,04	19,3	9,04	20,1	12,2	7,9	12,2	7,5
<i>Diaptomus</i> sp.	56,0	74,3	40,6	75,0	14,1	54,1	25,3	56,4	117,5	75,8	127,7	78,4
<i>Nauplius</i> sp.	13,6	18,0	9,3	17,3	6,9	26,6	10,6	23,5	25,3	16,3	23,1	14,1
<i>Copepoda</i>	75,4	33,2	54,1	32,8	26,1	24,1	44,9	30,7	155,0	32,1	162,9	31,8
<i>D. magna</i>	76,1	50,2	54,5	49,3	47,5	57,9	59,9	59,2	176,5	54,0	193,0	55,3
<i>D. pulex</i>	31,0	20,4	22,0	19,9	-	-	-	-	70,0	21,4	73,0	20,9
<i>Bosmina</i> sp.	6,1	4,0	4,4	3,9	1,96	2,4	4,28	4,2	10,6	3,2	11,4	3,3
<i>Moina rectirostris</i>	38,5	25,4	29,8	26,9	32,56	39,7	37,07	36,6	69,7	21,4	71,5	20,5
<i>Cladocera</i>	151,8	66,8	110,7	67,1	82,04	75,8	101,3	69,3	326,8	67,8	348,9	68,1
<i>Rotatoria</i>	0,08	0,03	0,061	0,04	-	-	-	-	0,173	0,04	0,173	0,03
Итого:	227,3		164,9		108,2		146,2		482,1		512,1	

Минимальная остаточная биомасса - в 1991 году при плотности посадки (200 тыс.шт/га). При высоких плотностях посадки 100-200 тыс.шт/га хирономиды выедались во второй и первой декаде августа. При плотности посадки (30-40 тыс.шт/га) молодь карпа продолжала питаться хирономидами еще в течение месяца.

#### Результаты выращивания молоди карпа

Как показали исследования отечественных и зарубежных авторов, в рыбоводно-биологических прудах можно выращивать ряд видов рыб, в том числе карпа, карася, линя, молоди карпа.

Объектом наших исследований являлась молодь карпа. Результаты выращивания сеголетков карпа представлены в табл.7. Оценка результатов выращивания проводилась на основании массы выращенно молоди, ее выживаемости и рыбопродуктивности прудов.

Судя по результатам наблюдений, на протяжении всех трех лет исследований, наибольший среднесуточный прирост молоди приходился на первую половину подращивания, а именно на тот период, когда в прудах имелось максимальное количество зоопланктона и бентоса.

Сравнивая результаты выращивания сеголетков карпа, полученные в разные годы при различной плотности посадки, можно отметить, что при плотности посадки 100-200 тыс.шт/га, 3-х дневных личиной карпа, отмечалась невысокая рыбопродуктивность - 467,4-501,2 кг/га. Молодь выращенная при такой плотности посадки не достигла стандартной массы. Выход молоди с единицы площади оказался низким и составил в среднем 19,6-22,3%. Наилучшие результаты получены при плотности посадки личинок 30-40 тыс.шт/га.



Выращенная молодь имела стандартную массу 26,2-31,0 г. Выживаемость сеголеток карпа при такой плотности посадки была высокой и составила 65% в шестом пруду и 59% в пятом. Рыбопродуктивность прудов при плотности посадки 30 тыс.шт/га составила 607,6 кг/га и 618,3 кг/га, при плотности посадки 40 тыс.шт/га.

Статистическая обработка результатов выращивания молоди карпа в течение трех лет, при различной плотности посадки, показала, что с уменьшением плотности посадки коэффициент вариации массы тела рыб уменьшается (табл.7). Так при плотности посадки 200 тыс.шт/га масса тела рыб варьировала в больших пределах, чем при плотности 100 тыс.шт/га. Наименьшая вариабельность массы тела рыб отмечалась при плотности посадки 30-40,0 тыс.шт/га.

Физиологическое состояние молоди карпа  
выращенной в рыбоводно-биологических прудах

Биохимический анализ сеголетков карпа показал, что существенных различий в химическом составе тела рыб, при одинаковой плотности посадки не наблюдалось. В то же время отмечались значительные отличия по годам исследований, связанные в основном с различной плотностью посадки молоди и обеспеченностью пищей.

Молодь выращенная при низкой плотности посадки, имела заметные преимущества по всем исследуемым показателям (табл.8). Биохимический анализ тела сеголетков выращенных в прудах биологической очистки, при различной плотности посадки показал, что наибольшее содержание жира и сырого протеина в теле имела молодь выращенная при плотности посадки 30-40 тыс.шт/га. Она имела и более высокий коэффициент упитанности 3,2-3,3 % (табл.9). Согласно полученным данным по биохимическому составу, молодь выращенная при

Таблица 7

## Результаты выращивания сеголеков карпа

Год	№ пруда	Посажено на выращивание, тыс. шт.		Средняя масса, г		CU	td	Выход рыбы,		Рыбпродуктивность, кг/га
		всего	на га	посадка	облов			тыс. шт.	%	
1990	5	50,0	100,0	0,0025	24,0±0,93	38,1	2,2	10,6	21,2	508,8
	6	50,0	100,0	0,0025	21,0±0,84	39,5		11,7	23,4	493,6
	ср.	50,0	100,0	0,0025	22,5	38,8		11,2	22,3	501,2
1991	5	100,0	200,0	0,0025	10,5±0,82	68,1	2,6	21,3	21,3	447,2
	6	100,0	200,0	0,0025	13,7±0,90	62,0		17,8	17,8	487,7
	ср.	100,0	200,0	0,0025	12,1	65,0		19,6	19,6	467,4
1992	5	20,0	40,0	0,0025	26,2±0,89	29,1	4,1	11,8	59,0	618,3
	6	15,0	30,0	0,0025	31,0±0,79	23,7		9,8	65,0	607,6
	ср.	17,5	35,0	0,0025	28,6	26,4		10,8	62,0	612,9

такой плотности посадки обладает высоким физиологическим статусом и характеризуется значительной зимостойкостью.

Таблица 8

Химический состав тела сеголетков карпа  
(% на сырое вещество)

Показатели	1990		1991		1992	
	5	Пруд 6	5	Пруд 6	5	Пруд 6
Сухое вещество	24,1	23,4	20,1	21,7	26,3	27,5
Сырой протеин	16,1	16,4	15,2	15,6	16,1	16,7
Сырой жир	4,7	4,0	2,6	2,9	6,0	6,3
Сырая зола	2,5	2,7	1,9	2,1	3,1	3,3

Таблица 9

Коэффициент упитанности сеголетков

Год исследований	№ пруда	Средняя масса, г	Малая длина рыб, см	Коэффициент упитанности
1990	5	24,0	9,4	2,8
	6	21,0	9,1	2,7
1991	5	19,5	8,3	1,8
	6	13,7	8,5	2,2
1992	5	26,2	9,4	3,2
	6	31,0	9,8	3,3

## В В В О Д Ы

1. В результате проведенных модельных лабораторных экспериментов изучена выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры. Установлена прямая зависимость сроков гибели условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры от вносимого объема микроводорослей. Увеличение вносимого объема микроводорослей до 700-1000 мг (сухой вес 515-775 мг/л) способствовало ускорению процесса обеззараживания сточных вод. Сальмонеллы не выделялись через 5 дней, кишечная палочка и стафилококки не обнаружались в объеме 10,0 мл через 10 дней, микробактерии туберкулеза - через 15-20 дней.

2. Установлена возможность обеззараживания свиноводческих и птицеводческих стоков с помощью комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыб на эксплуатируемых рыбоводно-биологических прудах. Проведенные исследования выявили важную роль в процессе самоочищения и обеззараживания комплекса микроводорослей. Особое место в этом процессе отводится зеленым, синезеленым и протококковым водорослям, которые обладают наиболее ярко выраженными бактерицидными свойствами и ускоряют процесс самоочищения.

3. На основе полученных данных разработаны ветеринарно-санитарные требования к сточным водам в системе рыбоводно-биологических прудов свиноводческих и птицеводческих предприятий, используемых на рециркуляцию, орошение и рыборазведение.

4. Впервые разработана и внедрена углубленная доочистка свиноводческих стоков на площадке с высшей водной растительностью (тростником и рогозом).

5. В результате проведенных исследований изучен химический состав и газовый режим воды в рыбоводных прудах при различной плотности посадки рыбы на выращивание. При высоких плотностях посадки - 100-200 тыс.шт/га отмечали ухудшение кислородного режима, повышение окисляемости воды.

6. Кормовая база прудов не отличалась большим видовым разнообразием и была представлена распространенными группами планктона: Copepoda, Cladocera, Rotatoria и бентоса Chironomidae. Биомасса кормовых организмов определялась плотностью посадки рыбы и была наименьшей при посадке 100-200 тыс.личинки на 1 га площади водоема.

7. Естественная рыбопродуктивность прудов колебалась от 467 до 618 кг/га. Наивысшая рыбопродуктивность получена при плотности посадки 30-40 тыс.личинки на 1 га.

8. Выживаемость молоди составляла 19,6-22,3 % в вариантах с плотностью посадки личинок 200 и 100 тыс.шт/га и 59-65 % при посадке 30-40 тыс.шт/га.

9. Качество выращенной молоди при оптимальной плотности посадки отвечает нормативным требованиям. Средняя масса сеголетков равнялась 26,2-31,0. Содержание жира составило 8,0-8,3 %, сырого протеина 14,1-14,7 %. Коэффициент упитанности равнялся 3,2-3,3. Приведенные показатели свидетельствуют о высоком физиологическом статусе выращенной молоди.

## Практические предложения

Материалы диссертации включены в "Методические рекомендации по технологии выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах на свиноводческих стоках, прошедших очистку и обеззараживание в системе биологических прудов и на площадке с высшей водной растительностью".

В рекомендации включены следующие положения:

- наиболее целесообразно для доочистки свиноводческих и птицеводческих стоков использовать каскадные рыбоводно-биологические пруды;

- в целях повышения эффективности очистки и уменьшения сроков пребывания сточной жидкости в них, рекомендовано в водорослевые пруды вносить альгологический комплекс из расчета 300 мг/л на 25 м<sup>3</sup> сточной жидкости;

- проводить доочистку свиноводческих, и птицеводческих стоков на площадке с высшей водной растительностью (рогозом, тростником);

- в рыбоводные пруды рекомендовано высаживать на подращивание 3-х дневных личинок карпа;

- в целях получения жизнестойкой молоди проводить зарыбление рыбоводных прудов из расчета 30-40 тыс. шт./га.

**По теме диссертации опубликованы следующие работы:**

1. Субботина Ю. М., Терешина А. Н. Использование рыбо-водных прудов для очистки сточных вод // Передовой произв. научно-технически опыт в мелнорации и водн. хоз-ве, рекомендуемые для внедрения: Информ. сб. — М., 1990, с. 38—49.

2. Субботина Ю. М., Терешина А. Н. Использование рыбо-водно-биологических прудов в практике очистки животноводческих стоков // Экологические и технико-экономические аспекты утилизации сточных вод и животноводческих стоков: Сб. науч. тр./ВНИИССОВ. — М., 1990, с. 190—195.

3. Смирнова И. Р., Субботина Ю. М. Санитарно-бактериологическая оценка очистки животноводческих стоков в системе рыбо-водно-биологических прудов // С.-х. использование животноводческих стоков — эффективный способ охраны водных источников от загрязнения: Сб. науч. тр./ВНИИССОВ. — М., 1991, с. 56—67.

4. Меркурьев В. С., Субботина Ю. М. Способ очистки стоков. — Заявка на а. с. № 4853431/3 МКИ СО 2Г/23. — Положительное решение от 18.06.91.