

Ихтиоценозы водоемов Среднего Поволжья

Сайфуллин Р.Р.

Казань 2006

УДК 597.5 : 591.9 (28) (471.4)
ББК 28.693.32
С 14

Печатается по решению редакционно-издательского совета Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета

Научный редактор – профессор, д.б.н. Рахимов И.И.

Рецензенты: Яковлев В.А. – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии позвоночных Казанского государственного университета,

Попов А.А. – профессор, кандидат биологических наук, заведующий кафедрой зоологии Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Сайфуллин Р.Р.

С 14 Ихтиоценозы водоемов Среднего Поволжья. – Казань: _____, 2006. - _____ с.

В монографии рассматриваются результаты многолетней работы автора по исследованию ихтиофауны разнотипных водоемов Среднего Поволжья (Куйбышевское водохранилище, озера, реки). Приведены данные по биоразнообразию ихтиоценозов, фаунистическим комплексам, содержанию тяжелых металлов в органах рыб, анализируются результаты гистологического изучения оогенеза стерляди. В качестве отдельного направления освещается опыт по созданию и эксплуатации рыбоводной циркуляционной установки.

Предназначена для специалистов в области ихтиологии, гидробиологии, экологии, рыбоводства, а также круга читателей интересующихся природой Среднего Поволжья.

Содержание

Введение.

Глава 1. Биоразнообразие ихтиофауны разнотипных водоемов бассейна Средней Волги и фаунистические комплексы ихтиоценозов.

1.1. Волжский плес Куйбышевского водохранилища (краткая физико-географическая характеристика).

1.1.1. Нижняя часть Волжского плеса Куйбышевского водохранилища.

1.1.2. Верхняя часть Волжского плеса Куйбышевского водохранилища.

1.2. Озера Среднего Поволжья.

1.2.1. Озера г. Казани и пригородной зоны.

1.2.2. Озера республики Марий Эл.

1.2.3. Карстовые озера Среднего Поволжья.

1.3. Верхняя часть реки Свияги.

Глава 2. Содержание тяжелых металлов в рыбах водоемов Среднего Поволжья.

Глава 3. Фаунистические комплексы в ихтиоценозах водоемов Среднего Поволжья.

Глава 4. Особенности полового созревания стерляди Куйбышевского водохранилища

Глава 5. Опыт рыборазведения в искусственной гидрэкосистеме.

Заключение.

Литература.

Введение

В Среднем Поволжье находится большое количество разнообразных водоемов, как естественного происхождения – реки, озера, ручьи, болота, так и искусственного происхождения - водохранилища, пруды. Здесь располагается одно из крупнейших в Европе Куйбышевское водохранилище, образованное в 1957 г. и имеющее в настоящее время площадь около 6000 кв.км (Куйбышевское водохранилище, 1983). Богата и разнообразна ихтиофауна водоемов Средней Волги. В одном только Куйбышевском водохранилище обитает около 50 видов рыб, относящихся к разным отрядам и семействам костных рыб. Рыбы, как известно, являются особым биотическим компонентом водных экосистем, поскольку образуют высшие, часто конечные звенья трофических цепей. Кроме того, рыбы имеют огромное значение в экономике человечества, являясь важнейшей промысловой группой гидробионтов и давая около 20% животных белков в пищевой рацион населения нашей планеты.

В течение более 15 лет (1988 – 2004 гг.) нами изучалась ихтиофауна разнотипных водоемов Среднего Поволжья (Куйбышевское водохранилище, озера, реки) в разных направлениях: исследовались биоразнообразие ихтиоценозов, систематическая и фаунистическая принадлежность представителей ихтиоценозов, особенности и структуры популяций рыб разных видов, содержание и степень аккумуляции тяжелых металлов в различных органах рыб, оогенез стерляди и содержание жира в ее гонадах. Особым направлением нашей работы было создание рыбоводной циркуляционной установки и отработка технологии выращивания в ней карпа.

Все указанные направления нашей работы вместе с анализом результатов исследований рассматриваются в данной монографии.

Глава 1. Биоразнообразие ихтиофауны разнотипных водоемов бассейна Средней Волги и фаунистические комплексы ихтиоценозов

Одним из важнейших вопросов современной биоэкологии является изучение биоразнообразия, которое во многом определяет состояние и устойчивость экосистем, в том числе и водных. Рыбы, являющиеся одним из важнейших биотических компонентов водных экосистем, в значительной мере определяют их состояние. Поэтому изучение биоразнообразия ихтиофауны водоемов представляется весьма важной задачей. Наши исследования ихтиофауны водоемов Среднего Поволжья, как уже отмечалось, проводились в период с 1988 по 2004 гг. Ихтиологический материал собирался с помощью стандартных орудий лова: по взрослым рыбам – ставными сетями с ячеей, в основном, 45 и 65 мм, по молоди – сачками и мальковыми волокушами. Полевая и камеральная обработка материала проводилась согласно общепринятой методике И.Ф.Правдина (1966). Принадлежность к фаунистическим комплексам исследованных видов рыб определялась по классификации Г.В.Никольского (1980). Молодь рыб определялась по определителю А.Ф.Коблицкой (1981). Рассчитывался индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (Жилюкас, Познанскене, 1981). Ихтиомасса в ряде исследованных озер определялась по методике С.П.Китаева (1999).

1.1. Волжский плес Куйбышевского водохранилища (краткая физико-географическая характеристика)

Волжский плес, расположенный в верхней части Куйбышевского водохранилища (крупнейшего в Европе), является районом обитания и размножения ценных промысловых видов рыб. Общая площадь Волжского плеса составляет 69 тыс. га (12,3 % от площади водохранилища), при этом площадь мелководной зоны составляет 23,93 тыс.га, а глубоководной – 45,07 тыс.га. Участки наших исследований находились в верхней (устье реки Свяги) и нижней части (Сараловский участок Волжско-Камского госзаповедника) Волжского

плеса Куйбышевского водохранилища. Эти участки находятся на расстоянии около 100 км друг от друга и сходны по физико-географическим характеристикам. Рельеф их представлен крутым правым берегом, высотой до 224 м, и пологим левым. В геоструктурном отношении – это платформа раннепалеозойского возраста, фундамент которого находится на разной глубине от поверхности. Осадочный покров, мощность которого достигает 2000 м и более, слагают в нижней своей части породы среднего и верхнего девона, которые прикрывают поверхность фундамента, верхняя часть которого сложена известняками и доломитами Казанского яруса. Отложения Татарского яруса являются почвообразующими породами, элювий которого сформировал зональные почвы.

Куйбышевское водохранилище в данной его части представляет собой озеровидное расширение (пес) с глубинами до 20 м. Климат рассматриваемого района умеренно-континентальный с суммарной радиацией 98 ккал/см² в год. Среднегодовая температура воздуха 3,2°С, годовая амплитуда среднемесячных температур 32-34°С, а абсолютная амплитуда достигает 80°С. В среднем наибольшую повторяемость имеют ветры западной четверти – 42% и южной – 16%. Средняя скорость ветра 5,3 м/с. Среднегодовая сумма осадков 419-626 мм. После весеннего наполнения водохранилища в течение 2-3 месяцев уровень удерживается на отметке, близкой к НПУ (53,2 м), а затем постепенно снижается к началу ледостава на 4 м, а в зимний период – до отметки 6,0-6,8 м ниже НПУ. Средняя скорость стоковых течений составляет 2-10 см/сек. Средняя продолжительность ледостава – 143 дня (Фортунатов, 1983). Термические условия водоема относительно однородны в поверхностном слое и характеризуются малыми изменениями температур по глубинам.

Исследуемые участки образовались в результате заполнения чаши Куйбышевского водохранилища в 1956-1958 гг., представлены затопленными лугами, зарослями кустарников и деревьев, многочисленными озерами и заболоченными низинами (Лукин, Курбангалиева, 1965).

Особенностью исследованных участков является то, что на верхний участок существенное влияние оказывает река Свияга, которая в течение всего года выносит в данный район

большое количество органических веществ. На нижнем участке органические вещества поступают в водоем только в весенний период или с поверхностным стоком после осадков. Кроме того, на этот район оказывают заметное влияние воды реки Камы. Нижний участок наших исследований граничит с районом затопленного устья реки Камы шириной 40 км, в то время как верхний участок граничит с руслом реки Волги шириной 2-3 км.

Негативному антропогенному воздействию в большей степени подвержен верхний участок, в который постоянно поступают загрязнения с водами реки Свияги и стоки от предприятий и поселков, расположенных на ее берегах. На нижнем участке подобное антропогенное воздействие выражено в гораздо меньшей степени.

1.1.1. Нижняя часть Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

Наши первые исследования ихтиофауны нижней части Волжского плеса, прилегающей к территории Сараловского лесничества Волжско-Камского госзаповедника, относятся к 1988 – 1990 г.г. Затем последовал длительный перерыв, когда исследования на этом участке нами не проводились, и лишь в 1999-2003 гг. удалось собрать здесь достаточно многочисленный ихтиологический материал.

Весьма интересно было проанализировать полученные в 1999-2003 гг. данные в сравнении с предыдущим периодом. В 1988-1990 г.г. в уловах было отмечено от 11 до 13 видов рыб при доминировании по численности леща, густеры и окуня, а индекс видового разнообразия по Шеннону-Уиверу (H^1) составил от 2,94 до 3,07. В 1999 г. было обнаружено 14 видов при индексе видового разнообразия – 2,67, а в 2000 г. – 8 видов (при меньшем числе сетепостановок) при $H^1=2,34$ (табл.1). Такие, весьма высокие значения индекса в определенной мере свидетельствуют о значительном разнообразии биотопов в районе исследований. Всего за период наблюдений с 1988 по 2000 гг. нами в данном районе было обнаружено 19 видов рыб, большая часть которых – 13 видов – относилась к семейству карповых (лещ, густера, плотва, синец, чехонь, белоглазка, красноперка, карась серебряный,

голавль, жерех, сазан, линь, язь). Три вида принадлежало к семейству окуневых (судак, берш, окунь), по одному виду – к семейству осетровых (стерлядь), сомовых (сом), щуковых (щука). По отношению к фаунистическим комплексам (Никольский, 1980) исследованные виды рыб принадлежат к понтокаспийскому пресноводному – 11 видов (лещ, густера, синец, чехонь, белоглазка, красноперка, голавль, жерех, линь, судак, берш), бореальному равнинному – 5 видов (плотва, карась серебряный, язь, окунь, щука), верхнетретичному равнинному – 3 вида (сазан, стерлядь, сом). Анализируя и сравнивая относительную численность видов рыб в разные годы наблюдений за указанный период, можно отметить сохранение высокой численности леща (в 1999 г. – 34,6 % и в 2000г.- 41,9% от общей численности исследованных рыб), увеличение численности густеры и серебряного карася , а также снижение численности синца, судака и стерляди.

В таблицах 1 и 2 представлены данные об относительной численности (в %) видов рыб, встречающихся в уловах в нижней части Волжского плеса на протяжении 1988-1990,1999- 2001 и 2003 г.г. (для сравнения в таблице 1 приведены данные кафедры зоологии позвоночных КГУ).

В ихтиологическом материале 2001 г., представленного 16 видами рыб, доминантом оказалась густера (30,7%); достаточно высокую численность имели также синец (23,0%), окунь (14,0%) и лещ (12,9%). Материал 2003 г. несколько отличается от результатов уловов 1999, 2000 и 2001 г.г., как в видовом, так и в численном отношении. Видовой состав 2003 г. оказался менее разнообразным (8 видов). Это связано с тем, что материал отбирался лишь в летний период времени, в отличие от предыдущих лет. Доминирующими видами в уловах 2003 года оказались: синец (56,4%), лещ (15,8%) и окунь(8,9%). Данные о численности

Таблица 1

Видовой состав и относительная численность рыб в низовьях Волжского плеса

Куйбышевского водохранилища (материал 1988-1990, 1999-2000 гг.)

Виды рыб	Годы наблюдений							Фаунистические комплексы
	1985	1986	1988	1989	1990	1999	2000	
	данные каф.зоологии позвоночных КГУ		наши данные					
Лещ	7,2	17,1	35,5	19,3	11,3	34,6	41,9	пкп
Густера	7,5	5,2	13,8	19,3	3,5	29,2	16,2	пкп
Плотва	10,4	9,8	3,8	2,1	0,3	12,4	4,4	бр
Синец	26,6	8,4	3,1	11,2	-	3,2	2,2	пкп
Чехонь	23,3	37,8	2,7	3,4	-	1,0	-	пкп
Белоглазка	2,8	2,1	1,9	0,3	-	-	-	пкп
Красноперка	-	-	0,2	4,9	-	2,3	-	пкп
Карась серебр.	-	-	0,3	9,3	0,2	4,9	17,7	бр
Голавль	-	-	-	-	-	0,5	-	пкп
Жерех	-	-	-	-	8,1	1,6	-	пкп
Сазан	-	-	-	-	11,2	1,6	-	втр
Линь	-	-	-	-	-	0,5	-	пкп
Язь	-	-	-	-	0,8	-	-	бр
Судак	11,7	6,6	5,1	5,6	24,7	4,3	2,9	пкп
Берш	1,7	1,3	7,2	-	-	-	-	пкп
Окунь	-	-	8,2	18,2	14,0	1,6	13,2	бр
Стерлядь	-	-	13,6	5,9	5,2	-	-	втр
Сом	-	-	4,6	-	7,5	-	-	втр
Щука	-	-	-	-	14,6	2,3	1,5	бр
Индекс вид-го разн-я	2,50	2,27	2,94	3,03	3,07	2,67	2,34	

Условные обозначения: пкп- понтокаспийский пресноводный фаунистический комплекс, бр- бореальный равнинный, втр- верхнетретичный равнинный

Таблица 2

Видовой состав и относительная численность рыб в низовьях Волжского плеса
(материал 1999 – 2003 г.г.)

Виды рыб	1999	2000	2001	2003	Фаунистический комплекс
Лещ	34,6	41,9	12,9	15,8	Понто-каспийский пресноводный
Густера	29,2	16,2	30,7	9,9	Понто-каспийский пресноводный
Плотва	12,4	4,4	8,3	0,9	Бореальный равнинный
Синец	3,2	2,2	23,0	56,4	Понто-каспийский пресноводный
Чехонь	1,0	-	1,6	-	Понто-каспийский пресноводный
Белоглазка	-	-	0,4	-	Понто-каспийский пресноводный
Красноперка	2,3	-	0,7	2,9	Понто-каспийский пресноводный
Серебряный карась	4,9	17,7	2,6	0,9	Бореальный равнинный
Золотой карась	-	-	0,7	-	Бореальный равнинный
Судак	4,3	2,9	2,3	0,9	Понто-каспийский пресноводный
Берш	-	-	0,7	-	Понто-каспийский пресноводный
Окунь	1,6	13,2	14,0	8,9	Бореальный равнинный
Стерлядь	-	-	0,4	-	Верхнетретичный равнинный
Голавль	0,5	-	-	-	Понто-каспийский пресноводный
Жерех	1,6	-	0,7	-	Понто-каспийский пресноводный
Сазан	1,6	-	-	-	Верхнетретичный равнинный
Линь	0,5	-	-	-	Понто-каспийский пресноводный
Щука	2,3	1,5	1,1	-	Бореальный равнинный
Язь	-	-	0,4	-	Бореальный равнинный
Кол-во экз.	212	136	264	101	
Н'	2,67	2,34	2,84	1,98	

леща по годам показывают, что она снизилась в последние годы и сохраняется на среднем уровне (34,6%, 41,9%, 12,9% и 15,8% в 1999, 2000, 2001 и 2003 годах соответственно).

Снизилось количество густеры по сравнению с предыдущими годами - до 9,9%. По нашим

данным резко возросла численность синца с 3,2% в 1999 году до 56,4% в 2003 году.

Снизилась численность плотвы (по годам -12,4%, 4,4%, 8,3%, 0,9%).

Чехонь, белоглазка, золотой карась, линь, берш, стерлядь, сом, голавль, жерех, сазан, щука и язь, отмечавшиеся в уловах в предыдущие годы, не встречались в материале 2003 г. В единичном экземпляре представлен серебряный карась, он резко снизил свою численность (по годам наблюдений - 4,9%, 17,7%, 2,6% и 0,9%). Численность судака по-прежнему колеблется на невысоком уровне (по годам наблюдений - 4,3%, 2,9%, 2,3%, 3,9%).

В материале 2001 г. отмечались белоглазка, золотой карась, берш, стерлядь, язь, но отсутствовали линь и сазан, которые встречались в уловах 1999 г.

Индекс Шеннона в уловах 2003 г. составляет 1,98, что в определенной мере свидетельствует о среднем видовом разнообразии ихтиофауны в районе исследования. Но в 2003 г. материал собирался лишь в летний период, и данные этого года не очень показательны для характеристики видового разнообразия.

Нужно отметить, что в предыдущие 3 года исследований индекс Шеннона имел более высокие значения (2,67; 2,34 и 2,84), что свидетельствует, в первую очередь, о высоком видовом разнообразии ихтиофауны в районе наших исследований.

В материале за четыре года исследований (1999 -2003 гг.) были представлены рыбы из 5 семейств: карповые - 14 видов (лещ, густера, плотва, синец, чехонь, красноперка, белоглазка, серебряный карась, золотой карась, голавль, язь, жерех, сазан, линь); окуневые - 3 вида (судак, берш, окунь); осетровые - 1 вид (стерлядь), сомовые - 1 вид (сом), щуковые - 1 вид (щука). Из них в материале 2003 г. присутствуют из карповых лишь лещ, густера, синец, плотва, красноперка и серебряный карась. Голавль, сазан и линь отмечались лишь в материале 1999г.

В таблице 3 представлены данные о видовом составе и численности молоди рыб в нижней части Волжского отрога Куйбышевского водохранилища. В летних пробах 2003 года было отловлено 479 экземпляров, относящихся к 10 видам.

Данный материал представлен по видам рыб в следующем соотношении (по численности). Наибольшее количество экземпляров приходится на уклею (84,6%), что связано с тем, что это порционно нерестующийся вид, нетребовательный к нерестовому субстрату, с достаточно поздним нерестом (нерестовая температура равна 14 С°).

Нужно отметить, что 2003 год был достаточно неблагоприятным по уровенному режиму для многих видов, особенно для фитофильных. В связи с этим в пробах отмечалось очень небольшое количество молоди леща (0,8%), густеры (8,2%) и вовсе не встречался синец. Также в пробах молоди 2003 года встречались елец (4,6%), жерех (1,1%), окунь (0,4%), золотой карась(0,4%), сазан (0,2%), язь (0,2%), а также вид-вселенец - каспийская игла-рыба (0,2%).

Индекс Шеннона по данным анализа проб молоди составляет 0,34, что является невысоким показателем, но, учитывая то, что пробы отбирались однократно, мы не можем делать глубоких выводов относительно этого значения.

В нашем материале по молоди были представлены рыбы из трех семейств: карповые - 8 видов (уклея, густера, елец, жерех, лещ, золотой карась, язь, сазан), окуневые - 1 вид (окунь), игловые - 1 вид (каспийская игла – рыба).

По данным анализа проб молоди можно выделить следующие фаунистические комплексы:

понто – каспийский пресноводный (уклея, густера, жерех, лещ),

бореальный равнинный (елец, окунь, золотой карась, язь),

верхнетретичный равнинный (сазан),

понто – каспийский морской (каспийская игла-рыба).

В плане изучения структуры популяций из исследованных видов рыб в 2000-2003 гг. в нижней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища мы более подробно рассмотрим размерный, возрастной, половой состав и рост леща, являющегося наиболее

Таблица 3

Видовой состав молоди рыб в нижней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (июль 2003 г.)

Вид рыбы	Кол-во экз.	Доля (в %)	Индекс видовой разнообразия	Фаунистический комплекс
Уклея	402	84,6	0,2041	Понто-каспийский пресноводный
Густера	39	8,2	0,2959	Понто-каспийский пресноводный
Елец	22	4,6	0,2043	Бореальный равнинный
Жерех	5	1,1	0,0716	Понто-каспийский пресноводный
Лещ	4	0,8	0,0557	Понто-каспийский пресноводный
Окунь	2	0,4	0,0319	Бореальный равнинный
Золотой карась	2	0,4	0,0319	Бореальный равнинный
Сазан	1	0,2	0,0179	Верхнетретичный равнинный
Язь	1	0,2	0,0179	Бореальный равнинный
Каспийская игла – рыба	1	0,2	0,0179	Понто-каспийский пресноводный
Итого	479	100,0	0,94	

важным промысловым видом Куйбышевского водохранилища. Данный вид рыб был представлен в уловах 2003 г. в количестве 16 экземпляров (15,8% от общего материала). Соотношение полов равное: 8♀:8♂. Возраст рыб колебался от 4 до 7 лет. Доминирующим в немногочисленном материале 2003 года является поколение 1998 года, т.е. особи в возрасте 5 лет (37,5 %). В 2001 г. было отловлено 34 экз. леща (12,9 % от общей численности рыб). Согласно нашим данным самцы преобладали над самками (♂ 23 : ♀ 11). Возраст лещей

варьировал от 2 до 10 лет. По данным анализа выборки можно выделить два особо многочисленных поколения: 1995 г. (32,4 %) и 1994 г. (23,6 %), т.е. особи в возрасте 5 и 6 лет. Материал 2001 г. несколько отличается от материала 2000 г. (табл. 4), где присутствуют особи от 5 до 13 лет, а доминирующими являются особи генераций 1994 г. (29,8 %), 1993 г. (26,3 %) и 1992 г. (17,5 %), т.е. в возрасте 6, 7, и 8 лет.

Уровень воды в Куйбышевском водохранилище в 1995 г. был достаточно высоким в апреле и мае – 53 метра (НПУ = 53,2 м), что было довольно благоприятно для размножения фитофильных видов, к которым и относится лещ. Поколение этого года составило 23,6 %. Год 1994 оказался самым водным, уровень воды с апреля по июнь не опускался ниже 52,5 м., особенно высоким он был в мае - 55 м. Естественно, это благоприятно сказалось и на эффективности размножения леща в данном году, т.к., водная растительность Куйбышевского водохранилища не испытывала недостатка в воде и, соответственно, не обсыхала. Результаты 2000 г. подтверждают данное предположение: поколение 1994 г. составило 29,8 % от улова леща и является максимальным. В материале 2001 г., возможно из-за недостаточного количества отловленных крупных особей, поколение 1994 года составило всего 8,8 %. С другой стороны, необходимо учитывать, что не только уровень режим, но и другие факторы (температурный режим, обеспеченность пищей и др.) влияют на эффективность размножения рыб. Например, весной 1996 г. уровень воды в водохранилище был низким, но сочетание других экологических факторов было благоприятным для размножения леща, что показывает материал 2001 г., в котором генерация 1996 г. (5-летние особи) оказалась наиболее многочисленной – 32,4 %. Более наглядно это видно на гистограмме (рис.1).

Для леща выборка 2003 г. представлена особями длиной от 19,5 до 27,5 см (табл. 5). Доминирующей была размерная группа от 28 до 24 см (62,5 %). В материале 2001 г. отмечались особи длиной от 18 до 37 см, наибольшей по численности являлась размерная

группа от 18 до 32 см (38,2%), а наименьшей – 36 - 40 см (8,2 %). В выборке 2000 г. длина лещей колебалась от 24,5 до 38,5 см. Доминирующее количество особей имело длину от 28

Таблица 4

Возрастной состав леща низовьев Волжского плеса Куйбышевского водохранилища
(материал 2000- 2003 г.г.)

Возраст	2	3	4	5	6	7
2000 год						
Кол-во экз.	-	-	-	5	17	15
%	-	-	-	8,8	29,8	26,3
Поколение	-	-	-	1995	1994	1993
2001 год						
Кол-во экз.	1	2	3	11	8	3
Доля в %	2,9	5,9	8,8	32,4	23,6	8,8
Поколение	1999	1998	1997	1996	1995	1994
2003 год						
Кол-во экз.	-	-	4	6	5	1
Доля в %	-	-	25,0	37,5	31,2	6,3
Поколение	-	-	1999	1998	1997	1996

Возраст	8	9	10	11	12	13	Кол-во экз.
2000 год							
	3	1	10	2	2	2	57
	5,3	1,7	17,6	3,5	3,5	3,5	100,0
	1992	1991	1990	1989	1988	1987	
2001 год							
	3	2	1	-	-	-	34
	8,8	5,9	2,9	-	-	-	100,0
	1993	1992	1991	-	-	-	
2003 год							
	-	-	-	-	-	-	16
	-	-	-	-	-	-	100,0
	-	-	-	-	-	-	

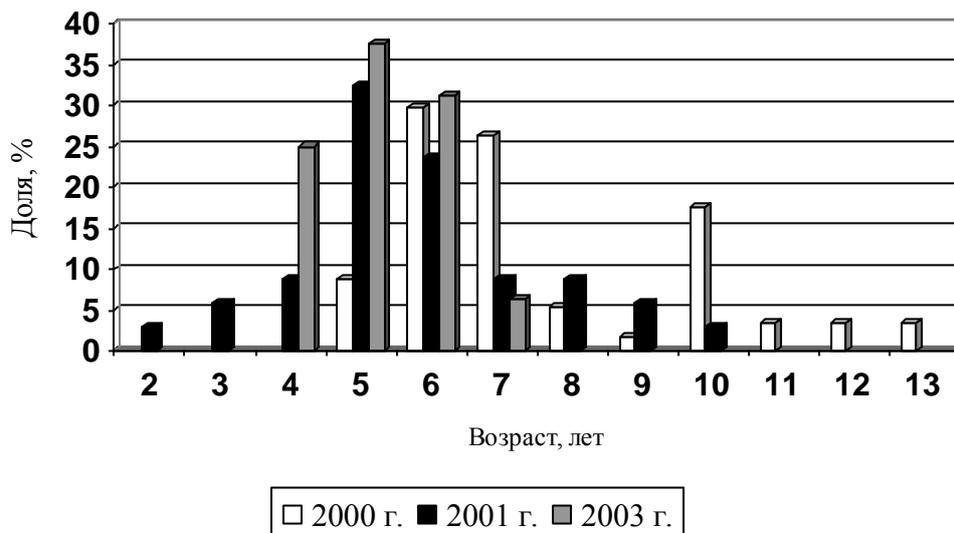


Рис.1. Возрастной состав леща низовьев Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (материал 2000- 2003 г.г.)

до 32 см и от 36 до 40 см (35,1 % на каждую группу). Средняя длина леща составила по годам исследований - $32,3 \pm 0,42$ см., $29,3 \pm 0,4$ см и $23,1 \pm 0,48$ см. Заметное снижение средней длины особей связано с тем, что в 2003 г. использовались, в основном, мелкочаистые сети, и рыбы более крупного размера не попадались в них.

Таблица 5

Размерный состав леща низовьев Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (2000-2001 г.г.)

Длина, см	18 - 24	24 - 28	28 - 32	32 - 36	36 - 40	Кол-во, экз.	$\bar{x} \pm m$
2000 год							
Кол-во экз.	3	6	20	20	8	57	
%	5,3	10,5	35,1	35,1	14,0	100,0	$32,3 \pm 0,4$
2001 год							
Кол-во экз.	6	6	13	6	3	34	
%	17,6	17,6	38,2	17,6	9,8	100,0	$29,3 \pm 0,4$
2003 год							
Кол-во экз.	10	6	-	-	-	-	$23,1 \pm 0,48$
%	62,5	37,5	-	-	-	100,0	-

Материал 2001 г. представлен особями весом от 150 до 1200 г (табл. 6). Наибольшее количество рыб приходилось на весовую группу 300–500 г и 500–700 г (по 26,5 % на каждую), наименьшее количество имело вес от 1100 до 1300 г (2,9 %). Средний вес лещей в 2000 г. составлял $745 \pm 0,5$ г, а в 2001 году – $580,9 \pm 42,3$ г. В 2000 г. преобладали по численности весовые группы 500-700 г (33,3 %) и 700-900 г (24,6 %).

Таблица 6

Весовой состав леща низовьев Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (2000 – 2001 г.г.)

Вес	150 - 300	300 - 500	500 - 700	700 - 900
2000 год				
Кол-во экз.	-	10	19	14
%	-	17,5	33,3	24,6
2001 год				
Кол-во экз.	7	9	9	6
%	20,6	26,5	26,5	17,6

900 - 1100	1100 - 1300	Кол-во, экз.	$\bar{x} \pm m$
2000 год			
10	4	57	$745 \pm 0,5$
17,5	7,0	100,0	
2001 год			
2	1	34	$580 \pm 42,3$
5,9	2,9	100,0	

Рост леща по данным наблюдений 2001, 2003 г.г. (табл. 7) имеет следующую зависимость: самки растут несколько менее интенсивно, чем самцы, причем последние набирают длину примерно до 6-7 лет, когда у основной массы наступает половая зрелость. Сравнение наших данных с данными В.А.Кузнецова (1989) за 1985-1987 гг. по низовью Волжского плеса показывает, что рост леща у особей до возраста 9 лет заметно улучшился. Возможно, это связано с уменьшением численности популяции леща в связи с чрезмерным

промыслом, что привело к увеличению обеспеченности пищей отдельных особей. Сопоставление наших данных за 2001 г. по росту леща низовьев Волжского плеса с данными В.А.Кузнецова за 1987 г. показано на графике (рис.2).

Таблица 7

Зависимость длины леща от возраста по полам (2001-2003г.г.)

Возраст	2	3	4	5
2001 год				
L ♀	-	30,0	24,2	27,1
N	-	1	2	4
L ♂	18,0	22,0	25,5	31,0
N	1	1	1	7
L ♀ ♂	18,0	26,0	25,0	29,6
2003 год				
L ♀	-	-	22,7	23,2
N	-	-	2	3
L ♂	-	-	25,7	21,7
N	-	-	2	3
L ♀ ♂	-	-	24,2	22,4

	6	7	8	9	10
2001 год					
	30,0	32,5	-	-	-
	1	3	-	-	-
	29,4	-	33,7	30,7	30,0
	7	-	3	2	1
	29,5	32,5	33,7	30,7	30,0
2003 год					
	22,8	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	22,5	24,0	-	-	-
	2	1	-	-	-
	22,7	24,0	-	-	-

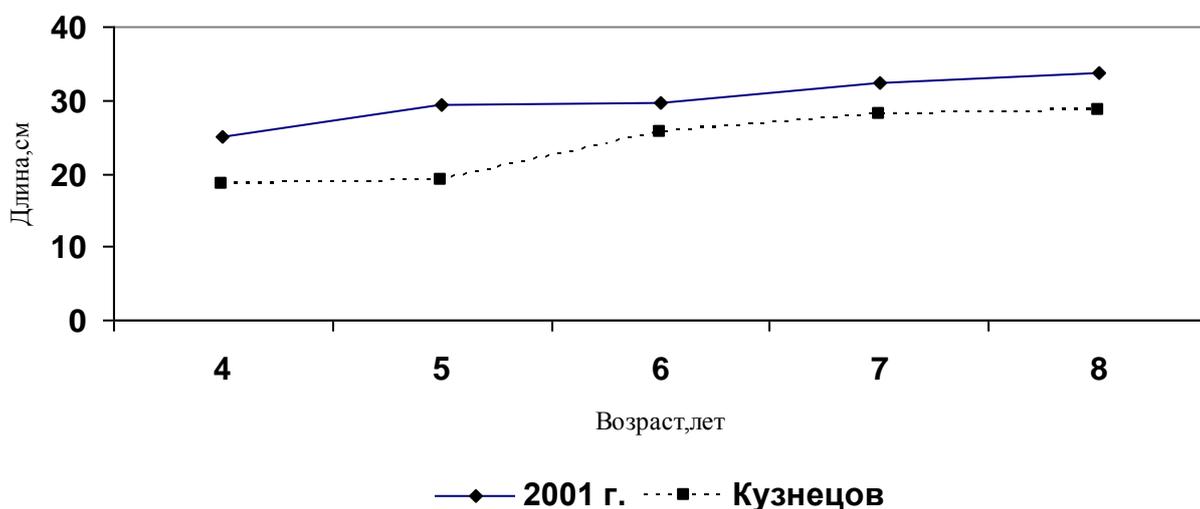


Рис.2. Рост леща низовьев Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в разные годы (2001 г.- наши данные, 1987 г. – данные Кузнецова В.А.)

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что в нижней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища за весь период исследований нами было отмечено 23 вида рыб, относящихся к 5 семействам: карповые 16 видов (лещ, густера, плотва, синец, чехонь, красноперка, белоглазка, серебряный карась, золотой карась, голавль, язь, жерех, сазан, линь, укляя, елец) ; окуневые - 3 вида (окунь, судак, берш); осетровые - 1 вид (стерлядь); сомовые - 1 вид (сом); щуковые - 1 вид (щука), игловые – 1 вид (черноморская игла-рыба). Хотя по отдельным годам исследований видовой состав и относительная численность видов различалась. Например, в 2000 г. было обработано и проанализировано 136 экз. рыб, относящихся к 8 видам, как и в материале 2003 г., где был обработан 101 экз.; в 2001 г. было исследовано 264 экз., относящихся к 16 видам. Следует отметить, что в 2003 г. отлов рыб проводился лишь в летний период.

Анализируя материалы 2000-2003 гг. можно отметить, что сократилось количество леща с 41,9 % в 2000 г. до 12,9% в 2001 г., в 2003 г. его численность составила 15,8%. Также сократила свою численность плотва: в 2003 г. ее количество составило уже 0,9%, а в 2001 г. оно было равно 8,3%. Тоже можно сказать о серебряном карасе и густере (эти виды снизили свою численность до 0,9% и 9,9% соответственно). Численность синца, напротив, резко возросла с 3,2% в 1999 г. до 56,4% в 2003 г.

Численность судака, второго после леща по хозяйственной значимости вида рыб в Куйбышевском водохранилище, колеблется на довольно низком уровне (0,9 – 4,3%). В период с 1999 года возросло количество окуня. Белоглазка, стерлядь и язь встречаются лишь в материале 2001 года. Для других относительно малочисленных видов (красноперка, щука, чехонь и др.) наблюдаются небольшие колебания численности.

У многих видов отмечается значительное преобладание в популяциях особей отдельных генераций: у леща преобладали поколения 1994 и 1998 годов, у синца – 1997 и 1996 годов, у окуня 1997 и 1996 годов. Видимо, в эти годы наблюдались благоприятные гидрометеорологические условия для размножения этих видов и хорошие условия для выживания молоди рыб.

Индекс видового разнообразия Шеннона в 2000 и 2001 годах имел высокие значения, что в определенной мере свидетельствует о высоком видовом разнообразии ихтиофауны в районе исследований.

В составе ихтиофауны исследованного района можно выделить следующие фаунистические комплексы:

- понто – каспийский пресноводный – 11 видов (лещ, густера, синец, красноперка, судак, чехонь, белоглазка, берш, голавль, жерех, линь),
- бореально – равнинный – 6 видов (серебряный карась, золотой карась, окунь, плотва, щука, язь),
- верхнетретичный равнинный – 3 вида (стерлядь, сом, сазан).

Значительно преобладают представители понто-каспийского пресноводного и бореального равнинного комплексов, что характерно для Куйбышевского водохранилища (Кузнецов, 1978).

В заключение следует сказать, что в низовьях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища сохраняется высокое видовое разнообразие ихтиофауны и значительная численность многих промысловых видов рыб, хотя некоторые виды (судак, стерлядь,

чехонь) существенно снизили свою численность. Учитывая большое значение Волжского плеса в воспроизводстве рыбных запасов необходимо продолжение мониторинговых исследований, а также проведение рыбоохранных и рыборазводных мероприятий.

1.1.2. Верхняя часть Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

Одним из наиболее значимых участков Куйбышевского водохранилища является расположенный в верхней части этого водоема Волжский плес, где находятся места обитания и размножения многих ценных промысловых рыб. Особенно интересной с точки зрения воспроизводства рыбных запасов является верхняя часть Волжского плеса, где расположено междуречье р.Свияги и р.Волги с удивительным разнообразием имеющихся здесь биотопов (русловые участки рек, протоки, мелководья с многочисленной высшей водной растительностью и т.д.). С 1996 года в летний период нами проводятся мониторинговые исследования ихтиофауны данного района. В нижнем течении реки Свияга на территории Республики Татарстан расположен Свияжский залив, где находятся места размножения ценных промысловых видов рыб. Поэтому не случайно в феврале 1998 г. здесь был организован государственный природный комплексный заказник “Свияжский”, имеющий в основном ихтиологическое направление. За весь период исследований (1996-2000) нами отмечено 26 видов рыб, из них 14 видов в уловах взрослых рыб и 20 видов в пробах молоди (табл.8). Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера колебался по годам от 2,24 до 3,02 по взрослым рыбам (по всему материалу – 2,89) и от 2,08 до 2,50 – по молоди (по всему материалу – 2,79). Такие, весьма высокие значения данного показателя в определенной степени отражают большое разнообразие биотопических условий в данном районе (русловые участки, протоки, мелководья и т.д.). В систематическом плане исследованные виды относились к 7 семействам: карповые (15 видов), окуневые (4 вида), вьюновые (3 вида), тресковые, осетровые, щуковые, морские иглы – по 1 виду. По численности за весь период

исследований в материале по взрослым рыбам доминировали лещ (24,2%), густера (27,1%), синец (15,7%) и плотва (11,9%), а среди молоди – укля (34,3%), плотва (21,4%) и язь (15,3%). Значительное преобладание в летних пробах молоди уклей объясняется тем, что это - поздненерестующий вид с нерестовой температурой 14°C и выше, относительно нетребовательный к нерестовому субстрату. В плане фаунистических комплексов отмеченные в нашем материале виды рыб относятся к 6 комплексам. Наиболее многочисленными являлись понтокаспийский пресноводный (11 видов – лещ, густера, укля, голавль, жерех, линь, синец, чехонь, белоглазка, берш, судак) и бореальный равнинный (9 видов – язь, плотва, елец, карась серебряный, карась золотой, окунь, ерш, щиповка, щука). Остальные комплексы были представлены небольшим числом видов: верхнетретичный равнинный – 3 вида (сазан, вьюн, стерлядь), бореальный предгорный, понтокаспийский морской и арктический пресноводный – по 1 виду (соответственно, голец, игла-рыба и налим).

В 2002 году здесь собирался материал по молоди рыб, поскольку междуречье двух крупных рек является местом размножения и обитания личинок и мальков многих видов рыб. В пробах молоди было обнаружено 324 экз., относящихся к 10 видам рыб из трех семейств – карповые (8 видов), вьюновые (1 вид) и окуневые (1 вид). Преобладали по численности язь (18,8%), лещ и карась золотой (по 15,4%), густера (15,1%), укля (14,5%). Индекс видового разнообразия был высок и составил 3,04. В целом, по данным многолетних исследований (1996-2002 гг.) в пробах был отмечен 21 вид молоди рыб (табл.8) при доминировании уклей (27,0%), плотвы (23,2%) и язя (15,8%). Высокую численность уклей в летний период можно объяснить тем, что это поздненерестующий вид с нерестовой температурой 14°C и выше, относительно нетребовательный к нерестовому субстрату. По отношению к фаунистическим комплексам исследованные виды рыб принадлежат к шести группам: понтокаспийский пресноводный – 8 видов (лещ, густера, укля, голавль, жерех, линь, красноперка, берш), бореальный равнинный – 8 видов (язь, плотва, елец, карась серебряный, карась золотой, щиповка, окунь, ерш), верхнетретичный равнинный – 2 вида (сазан, вьюн), бореальный

предгорный, понтокаспийский морской и арктический пресноводный – по 1 виду (голец, игла-рыба и налим, соответственно).

Следует отметить, что в последние годы в верховьях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища существенно снизилась численность таких важных и ценных промысловых рыб, как лещ, судак, стерлядь. Причин тому несколько: чрезмерная интенсивность промыслового и любительского лова, браконьерство, не всегда благоприятный уровень режим в весенний период (особенно для фитофильных рыб), загрязнение воды, недостаточно строгое соблюдение охранного режима в расположенном выше по течению Свяги госзаказнике «Свияжский», где расположены нерестилища многих промысловых видов рыб. Даже на территории этого заказника в летний период находятся несколько рыбопромысловых бригад, ведущих интенсивный лов рыбы. До сих пор ихтиофауна верхней части Волжского плеса продолжает сохранять достаточно высокую численность и разнообразие, однако, чтобы это сохранялось и в дальнейшем, необходимо прекращение вышеуказанных форм негативного антропогенного воздействия на экосистему данного участка.

Таблица 8

Видовой состав и относительная численность взрослых рыб и молоди

в верховьях Волжского отрога Куйбышевского водохранилища (материал 1996-2000гг.)

Виды рыб	Молодь рыб		Взрослые рыбы		Фаунистические комплексы
	Количество, экз.	Доля вида,%	Количество, экз.	Доля вида,%	
Лещ	50	4,6	57	24,2	пкп
Густера	89	8,3	64	27,1	пкп
Язь	165	15,3	-	-	бр
Плотва	231	21,4	28	11,9	бр
Уклея	370	34,3	-	-	пкп
Елец	70	6,5	-	-	бр
Голавль	16	1,5	-	-	пкп
Карась сереб.	18	1,7	9	3,8	бр
Сазан	27	2,5	2	0,8	втр
Карась золот.	3	0,3	-	-	бр

Жерех	20	1,9	-	-	пкп
Линь	1	0,1	-	-	пкп
Синец	-	-	37	15,7	пкп
Чехонь	-	-	9	3,8	пкп
Белоглазка	-	-	2	0,8	пкп
Судак	-	-	8	3,4	пкп
Окунь	3	0,3	7	3,0	бр
Берш	1	0,1	8	3,4	пкп
Ерш	4	0,4	1	0,4	бр
Голец	1	0,1	-	-	бп
Щиповка	2	0,2	-	-	бр
Вьюн	1	0,1	-	-	втр
Игла-рыба	3	0,3	-	-	пм
Налим	1	0,1	-	-	ап
Щука	-	-	3	1,3	бр
Стерлядь	-	-	1	0,4	втр
Всего	1076	100,0	236	100,0	
Индекс видо- вого разн-зия	2,79		2,89		

Условные обозначения: пкп - понтокаспийский пресноводный фаунистический комплекс, бр - бореальный равнинный, втр - верхнетретичный равнинный, бп - бореальный предгорный, ап - арктический пресноводный

1.2. Озера Среднего Поволжья

1.2.1. Озера г. Казани и его пригородной зоны

В течение 17 лет (1988 – 2004 гг.) нами изучались ихтиоценозы озер в черте г.Казани и пригородной зоны, в т.ч. водоемы Раифского лесничества Волжско-Камского госзаповедника (ВКГЗ). Результаты этих исследований приводятся в данном разделе монографии.

В 1988-1989 гг. нами было проведено изучение состояния ихтиофауны водоемов Раифского лесничества ВКГЗ. Если ихтиофауна Куйбышевского водохранилища в пределах Сараловского лесничества ВКГЗ (ее качественный и количественный состав, характеристика

популяций отдельных видов рыб и т.д.) была исследована на тот период достаточно подробно силами сотрудников Института биологии КФ АН СССР и кафедры зоологии позвоночных Казанского госуниверситета, то ихтиофауна водоемов Раифского лесничества практически не изучалась; сведений о ее состоянии в "Летописи природы" Волжско-Камского заповедника было немного. Рыбы являются важнейшим компонентом водных экосистем, находясь на высших ступенях трофических цепей в водоемах, поэтому без изучения ихтиофауны нельзя вести полноценных экосистемных исследований.

Сбор ихтиологического материала проводился в июне-июле 1988 г. и в июле 1989 г. с помощью ставных сетей, главным образом с ячейей 36 мм. Молодь рыб отлавливалась с помощью сачка. В 1989 г. для сбора материала применялся также бредень с ячейей 20 мм. Полевая обработка материала проводилась согласно общепринятой методике И.Ф. Правдина (1966). Возраст рыб определялся по спилам лучей и чешуе.

В Раифском лесничестве ВКГЗ в 1988 г. было исследовано 10 водоемов, отловлено 38 экземпляров и установлено 12 видов рыб. В 1989 г. ввиду кратковременности экспедиционного выезда было обследовано лишь 4 наиболее крупных озера данного лесничества - Раифское, Ильинское, Белое и Линево; отловлено 47 экземпляров, относящихся к 10 видам. Наряду с взрослыми особями, большое внимание уделялось изучению молоди рыб. Например, наличие в речке Сумке таких видов рыб, как язь, плотва, пескарь, а в речке Сербулак – верховки, было установлено благодаря отлову и определению личинок и мальков. Необходимо отметить, что, несмотря на применение ставных сетей и сбора материалов по молоди, в таких озерах, как Илантово, Круглое, Щатуниха, Крутое и Карасиха, был обнаружен только один вид - золотой карась. Вероятно, в этих водоемах в результате антропогенного воздействия сложилась неблагоприятная обстановка, в которой может существовать лишь этот относительно неприхотливый вид.

Наиболее разнообразным в видовом отношении по материалам 1988 г. оказалось крупное озеро Ильинское, находящееся в охранной зоне заповедника, - 7 видов. Относительное разнообразие ихтиофауны можно объяснить тем, что озеро сообщается через

р.Сумку с Куйбышевским водохранилищем, откуда могут заходить в водоем рыбы. Относительная численность видов рыб была следующей: плотва - 38,1%, линь - 23,85 %, язь, окунь, лещ - по 9,5%, щука, уклея - по 4,8 %. Причем, щука в 1988 г. была обнаружена нами только в этом водоеме. Возраст плотвы (8 экз.) колебался от 6 до 10 лет при длине от 14 до 25 см, причем в улове резко преобладали самки (88,0%). Длина 5 экз. линей варьировала от 17,5 до 20 см, причем 4 особи были 6-летними, одна - 7-летней. Интересно отметить, что все особи этого вида, в отличие от других рыб, имели зрелые гонады, что связано с более поздним нерестом линя. В 1989 г. число видов, отмеченных в озере Ильинском, было несколько меньшим, - 5 видов, причем иными были видовой состав и соотношение видов по численности: лещ - 45,8%, линь - 30,0%, окунь - 16,2%, щука - 5,4%, язь - 2,6%.

В наиболее крупном водоеме Раифского лесничества – озере Раифском - ихтиофауна в 1988г. была небогатой – 4 вида (язь, лещ, густера, уклея). Это, по-видимому, было связано с тем, что зимой 1987-1988 гг. здесь наблюдался замор рыбы. В 1989 г. было отмечено большее число видов - 7 (из них большинство новых), а именно: плотва, золотой карась, уклея, верховка, пескарь и 2 вида хищных - щука, окунь.

В озере Линево, которое в 1986 г. сильно пострадало в результате сброса загрязненных сточных вод с близлежащей птицефабрики, обстановка, судя по состоянию ихтиофауны, нормализуется. В уловах 1988 г. встречалось 5 видов рыб - плотва, язь, окунь, уклея и верховка, причем в прибрежных участках водоема наблюдалось большое количество молоди указанных видов. В материале 1989 г. в этом озере было отмечено 3 вида (плотва, окунь и верховка), что, вероятно, связано с меньшим числом применявшихся орудий лова.

В озере Белом, находящемся в охранной зоне заповедника, в 1988 г. с помощью ставных сетей не удалось собрать ихтиологический материал. Однако на следующий год, благодаря применению активных орудий лова (бредня), собранный материал оказался значительно богаче. Было отмечено 5 видов рыб: плотва - 9 экз., карась, окунь, язь, линь - по 1 экз. Следует отметить, что большинство рыб из водоемов Раифского лесничества ВКГЗ отличается замедленным темпом роста. Ихтиофауна, в основном, относится к лимнофильному типу.

Кроме водоемов особо охраняемой природной территории, нами изучалась ихтиофауна озер, расположенных в черте г.Казани и находящихся под сильным антропогенным воздействием. Рассмотрим ихтиофауну исследованных водоемов по отдельным группам.

Система озер Лебяжье

Отбор молоди рыб на озерах системы Лебяжье нами впервые проводился в июне 1994 г. Необходимо отметить, что литературных сведений об ихтиофауне этих озер нет, и наши исследования в 1994 г. осуществлялись впервые. Проанализируем результаты по отдельным озерам системы Лебяжье по годам исследований.

Озеро Малое Лебяжье. В 1994 г. было отловлено 216 экз., из них по численности золотой карась – 98,15%, верховка – 1,85%. Индекс видового разнообразия по Шеннону-Уиверу (H^1) составил 0,13, т.е. был крайне низким. В 1997 г. в наших пробах присутствовал лишь 1 вид – верховка (42 экз.). В 1998 г. в августе-сентябре было отловлено 27 экз. ротана.

В 1999 г. нами было поймано 20 экз. ротана и 5 экз. золотого карася, $H^1=0,7219$.

В пробах 2004 г. из озера Малое Лебяжье было обнаружено 3 вида рыб – ротан (63,1% от общей численности), верховка (20,0%), золотой карась (16,9%). Индекс видового разнообразия Шеннона был невысоким – 1,32. Невысокое значение индекса видового разнообразия свидетельствует, в определенной мере, о небольшом разнообразии экологических условий в этом водоеме.

Озеро Сухое Лебяжье. В 1994 г. было отобрано 183 экз. молоди рыб, относящихся к 3 видам: карась золотой (42,08%), верховка (55,19%), линь (2,73%), $H^1=1,14$. В 1997 г. отловлено 23 экз. молоди рыб, среди которых преобладала верховка – 86,96%, а на долю ротана пришлось 13,04%, $H^1=0,5574$. Интересно отметить, что ротан впервые был отмечен в этом водоеме. Это является одним из подтверждений того, что данный эврибионтный вид активно расширяет свой ареал. В 1998 г. было отловлено 94 экз. ротана.

В 1999 г. в пробах было отмечено 54 экз. ротана и 13 экз. золотого карася, причем $H^1=0,7098$.

Озеро Большое Лебяжье. В 1994 г. здесь было отобрано 179 экз., среди которых присутствовали верховка (48,6%) и карась золотой (51,4%), $H^1=0,99$. В 1997 г. отловлено 22 экз.: верховка (72,7%) и ротан (51,4%), $H^1=0,85$. В 1998 г. в этом водоеме было выловлено 37 экз. ротана.

В 1999 г. впервые за годы наших исследований здесь был отмечен сазан. Всего было отловлено 74 экз. молоди рыб, из которых 8,1% приходилось на долю сазана, а остальное – ротана; $H^1=0,4057$. В пробах 2004 г. было обнаружено 3 вида: ротан (88,8%), верховка и золотой карась (по 5,6%). H^1 составил 1,32.

Анализируя данные по всем озерам системы Лебяжье можно отметить, что за весь период исследований здесь отмечено 5 видов рыб – ротан, сазан, золотой карась, верховка, линь. Низкие значения индекса видового разнообразия вполне характерны для этих водоемов с довольно однообразными экологическими условиями (однообразными гидрологическим, термическим, гидрохимическим режимами). Эти условия характерны для каждого озера в отдельности, поэтому и ихтиофауна озер системы Лебяжье весьма однообразна и состоит из небольшого числа, в основном, лимнофильных видов.

Система озер Кабан

Проведем хронологический анализ ихтиологического материала по отдельным озерам системы Кабан.

Озеро Нижний Кабан. В 1984 г. здесь отмечалось наличие 2-х видов рыб – плотвы и уклей. В 1992 г. здесь обнаружено 4 вида молоди рыб – укляя, окунь, верховка, плотва. В 1993 г. была отловлена молодь, относящаяся к 3 видам – укляя, верховка, окунь, причем укляя являлась доминантом (95,9%), а индекс видового разнообразия составил 0,27. В 1997 г. отловлено 11 экз.молоди рыб, среди которых оказались карась серебряный (36,4%), красноперка (54,5%), укляя (9,1%), а $H^1=1,32$. В 1998 г. здесь впервые были отловлены 41 экз. личинок сазана. Возможно, появление молоди сазана является следствием проведенных в прошлые годы мероприятий по выпуску данного вида в этот водоем. Наибольшее количество в том году

наблюдалось молоди золотого карася – 71 экз.(62,8%), также в пробах присутствовал 1 экз. верховки.

В 1999 г. в пробах отмечалось 43 экз. мальков 2-х видов: сазан (93,0%) и плотва (7,0%). Индекс видового разнообразия был очень низок – 0,37.

Ботанический проток. В 1984 г. здесь отмечалось 2 вида рыб – плотва и укляя. В 1992 г. присутствовала в пробах молодь 4-х видов рыб – укляя, окунь, верховка и плотва. В 1993 г. было обнаружено 2 вида рыб – верховка и плотва, причем первый явно доминировал по численности – 82,9%; $H^1=0,66$. В 1997 г. было выловлено 4 экз. красноперки, которая здесь отмечалась впервые. В 1998 г. отмечено 34 экз. молоди 2-х видов: золотого карася (29,4% по численности) и верховки (70,6%).

В 1999 г. было отобрано 32 экз. сазана (94,1% от общего количества) и 2 экз. плотвы. Индекс видового разнообразия составил 0,32.

Озеро Средний Кабан. Этот водоем отличается наибольшим видовым разнообразием рыб, что связано с более крупными размерами и большим разнообразием присутствующих здесь биотопов.

В 1984 г. здесь отмечалось 8 видов рыб: щука, плотва, укляя, лещ, густера, золотой карась, сазан, окунь. В 1992 г. в пробах присутствовало 5 видов рыб: укляя, окунь, верховка, плотва, красноперка. В 1993 г. обнаружено 3 вида – верховка, укляя, сазан, причем доминировала по численности укляя – 62,0%; $H^1=1,01$. В 1997 г. отловлено 7 экз. уклей. В 1998 г. было отмечено 3 вида молоди рыб, соотношение которых по численности было следующим: верховка – 52,6%, карась золотой – 26,3%, карась серебряный – 21,1%.

В 1999 г. в пробах (77 экз.) преобладали мальки сазана (79,2%). На долю плотвы пришлось 18,2%, а окуня – 2,6%; $H^1=0,8508$.

Озеро Верхний Кабан. В 1984 г. было обнаружено 6 видов: линь, щука, сазан, окунь, плотва, золотой карась. В 1992 г. в пробах отмечалось 5 видов молоди рыб – укляя, окунь, верховка, линь, золотой карась. В 1993 г. обнаружено 2 вида молоди рыб – верховка (88,9% от общей численности) и лещ (11,1%), $H^1=0,5$. В 1997 г. выловили 103 экз., из них верховка –

доминант (99,03%) и плотва, $H^1=0,0808$. В 1998 г. на 2-х станциях был обнаружен лишь один вид молоди рыб – окунь (9 экз.)

В 1999 г. в пробах (71 экз.) отмечались сазан (71,8%) и плотва (28,2%), а индекс видового разнообразия был весьма низким $-0,86$. В 2000 г. здесь было обнаружено 3 вида рыб (верховка, уклея, плотва) при $H^1=1,25$, а в 2001 г. – 2 вида (плотва, верховка) при $H^1=0,05$.

В пробах 2004 г. удалось обнаружить 4 вида рыб (плотва, верховка, уклея, окунь) при значительном доминировании верховки – 75,0 %. Индекс видового разнообразия составил 1,05.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить в озерах системы Кабан в настоящее время отмечено 10 видов рыб, из которых 9 видов относятся к семейству карповых (уклея, верховка, плотва, сазан, красноперка, карась золотой, карась серебряный, линь, лещ) и 1 вид – к семейству окуневых (окунь). Ихтиофауна озерной системы Кабан является, в основном, лимнофильной. Состояние ихтиоценозов озер нестабильно, что указывает на неблагоприятную экологическую обстановку в этих водоемах. По сравнению с данными Н.М.Мингазовой (1984) можно отметить, что разнообразие видов за последующие 20 лет не увеличилось. Судя по состоянию ихтиофауны нельзя говорить о существенном улучшении экологического состояния озер системы Кабан.

Озера Большое Глубокое и Малое Глубокое

Первые ихтиологические данные по данному водоему были получены нами в 1999 г., когда в пробах молоди был обнаружен единственный вид – плотва. В 2004 г. здесь, наряду с плотвой, был отмечен типично лимнофильный вид – верховка, которая доминировала в пробах (97,9%). В итоге индекс видового разнообразия оказался крайне низким – 0,15. Невысокое видовое разнообразие ихтиоценозов отмечается для многих карстовых озер, к которым относится и Большое Глубокое. На озере Малое Глубокое обнаружен типично лимнофильный вид – золотой карась.

Озеро Юдинский Карьер

Озеро Юдинский карьер существенно отличается от предыдущих тем, что является искусственным по происхождению, образовавшимся в результате затопления грунтовыми водами огромного строительного котлована. В 2000 г. здесь нами впервые были отобраны пробы молоди рыб, в которых были обнаружены 2 вида – верховка и окунь.

Таким образом, за весь период изучения на исследованных водоемах г.Казани были отмечены следующие виды рыб : на озерах системы Кабан 10 видов – уклея, верховка, плотва, красноперка, карась золотой, карась серебряный, сазан, линь, лещ, окунь; на озерах системы Лебяжье 5 видов – ротан, верховка, карась золотой, сазан, линь; на озере Большое Глубокое 2 вида – верховка, плотва; на озере Малое Глубокое 1 вид – золотой карась; на Юдинском карьере 2 вида – верховка, окунь. В систематическом отношении все виды, за исключением окуня и ротана, относятся к семейству карповых. Отмеченные виды относятся к общепресноводным (сазан, плотва, уклея, лещ, окунь, красноперка) и лимнофильным (верховка, линь, караси). По отношению к фаунистическим комплексам виды распределились следующим образом: понтокаспийский пресноводный – 5 видов (уклея, верховка, лещ, линь, красноперка), бореальный равнинный – 4 вида (золотой карась, серебряный карась, окунь, плотва), верхнетретичный равнинный – 1 вид (сазан). Ротан, по современным представлениям, относится к группе амуросеверокитайских видов. Индексы видового разнообразия Шеннона на рассматриваемых водоемах являются низкими, что, в определенной мере, указывает на невысокое разнообразие экологических условий обитания рыб.

1.2.2. Озера республики Марий Эл

Одним из неотъемлемых элементов природы Республики Марий Эл (РМЭ) являются озера (Яльчик, Глухое, Кичиер и др.), имеющие, в основном, карстовое происхождение. До последнего времени данные водные экосистемы и их компоненты, в том числе ихтиоценозы, оставались мало- или совершенно неисследованными. Ихтиоценозы водоемов часто исследуют в соответствии с концепцией фаунистических комплексов (Никольский, 1953,

1980), согласно которой, фаунистический комплекс - это группа видов рыб, связанных общностью своего географического происхождения, т.е. развитием в одной географической зоне, к биотическим и абиотическим условиям которой они приспособились. Важнейшим показателем, свидетельствующем о состоянии ихтиоценозов, является их биоразнообразие, которое также в определенной мере характеризует и экологическое состояние водоемов в целом. В данном разделе монографии приводятся результаты многолетних исследований озер РМЭ, причем особое внимание мы уделили фаунистическим комплексам и биоразнообразию ихтиоценозов указанных водоемов.

Материал для данной работы собирался нами в течение 12 лет, начиная с 1989 г., на озерах РМЭ в ходе экспедиций лаборатории водных экосистем экофака КГУ. Сбор ихтиологического материала осуществлялся как по взрослым рыбам, так и по молодежи стандартными орудиями лова в летний период на наиболее характерных биотопах водоемов. При рассмотрении данных по видовому составу ихтиофауны исследованных озер применялся метод кластерного анализа с помощью ППП «Statistica» (V.5.55). В целом за весь период исследований было обработано и проанализировано более 3000 экз. молодежи и взрослых рыб. Исследования проводились как на охраняемых территориях (национальный парк (НП) «Марий Чодра», госзаповедник (г/з) «Большая Кокшага»), так и на неохраняемых.

В данном разделе монографии мы более подробно рассмотрим ихтиоценозы наиболее крупных и интересных в ихтиологическом отношении из числа исследованных озер указанного региона. Карстовые озера РМЭ территориально разделяют на две большие группы (рис.3): озера Вятского Увала (Северо-восточная возвышенность) и озера Марийского Полесья (Центральная низменность). Озера Вятского Увала развиты в бассейне реки Илеть и на Моркинской возвышенности. По генезису относятся к провальным. Многие имеют лопастную форму и сложное строение дна, ассиметричные берега (Яльчик, Кичиер, Юрдур и др.). Широко распространены озера типа карстовых воронок, округлой формы и незначительные по размерам. Из исследуемых озер к ним относятся озера Югидем и Каракаер. Озера Марийского Полесья, в основном, расположены в плоской заболоченной местности, сильно зарастают,

имеют малопрозрачную болотную воду. Приурочены к междуречным пространствам. По форме делятся на озера карстовых воронок, провальные озера (Шушьер и др.) и озера междюнных котловин (Паленое, Соленое и др.) с провалами (Лаптева, 1964; Лаптева, Ступишин, 1967).

Следует указать, что литературные сведения об ихтиофауне этих водоемов крайне немногочисленны. Можно отметить лишь сводку М.Д.Рузского (1916), который в начале 20-го

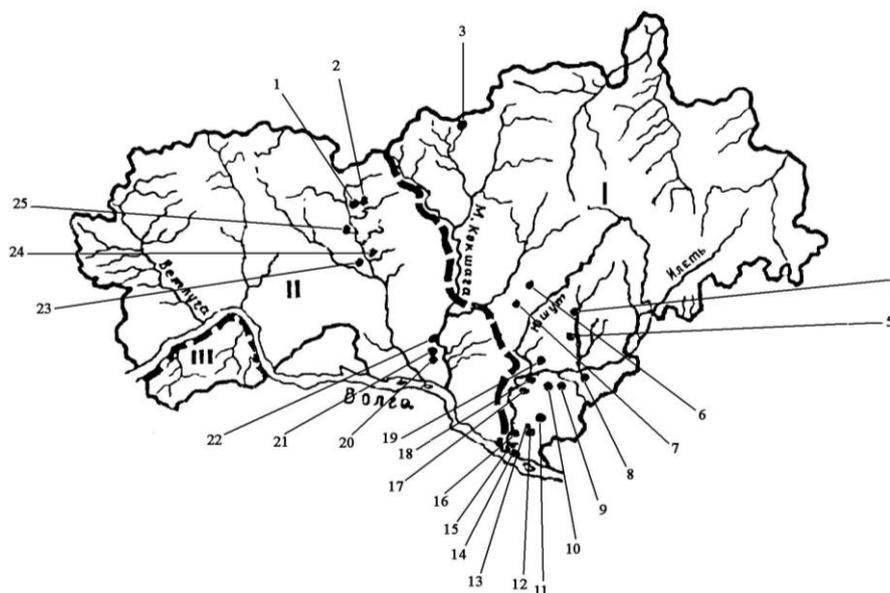


Рис.3. Схема расположения исследованных озер в Республике Марий Эл: I – Северо-восточная возвышенность, II – Центральная низменность, III – Юго-западное возвышенное плато; озера: 1 – Капсино, 2 – Мазарское, 3 – Табашинское, 4 – Юрдур, 5 – Шушьер, 6 – Шильма, 7 – Орьер, 8 – Пужаньер, 9 – Конаньер, 10 – Мушандер, 11 – Глухое, 12 – Большой Яльчик, 13 – Малый Яльчик, 14 – Югидем, 15 – Зеленое, 16 – Кичиер, 17 – Голубая Старица, 18 – Кожла-Сола, 19 – Таир, 20 – Карась, 21 – Шап, 22 – Паленое, 23 – Соленое, 24 – Шушьер.

века впервые привел данные о рыбном населении озер, а также исследования сотрудников Марийского госуниверситета, проводивших изучение ихтиоценозов некоторых водоемов в 1988г. (Отчет, 1988).

Предварительно приведем таблицу 9 с нашими данными по видовому составу ихтиофауны исследованных озер и с данными других авторов по морфометрии, генезису и трофности этих

водоемов (Озера, 1976; Мингазова, 1999). В большинстве исследованных озер, в связи с карстовым происхождением отмечалось небольшое разнообразие биотопов: как правило, озера имели центральную котловину и мелководные участки вдоль берегов с песчаным или заиленным дном.

Рассмотрим ихтиофауну наиболее крупных озер, расположенных на территории НП «Марий Чодра», - Яльчик, Глухое, Кичиер и Мушандер.

Таблица 9

Морфометрия, генезис, трофность и видовой состав ихтиофауны исследованных озер Среднего Поволжья

Название озера	Периоды исследования (г.г.)	Видовой состав рыб, выявленный для водоема (количество видов)	Площадь(га)/макс.глубина(м);генезис,трофность озера
<u>Озера РМЭ</u>			
Б.Яльчик (ОПТ)	1989-2000	плотва, окунь, верховка, линь, щука, уклея (6)	128,0/28,8; К, о-м
М.Яльчик (ОПТ)	1989-2000	плотва, окунь, верховка, линь, щука, уклея (6)	46,0/32,0; К, о-м
Глухое (ОПТ)	1993-2000	плотва, окунь, верховка(3)	36,3/23,2; К, м
Кичиер (ОПТ)	1993-2000	плотва, окунь, верховка, уклея (4)	48,3/16,3; К, м-э
Мушандер (ОПТ)	1993-1997	плотва, окунь, верховка(3)	16,9/12,2; К, м
Таир	1996-1997	плотва, верховка (2)	45,0/6,0; М с пр., м

Юрдур	1996-1997	окунь, верховка, щука(*), укляя, карась золотой(4(5*))	50,0/13,0; К пр., э
Кожла-Сола	1992, 1996- 1997	верховка, линь, голец, ротан (4)	17,5/21,5; К, м
Конаньер (ОПТ)	1997	плотва (1)	7,0/22,0; К, м
Пужаньер	1997	плотва, верховка, голец (3)	9,5/14,0; К, м
Паленое (ОПТ)	1996-1997	плотва, окунь, линь(*), щука (*), карась золотой(*) (2(5*))	24,0/7,5; М с пр., о-м
Соленое (ОПТ)	1996-1997	верховка, карась золотой(*), линь(*), укляя(*) (1(4*))	4,0/16,0; М с пр., м
Шушьер (ОПТ)	1996-1997	верховка (1)	55,0/11,7; К, м
Мазарское	1996-1997	укляя (1)	26,0/3,5; П, э
Капсино (ОПТ)	1996-1997	верховка (1)	6,0/2,5; П, э
Зрыв	1997	верховка (1)	26,2/45,0; К, о
Шап	1997	верховка (1)	8,0/11,0; К, м-э
Карась (ОПТ)	1996	карась золотой(*), карась серебряный(*), окунь(*), щука (1(4*))	17,5/46,1; Д-К, о-м
Югидем	1999-2000	плотва, язь, налим, окунь,	5,4/15,2; К, м-э

		верховка, уклея, щука, карась золотой, щиповка, подкаменщик (10)	
Орьер	2000	верховка, уклея, щука(*), золотой карась(*), окунь(*) (2(5*))	8,5/11,1; К, э
Шильма	2000	верховка (1)	7,5/8,0; К, э-г
Зеленое	1999-2000	верховка, ротан (2)	6,0/12,0; К, м
Шутьер	1997-1998	верховка, плотва (2)	16,5/14,0; К, м
Голубая Старица	1999-2000	плотва, уклея, верховка (3)	4,8/6,5; Ст.-К, м-э

Примечания и условные обозначения: 1) ОПТ – озера охраняемых природных территорий; 2) (*) – по опросным данным; 3) происхождение (генезис) озер: К – карстовое, К пр – карстовое провальное, М с пр – междюнное с провалом, П – пойменное, Д-К – дюнно-карстовое, Ст-К – старично-карстовое; 4) уровень трофности озер: о – олиготрофный, о-м – олиго-мезотрофный, м – мезотрофный, м-э – мезо-эвтрофный, э – эвтрофный, э-г – эвтрофно-гипертрофный.

Наиболее крупным и наиболее изученным в ихтиологическом отношении из этих водоемов является озеро Яльчик. В начале XX века М.Д. Рузский (1916) отмечал, что в этом водоеме, а также в речках, впадающих в него, обитало 13 видов рыб: щука, ерш, налим, плотва, голянь, верховка, линь, пескарь, золотой карась, язь, голец, щиповка, вьюн. В дальнейшем, подобного рода исследования были проведены лишь в 1988 г. сотрудниками Марийского госуниверситета (Отчет, 1988), которые обнаружили 6 видов рыб: окунь, плотва, линь, щука, налим и золотой карась. В ходе наших исследований в 1989-1994 гг. (за исключением 1992 г.) на озере Яльчик собирался ихтиологический материал по взрослым рыбам, а в 1993-2000 гг. отбирались пробы молоди рыб. Индекс видовой разнообразия по

результатам анализа материала по взрослым рыбам, относящихся к 4 видам - окунь, плотва, линь, щука (при численном доминировании первых 3-х видов), за указанные годы наблюдений имел величину от 0,98 до 1,79. В пробах молоди рыб за 7 лет исследований (1993-2000 гг.) было отмечено 6 видов рыб - плотва, окунь, верховка, уклея, щука, линь, при доминировании в количественном отношении плотвы и верховки. Индекс видового разнообразия по молоди рыб колебался от 0,54 до 1,35.

Таким образом, в современный период, за 13 лет наблюдений (1988-2000 гг.) в составе ихтиоценоза озера Яльчик отмечено 8 видов рыб: уклея, верховка, окунь, плотва, линь, щука, налим, карась золотой, среди которых линь, верховка и уклея являются представителями понто-каспийского пресноводного фаунистического комплекса, налим - арктического пресноводного, а все остальные виды относятся к бореальному равнинному. Из указанных видов плотва, окунь, щука, налим и уклея относятся к общепресноводным, а линь, верховка и золотой карась - к лимнофильным. Следует также отметить, что на примере озера Яльчик можно проследить антропогенную трансформацию ихтиоценоза, выражающуюся в исчезновении одних видов рыб (ерш, голянь, пескарь, язь, голец, щиповка, вьюн) и появлении новых (окунь, уклея), сокращении видового состава ихтиофауны (с 13 видов в начале XX до 8 видов в конце XX века). Это связано, главным образом, с негативным антропогенным воздействием (браконьерство, загрязнение, значительное рекреационное воздействие и т.д.). В отношении загрязнения экосистемы озера Яльчик можно также привести результаты исследования содержания хлорорганических пестицидов (ХОП) методом газожидкостной хроматографии в органах рыб, отловленных в данном водоеме в 1989 г. Из 14 обработанных проб 8 оказались чистыми, т.е. хлорорганические пестициды в них отсутствовали. Анализ остальных проб дал следующие результаты: в мышцах двух линей (возраст 5 и 6 лет) были обнаружены лишь следы ХОП; у восьмилетнего линя в мышцах был обнаружен 2-4 Д в количестве 1 мкг/кг, а в его гонадах (икре) – 8-ГХЦГ (3 мкг/кг) и ДДЭ (15 мкг/кг); в гонадах (икре) шестилетнего линя был отмечен ДДЭ в количестве 16 мкг/кг; у восьмилетнего окуня был найден 8-ГХЦГ (3 мкг/кг) и ДДЭ (20 мкг/кг). Эти данные показывают, что уровень

содержания хлорорганических пестицидов в органах рыб из озера Яльчик незначителен. Ни в одном случае ПДК на ДДТ и его метаболиты, которая составляет 200 мкг/кг, не была превышена.

Следующим объектом наших исследований было озеро Глухое. В 1906 г. М.Д.Рузский обнаружил здесь единственный вид - плотву. В 1988 г. сотрудники МарГУ отмечали обитание в этом водоеме 3-х видов: плотвы, окуня и золотого карася. За период наших наблюдений (1993-2000 гг.) в пробах молоди было выявлено 3 вида рыб: плотва, окунь и верховка, причем последний вид отмечен для этого водоема впервые. Индекс видового разнообразия был весьма низок и составлял в разные годы от 0,81 до 0,99. В целом, по данным за последние 13 лет можно отметить присутствие в озере Глухом 4 видов рыб, большинство из которых (окунь, плотва, золотой карась) относятся к бореальному равнинному фаунистическому комплексу, и лишь верховка - к понто-каспийскому пресноводному.

В озере Кичиер в начале XX века М.Д.Рузский (1916) отмечал достаточно высокое видовое разнообразие ихтиофауны - 7 видов рыб (плотва, золотой карась, линь, вьюн, верховка, щука, окунь). В течение наших исследований (1993-2000 гг.) в пробах молоди было обнаружено 5 видов рыб - окунь, верховка, плотва, уклея, щука при заметном численном преобладании верховки (типичного лимнофила). Индекс видового разнообразия в разные годы колебался от 0,31 до 1,67, давая весьма низкие, иногда средние значения. В ихтиофауне озера отмечены рыбы из 2-х фаунистических комплексов: бореальный равнинный (окунь, щука, плотва) и понто-каспийский пресноводный (верховка, уклея).

Последним из рассматриваемых водоемов НП «Марий Чодра» является озеро Мушандер. М.Д.Рузский (1916) отмечал, что здесь обитали 2 вида рыб - окунь и верховка. На основе анализа собранного нами материала по молоди рыб к двум ранее отмечавшимся видам можно добавить третий - плотву (является доминантом). Индекс видового разнообразия колебался от 0,81 до 0,91.

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что видовое разнообразие ихтиоценозов исследованных озер НП «Марий Чодра» не является высоким (всего во всех вышерас-

смотренных водоемах обнаружено 8 видов рыб), что, видимо, объясняется генезисом озер (карстовое происхождение), небольшим разнообразием биотопов и негативным антропогенным воздействием. Ихтиофауна исследованных водоемов представлена лимнофильными и общепресноводными видами. В ихтиоценозах данных озер преобладают представители бореального равнинного (окунь, плотва, щука, карась золотой) и понто-каспийского пресноводного (линь, верховка, уклея) фаунистических комплексов, что характерно для водоемов бассейна Средней Волги (Кузнецов, 1978). Доминирующими по численности видами являются плотва, окунь, верховка. Для повышения рыбопродуктивности рассмотренных озер можно рекомендовать зарыбление их такими лимнофильными видами, как золотой карась и линь.

Другой группой исследованных водоемов Республики Марий Эл были озера, расположенные на территории госзаповедника «Большая Кокшага» и в его охранной зоне. Ихтиоценозы этих водоемов оказались весьма бедными в видовом отношении. Наиболее часто встречаемым видом является верховка (озера Шушьер, Капсино. Соленое). Лишь в озере Паленом нами были обнаружены плотва и окунь ($H^1 = 0,50$), а в озере Мазарском - уклея. Таким образом, в четырех из пяти исследованных водоемов было обнаружено лишь по одному виду рыб. Два вида из четырех отмеченных здесь относились к понто-каспийскому пресноводному фаунистическому комплексу (верховка, уклея), а остальные - к бореальному равнинному (плотва, окунь). Территория г/з «Большая Кокшага» относится к району Марийского Полесья.

В изученных нами озерах, расположенных на неохраямой территории (10 озер - Кожла-Сола, Юрдур, Карась, Таир, Зрыв, Шап, Пужаньер. Зеленое, Орьер, Шильма), доминирующим видом также, как и в предыдущей группе, оказалась верховка, которая является типичным лимнофилом. Здесь видовой состав ихтиоценозов также не отличался большим разнообразием. Лишь в двух озерах (Юрдур и Кожла-Сола) было отмечено по 4 вида, среди которых, кроме указанной выше верховки, отмечены линь, голец, окунь, уклея, золотой карась и ротан. Следует отметить два обстоятельства: 1) обнаружение в двух озерах ротана, который, являясь эврибионтным видом, активно расширяет свой ареал, осваивая новые водоемы Среднего

Поволжья, о чем свидетельствуют данные и по другим участкам этого региона; 2)голец, отмеченный в двух озерах, является в исследованных водоемах РМЭ представителем третьего фаунистического комплекса - бореального предгорного.

В отдельную группу мы выделили озера Югидем и Голубую Старицу, исследованные в 1999-2000 гг. Эти водоемы, в отличие от вышерассмотренных, являются солоноватоводными, сульфатно-кальциевыми (с высокой минерализацией, около 2 г/л), холодноводными сточными озерами, олиго-мезотрофными с высокой прозрачностью и голубым цветом воды (Ступишин, 1967; Озера..., 1976). Озеро Югидем находится на границе, а Голубая Старица на территории НП «Марий Чодра».

В озере Югидем и в протоке, соединяющей его с рекой Илеть, нами обнаружено 10 видов рыб, из которых 5 видов относятся к семейству карповых (язь, плотва, золотой карась, верховка, уклея) и по 1 виду - к семействам окуневых (окунь), щуковых (щука), вьюновых (щиповка), рогатковых (подкаменщик) и тресковых (налим). Ихтиофауна водоема представлена лимнофильными, общепресноводными и реофильными видами рыб. В плане принадлежности к фаунистическим комплексам отловленные виды распределились таким образом: большинство видов (язь, плотва, окунь, золотой карась, щука, щиповка) принадлежат к бореальному равнинному комплексу, два вида (уклея, верховка) - к понто-каспийскому пресноводному, по одному виду - к бореальному предгорному (подкаменщик) и арктическому пресноводному (налим). Довольно высокое разнообразие видового состава ихтиофауны озера (значительно большее, чем в других исследованных озерах республики Марий Эл) во многом объясняется связью его с рекой Илеть, откуда могут заходить некоторые виды рыб, а также разнообразием биотопов. Особый интерес вызывает обитание в протоке, соединяющей озеро с рекой, подкаменщика обыкновенного - очень редкого пресноводного вида рыб, занесенного в Красную книгу Российской Федерации. Таким образом, можно отметить, что в плане разнообразия ихтиофауны озеро Югидем является уникальным водоемом, по сравнению с другими озерами республики Марий Эл. Значительно менее разнообразным оказался ихтиоценоз Голубой Ста-

рицы, где в пробах молоди было отмечено лишь три вида рыб - укляя, плотва и верховка.

Индекс видового разнообразия для этого водоема был равен 0,76-1,06.

Как уже отмечалось выше, нами был проведен кластерный анализ с целью изучения сходства ихтиоценозов исследованных озер. Дендрограмма различий ихтиофауны приведена на рис.4. Анализ данных показывает, что достаточно четко выделяются три группы озер: 1 группа - озера Яльчик, Глухое, Голубая Старица и Югидем; 2 группа - озера Мушандер, Кожла-Сола, Конаньер, Шутьер, Таир, Паленое и Пужаньер; 3 группа - озера Карась, Шильма, Соленое, Шушьер, Капсино, Зрыв (Табашинское), Шап, Зеленое и Орьер. Несколько особняком стоят такие озера, как Юрдур, Кичиер и, особенно, Мазарское. Следует отметить, что озера первой и второй групп в подавляющем большинстве находятся на территории так называемого Вятского Увала - возвышенной части РМЭ. а в третью группу входят озера, расположенные на более низменной части республики - территории Марийского Полесья. Кроме того, если к первым двум группам относятся, в основном, озера карстово-провальные, то третья группа оказалась более разнообразной, поскольку, кроме карстово-провальных, в ней представлены междюнно-карстовые, пойменные озера и озеровидные расширения в русле рек, углубленные

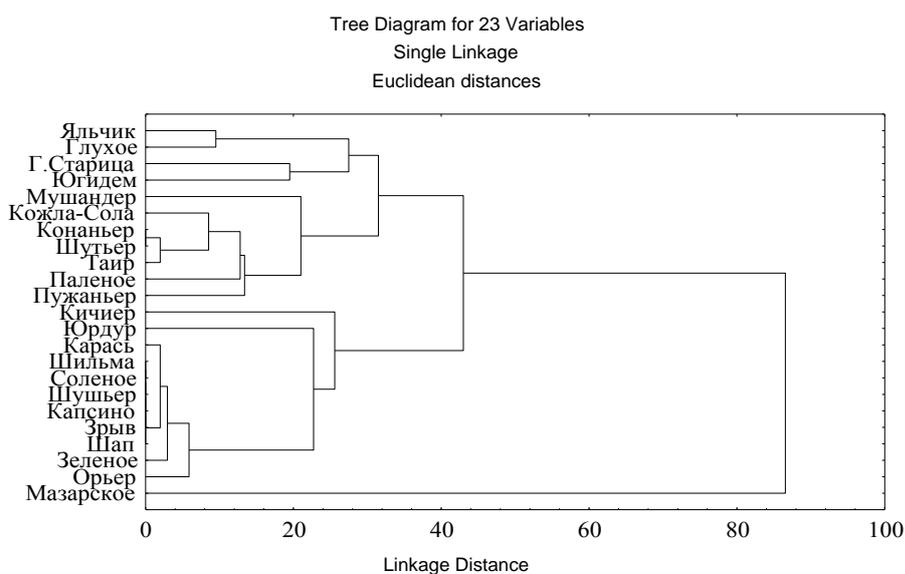


Рис.4. Дендрограмма различий озер Республики Марий Эл по видовому разнообразию ихтиофауны: по оси ординат – названия озер, по оси абсцисс – коэффициент дистанции по Эвклиду.

карстовыми процессами. Таким образом, прослеживается определенная связь видового состава ихтиоценозов озер РМЭ с их территориальной расположенностью и генезисом.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что в составе ихтиоценозов исследованных озер РМЭ обнаружено 13 видов рыб, относящихся к 7 семействам: карповые - 6 видов (плотва, верховка, уклея, язь, золотой карась, линь), вьюновые - 2 вида (шиповка, голец), щуковые, тресковые, рогатковые и головешковые - по 1 виду (соответственно, щука, налим, подкаменщик и ротан). Ихтиофауна представлена лимнофильными и общепресноводными видами. Доминирующими по численности видами являются плотва, верховка, окунь. Видовое разнообразие ихтиоценозов относительно невысокое, что объясняется генезисом озер (карстовое происхождение), малым биотопическим разнообразием и негативным антропогенным воздействием. В ихтиоценозах рассматриваемых водоемов отмечены представители четырех фаунистических комплексов, среди которых доминирует бореальный равнинный - 6 видов (50,0%). Три вида относятся к понто-каспийскому пресноводному (25,0%), два - к бореальному предгорному (16,7%) и один вид - к арктическому пресноводному (8,3%). Кластерный анализ видового состава ихтиофауны озер РМЭ с построением дендрограммы выявил наличие трех групп водоемов, причем такое разделение, в определенной мере, связывается с их территориальной расположенностью и генезисом.

1.2.3. Карстовые озера Среднего Поволжья

Неотъемлемым и одним из наиболее значимых компонентов водных экосистем являются рыбы, активно участвующие в биологическом круговороте веществ и имеющие существенное значение для целей биомониторинга. Рыбы являются важным звеном в трофических взаимоотношениях в водоемах, находясь на высших, часто конечных уровнях пищевых цепей, и играют заметную роль в функционировании водных экосистем.

Ихтиологическое изучение карстовых озер Среднего Поволжья проводилось в ходе экспедиций лаборатории водных экосистем экологического факультета Казанского госуниверситета в 1989 – 2001 гг. Следует отметить, что литературные сведения об ихтиофауне этих водоемов крайне малочисленны, а многие озера оставались совершенно неизученными. Всего в ихтиологическом отношении было исследовано 40 озер данного типа. На одних водоемах были отобраны пробы молоди рыб, на других, кроме этого, отлавливались и взрослые рыбы, на третьих (при невозможности сбора ихтиологического материала) собирались опросные данные. Ихтиологический материал отбирался с помощью стандартных орудий лова. Отбор проб молоди рыб проводился с помощью мальковой водокуши и сачка, а взрослые рыбы отлавливались с помощью ставных сетей с ячейей 36, 45 мм и бредня. Молодь рыб определялась по определителю А.Ф.Коблицкой (1981). Отловленные взрослые рыбы в полевых условиях обрабатывались согласно общепринятой методике И.Ф.Правдина (1966). Возраст рыб определялся по чешуе и спилам лучей плавников. Рассчитывался индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (Жилюкас, Познанскене, 1985). Фаунистические комплексы в ихтиоценозах рассматривались согласно классификации Г.В. Никольского (1980). Ихтиомасса в исследованных озерах определялась по методике С.П.Китаева (1999).

Данные о морфометрии, трофности и видовом составе рыб исследованных карстовых озер Среднего Поволжья приведены в таблице 10. Исследованные озера располагались как на охраняемых, так и неохраняемых территориях Республики Татарстан, Республики Марий Эл и Республики Чувашия.

Таблица 10

Морфометрия, трофность и видовой состав ихтиофауны

исследованных карстовых озер Среднего Поволжья

№	Название озера	Периоды исследования г.г.)	Видовой состав рыб водоема (в скобках - количество видов)	Площадь (га) /макс.глубина(м) , трофность озера
---	----------------	----------------------------	---	---

Озера РМЭ

1.	Б.Яльчик (ОПТ)	1989-2001	плотва, окунь, верховка, линь, щука, уклея (6)	128,0/28,8; о-м
2.	М.Яльчик (ОПТ)	1989-2001	плотва, окунь, верховка, линь, щука, уклея (6)	46,0/32,0; о-м
3.	Глухое (ОПТ)	1993-2001	плотва, окунь, верховка(3)	36,3/23,2; м
4.	Кичиер (ОПТ)	1993-2001	плотва, окунь, верховка, уклея (4)	48,3/16,3; м-э
5.	Мушандер (ОПТ)	1993-1997	плотва, окунь, верховка(3)	16,9/12,2; м
6.	Таир	1996-1997	плотва, верховка (2)	45,0/6,0; м
7.	Юрдур	1996-1997	окунь, верховка, щука(*), уклея, карась золотой(4(5*))	50,0/13,0; э
8.	Кожла-Сола	1992, 1996-1997	верховка, линь, голец, ротан (4)	17,5/21,5; м
9.	Конаньер (ОПТ)	1997	плотва (1)	7,0/22,0; м
10	Пужаньер	1997	плотва, верховка, голец (3)	9,5/14,0; м
11	Паленое (ОПТ)	1996-1997	плотва, окунь, линь(*), щука(*), карась золотой(*) (2(5*))	24,0/7,5; о-м
12	Соленое (ОПТ)	1996-1997	верховка, карась золотой(*), линь(*), уклея(*) (1(4*))	4,0/16,0; м
13	Шушьер (ОПТ)	1996-1997	верховка (1)	55,0/11,7; м
14	Табашинское	1997	верховка (1)	26,2/45,0; о
15	Шап	1997	верховка (1)	8,0/11,0; м-э
16	Карась (ОПТ)	1996	карась золотой(*), карась серебряный(*), окунь(*), щука (1(4*))	17,5/46,1; о-м
17	Кузнечиха	1996	окунь(*), ротан(*) (2*)	8,0/20,0; м-э
18	Каракаер	1996	окунь(*), щука(*), язь(*), карп(*?), карась серебряный(*) (5*)	7,5/3,5; э
19	Югидем	1999-2000	плотва, язь, налим, окунь, верховка, уклея, щука, карась золотой, щиповка, подкаменщик (10)	5,4/15,2; м-э

20	Орьер	2000	верховка, уклея, щука*, золотой карась*, окунь* (2(5*))	8,5/11,1; э
21	Шильма	2000	верховка (1)	7,5/8,0; э-г
22	Пезмунчаш	2001	голец, карась золотой, верховка (3)	0,5/3,1; э
23	Еланьер	2001	плотва, карась золотой, верховка (3)	7,5/15,6; м-э
24	Голубая Старица	1999-2000	плотва, уклея, верховка (3)	4,8/6,5; м-э
25	Зеленое	1999-2000	верховка, ротан (2)	13,5/19,0; э
26	Морской Глаз	1997	верховка (1)	0,2/37,8;
27	Шешьер	2001	верховка (1)	
<u>Озера РТ</u>				
26	Раифское (ОПТ)	1988-1989	плотва, окунь, язь, лещ, верховка, густера, золотой карась, голец, щука, уклея (10)	32,3/19,6; э
27	Ильинское (ОПТ)	1988-1989	плотва, окунь, верховка, лещ, щука, язь, золотой карась (7)	27,5/20; э
28	Белое (ОПТ)	1988-1989	плотва, окунь, верховка, лещ, щука, язь, золотой карась (7)	6,7/4,6; э
29	Линево (ОПТ)	1988-1989	плотва, окунь, верховка, язь, уклея (5)	6,8/5,5; э
30	Карасиха (ОПТ)	1988	золотой карась (1)	0,8/9,0; э
31	Н.Кабан	1992- 1993,1997, 2000,2001	плотва, окунь, верховка, уклея, красноперка, карась серебряный, сазан, золотой карась (8)	56,0/12,0; э
32	Ср.Кабан	1992- 1993,1997, 2000, 2001	плотва, окунь, верховка, уклея, красноперка, сазан, серебряный карась, золо-	112,0/12,5; э

			той карась	
33	В.Кабан	1992- 1993,1997, 2000,2001	плотва, окунь, верховка, укляя, линь, карась золотой, лещ, сазан (8)	23,0/10,0; э
34	Чистое (ОПТ)	1996	карась серебряный (1)	6,4/10,0; м-э
35	Тарлашинское (ОПТ)	1996	укляя (1)	60,1/20,5; м
36	Черное (ОПТ)	1996	верховка (1)	1,2/2,0; э
37	Юж.Моховое (ОПТ)	1996	карась серебряный (1*)	0,5/1,5; м-э
38	Ср.Моховое (ОПТ)	1996	окунь(*), лещ(*), густера(*) (3*)	12,0/12,0; м-э
39	Осиново	1996	карась серебряный (*), окунь(*), линь(*) (3*)	8,0/20,0; м
40	Глубокое	1999,2000	плотва (1)	14,8/13,6; э
<u>Озера ЧР</u>				
41	Аль (ОПТ)	1997	карась золотой, верховка, голец, окунь(*) (3(4*))	4,0/10,5; э

Примечания и условные обозначения: 1)ОПТ – озера охраняемых природных территорий; 2) (*) – по опросным данным; 3) уровень трофности озер: о – олиготрофный, о-м – олиго-мезотрофный, м – мезотрофный, м-э – мезо-эвтрофный, э – эвтрофный, э-г – эвтрофно-гипертрофный

Всего в ходе исследований в карстовых озерах Среднего Поволжья было обнаружено 18 видов рыб. Видовой систематический список рыб исследованных карстовых озер приводится ниже.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК РЫБ КАРСТОВЫХ ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Класс Костные рыбы – *Osteichthyes*

Подкласс Лучеперые рыбы – *Actinopterygii*

Группа надотрядов Костистые рыбы – *Teleostei*

Отр. Лососеобразные – *Salmoniformes*

П/отр. Щуковые – *Esocoidei*

Сем Щуковые – *Esocidae*

1. Щука обыкновенная – *Esox lucius* (L.)

Отр. Окунеобразные – *Perciformes*

П/отр. Окуневидные – *Percoidei*

Сем. Окуневые – *Percidae*

2. Окунь речной – *Perca fluviatilis* (L.)

П/отр. Бычковидные – *Gobioidei*

Сем. Головешковые – *Eleotridae*

3. Головешка, ротан – *Percottus glehni* (Dybowski)

П/отр. Костнощечки – *Cottoidei*

Сем. Рогатковые – *Cottidae*

4. Подкаменщик обыкновенный – *Cottus gobio* (L.)

Отр. Карпообразные – *Cypriniiformes*

П/отр. Карповидные – *Cyprinoidei*

Сем. Карповые – *Cyprinidae*

5. Плотва – *Rutilus rutilus fluviatilis* (L.)

6. Верховка – *Leucaspius delineatus* (Heckel.)

7. Линь – *Tinca tinca* (L.)

8. Уклея – *Alburnus alburnus* (L.)

9. Карась золотой – *Carassius carassius* (L.)

10. Карась серебряный – *Carassius auratus gibelio* (Bloch.)

11. Сазан – *Cyprinus carpio* (L.)

12. Лещ – *Abramis brama* (L.)

13. Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* (L.)

14. Язь – *Leuciscus idus* (L.)

15. Густера – *Blicca bjoerkna* (L.)

Сем. Балиторовые - *Balitoridae*

16. Голец обыкновенный – *Noemacheilus barbatulus* (L.)

Сем. Вьюновые - *Cobitidae*

17. Щиповка обыкновенная – *Cobitis taenia* (L.)

Отр. Трескообразные – *Gadiformes*

Сем. Тресковые – *Gadidae*

18. Налим – *Lota lota* (L.)

Как видно из систематического списка, большинство видов рыб (11 видов из 18, или 61,1 %) относится к семейству карповых, что характерно для водоемов Среднего Поволжья (Лукин, Кузнецов, Смирнов, 1981). По одному виду принадлежит к семействам окуневых, головешковых, рогатковых, балиторовых, вьюновых и тресковых.

В исследованных карстовых озерах существенно варьировало количество обитающих видов рыб – от 1 до 10 видов в озере. Наиболее высокое видовое разнообразие ихтиофауны (по 10 видов, что составляет 55,6% от всего числа видов рыб, обнаруженных нами в озерах Среднего Поволжья) было отмечено в двух озерах – Раифском и Югидем. Богатство ихтиофауны озера Раифского можно объяснить достаточно крупными размерами, разнообразием биотопов, а также тем, что в этот водоем втекают две речки (Сумка и Сербулак) и вытекает одна (Сумка). Большое видовое разнообразие рыб солоноватоводного озера Югидем связано с биотопическим разнообразием, обусловленным наличием в этом водоеме мелководной и глубоководной частей, а также соединением озера через протоку с рекой Илеть, откуда в озеро могут заходить речные рыбы. Именно в этой протоке был обнаружен редкий реофильный вид – подкаменщик, который занесен в Красную книгу РФ.

Анализ данных таблицы показывает: 9 видов рыб отмечалось в 1 озере, по 8 видов – в 2-х озерах, по 7 видов – в 2-х озерах, по 6 – в 2-х озерах, по 5 – в 5-ти озерах, по 4 – в 5-ти озерах,

по 3 – в 8-ми озерах, по 2 – в 3-х озерах. В ихтиофауне 13 из 43 исследованных водоемов было обнаружено лишь по одному виду рыб, причем чаще всего (в 7 озерах из 13) это была верховка, являющаяся типично лимнофильным видом. В качестве единственного представителя ихтиофауны отмечались также плотва (в 2-х озерах), серебряный карась (в 2-х озерах), укля (в 1 озере), золотой карась (в 1 озере).

Индекс видового разнообразия ихтиофауны по Шеннону-Уиверу в исследованных озерах был невысоким и максимальное его значение за весь период исследований по результатам анализа проб молоди рыб составило 1,70. В наиболее изученных водоемах индекс видового разнообразия колебался в следующих пределах: Большой Яльчик – 0,54-1,48; Глухое – 0,81-1,47; Кичиер – 0,32-1,67; Мушандер – 0,54-0,92; Юрдур 0,54 – 0,85; Голубая Старица – 0,76-1,06; Зеленое – 0,34-0,94; Нижний Кабан – 0,27-1,70; Средний Кабан – 0,76-1,03; Верхний Кабан – 0,50-1,25. Такие небольшие значения индекса видового разнообразия косвенно свидетельствуют о небольшом разнообразии экологических условий обитания гидробионтов в этих водоемах.

Встречаемость разных видов рыб в исследованных карстовых озерах была различной и представлена в таблице 11. Анализ частоты встречаемости видов рыб в карстовых озерах Среднего Поволжья (табл.11) показывает, что наиболее часто в исследованных водоемах отмечалась верховка (встречалась в 72,1% исследованных озер). Это вполне закономерно, поскольку верховка – типично лимнофильный вид, широко распространенный в замкнутых

Таблица 11

Встречаемость видов рыб в 43 карстовых озерах Среднего Поволжья

Вид рыбы	Верховка	Окунь	Плотва	Карась золотой	Укля	Щука
Число озер, где встреча- ется вид	31	22	20	16	14	12
Частота встречае- мости, %	72,1	51,2	46,5	37,2	32,6	27,9

Таблица (продолжение)

Вид рыбы	Линь	Карась серебряный	Язь	Голец	Ротан, сазан, лещ	Красноперка, густера	Налим, щиповка, подкаменщик
Число озер, где встречается вид	9	7	6	5	3	2	1
Частота встречаемости, %	20,9	16,3	14,0	11,6	7,0	4,7	2,3

водоемах Среднего Поволжья (Лукин, Смирнов, Кузнецов, 1981). Высокая частота встречаемости характерна также для окуня (встречался в 51,2% исследованных озер), плотвы (46,5%), карася золотого (37,2%), уклей (32,6%) и щуки (27,9%). Все эти широко распространенные в регионе виды являются либо лимнофильными (карась золотой), либо общепресноводными (окунь, плотва, укляя, щука). Со средней частотой (от 11,6 до 20,9%) встречались линь, карась серебряный, язь, голец. Редко (от 4,7 до 7,0%) отмечались такие виды как ротан, сазан, лещ, красноперка и густера. Правда, в отношении ротана следует отметить, что этот случайно акклиматизированный в водоемах Европейской части России вид, в силу своей высокой толерантности к загрязнениям и экологической пластичности в размножении, успешно расширяет свой ареал, осваивая новые водоемы. Такие виды, как налим, щиповка и подкаменщик встретились только в одном водоеме – озере Югидем (РМЭ). Причем, подкаменщик (типично реофильный вид) был отловлен не в самом озере, а в протоке с достаточно быстрым течением, связывающей озеро с рекой Илеть.

В фаунистическом отношении обнаруженные в карстовых озерах Среднего Поволжья 18 видов рыб относятся к 5 фаунистическим комплексам. Распределение по отдельным фаунистическим комплексам выглядит следующим образом: бореальный равнинный – 7 видов (щука, окунь, плотва, карась золотой, карась серебряный, язь, щиповка), понто-каспийский

пресноводный – 6 видов (верховка, линь, уклея, лещ, красноперка, густера), бореальный предгорный – 2 вида (подкаменщик, голец), верхнетретичный равнинный – 1 вид (сазан), арктический пресноводный – 1 вид (налим). Ротан, который до последнего времени не был отнесен к какому-либо фаунистическому комплексу, сейчас включается в группу амуросеверокитайских видов. Доминирование в ихтиоценозах водоемов Среднего Поволжья представителей первых двух комплексов вполне закономерно, и отмечалось ранее В.А.Кузнецовым (1978).

Экологическая характеристика видов рыб, обнаруженных в карстовых озерах Среднего Поволжья, может быть представлена следующим образом. По отношению к течению 13 видов (щука, окунь, ротан, плотва, уклея, сазан, лещ, красноперка, язь, густера, голец, щиповка, налим) относятся к общепресноводным, 4 вида (верховка, линь, карась золотой, карась серебряный) - к лимнофильным, 1 вид (подкаменщик, который обнаружен в речке, вытекающей из озера Югидем) – к реофильным. По характеру питания исследованные виды рыб принадлежат к пяти группам: хищные, бентофаги, зоопланктофаги, макрофитофаги и всеядные. К хищникам относятся 3 вида (щука, окунь, налим), к бентофагам – 11 видов (плотва, линь, карась золотой, карась серебряный, сазан, подкаменщик, лещ, язь, густера, голец, щиповка), к зоопланктофагам – 2 вида (верховка, уклея), к макрофитофагам – 1 вид (красноперка) и к всеядным – 1 вид (ротан). По характеру нерестового субстрата можно выделить 3 группы рыб: фитофильные, литофильные и использующие различные субстраты. Доминирующей является группа фитофильных рыб – 13 видов (щука, окунь, плотва, верховка, линь, уклея, карась золотой, карась серебряный, сазан, лещ, красноперка, густера, щиповка); к группе видов, использующих разнообразные субстраты, относится 4 вида (ротан, язь, голец и налим); к литофильной группе принадлежит единственный вид - подкаменщик, обнаруженный в речке, вытекающей из озера Югидем. По характеру размножения (икрометания) преобладают порционнно-нерестующие рыбы – 11 видов (ротан, верховка, линь, уклея, карась золотой, карась серебряный, сазан, красноперка, густера, голец, щиповка); к единовременно-нерестующим относится 7 видов (щука, окунь, подкаменщик, плотва, лещ, язь,

налим). Как известно, порционное икротетание дает преимущества виду в плане повышения выживаемости потомства, увеличения плодовитости и более равномерного использования кормовой базы молодью.

Для изученных озер Среднего Поволжья был проведен расчет ихтиомассы по методу С.П.Китаева (1994, 1999). Результаты оказались следующими: по биомассе зоопланктона ихтиомасса в исследованных озерах варьировала от 80,6 до 117,0 кг/га, по биомассе зообентоса – от 56,3 до 125,0 кг/га, по максимальной глубине водоема – от 78,0 до 136,8 кг/га. Таким образом, средняя ихтиомасса в карстовых озерах Среднего Поволжья составляет приблизительно 100,0 кг/га.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что ихтиофауна карстовых озер Среднего Поволжья не отличается высоким видовым разнообразием. Лишь в 5-ти озерах (Югидем, Раифское, Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан) было обнаружено от 8 до 10 видов рыб; в большинстве водоемов (18 озер) было отмечено от 3 до 5 видов; в 13-ти из 43 озер, где были отловлены рыбы, было обнаружено лишь по одному виду. В систематическом отношении большинство видов (61,1%) относится к семейству карповых, что характерно для водоемов Среднего Поволжья. Другие обнаруженные семейства (окуневые, головешковые, рогатковые, балиторовые, вьюновые, тресковые) представлены лишь одним каким-либо видом. Исследованные виды рыб относятся к 5-ти фаунистическим комплексам: бореальный равнинный (7 видов), понто-каспийский пресноводный (6), бореальный предгорный (2), верхнетретичный равнинный (1), арктический пресноводный (1). По характеру нерестового субстрата доминирует группа фитофильных рыб (13 видов из 18). По характеру размножения преобладают порционнонерестующие виды (11 видов) над единовременнонерестующими (7 видов). В отношении питания наиболее массовой группой являются бентофаги (11 видов), существенно меньше число хищных видов (3) и зоопланктофагов (2). По отношению к течению воды доминируют общепресноводные виды (13 видов), к лимнофильным относится 4 вида.

1.3. Верхняя часть реки Свияга

Исследования ихтиофауны верхней части реки Свияга проводились летом 1991 года на участке реки в районе города Ульяновска в ходе экспедиции лаборатории водных экосистем экофака КГУ. Данный участок весьма разнообразен в биотопическом отношении, поскольку суженные, речные участки с достаточно быстрым течением чередуются с расширенными, озеровидными участками (так называемыми карьерами), где течение замедлено. Сбор ихтиологического материала проводился стандартными орудиями лова (ставные сети с ячейей 36 и 45 мм, сачки, мальковые волокуши) на 45 станциях.

Литературные данные об ихтиофауне верховьев реки Свияги весьма немногочисленны. Имеются лишь данные М.Д.Рузского (1887), который в конце XIX века отмечал обитание в этом районе 27 видов рыб (исключая *Abramidopsis leuckartii*, являющийся, видимо, гибридной формой), из которых 17 видов относилось к семейству карповых, по 3 вида – к семействам окуневых и вьюновых, по 1 виду – к семействам тресковых, щуковых, сомовых и лососевых. Причем, М.Д.Рузский отмечал присутствие таких редких в настоящее время в этом районе видов рыб, как ручьевая форель, голянь, сом. Интересно отметить, что уже тогда, в конце XIX века, М.Д.Рузский указывал на уменьшение видового разнообразия и численности рыб в данном районе.

В нашем материале в уловах взрослых рыб заметно преобладал лещ – 38,5%, существенную долю составили также плотва – 19,2%, укляя – 17,3% и окунь – 11,6%. Единично в материале были представлены судак, сазан, голавль, язь, щука и такой редкий вид, как подуст. Возраст у наиболее многочисленных видов рыб колебался следующим образом: лещ – от 4 до 9 лет (доминировали 4-х и 5-ти годовалые особи), плотва – от 3 до 7 лет (доминировали 6-ти годовалые рыбы), укляя – от 2 до 5 лет при преобладании 3-х годовалых особей, окунь – от 2 до 8 лет.

Данные по видовому составу и относительной численности молоди рыб представлены в таблице 12. Практически на всех станциях доминирующим по численности среди молоди рыб являясь плотва – широко распространенный вид водоемов Среднего Поволжья.

Таблица 12

Видовой состав и относительная численность молоди рыб верхней части реки Свияга
(р.Свияга в черте г.Ульяновска, 1991 г.)

Виды рыб	Количество экз.	Доля вида в %
Плотва	742	57,88
Язь	197	15,37
Уклея	95	7,41
Голавль	90	7,02
Лещ	43	3,35
Елец	24	1,87
Верховка	23	1,79
Красноперка	11	0,86
Пескарь	8	0,62
Жерех	1	0,08
Голец	1	0,08
Судак	2	0,16
Окунь	43	3,35
Ерш	2	0,16
Всего	1282	100,00

Значительную долю, как показывают данные таблицы, в ихтиофауне исследованного района составляли язь, уклея, голавль, лещ и окунь, которые (за исключением уклеи) относятся к ценным промысловым видам. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера по данным анализа проб молоди рыб оказался достаточно высоким и составил 2,12. Интересно отметить, что в рассматриваемом районе отмечались, наряду с общепресноводными, как типично реофильные (елец, голавль, пескарь, уклея), так и лимнофильные виды (красноперка, голец, верховка). Это обусловлено наличием в районе исследования типично речных, реофильных участков с достаточно быстрым течением, а также, в местах карьеров, озеровидных, расширенных участков с замедленным течением.

Таким образом, в верхней части реки Свияга по нашим данным отмечается 17 видов рыб, из которых большая часть (70,6 %) относится к семейству карповых – 12 видов (плотва, язь, уклея, голавль, лещ, елец, верховка, красноперка, пескарь, жерех, сазан, подуст), 3 вида – к семейству окуневых (окунь, судак, ерш) и по 1 виду - к семействам щуковых (щука) и балиторных (голец усатый). В фаунистическом отношении, как и в других водоемах Среднего Поволжья (Кузнецов, 1978) преобладают представители понтокаспийского пресноводного (8 видов) и бореального равнинного (7 видов) фаунистических комплексов, единично представлены верхнетретичный равнинный (сазан) и бореальный предгорный (голец).

Глава 2. Содержание тяжелых металлов в рыбах из водоемов Среднего Поволжья

Главной пищевой продукцией, получаемой человеком из водоемов, является рыбная продукция. Как известно, рыбы являются высшими, часто конечными звеньями трофических цепей в водных экосистемах. Поэтому именно в рыбах следует ожидать максимального накопления токсикантов, в том числе и элементов группы тяжелых металлов (ТМ), считающихся наиболее распространенной группой высокотоксичных и долго сохраняющихся веществ (Метелев, Капаев, Дзасохова, 1971).

Сведения о содержании и распределении микроэлементов группы ТМ в организме рыб необходимы для решения ряда практических и научных задач, к важнейшим из которых можно отнести контроль качества рыбной продукции и мониторинг биологического и химического состояния окружающей среды. Целью нашей работы было исследование содержания ТМ в органах и тканях рыб из водоемов Волжско-Камского государственного заповедника (ВКГЗ) и Свияжского залива Куйбышевского водохранилища, причем основное внимание мы уделили изучению содержания ТМ в зависимости от возраста и видовой принадлежности рыб; сравнению содержания ТМ в органах мирных и хищных рыб, находящихся на разных пищевых уровнях в водных экосистемах; сравнительному анализу содержания ТМ в различных органах рыб, что характеризует предрасположенность различных органов к аккумуляции ТМ; сравнению содержания ТМ в мышцах с ПДК. Активное участие в данных исследованиях принимал инженер экологического факультета КГУ Валиев В.С.

Следует отметить, что вышеуказанные вопросы в той или иной степени освещались в работах ряда исследователей, хотя число подобных исследований относительно невелико. Так, Н.Ю.Евтушенко (1988) на первой Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии отмечал (на примере карпа), что с увеличением накопления ТМ в тканях происходило нарушение белоксинтезирующей и липидообразовательной функции печени, качественное и количественное изменение сывороточных белков и липидопротеидов крови, изменение содержания суммарных белков, липидов и полисахаридов в тканях. При этом

степень изменения параметров находилась в прямой зависимости от концентраций ТМ в воде и продолжительности их воздействий на организм (Евтушенко и др., 1988). Т.Ергалиев (1988), проводивший исследования на содержание ТМ - свинца, кадмия и цинка - в воде и промысловых видах рыб нижнего течения р. Урал, отмечал, что наибольшее количество токсикантов обнаружено в жабрах, печени и стенках кишечника, что объясняется их функциональной физиологической активностью. Им установлены следующие нисходящие цепи концентраций по содержанию свинца в мышцах - лещ, вобла, жерех, судак, осетр; по кадмию и цинку - лещ, судак, жерех, осетр.

Ряд исследователей {Бергман, Илзиль, 1968; Водовозова, 1988 и др.) указывают, что печень рыб является функциональным депо ряда ТМ, прежде всего меди. По данным Ш.А.Бергмана, содержание меди в печени пресноводных рыб колеблется от 23,3 до 40,4 мг/кг живого веса, что в десятки раз превышает содержание меди в мышцах, костях, чешуе и жабрах. Однако по содержанию марганца печень уступает костям, чешуе и жабрам, а по содержанию цинка - почкам и гонадам (Алабастер, Ллойд, 1984). Отмечается также наличие в печени рыб значительных концентраций железа; объясняется это участием печени в выведении этого элемента из организма, а в костях - больших количеств марганца, что связано с важной ролью этого элемента как активатора костной фосфатазы в процессах ossификации.

Особый интерес представляет вопрос о количестве и динамике накопления ТМ в таких органах и тканях, которые встречаются только у рыб, в частности, в жабрах и чешуе. Если данные разных исследователей о высоких концентрациях ТМ в жабрах в основном совпадают (Гапеева, Цельмович, 1988; Бергман, Илзиль, 1968; Бергман, Витинь, 1968), то мнения о роли чешуи в депонировании ТМ существенно расходятся. Чешуя, по данным Ш.А.Бергмана и А.Э.Илзиня, содержит самые низкие концентрации железа, меди и марганца по сравнению почти со всеми другими органами и тканями. Однако М.В.Гапеева и О.Л.Цельмович подчеркивают активное участие чешуи в обмене и депонировании ТМ. Многие исследователи указывают, что мышцы рыб, благодаря большой массе, играют значительную роль в накоплении ТМ, хотя и занимают среднее место по их содержанию.

В литературе встречаются сведения о различных источниках и путях поступления ТМ в организм рыб. Одни металлы больше поступают с пищей, например, медь, другие (цинк) - с водой (Алабастер, Ллойд, 1984). Различием кормов, обмена веществ, экологическими особенностями и различием физиологического состояния объясняются факты различия в содержании ТМ у рыб различных трофических групп, пола, возраста.

Существуют сведения об определенных взаимодействиях ТМ при поглощении. Дж. Алабастер и Р.Ллойд (1984) показали, что медь и кадмий способствовали поглощению свинца, но при низкой концентрации меди в воде присутствие свинца замедляло поглощение кадмия, а присутствие кадмия увеличивало количество поглощаемой меди. Также было показано, что медь и кадмий быстрее накапливались в жабрах, когда они содержались в окружающей среде вместе, а не по отдельности. Сравнительно низкие концентрации кадмия замедляли поглощение цинка из воды, но замедление поглощения кадмия под воздействием малых концентраций цинка не наблюдалось.

Таким образом, можно отметить, что, несмотря на разнообразие исследований, окончательной ясности в вопросах распределения и накопления ТМ в организме рыб нет. Поэтому наша работа была направлена на изучение этих вопросов, а также на выяснение санитарно-гигиенических условий и качества рыбной продукции в водоемах ВКГЗ с точки зрения содержания ТМ.

Сбор ихтиологического материала проводился нами в июне 1988 г. в водоемах Раифского лесничества ВКГЗ (в дальнейшем - Раифа) и в июле 1988 г. в акватории Куйбышевского водохранилища, относящейся к Сараловскому лесничеству ВКГЗ (в дальнейшем - Саралы). В Раифском участке ВКГЗ нами были обследованы 10 водоемов (озер), отловлено 38 экземпляров рыб и установлено 12 видов: карась, язь, плотва, окунь, щука, лещ, густера, линь, уклея, верховка, пескарь, щиповка. В Сараловском участке ВКГЗ в акватории Куйбышевского водохранилища отлов рыбы проводился в двух участках - в протоке напротив стационара экофака КГУ и в, так называемой, Костиной протоке. Всего в данном районе было отловлено около 300 рыб, относящихся к 14 видам; лещ, берш, густера, плотва, судак, окунь,

чехонь, синец, стерлядь, белоглазка, сом, карась, красноперка, ерш. Сбор и обработка ихтиологического материала проводились по общепринятой методике И.Ф.Правдина (1966). Для отлова рыб применялись стандартные ставные сети с ячейей 36 мм. Возраст рыб определялся одновременно по спилам лучей и чешуе. Кроме того, для проведения анализов на содержание ТМ у рыб брались пробы органов и тканей. При отборе проб на содержание ТМ мы руководствовались следующими положениями:

- на анализ брались органы рыб наиболее распространенных видов, имеющих широкое распространение по всему району исследований или промысловую ценность;
- анализировались мышцы рыб и органы, наиболее предрасположенные (по литературным данным) к аккумуляции ТМ, а именно: печень, головной мозг, гонады, мышцы, внутренний жир, селезенка;
- на анализ брались органы, в основном, половозрелых рыб.

Определение содержания ТМ проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии, причем при подготовке проб мы применяли способ сухого озоления. Определение подготовленных проб на приборе ААС-3 на содержание в них ТМ осуществлялось сотрудником экофака КГУ Р.Г.Загидуллиным, которому мы выражаем глубокую благодарность.

Нами установлено и проанализировано содержание в органах и мышцах рыб 8 металлов из группы ТМ: свинца, кадмия, никеля, цинка, меди, марганца, железа, кобальта. При этом были выявлены некоторые закономерности в распределении ТМ между различными органами и тканями, точнее, разная степень предрасположенности органов к аккумуляции ТМ. Наибольшие количества ТМ обнаружены в головном мозге, печени, гонадах, причем установлено, что микроэлементы группы ТМ в различных по функциям и морфологическому строению тканях распределяются неравномерно. Это согласуется с результатами других исследователей (Бергман, Илзинь, 1968; и др.) и объясняется дифференциацией клеток, в которых обменные процессы протекают неодинаково, вследствие чего клетки обладают разной поглотительной способностью.

Головной мозг рыб оказался универсальным депо для многих микроэлементов, вероятно, в результате своей высокой функциональной активности. По нашим данным содержание свинца в мозге колеблется в зависимости от вида и возраста рыб от 360,7 до 1030,1 мг/кг сухого веса в Сараловском участке ВКГЗ и от 40,0 до 1594,4 мг/кг (здесь и далее данные о содержании ТМ приводятся в мг на 1 кг сухого веса) - в Раифском участке; содержание железа - от 1295,08 до 6339,1 мг/кг (Саралы) и от 68,7 до 527,85 мг/кг (Раифа). В мозге обнаружено наиболее высокое среди всех исследованных органов содержание кадмия: от 4,54 до 10,6 мг/кг (Саралы) и от 2,0 до 16,0 мг/кг (Раифа). Этот орган содержит также значительные количества меди (7,37 - 180,4 мг/кг), а также кобальта - до 47,5 мг/кг в первом районе и до 18,7 мг/кг во втором. Обобщая данные, можно отметить наиболее высокое накопление ряда ТМ в головном мозге рыб по сравнению с другими органами. Однако по содержанию таких элементов, как марганец, цинк, медь мозг уступает печени и гонадам.

Результаты наших исследований подтверждают тот общеизвестный факт, что у рыб, как и у других животных и человека, печень является функциональным депо ряда ТМ, и, прежде всего, меди, содержание которой в организме колеблется от 3,8 до 49,6 мг/кг (Саралы). В печени также отмечены наиболее высокие (после головного мозга) концентрации железа: от 131,3 до 1163,9 мг/кг (Саралы). Это объясняется участием печени в выведении железа из организма (Бергман, Илзинь, 1968).

В гонадах исследованных рыб обнаружено наиболее высокое содержание марганца: от 18,4 до 1164,0 мг/кг (Саралы). Гонады аккумулируют также значительные количества никеля - до 4779,5 мг/кг в Сараловском участке и до 2439,0 мг/кг в Раифском, а также цинка - от 35,7 до 509,6 мг/кг (Саралы) и от 201,0 до 1532,6 мг/кг (Раифа).

Мышцы принимают довольно активное участие в депонировании ТМ, причем лучше всего мышцы аккумулируют железо: от 209,3 до 1241,7 мг/кг (Саралы). По нашим данным внутривисцеральный жир у рыб несколько менее активно (по сравнению с другими органами) участвует в депонировании железа, меди и цинка, однако содержит значительные количества никеля - от 4,3 до 15,2 мг/кг (Саралы) и марганца - от 7,0 до 53,9 мг/кг (Раифа).

Таким образом, проанализировав полученные результаты по накоплению ТМ в разных органах рыб, можно прийти к заключению, что наиболее высокое содержание ТМ наблюдается в головном мозге, далее, по мере убывания, идут гонады и печень, затем внутривисцеральный жир и мышцы. В таблице 1 приведены средние значения содержания ТМ в различных органах рыб одного поколения (1981 года) из Сараловского лесничества ВКГЗ.

Особое внимание в ходе нашего исследования мы уделили сравнительному анализу содержания ТМ в органах рыб разных трофических групп: зоопланктофагов, бентофагов, хищных. В связи с этим можно отметить следующие закономерности: наиболее высокие концентрации ТМ характерны для хищных рыб и стерляди из бентофагов (табл.1). В органах хищников обнаружены значительные количества ряда ТМ, в особенности никеля (3,8 - 2409,1 мг/кг), свинца (18,7 - 1261,3 мг/кг), железа (320,3 - 6339,1 мг/кг). Повышенные содержания ряда ТМ в органах хищных рыб по сравнению с другими рыбами объясняются их более высоким положением в трофических цепях, их спектром питания, а также более активным образом жизни (Бергман, Илзинь, 1968).

Из бентофагов наиболее высокие концентрации меди, марганца, железа и кобальта обнаружены у стерляди. Содержание меди в органах стерляди колеблется от 3,79 до 232,1 мг/кг, железа - от 566,2 до 2226,6 мг/кг, свинца - от 30,7 до 1020,2 мг/кг. Высокие концентрации отдельных ТМ обнаружены у леща, плотвы. Однако, в целом эти значения меньше, чем у хищников и стерляди. Для леща характерны высокие содержания свинца, цинка, железа, а для плотвы – никеля, кобальта (табл.13).

По-видимому, одной из причин высокого содержания отдельных ТМ в органах стерляди, а также леща и плотвы, является влияние совокупности экологических факторов среды на рыб. Исследованные нами взрослые особи стерляди, леща и плотвы, являясь типичными бентофагами, питаются бентосными организмами, соприкасаются с илом, иногда заглатывают детрит. Известно, что содержание многих ТМ в иле и детрите достигает значительных концентраций.

В организме зоопланктофагов (синец) довольно больших концентраций достигает содержание свинца, марганца, железа и кобальта, хотя эти значения ниже, чем у хищников и бентофагов. Интересно отметить, что содержание кадмия у синца в мышцах и головном мозге достигает максимального значения среди всех видов рыб.

Таблица 13

Содержание ТМ в органах рыб разных видов рыб (мг/кг сух.веса) из разных трофических групп (Куйбышевское водохранилище, Сараловское лесничество ВКГЗ, 1988 г.)

Трофическая группа, вид рыбы, орган	Элементы							
	Свинец	Кадмий	Никель	Цинк	Медь	Марганец	Железо	Кобальт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зоопланктофаг:								
<u>Синец</u>								
мышцы	34,3	2,6	3,2	7,6	4,9	12,0	209,3	6,8
печень	59,8	0,4	5,7	104,9	49,6	19,6	878,1	1,6
жир	43,2	0,4	14,4	24,6	3,4	11,5	120,6	1,0
головной мозг	360,7	10,6	52,5	270,5	7,4	270,5	1295,1	13,9
гонады	95,4	0,9	15,7	388,2	29,5	344,0	425,5	14,8
Бентофаги:								
<u>Стерлядь</u>								
мышцы	30,7	0,6	3,8	28,5	48,0	37,8	1241,7	2,2
печень	65,8	4,0	11,8	150,1	34,3	25,9	1107,5	0,7
жир	49,3	4,8	15,2	53,0	3,8	37,5	566,2	1,0
головной мозг	1020,2	6,9	54,7	197,7	180,4	149,1	2226,6	16,7
гонады	620,8	0,5	20,3	68,7	232,1	293,9	711,5	-
<u>Плотва</u>								
мышцы	25,3	1,0	3,4	19,6	6,0	9,9	312,5	5,8
печень	156,7	0,0	184,9	35,7	19,1	16,6	829,1	2,0
жир	76,1	1,2	9,7	49,3	3,0	22,3	1373,1	1,5
гонады	140,0	1,2	10,1	409,6	5,6	87,3	640,0	6,6
<u>лещ</u>								
мышцы	45,3	0,6	6,2	53,0	2,1	5,1	502,0	0,6
печень	146,7	0,2	1,9	34,2	27,5	22,3	659,9	1,0
жир	95,1	0,4	4,3	18,2	6,5	30,4	336,7	1,2
головной мозг	1018,2	4,5	79,1	281,8	12,7	181,8	1745,5	0,0
гонады	88,8	0,8	8,2	170,6	20,4	178,3	604,4	6,3
Хищные:								
<u>берш</u>								
мышцы	41,7	1,0	12,7	30,9	10,9	10,9	724,5	1,9

печень	74,7	0,0	6,3	38,8	7,7	13,1	572,9	3,2
жир	18,7	0,6	12,2	28,6	1,4	53,9	925,1	0,0
головной мозг	1030,1	6,3	53,9	602,2	34,1	530,9	6339,1	47,5
гонады	1261,3	1,2	2409,1	292,5	82,6	732,0	3234,3	27,5
<u>судак</u>								
мышцы	111,8	1,2	8,8	13,7	7,8	7,5	320,3	2,5
печень	122,4	0,4	3,8	51,4	3,8	8,7	1163,9	1,4

Таким образом, наши данные показывают, что положение вида рыб в трофической цепи существенно влияет на степень накопления ТМ в органах и тканях.

Сравнение содержания ТМ в органах рыб одного вида разных поколений показывает зависимость концентраций ТМ от возраста (табл.14). Мы не ставили перед собой цель определить сезонные закономерности накопления ТМ, на которые указывают ряд авторов (Бергман, Витинь, 1968; Алабастер, Ллойд, 1984). Наши данные позволяют отметить лишь общую тенденцию: увеличение содержания ТМ в органах рыб с возрастом.

Важной частью нашей работы было сравнение уровней содержания ТМ в мышцах разных видов рыб с ПДК для рыбопродуктов (табл. 15). Анализ наших данных по Сараловскому лесничеству ВКГЗ показывает, что содержание свинца в мышцах у всех видов рыб превышало ПДК, причем для разных видов это превышение было неодинаково. Для плотвы оно составляло 5 ПДК, леща - 9 ПДК, окуня - 10,5 ПДК, а для судака - максимальное превышение - почти 19 ПДК! Обнаружены также превышения ПДК по такому токсичному элементу из группы ТМ, как кадмий: для берша, судака - в 2 раза, густеры - в 2,5; окуня - в 4 раза, а синца - даже в 5 раз. Обнаружены также превышения ПДК по никелю и железу, причем, по никелю эти превышения колебались в пределах от 1,5 до 5 ПДК, а по железу - от 1,5 до 8 ПДК. Для других ТМ превышение ПДК не обнаружено.

Интересные результаты дал анализ данных, полученных при исследовании ихтиофауны водоемов Раифского участка ВКГЗ. Нами были исследованы рыбы из следующих озер: Раифское, Шатуниха, Линево, Ильинское. Было установлено, что в мышцах язя из озера Раифское нет превышения ПДК ни по одному из ТМ; в озере Шатуниха - превышение по

Таблица 14

Зависимость содержания ТМ в органах рыб от возраста (в мг/кг сух.веса)

Вид рыбы, орган, в скобках -возраст	Элементы							
	Свинец	Кадмий	Никель	Цинк	Медь	Марганец	Железо	Кобальт
<u>Стерлядь</u>								
мышцы (5)	10,0	0,2	1,8	9,8	47,8	15,6	864,0	1,3
мышцы (7)	30,7	0,6	3,8	28,5	48,0	37,8	1241,7	2,2
<u>Синец</u>								
печень (6)	47,5	0,7	2,4	104,0	31,2	7,8	725,0	1,6
печень (8)	72,3	0,15	5,7	105,9	49,6	19,6	878,1	1,6

Таблица 15

Сравнение содержания ТМ в мышцах рыб разных видов (средние значения)
с ПДК для рыбопродуктов (мг/кг сырого веса)

Район исследований, вид рыб, в скобках-возраст	Значение ПДК для элементов						Количес- тво рыб
	Свинец 1,0	Кадмий 0,2	Цинк 40,0	Никель 0,5	Железо 30,0	Медь 10,0	
<u>Сараловский уч.ВГКЗ</u>							
судак (5,6,7)	18,9	0,2	2,3	1,8	64,1	1,6	3
берш (5,6)	8,4	0,2	6,2	2,5	144,9	2,2	3
окунь (11,12)	10,6	0,4	2,7	1,9	97,6	2,0	3
стерлядь (7)	6,1	0,1	5,7	0,8	248,3	9,6	4
лещ (9,15)	9,1	0,1	10,6	1,2	100,4	0,4	2
густера (7)	8,4	0,3	2,0	0,9	90,1	1,4	1
плотва (7,9)	5,1	0,2	3,9	0,7	62,5	1,2	2
синец (6)	6,9	0,5	1,5	0,6	41,8	1,0	1
<u>Раифский уч.ВГКЗ</u>							
<u>оз.Раифское</u>							
язь (5)	0,2	0,1	4,8	0,4	10,4	0,6	1
<u>оз.Шатуниха</u>							
карась (2)	0,8	0,0	10,0	1,1	17,0	0,3	1
<u>оз.Линево</u>							
плотва (7)	0,2	0,1	4,2	1,1	7,4	0,7	1
окунь (7)	6,5	0,1	3,0	-	-	-	1
<u>оз.Ильинское</u>							
окунь (8)	17,8	0,1	3,5	-	-	-	1
щука (4,6)	7,2	0,1	5,0	-	-	-	2
лещ (9)	5,5	0,2	4,3	-	-	-	1

никелю в 2 ПДК (карась); в озере Линево - превышение по никелю в 2 ПДК (плотва) и превышение по кадмию в 1,3 ПДК и по свинцу в 6,5 ПДК у окуня, В наиболее богатом по составу ихтиофауны озере Ильинском, которое находится в пределах охранной зоны заповедника в условиях заметного антропогенного воздействия, превышение ПДК по свинцу колеблется в зависимости от вида рыб от 5,5 ПДК (лещ) до 17,8 ПДК (окунь), а превышение по кадмию - от 1,2 ПДК (щука) до 2,3 ПДК (лещ). К сожалению, данных по содержанию никеля, железа, меди для рыб из озера Ильинское нет.

Эти данные подтверждают тот факт, что среда обитания и разная степень антропогенного воздействия влияют на абсолютное содержание токсикантов, в том числе и ТМ, в организме рыб. Независимо от видовой принадлежности ряд одноименных органов и тканей (мозг, печень, мышцы и др.) рыб, выловленных из водоемов Раифского участка ВКГЗ, беднее ТМ, чем органы и ткани рыб, выловленных в акватории Куйбышевского водохранилища, расположенной на территории Сараловского лесничества ВКГЗ и свободно сообщаемой с водами соседних неохраемых участков.

Таким образом, сравнение содержания ТМ в мышцах рыб с ПДК для рыбохозяйственной продукции показало значительные превышения гигиенических нормативов по ряду ТМ (свинец, никель, кадмий, железо) у рыб, выловленных в 1988 г. в водоемах ВКГЗ. Следовательно, было отмечено существенное загрязнение рыб тяжелыми металлами даже в водоемах заповедной зоны, которую обычно принято считать фоновой в плане загрязнения среды токсическими веществами, что свидетельствовало о весьма неблагоприятной санитарно-гигиенической обстановке в данном районе и тем более в тех районах, которые окружают Волжско-Камский заповедник, т.е. пригородную и городскую зоны г. Казани. Все это настоятельно диктует необходимость принятия мер по уменьшению и в дальнейшем прекращению загрязнения окружающей среды, всех экосистем, ландшафтов данного района.

Одним из самых интересных и важных для размножения рыб верхней части Куйбышевского водохранилища является Свяжский залив, где расположены многочисленные

мелководные участки, используемые для нереста такими фитофильными рыбами как лещ, синец, плотва, густера, сазан и др. В связи с этим изучение состояния ихтиофауны, в том числе и ихтиотоксикологический мониторинг, представляется весьма актуальным. Как известно, рыбы, образуя высшие, часто конечные звенья трофических цепей в водных экосистемах, являются основными накопителями многих токсических веществ, среди которых одной из наиболее распространенных групп являются тяжелые металлы (ТМ) и их соединения (Никоноров, Жулидов, Покаржевский, 1985). Как показывают исследования последних лет, в т.ч. и наши исследования (Сайфуллин, Валиев, 1991; Сайфуллин, 1996), рыба Куйбышевского водохранилища, ввиду сильнейшего загрязнения вод реки Волги, становится не только непригодной, но и опасной для потребления человеком. Нами были обнаружены (Сайфуллин, Валиев, 1991) существенные превышения ПДК для таких токсичных элементов, как свинец, кадмий и никель. Кроме того, предыдущие наши исследования показали следующее: максимальное содержание тяжелых металлов наблюдается у хищных рыб и бентофагов; наиболее высокая концентрация большинства тяжелых металлов отмечается в головном мозге рыб, а далее по мере убывания располагаются гонады и печень, затем внутривисцеральной жир и мышцы; у ряда видов рыб наблюдается увеличение содержания ТМ в мышцах с возрастом.

Летом 1996 г. в рамках комплексного изучения экологического состояния Свияжского залива проводились ихтиологические исследования, в т.ч. и отбор проб мышц основных промысловых рыб данного района (лещ, густера, плотва) для дальнейшего определения в них содержания ТМ. Исследуемая рыба подвергалась полевой обработке согласно общепринятой методике И.Ф.Правдина (1966). К сожалению, мы не имели возможности отобрать и зафиксировать пробы других, кроме мышц, органов и тканей рыб в связи с очень высокой стоимостью лабораторных анализов. Определение содержания ТМ проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, причем пробоподготовка осуществлялась способом сухого озоления. Всего было обработано 37 проб мышц рыб с целью определения содержания в них следующих элементов из группы ТМ: свинец, никель, цинк, хром, железо, стронций, медь и марганец.

Одним из направлений наших исследований с целью оценки степени загрязненности компонентов ихтиофауны ТМ было сравнение полученных данных с санитарно-гигиеническими нормативами, установленными для рыбопродуктов, т.е. с ПДК. Следует отметить, что наиболее правомерным является сравнение с ПДК содержания ТМ именно в мышцах, являющихся практически единственной (кроме гонад) частью тела рыб, употребляемой человеком в пищу. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что содержание металлов в мышцах рыб исследуемого района колеблется в широком диапазоне значений (табл.16).

Таблица 16

Содержание тяжелых металлов в мышцах рыб Свяжского залива (июль 1996г.)

Виды рыбы, число экз.	Элемент, ПДК в мг/кг сырого веса				
	Свинец 1,0	Хром 0,3	Никель 0,5	Медь 10,0	Железо 30,0
Лещ (25)	<u>0,048-2,119</u> 0,05-2,12	<u>0,26-3,417</u> 0,87-11,39	<u>0,003-0,080</u> -	<u>0,550-9,716</u> -	<u>32,970-184,840</u> 1,10 – 6,16
Плотва (6)	<u>0,088-1,559</u> 0,09-1,56	<u>0,765-2,662</u> 2,55-8,87	<u>0,044-0,148</u> -	<u>1,358-10,204</u> 0,14-1,02	<u>42,990-119,690</u> 1,43-3,99
Густера (6)	<u>0,103-0,986</u> -	<u>0,379-2,830</u> 1,26-9,43	<u>0,007-0,082</u> -	<u>0,884-4,217</u> -	<u>29,770-104,920</u> 0,99-3,50

Продолжение табл.16

Виды рыбы, число экз.	Элемент, ПДК в мг/кг сырого веса		
	Цинк 40,0	Стронций -	Марганец -
Лещ (25)	<u>2,940-9,030</u> -	<u>1,790-64,870</u> -	<u>0,112-2,472</u> -
Плотва (6)	<u>3,340-17,010</u> -	<u>4,650-57,050</u> -	<u>0,155-0,883</u> -

Густера (6)	<u>2,870-20,220</u>	<u>5,060-46,580</u>	<u>0,003-0,886</u>
	-	-	-

Примечание: а) в числителе указан диапазон колебаний содержания данного элемента в мышцах рыб, б) в знаменателе приведено сравнение с ПДК (в случае превышения ПДК).

Как показывают данные таблицы, превышение ПДК наблюдаются для свинца (у 9 экз.), железа и хрома (почти у всех исследованных рыб), а также для меди (у 1 экз. плотва). В отношении железа следует указать, что этот элемент является биофильным, не обладающим высокотоксичными свойствами. Интересно отметить, что проведенные нами в 1988-1989 гг. исследования содержания ТМ в мышцах рыб из нижней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища выявили несколько другую картину: были выявлены более существенные превышения ПДК по свинцу (до 19 раз), никелю (до 5 раз), а также кадмию для значительно большей доли исследованных особей. Это можно объяснить, на наш взгляд, двумя причинами: 1) нижняя часть Волжского плеса находится ниже по течению относительно такого крупного индустриального центра, как Казань, который вносит существенное загрязнение в воду Волги за счет промышленных и жилищно-коммунальных сточных вод; 2) существенное снижение интенсивности промышленного производства за почти десятилетний период между двумя исследованиями, что, очевидно, привело к уменьшению попадания промстоков в водную экосистему и снижению уровня загрязнения ТМ гидробионтов, в т.ч. и рыб.

Нами была предпринята попытка проследить изменения содержания ТМ в мышцах в зависимости от возраста на примере наиболее важного промыслового объекта ихтиофауны Куйбышевского водохранилища - леща, по которому был собран наиболее массовый материал - 25 проб (табл.17) . К сожалению, как показала математическая обработка данных, достоверно определить зависимость содержания ТМ в мышцах рыб от возраста по нашему материалу не представляется возможным, видимо, ввиду небольших выборок. Однако следует отметить некоторую тенденцию к снижению содержания в мышцах леща таких элементов, как железо, цинк и марганец с увеличением возраста. В мышцах плотвы и густеры по нашему материалу

Содержание ТМ в мышцах леща в зависимости от возраста (Свияжский залив, июль 1996 г.)

Воз- раст	Элемент								Кол-во рыб
	Желе- зо	Цинк	Хром	Сви- нец	Строн- ций	Никель	Медь	Марга- нец	
3 года	95,770	5,885	2,636	0,459	18,890	0,052	6,043	1,496	3
4 года	95,040	5,558	1,055	0,761	22,210	0,110	2,942	1,098	7
5 лет	90,430	5,016	1,399	0,498	18,540	0,032	4,436	1,045	5
6 лет	102,34	4,500	1,341	0,796	10,090	0,193	2,877	1,530	4
7 лет	77,410	4,127	1,508	0,891	25,060	0,265	2,961	0,931	3
8 лет	84,720	5,305	1,110	0,524	11,760	0,111	4,197	0,465	3

также не прослеживается подобной зависимости, лишь у густеры при математической обработке была выявлена высокая корреляционная связь содержания цинка в мышцах от возраста.

Одним из основных путей попадания многих токсикантов, в т.ч. и ТМ, в организм рыбы является поступление их из воды через кожу и жабры.

По данным ряда авторов содержание ТМ в мышцах рыб отражает степень их накопления в последний год жизни особи и, в определенной мере, концентрацию ТМ в воде водоема того года, когда был собран материал. Исходя из этого, были рассчитаны коэффициенты накопления ТМ в мышцах 3-х исследованных видов рыб в зависимости от содержания ТМ в воде данного водоема (табл.18), которое рассчитывалось как среднее для данных по 6 станциям отбора проб. При расчетах коэффициентов накопления учитывались минимальные, максимальные и средние значения содержания ТМ в мышечной ткани.

Анализ данных таблицы показывает, что коэффициенты накопления дифференцированы для элементов с разной степенью эссенциальности. Например, для железа, цинка и меди соответствуют высокие значения коэффициента накопления, а для никеля, марганца, стронция и свинца характерны небольшие коэффициенты, т.к. они необходимы организмам лишь в микроколичествах.

Средние концентрации ТМ в воде, мышцах рыб и коэффициенты накопления (Свияжский залив, июль 1996 г.)

Объект	Элемент			
	Железо	Цинк	Хром	Свинец
Густера	<u>68,5380</u>	<u>7,7975</u>	<u>1,2376</u>	<u>0,6038</u>
	164-579(379)	106-748(289)	95-707(310)	9-99(48)
Плотва	<u>79,7000</u>	<u>6,2480</u>	<u>1,4890</u>	<u>0,7513</u>
	238-661(440)	129-630(231)	191-665(372)	7-125(60)
Лещ	<u>92,0200</u>	<u>4,3294</u>	<u>1,4206</u>	<u>0,6531</u>
	233-1021(508)	112-336(162)	65-751(355)	10-142(52)
Вода	0,1810	0,0268	0,0040	0,0125

Продолжение табл. 18

Объект	Элемент			
	Стронций	Никель	Медь	Марганец
Густера	<u>22,7580</u>	<u>0,3583</u>	<u>2,4410</u>	<u>0,4895</u>
	8-74(36)	1-142(45)	326-1563(904)	0-39(21)
Плотва	<u>21,2950</u>	<u>0,5753</u>	<u>4,4513</u>	<u>0,5757</u>
	9-91(34)	10-156(73)	504-3779(1648)	7-38(25)
Лещ	<u>18,2170</u>	<u>0,1195</u>	<u>3,7462</u>	<u>1,1082</u>
	3-103(29)	1-93(15)	204-2971(1388)	4-89(40)
Вода	0,6302	0,0080	0,027	0,0227

Примечание: 1) в числителе приведены средние концентрации элементов для данного вида рыб; 2) в знаменателе приведен диапазон колебаний коэффициентов накопления, в скобках - средние их значения.

Большой разброс коэффициентов накопления исследованных элементов для каждого вида рыб не позволяет говорить о достоверных различиях этих показателей между видами рыб.

Следует также подчеркнуть, что подтверждаются выводы предыдущих исследований о том, что коэффициенты накопления в тканях рыб ТМ достигают значительных величин и равны обычно сотням, тысячам единиц (Филенко,1988).

Подводя итог вышеизложенному, можно отметить снижение уровня загрязнения рыб верхней части Куйбышевского водохранилища тяжелыми металлами по сравнению с данными, полученными в конце восьмидесятых годов. Хочется выразить надежду, что это связано с уменьшением загрязнения, по крайней мере, техногенного, реки Волги и обитающих в ней гидробионтов, что обусловлено, очевидно, снижением объема промстоков и других загрязнений в связи с сокращением промышленного производства. Полученные нами данные подтверждают основные положения биогеохимической экологии, заключающиеся в том, что степень накопления микроэлементов в тканях рыб зависит от условий геохимической среды, функционального состояния организма и характера трофических цепей.

Глава 3. Фаунистические комплексы в ихтиоценозах водоемов Среднего Поволжья

Фаунистический комплекс, по определению Г.В.Никольского (1953,1980), - это группа видов рыб, связанных общностью своего географического происхождения, т.е. развитием в одной географической зоне, к абиотическим и биотическим условиям которой они приспособились. Г.В.Никольский выделял следующие фаунистические комплексы пресноводной и солоноватоводной ихтиофауны водоемов бывшего Советского Союза: бореальный предгорный (хариус, речной голяк и др.), бореальный равнинный (щука, карась, окунь, ерш, плотва, язь, елец и др.), арктический пресноводный (сиги, нельма, лосось, налим и др.), арктический морской (камбалы, рогатка, колюшки и др.), понто-каспийский пресноводный (лещ, густера, красноперка, жерех, синец, белоглазка, уклея и др.), понто-каспийский морской (сельдь, бычки, морской судак и др.), верхнетретичный равнинный (сазан, вьюн, сом, стерлядь и др.), переднеазиатский (храмуля, быстрянки, голец и др.), нагорноазиатский (маринка, османы и др.), туркестанский равнинный (лжелопатоносы, щуковидный жерех, остролучка и др.), индоафриканский (змееголов, косатки и др.), китайский равнинный (белый амур, верхогляд, востробрюшка и др.).

Мы попытались проанализировать разнообразие фаунистических комплексов в ихтиоценозах водоемов разного типа: озеро (озера Среднего Поволжья), река (верхняя часть реки Свияги), водохранилище (Волжский плес Куйбышевского водохранилища).

В фаунистическом отношении выявленные в 54 исследованных озерах Среднего Поволжья 18 видов рыб относятся к 4 фаунистическим комплексам: бореальному равнинному – 8 видов (плотва, окунь, щука, карась золотой, карась серебряный, язь, голец обыкновенный, щиповка), понто-каспийскому пресноводному – 6 видов (верховка, уклея, линь, лещ, красноперка, густера), бореальному предгорному (голец), верхнетретичному равнинному (сазан) и арктическому пресноводному (налим). Ротан, активно заселяющий в последнее время новые водо-емы и расширяющий свой ареал, не был отнесен к какому-либо фаунистическому комплексу.

По современным представлениям этот вид относится к группе амуросеверокитайских видов.

В верхнем течении реки Свияга, где также было отмечено 17 видов рыб, преобладают представители понто-каспийского пресноводного - 8 видов (уклея, голавль, лещ, верховка, красноперка, жерех, подуст, судак) - и бореального равнинного - 7 видов (плотва, язь, елец, пескарь, окунь, ерш, щука) - фаунистических комплексов, единично представлены верхнетретичный равнинный (сазан) и бореальный предгорный (голец).

В Волжском плесе Куйбышевского водохранилища, отличающемся от вышеуказанных объектов большей площадью и разнообразием биотопов, вполне закономерно наблюдается более высокое видовое разнообразие ихтиоценозов. За 16 лет исследований было отмечено 28 видов рыб, относящихся к шести фаунистическим комплексам: понто-каспийский пресноводный – 12 видов (лещ, густера, уклея, голавль, жерех, линь, синец, чехонь, белоглазка, судак, берш, красноперка), бореальный равнинный – 9 видов (язь, плотва, елец, карась золотой, карась серебряный, окунь, ерш, щиповка, щука), верхнетретичный равнинный – 4 вида (сазан, вьюн, стерлядь, сом), бореальный предгорный, арктический пресноводный и понто-каспийский морской – по 1 виду (голец, налим и игла-рыба соответственно).

Анализируя вышеприведенные данные, можно отметить, что во всех типах исследованных водоемов доминируют представители понто-каспийского пресноводного и бореального равнинного фаунистических комплексов, что, как указывал В.А.Кузнецов (1978), характерно для ихтиофауны водных объектов Средней Волги. Наши результаты показывают, что в речных и водохранилищных экосистемах несколько преобладают виды понто-каспийского пресноводного, а в озерных экосистемах – бореального равнинного комплекса.. Это, видимо, закономерно, поскольку, среди рыб понтокаспийского пресноводного комплекса, как указывает Г.В.Никольский (1980), отсутствуют виды, переносящие пониженное содержание кислорода в воде, что нередко наблюдается в стоячих водоемах, часто подвергающихся эвтрофированию.

Глава 4. Особенности полового созревания стерляди Куйбышевского водохранилища

Изменение условий существования рыб, вызванное зарегулированием стока реки Волги и образованием Куйбышевского водохранилища, особенно сильно, по сравнению с другими видами, отразилось на биологии стерляди – типичного реофила. Существенные изменения произошли в процессе полового созревания стерляди. В условиях водохранилища, весной, встречается довольно много крупных рыб с незрелыми гонадами и со значительным отложением жира в них (Лукин, Батыева, 1960; Капкаева, 1977 и др.), чего раньше в Волге не наблюдалось (Лукин, 1979). Значительно изменились размеры и возраст, при которых наступает половая зрелость особей (Цыплаков, Васянин, 1978; Лукин, 1977, 1980). Исследование особенностей полового созревания стерляди, кроме большого теоретического интереса, имеет и важное практическое значение для правильной организации мероприятий по искусственному разведению этой ценной рыбы, необходимость которых в настоящее время крайне велика.

В ходе исследования полового созревания самок стерляди Куйбышевского водохранилища применялись следующие методики. Гистологическая обработка гонад проводилась по методике Г.Н.Роскина, Л.В.Левинсона (1957). Всего за период исследований гистологическому анализу были подвергнуты яичники 180 самок. После ускоренной проводки кусочков половых желез, фиксированных в жидкости Буэна, через спирты возрастающей крепости и хлороформ, затем парафин - хлороформ, проводили заливку их в парафин. На микротоме делались срезы яичников толщиной 7-12 мкм в зависимости от степени их зрелости. Срезы окрашивались железным гематоксилином по Гейденгайну. Было проведено также окрашивание срезов по Маллори, которое не дало удовлетворительных результатов. Изучение гистологических препаратов проводилось под бинокулярным микроскопом МБС-9, а фотографии были получены с помощью микроскопа МБИ-б. Для изучения динамики жиронакопления в процессе созревания гонад было проведено определение содержания жира в яичниках стерляди на разных стадиях зрелости. Содержание жира определялось по методике В.И.Белькевич, модифицированному лабораторией физиологии ВНИРО (Кривобок,

Тарковская, 1962). Для каждого яичника проводилось два анализа и по их результатам вычислялась средняя. Содержание жира в яичниках определялось в процентах от сырого веса органов. С целью изучения изменений размеров ооцитов по мере их роста и развития в ходе созревания гонад, нами были проведены измерения диаметров ооцитов всех рыб на разных стадиях зрелости. Из каждого яичника промерялось под микроскопом с помощью окуляр-микрометра без выбора по 100 ооцитов, имевших диаметр более 0,20 мм. В гонадах самок на Ш, Ш-1У и 1У стадиях отдельно учитывались созревающие икринки и ооциты новой генерации. Кроме того, было прослежено, насколько уменьшаются размеры ооцитов стерляди при гистологической обработке. Для этого на гистологических препаратах промерялись ооциты диаметром более 0,14 мм, в которых срез прошел через середину яйцеклетки. Разработанная методика сравнения размеров ооцитов при тотальных измерениях и на гистологических срезах позволит сопоставлять данные разных авторов, полученные тем и другим способом. Вариационно-статистическая обработка полученных данных проводилась согласно руководству Н.А.Плохинского (1970).

Как известно, по мере развития яичников происходят как внешние изменения ооцитов - увеличение их размеров, изменение окраски, так и внутренние - изменение структуры цитоплазмы, накопление желтка, жира, других питательных веществ и т.д. С целью углубленного анализа процессов роста и созревания ооцитов стерляди нами было проведено измерение диаметра и гистологический анализ яйцеклеток в гонадах на разных стадиях половой зрелости. При проведении промеров особый интерес для наших целей представлял размер наибольших ооцитов, так как именно они служат для характеристики стадий зрелости.

В ходе развития яйцеклетки, как указывают В.А.Мейен (1939), Т.А.Детлаф и А.С.Гинзбург (1954), различаются 3 основных периода: 1) деления оогоний; 2) период роста и 3) период созревания. Первичные половые клетки (оогонии), образующиеся у рыб (Мейен, 1939) и, в частности, у осетровых (Вотинов, 1947; Казанский, 1951) из зачаткового эпителия в течение всей жизни, усиленно делятся. Затем в определенный момент, часть оогоний перестает делиться и начинает расти. Период роста В.А.Мейен (1939) подразделяет, в свою

очередь, еще на 3 периода: период ядерных преобразований (так называемого синаптного пути), период малого роста и период большого роста. Период малого роста, в свою очередь, делится на ювенильную фазу и фазу однослойного фолликула. Ооциты фазы однослойного фолликула неоднородны, так как в конце этой фазы в наиболее крупных ооцитах происходят определенные изменения в структуре цитоплазмы, которые характерны для перехода к большому (трофоплазматическому) росту. В ооцитах периода большого роста происходит интенсивный процесс накопления желтка, и они резко увеличиваются в размерах. В.И.Шилов (1971), придерживаясь обозначений В.А.Мейена (1939) для костистых рыб, фазы Д и Е разделил на несколько дробных фаз, которых мы и будем придерживаться в дальнейшем.

В.З.Трусов (1975), изучавший развитие половых желез севрюги, указывает, что переход от малого к большому периоду роста наступает при определенных размерах ооцита. То же имеет место у стерляди (Лукин, 1977а; Лукин, Данилов, Тихонов, 1980). Интересно более детально проследить этот процесс у стерляди на нашем материале (табл.19).

Наиболее крупные ооциты у большей части (96%) самок на I и II стадиях не превышают размера 0,36 мм (тотальные, непосредственные промеры после фиксации в жидкости Буэна). Гистологически – наиболее развитые ооциты в яичниках самок на I стадии зрелости находятся на завершенной ювенильной фазе развития - фазе В по В.А.Мейену (1939, 1940). Кроме того, имеются ооциты доювенильных фаз и оогонии, расположенные гнездами (рис.5). В гонадах самок на II стадии ооциты старшей генерации находятся на фазе однослойного фолликула - фазе С (рис.6) по В.А.Мейену (1939, 1940). В некоторых яичниках самок этой группы имелись ооциты диаметром от 0,36 до 0,50 мм, в которых структура цитоплазмы имела вид, характерный для перехода к трофоплазматическому росту. Подобную структуру цитоплазмы В.И.Шилов (1971) называет мелкозернистой, а В.З.Трусов (1972) - мелкопенистой. Видимо, некоторые самки стерляди в процессе полового созревания могут переходить со II на II-III стадию, минуя II жировую стадию. Подтверждает это и величина коэффициента зрелости самок на этих стадиях, на чем мы остановимся подробнее несколько ниже.

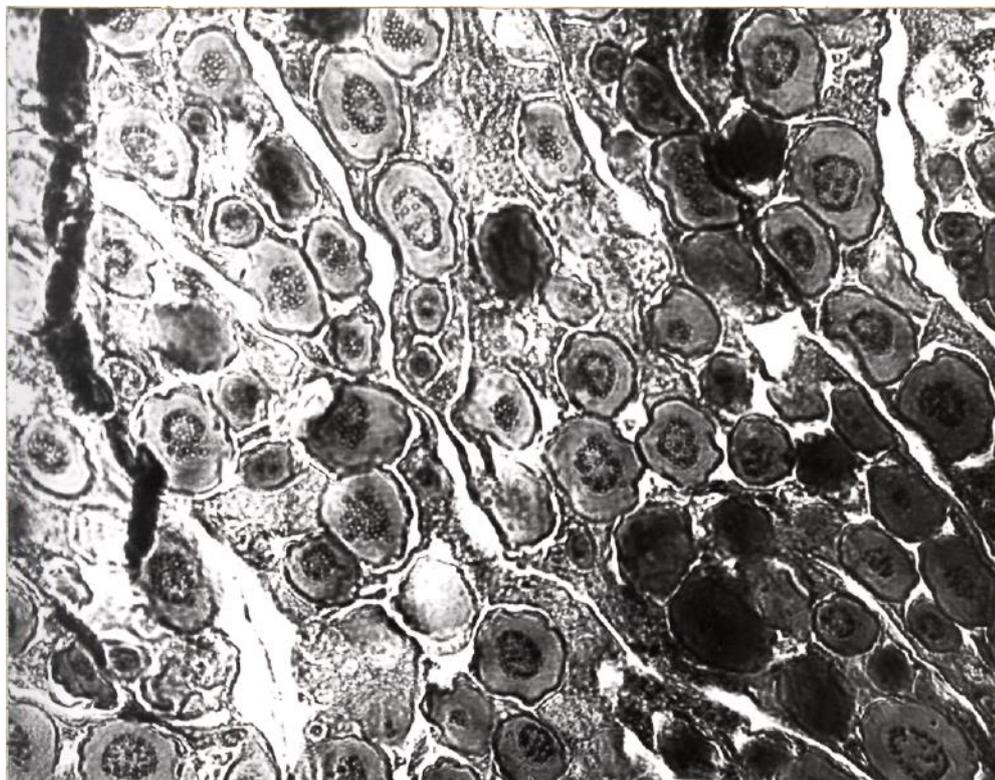


Рис.5.Яичник стерляди на 1 стадии зрелости.Длина рыбы -39 см,возраст – 2 года.

Таблица 19

Диаметр наиболее крупных ооцитов у самок на разных стадиях зрелости

(количество особей в %)

Стадия зрелости	Диаметр ооцитов, мм							Количество рыб
	0,22 - 0,36	0,36 - 0,50	0,50 - 0,64	0,64 - 0,78	0,78 - 0,92	0,92 - 1,06	1,06 - 1,20	
I, II	96	4						103
III	68	26	6					132
IV-V		5	57	13	16	5	3	37
Ооциты новой генерации								
VI		89	11					9

Ш-1У		32	68					22
1У			100					2
У1			100					10

Примечание. Здесь, а также в таблицах 20, 21, 22, 26, 30 диаметр ооцитов приводится по тотальным промерам.

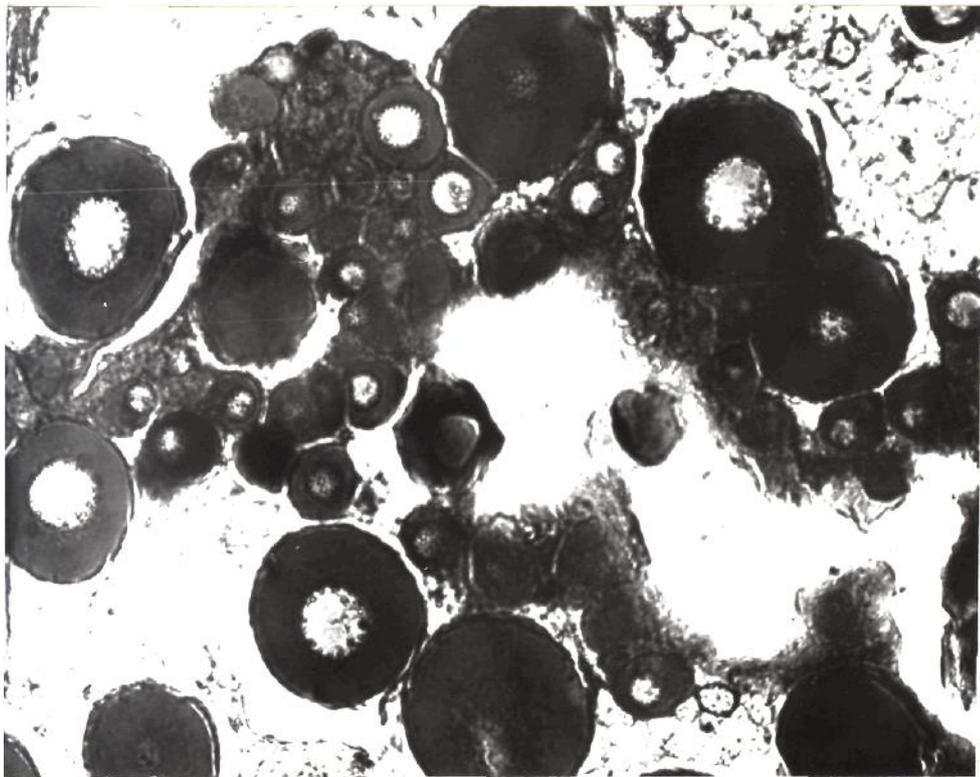


Рис.6. Яичник стерляди на II стадии зрелости. Длина рыбы – 57 см, возраст- 6 лет.

Диаметр наиболее крупных ооцитов у большинства самок (94%) на II жировой стадии был менее 0,50 мм. Выделяются несколько особей, в яичниках которых имелись ооциты размером более 0,50 мм. Гистологический анализ этих ооцитов, а также ооцитов, диаметр которых был близок к 0,50 мм, показал, что они находились в конце фазы однослойного фолликула и имели пенистую структуру цитоплазмы (рис.7). В.З.Трусов (1972) отмечает, что "появление таких ооцитов - предвестник начала синтеза в них желтка, т.е. начала трофоплазматического роста".

Наиболее крупные ооциты у основной части самок (95%) на II-III стадии имели размеры 0,50-1,20 мм, и лишь у 2-х самок их диаметр составил 0,46 мм. Нужно отметить, что не во всех яичниках самок на II-III стадии зрелости при гистологическом анализе были обнаружены ооциты, перешедшие к накоплению желтка. Это не вполне совпадает с исследованиями В.И.Шилова (1971), который указывает, что для яичников на II-III стадии характерно наличие ооцитов, относящихся к периоду трофоплазматического (большого) роста. Здесь сказывается некоторое различие в определении стадий зрелости.

Как уже отмечалось выше, стадии половой зрелости у самок нами определялись по шкале А.В.Лукина (1941а, 1979) визуально. По этой шкале к самкам на II-III стадии относятся рыбы, в яичниках которых «ооциты имеют белую окраску, хотя размеры их невелики».



Рис.7. Яичник стерляди на II жировой стадии зрелости. Пенистая структура в ооцитах конца протоплазматического роста. Длина рыбы 65,5 см, возраст – 10 лет.

Определение этой стадии зрелости вызывает наибольшие затруднения, и для каждого исследователя строго индивидуально. Видимо, нами в полевых условиях к самкам на II-III

стадии зрелости были отнесены и такие рыбы, в яичниках которых наиболее развитые ооциты находились еще в состоянии перехода к желтконоскоплению.

Вместе с тем, нужно отметить, что процесс накопления желтка может начинаться в ооцитах разного диаметра, т.е. нельзя точно указать такой размер, с которого ооциты во всех яичниках приступают к трофоплазматическому росту. В нашем материале (табл.19) у двух самок на стадии II-III с наименьшим по сравнению с другими, размером, достигаемым ооцитами, желтконоскопление в яйцеклетках не отмечалось. Из 21 яичника особей на этой стадии, ооциты которых достигали размера 0,50-0,64 мм, лишь в 6 начался процесс накопления желтка, в то время как у всех самок, имевших в гонадах наиболее крупные ооциты диаметром более 0,64 мм, будущие яйцеклетки приступили к большому росту и находились на фазах Д₁ (рис.8), Д₂ (рис.9) и Д₃ (рис.10) по В.И.Шилову (1971). Гистологический анализ яичников самок на стадии II-III показал, что среди них имеются как впервые созревающие самки, так и самки, созревающие повторно. В яичниках последних, наряду с нерассосавшимися фолликулами - следами прошедшего нереста, встречались ооциты, перешедшие к накоплению желтка (рис.11). Это является веским подтверждением высказанного рядом авторов (Заленский, 1878; Фалеева, 1965; Лукин, 1977а; Капкаева, 1977) положения о том, что процесс созревания ооцитов в яичниках отнерестившихся особей происходит быстро. Интересно отметить, что в гонадах самок на II и III жировой стадиях какие-либо следы прошедшего нереста полностью отсутствовали.

По мере созревания гонад увеличивается количество ооцитов, перешедших к трофоплазматическому росту, и различие в размерах между этими ооцитами и ооцитами следующей генерации становится более четким. Подробнее этот вопрос будет рассмотрен ниже. Но, следует подчеркнуть, что вместе с увеличением размеров созревающих ооцитов, несколько крупнее становятся и ооциты новой, следующей генерации. Наши данные (табл.19) показывают, что, если среди самок на III стадии лишь у 11% особей в гонадах наиболее крупные ооциты генерации следующего года превышали размер 0,50 мм, то среди рыб на стадии III-IV доля таких особей повышается до 68%. У всех самок на IV и IV1 стадиях зрелос-

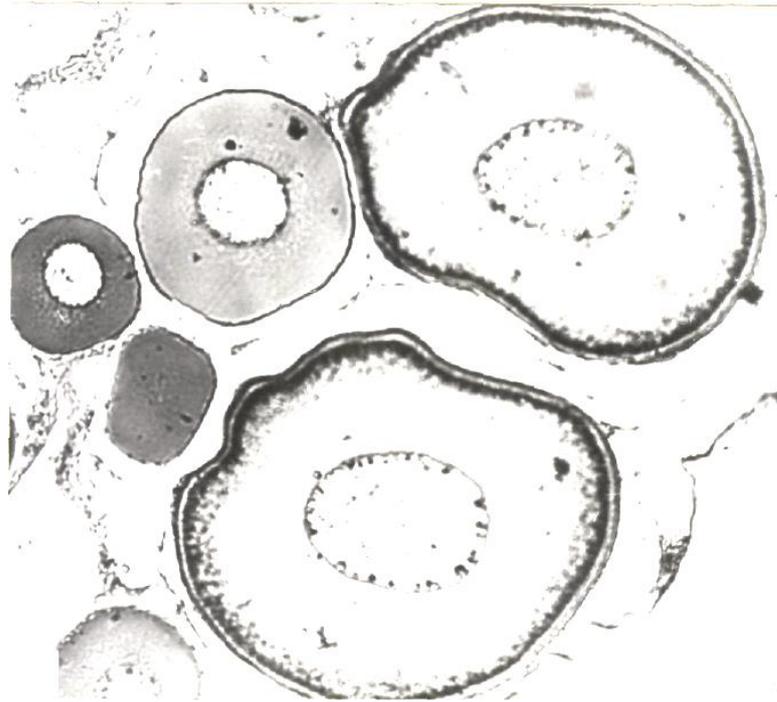


Рис.8. Яичник стерляди на II-III стадии зрелости. Ооциты старшей генерации на фазе Д₁-первоначального накопления желтка. Длина рыбы- 52см, возраст -9 лет.



Рис.9.Яичник стерляди на II-III стадии зрелости. Ооциты старшей генерации на фазе Д₁-образования околядерного желтка. Длина рыбы – 52 см, возраст -16 лет.

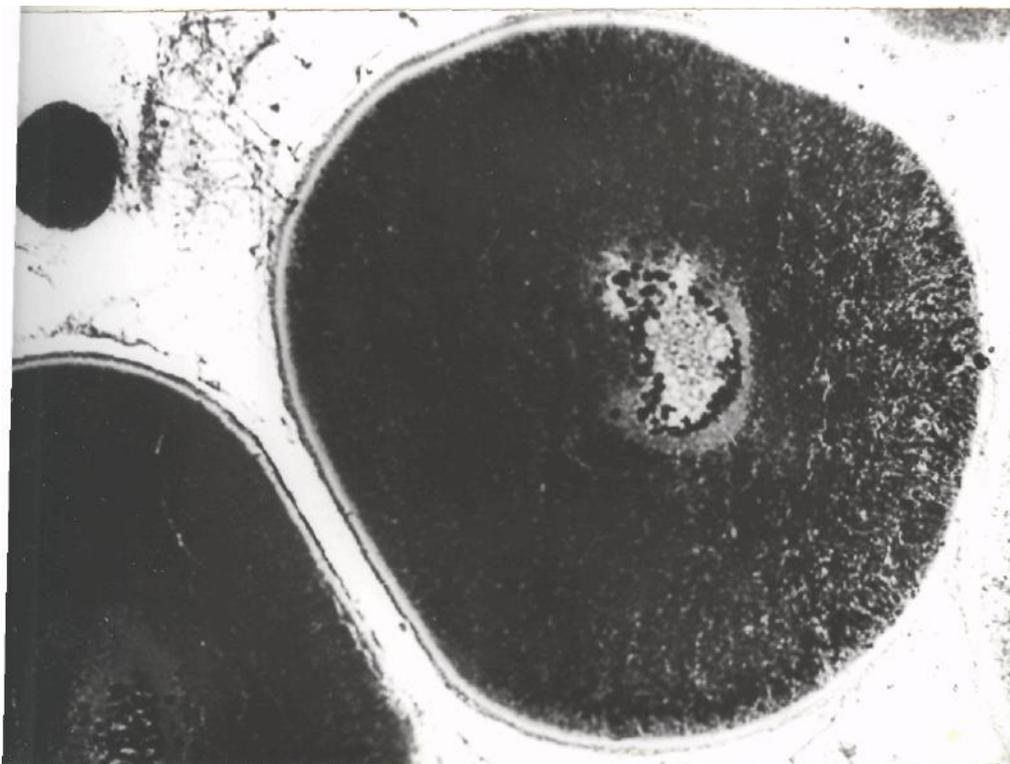


Рис.10.Яичник стерляди на II-III стадии зрелости. Ооциты старшей генерации на фазе Дз - заполненной желтком цитоплазмы. Длина рыбы -75см, возраст -12 лет.

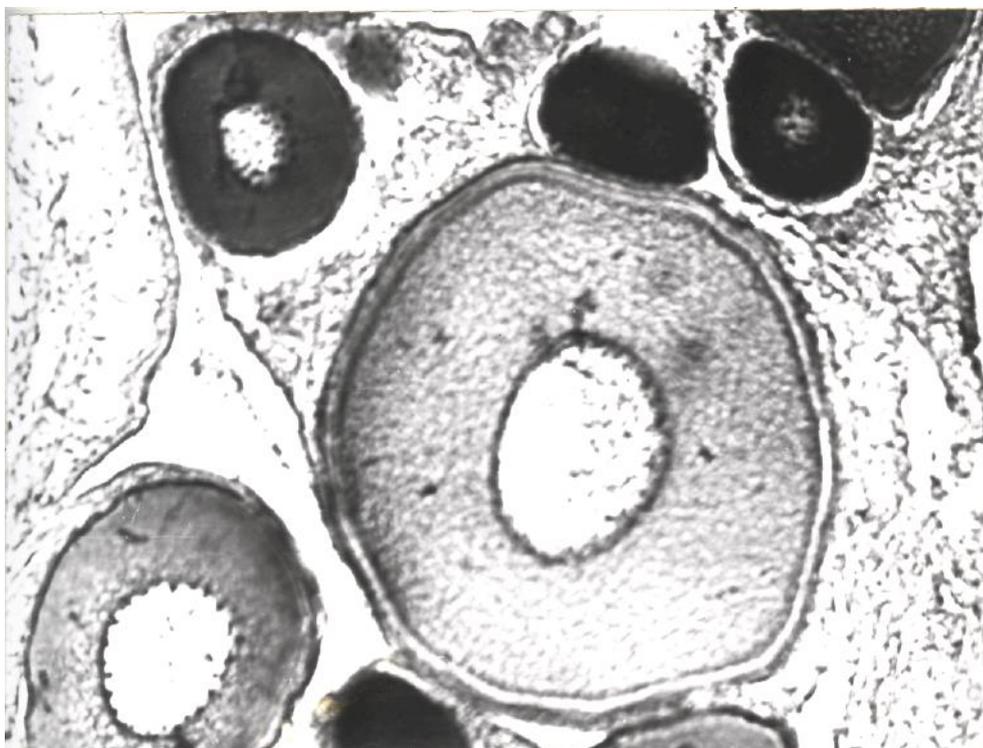


Рис.11. Яичник стерляди на VI (II-III) стадии зрелости. Ооцит в начале процесса накопления желтка. Длина рыбы -59,5см, возраст -14 лет.

ти наиболее крупные ооциты новой генерации имели диаметр более 0,50 мм и превышали размер таковых у самок на II и у подавляющего большинства самок на II жировой стадии. Следовательно, при повторном созревании дальнейшее развитие ооцитов начинается с более крупных размеров, чем у самок на II и II жировой стадиях. Таким образом, можно считать доказанным, что II и II жировая стадии зрелости встречаются у самок единственный раз в жизни. Размер наиболее крупных ооцитов может служить, в известной мере, критерием для выделения особей, ни разу не принимавших участия в нересте.

Зрелые ооциты в гонадах самок на IУ стадии достигали дефинитивных размеров - 2,1-2,3 мм по большому диаметру и находились на фазе сместившегося к анимальному полюсу ядра- фазе E₂ и на фазе растворения ядрышек - фазе E₃ (рис.12) по В.И.Шилову (1971). Наиболее развитые ооциты в яичниках самок на У1 стадии зрелости в нашем материале имели пенистую структуру цитоплазмы (рис.13) и находились в состоянии перехода к трофоплазматическому росту. Одна из отнерестовавших самок, пойманная в июне в районе с.Тенишево, уже имела ооциты, в которых начался процесс желтконопления. Это согласуется с наблюдениями А.В.Лукина (1947, 1977) и исследованиями Т.И.Фалеевой (1965), показавшими, что процесс вителлогенеза в ооцитах следующей генерации может начинаться еще до окончания воспалительных процессов в яичнике и полной резорбции невыметанных ооцитов. В.В.Заленский (1878), ссылаясь на наблюдения Л.П.Сабанеева, отмечает, что стерлядь после нереста начинает интенсивно питаться, и у нее очень быстро идет созревание половых продуктов. Так он пишет: "Известно, что через несколько месяцев после нерестования стерлядь уже имеет в яичниках почти зрелые яйца; тотчас же после нерестования яички являются в виде маленьких беловатых зернышек, все процессы развития маленьких беловатых яичек стерляди в большие зрелые яйца, процессы, которые заключаются в образовании желтка, в исчезании зародышевого пятнышка, образовании оболочки и проч., совершаются в сравнительно весьма короткий промежуток времени". D.Jankovic (1958) для дунайской стерляди также отмечает довольно быстрый переход отнерестовавших особей на стадию II-III.

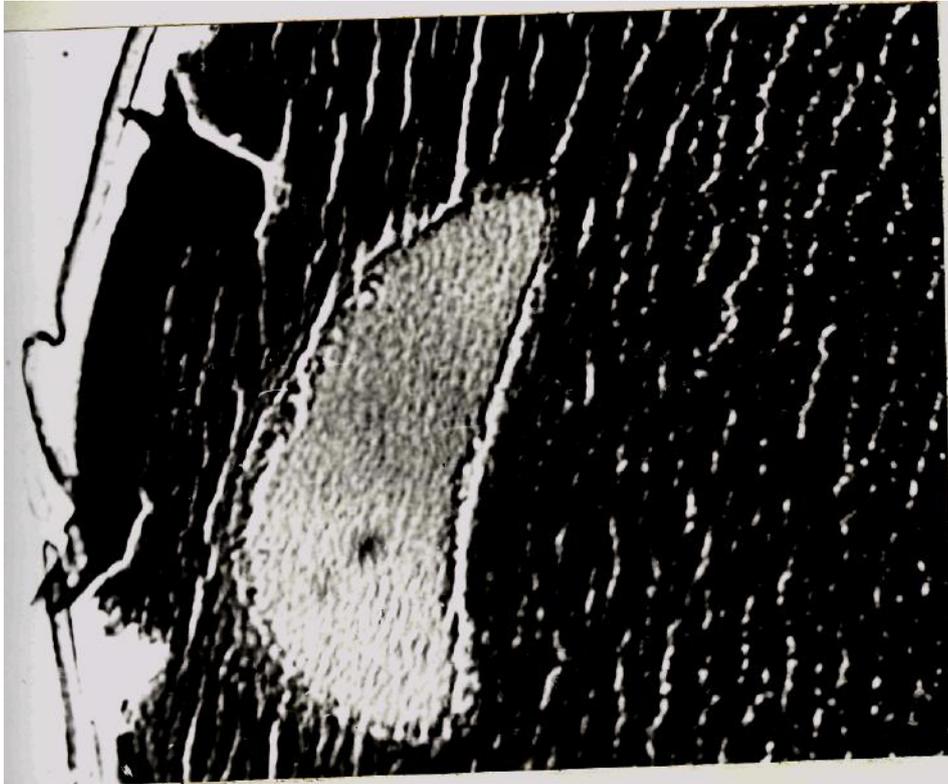


Рис.12. Ооцит стерляди на фазе Е3 - растворения ядрышек. Длина рыбы -58см, возраст - 14 лет.

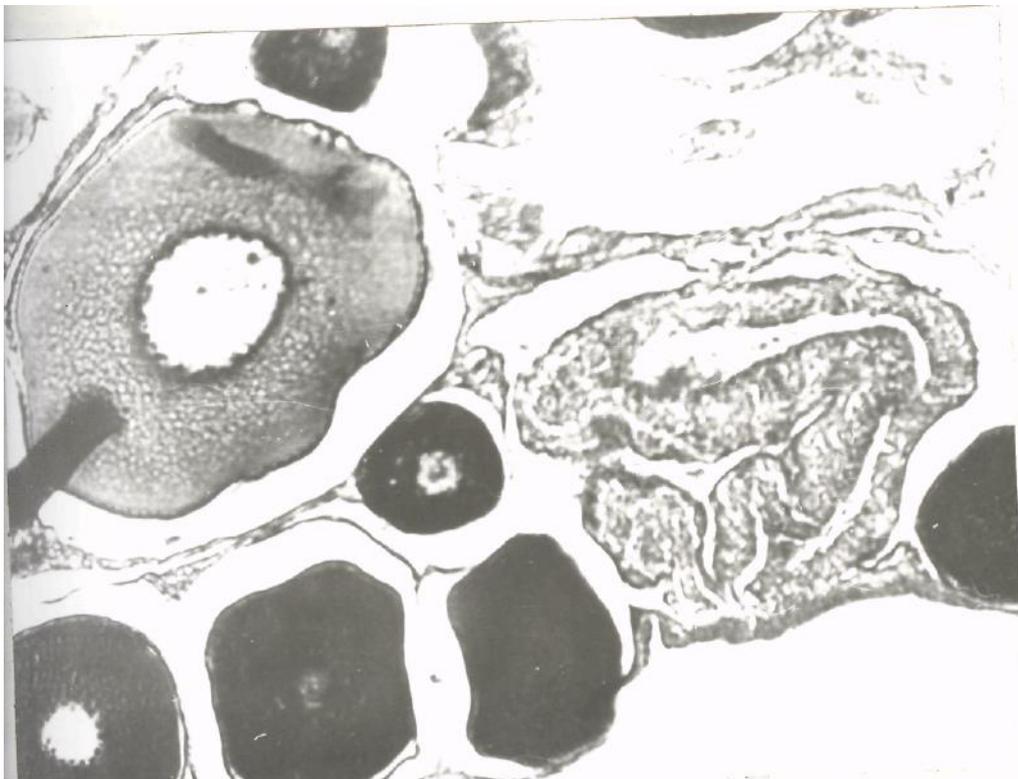


Рис.13. Пенная структура ооцита новой генерации в яичнике стерляди на У1 стадии зрелости. Видны пустые фолликулы. Длина рыбы -57,5 см, возраст - 22 года.

В дополнение ко всему сказанному можно привести факт поимки стерляди в районе с.Тенишево, в яичниках которой имелись ясные следы прошедшей резорбции икры, но ооциты новой генерации уже находились на фазе первоначального накопления желтка и имели белый цвет. Это весьма интересно, так как говорит о том, что даже при резорбции происходит созревание ооцитов новой генерации (Лукин, 1945; Фалеева, 1965).

Таким образом, все вышеизложенное приводит нас к определенному выводу : у самок стерляди, отметавших икру, после того, как в яичниках заканчивается воспалительный процесс, наблюдается II-III стадия зрелости, сопровождающаяся интенсивным процессом вителлогенеза в созревающих ооцитах. Последнее указывает на то, что такие рыбы вполне могут созреть к периоду нереста в следующем году.

Для более детальной характеристики размеров ооцитов в гонадах самок, находящихся на разных стадиях зрелости, мы приводим таблицу 20, в которой представлено распределение диаметров ооцитов стерляди для наиболее типичных случаев. Анализ данных таблицы показывает, что для II стадии характерна одновершинность в распределении диаметров ооцитов. В яичниках самок на II жировой стадии картина размерного ряда ооцитов несколько иная. В яичнике I характер распределения сходен с тем, что было на II стадии; диаметр наиболее крупных ооцитов не превышает 0,39 мм. В яичниках 2 и 3, где процесс созревания пошел дальше, размерный ряд становится более вытянутым в правую сторону за счет появления более крупных ооцитов, имеющих пенистую структуру цитоплазмы (рис.12), свойственную переходу к трофоплазматическому росту.

У самок на II-III стадии зрелости ооциты становятся еще крупнее, чем на II жировой стадии. В гонадах этих рыб размерный ряд ооцитов еще более растянут, а в яичнике 3 обнаруживается тенденция к появлению двувершинности. В наиболее крупных ооцитах этого яичника наблюдается процесс накопления желтка. В этой же таблице приведено распределение диаметров ооцитов в гонадах самки №56 (яичник 4), где, наряду с невыметанными, резорбирующимися икринками, хорошо выражен процесс роста ооцитов

новой генерации. Здесь, как и в яичнике 3, уже намечена дифференцировка ооцитов на 2 группы.

Таблица 20

Распределение ооцитов по размерам (в %) у самок стерляди на стадиях зрелости

Стадия зрелости	№ яичника	Диаметр ооцитов, мм											
		0,15 - 0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,63	0,71	0,79	0,87	0,95	1,03...	1,43
II	1	52	48										
	2	53	46	1									
	3	36	51	13									
II жир.	1	47	51	2									
	2	19	57	23	1								
	3	41	28	24	1								
II-III	1	33	31	22	11	2	1						
	2	16	27	25	26	4	2						
	3	7	15	32	20	10	3	10	3				
	4	5	19	31	17	10	12	6					
III	1	17	12	15	5	7	14	9	9	4	4	4	
	2	15	24	21	11	7		1		1	1	1	18
У1	1	20	30	20	17	10	3						
	2	12	30	40	14	2	2						

Стадия III характеризуется тем, что созревающие яйцеклетки имеют гораздо более крупные размеры, а само распределение диаметров ооцитов носит хорошо выраженный двувёршинный характер. В начале III стадии (яичник I) резкой границы между созревающими ооцитами, вовлеченными в интенсивный процесс вителлогенеза, и отстающими в росте ооцитами генерации следующего года не имеется. Для яичника 2, где развитие половой железы пошло значительно дальше, такое различие выражено довольно четко.

Для У1 стадии характерно, что наиболее крупные ооциты имеют диаметр от 0,55 до 0,63 мм и превышают те размеры, которых достигают ооциты в гонадах самок на II и II жировой стадиях.

Если проследить изменения размеров наибольших ооцитов в яичниках самок на разных стадиях зрелости в зависимости от длины особей, то можно отметить тенденцию к

увеличению диаметров ооцитов по мере возрастания размеров рыб (табл.21), которая наиболее четко прослеживается на стадиях I и II, а на II жировой и II-III стадиях подвержена колебаниям. Последнее можно объяснить тем, что четкой зависимости между размерами рыб и наступлением половой зрелости у стерляди не имеется.

Аналогичная тенденция увеличения среднего диаметра наиболее крупных ооцитов наблюдается и в зависимости от возраста самок (табл.22).

Таблица 21

Зависимость размеров наиболее крупных ооцитов (в мм) в яичниках от длины самок

Стадия зрелости	Показатели	Длина рыб, см										
		30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	75 - 80	
I – II	Диаметр ооцитов	0,22	0,22	0,23	0,26							
	Кол-во особей	1	8	3	1							
II	Диаметр ооцитов	0,24	0,25	0,25	0,30	0,30	0,33	0,36				
	Кол-во особей	1	11	19	16	13	4	2				
II жир.	Диаметр ооцитов		0,28	0,33	0,34	0,35	0,34	0,35	0,42	0,38	0,34	
	Кол-во особей		1	3	7	10	17	24	9	3	1	
II-III	Диаметр ооцитов			0,58	0,54	0,62	0,66	0,63	0,75	0,88		
	Кол-во особей			1	1	4	9	9	3	2		

Таблица 22

Зависимость размеров наиболее крупных ооцитов (в мм) в яичниках от возраста самок

Стадии зрелости	Показатели	Возраст рыб, лет														
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		16...	22
I-II	Диам. ооцит.	0,14	0,22	0,24												
	Число особей	1	11	1												
II	Диам. ооцит.	0,12	0,25	0,26	0,29	0,30	0,31	0,37	0,39							

	Число особей	1	18	14	8	8	11	4	2								
II жир.	Диам. ооцит.			0,28	0,32	0,31	0,34	0,35	0,39	0,32	0,45						
	Число особей			1	1	7	22	26	14	2	2						
II-III	Диам. ооцит.						0,54	0,54	0,60	0,86	0,52	0,87	0,60			1,06	0,60
	Число особей						1	2	15	1	1	3	4			1	1

При определении стадий половой зрелости самок стерляди по шкале А.В.Лукина (1941а, 1979) учитываются не только визуальные, макроскопические признаки яичников, но также и размеры ооцитов (имеются в виду тотальные промеры). Но в работах большинства авторов (Ольшванг, 1936; Молчанова, 1941; Шилов, 1971; Капкаева, 1977 и др.) приводятся размеры ооцитов на гистологических препаратах. При гистологической обработке яичников стерляди происходит закономерное уменьшение размеров яйцеклеток. Поэтому получается расхождение между размерами ооцитов при тотальных промерах на фиксированном материале и размерами их на гистологических срезах. Мы проследили, насколько уменьшаются размеры ооцитов стерляди при гистологической обработке. Это позволит сравнивать данные разных авторов о размерах ооцитов.

Для анализа взаимоотношения 2-х величин - размеров ооцитов при тотальных промерах и на гистологических срезах - было вычислено уравнение регрессии и построена теоретическая линия регрессии (рис.14). Коэффициент регрессии оказался равным 0,72. Следовательно, размеры ооцитов на гистологических препаратах составляют 72 % от размеров тех же ооцитов при тотальных измерениях. Кроме того, чтобы установить насколько тесно связаны эти два признака, был вычислен коэффициент корреляции, который оказался равным $0,91 \pm 0,03$. Это показывает тесную взаимосвязь рассматриваемых признаков и высокую достоверность полученных результатов.

Интересно было сравнить размеры ооцитов на гистологических препаратах яичников на разных стадиях зрелости с данными В.И.Шилова (1971) и Р.З.Капкаевой (1977), что показано в таблице 23.

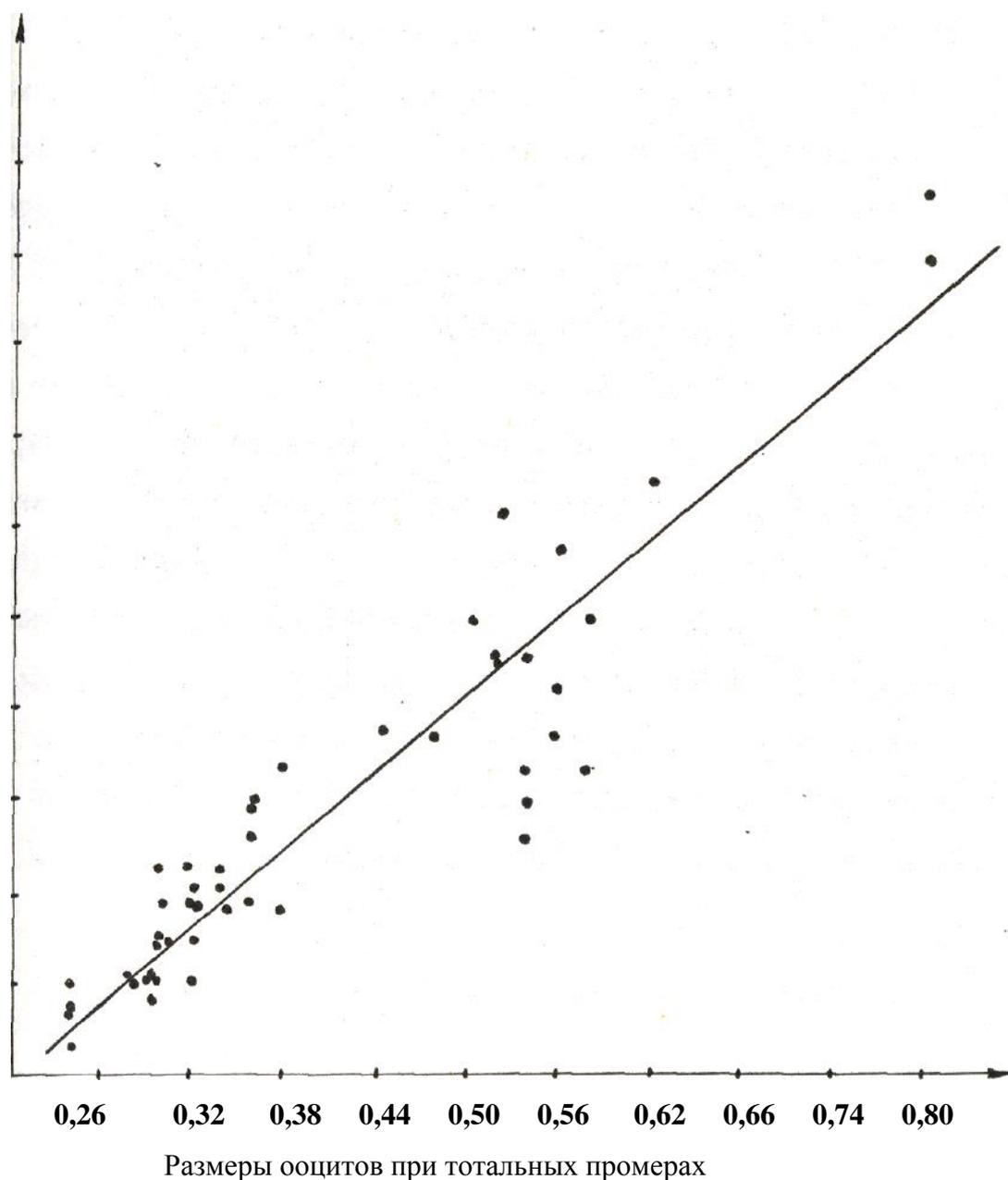


Рис.14. Зависимость размеров наиболее крупных ооцитов на гистологических препаратах от их размеров при тотальных промерах.

На II и II жировой стадиях размеры ооцитов почти совпадают с данными В.И.Шилова (1971) и Р.З.Капкаевой (1977). Наши данные для стадии II-III близки с результатами Р.З.Капкаевой (1977), но не вполне совпадают с данными В.И.Шилова (1971). Видимо, здесь сказывается некоторое различие в определении стадий зрелости у самок стерляди. Для У1 стадии наши

данные очень близки к результатам Р.З.Капкаевой (1977). К сожалению, В.И.Шилов (1971) данных о размерах ооцитов на гистологических препаратах яичников У1 стадии не приводит, но отмечает, что для яичников на этой стадии характерны те же ооциты, которые встречались

Таблица 23

Размеры ооцитов на гистологических срезах у самок на II, II жировой, II-III и У1 стадиях зрелости по данным разных авторов

Стадия зрелости	Размеры ооцитов, мм		
	Наши данные	В.И.Шилов (1971)	Р.З.Капкаева (1977)
II	0,16-0,42	0,13-0,42	0,15 и выше
II жир.	0,18-0,48	0,20-0,42	0,21-0,30
II- III	0,35-0,89	0,45-1,20	0,42-0,71
ооциты новой генерации			
У1	0,28-0,47	-	0,33-0,47

и в гонадах на II стадии зрелости. Как видно из вышеизложенного, наши данные сходны с данными других авторов. Таким образом, при гистологической обработке яичников стерляди происходит уменьшение размеров ооцитов, в среднем, на 28% по сравнению с тотальными промерами на фиксированном материале. Это относится ко всем ооцитам у самок на II, II жировой, II-III стадиях и к ооцитам периода малого роста у рыб на стадиях III, III-1У, 1У и У1 половой зрелости.

Одной из особенностей полового созревания стерляди в условиях Куйбышевского водохранилища является наблюдаемое у многих рыб значительное отложение жира в гонадах, чего в Волге, до зарегулирования речного стока, не наблюдалось (Шмидтов, 1939; Лукин, 1941, 1947). Наиболее интенсивно отложение жира происходит у рыб на II жировой стадии, чем объясняются довольно большие значения коэффициента зрелости у этой группы особей. Интересно отметить, что доля рыб со значительным отложением жира в гонадах среди самок стерляди намного больше, чем среди самцов. Так, в нашем материале за 3 года наблюдений особи на II жировой стадии составляли 37% от общего количества самок и лишь 6% от всего количества самцов. Самцы менее чутко реагируют на неблагоприятные изменения среды, на

что указывали А.В.Лукин (1945, 1947) и К.И.Васянин (1949) при изучении послезаморных явлений. Этот факт отмечал также Н.С.Строганов (1952, 1968), исследовавший половое созревание стерляди, содержащейся в прудах. Кроме того, здесь сказывается различие в характере жиронакопления в гонадах у самцов и самок. У самцов жир откладывается в железе за пределами генеративной части, в то время как у самок - как в самой генеративной части, так и снаружи от нее (Шилов, 1971).

Степень выраженности процесса отложения жира в гонадах стерляди в большой мере зависит от величины воздействия подпора плотины ГЭС: чем сильнее выражен подпор, тем более высокие показатели имеет коэффициент зрелости у самок на II жировой стадии (Лукин, 1977а). Вероятно, почти полное отсутствие течения и большое количество корма в нижних участках водохранилища вызывает задержку полового созревания и способствует значительному накоплению жира в гонадах рыб. Величина коэффициента зрелости неодинакова в разные годы. Так, например, в районе наших наблюдений коэффициент зрелости самок на II жировой стадии имел следующие значения (табл. 24).

Обращает на себя внимание то, что коэффициент зрелости у некоторых самок на II жировой стадии превышает таковой у самок на II-III и более зрелых стадиях (табл.25).

Следовательно, развитие ооцитов происходит, в известной мере независимо от накопления жира в гонадах (Трусов, 1972; Лукин, 1977а), т.е. процесс жиронакопления не совпадает с процессом желткакопления. Подтверждает этот вывод и гистологический анализ яичников стерляди, что было показано выше. Таким образом, по величине коэффициента зрелости нельзя с достаточной точностью судить о степени зрелости гонад стерляди. В подтверждение этому приводим таблицу 26.

Таблица 24

Величина коэффициента зрелости самок стерляди на II жировой стадии в разные годы

Место, год	Коэффициент зрелости, %				Среднее	Количество рыб
	1,00 - 2,00	2,00 - 3,00	3,00 - 4,00	4,00 - 5,00		
Тенишево, 1977 г.	22	11			1,80	33

Теньки, 1978 г.	19	8				1,82	27
Тенишево, 1978 г.	7	2	3			2,14	12
Тенишево, 1979 г.	8	8	1			2,04	17
Теньки, 1979 г.	51	22	7	4		2,01	84

Таблица 25

Величина коэффициента зрелости у самок стерляди на разных стадиях зрелости

Стадия зрелости	Коэффициент зрелости, %														Кол-во рыб	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14
I, II	162	27														189
II жир.		107	51	11	4											173
II-III	1	24	15	10												50
III		1	2	3	1	1	1									9
III-IV				1		7	5	3	2	5	1			1		25
У1		6	2	1	1											10

Таблица 26

Диаметр наиболее крупных ооцитов (мм) у самок стерляди на разных стадиях в зависимости от коэффициента зрелости

Стадия зрелости	Коэффициент зрелости, %														Кол-во рыб	
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5				
II	0,24	0,30	0,32													78
II жир.			0,34	0,36	0,37	0,34	0,33	0,38	0,42							74
II-III			0,57	0,62	0,59	0,74	0,76	0,69								28
III							1,26				1,26	1,36				3
У1			0,58	0,64			0,58									3

Для того, чтобы детально разобраться в процессе жиронакопления в гонадах самок стерляди в связи с половым созреванием, было проведено определение содержания жира в яичниках рыб на разных стадиях зрелости. Нужно сказать, что литературных сведений о

подобных исследованиях по стерляди нами не обнаружено. Хотя известно, что особенности жиронакопления в значительной степени определяют характер полового созревания рыб (Luhman, 1935; Кривобок, Тарковская, 1957; Шульман, 1960; Белянина, Макарова, 1965 и др.). Результаты наших исследований представлены в таблице 27.

Таблица 27

Содержание жира в гонадах самок стерляди на разных стадиях зрелости

Стадия зрелости	Содержание жира, %		Количество рыб
	Колебания	Среднее	
II	21,60-52,72	38,64	6
II жир.	32,08-92,20	51,61	33
II-III	14,72-79,13	49,92	26
III	31,68-45,98	38,83	2
III-1У	16,63-30,20	23,71	10
У1	1,98-5,24	3,61	2

Наибольшее содержание жира в гонадах стерляди наблюдается на II жировой стадии, когда оно может достигать 92 % от веса органа. Этот факт отмечается также для осетра и севрюги (Кривобок, Тарковская, 1967). Накопление жира в гонадах у осетровых рыб является необходимой предпосылкой перехода ооцитов к вителлогенезу (Трусов, 1964; Серебрякова, 1964; Макеева, Сагитов, 1979 и др.). В полости тела стерляди жира откладывается мало, что характерно и для других осетровых. Главным образом, он концентрируется в стенках яичников и на яйценосных пластинках, а также в мышцах. У стерляди, как и у других рыб (Виноградская, 1954; Соколов. Шатуновский, Шуст, 1966; Кривобок, Тарковская, 1967, 1970; Найденова, 1967; Крыхтин, 1978 и др.), дальнейшее созревание гонад сопровождается отложением жира уже в самих ооцитах с одновременным его изъятием из стенок яичника. В результате этих противоположных процессов, учитывая значительные энергетические затраты на развитие созревающих ооцитов, в частности, на белковый синтез (Шульман, 1958, 1960), общее относительное количество жира в яичниках самок на III и III-1У стадиях становится меньше, чем на предыдущих стадиях, когда в строме яичника содержится много жира. Аналогичная картина наблюдается и у калуги (Крыхтин, 1978). Таким образом, к моменту

окончательного созревания гонад, основная масса жира сосредотачивается в икре, а в стенках яичника остаются его следы. В яичниках самок на У1 стадии зрелости содержание жира резко уменьшается (до 3,61%) за счет выметывания икры, содержащей большое количество жира. К сожалению, мы не располагали яичниками самок стерляди на 1У стадии. Г.А.Друккер (1932), М.Н.Кривобок и А.Я.Сторожук (1970) приводят следующие данные по жирности зрелой икры других представителей осетровых (табл.28). Видимо, близкие результаты следует ожидать и для яичников зрелых самок стерляди.

Таблица 28

Содержание жира (%) в зрелой икре осетровых рыб по данным разных авторов

Вид рыбы	Содержание жира в икре, %		
	Г.Друккер (1932)	М.Н.Кривобок и А.Я.Сторожук (1970)	
		колебания	среднее
осетр	11,20-17,35	10,6-16,2	13,2
севрюга	14,08-16,89	-	-
шип	12,09-13,48	-	-

Весьма интересно было проследить зависимость содержания жира в яичниках самок на разных стадиях зрелости от некоторых морфобиологических показателей самок.

Изменение содержания жира в яичниках стерляди в зависимости от коэффициента зрелости показано в таблице 29. У самок на II жировой стадии с увеличением коэффициента зрелости содержание жира в гонадах возрастает. Это вполне закономерно и объясняется тем, что увеличение коэффициента зрелости самок на II жировой стадии обусловлено отложением больших количеств жира в гонадах. Сходная тенденция отмечается и для самок на II-III стадии. Однако у рыб этой группы с наибольшим коэффициентом зрелости (3,5-4,5%) содержание жира в яичниках вновь падает. Последнее связано с тем, что увеличение веса яичников по отношению к весу тела происходит уже за счет развития самих созревающих ооцитов, а не накопления жировой массы. Для самок на III-1У стадии зрелости можно

отметить уменьшение содержания жира в гонадах по мере возрастания коэффициента зрелости, т.е. по мере дальнейшего созревания яичников.

Таблица 29

Содержание жира (%) в гонадах самок на разных стадиях зрелости в зависимости от коэффициента зрелости

Стадия зрелости	Коэффициент зрелости, %																	
	0,5	-	1,5	-	2,5	-	3,5	-	4,5	-	5,5	-	6,5	-	7,5	-	8,5	
II	<u>38,6</u>																	
	6																	
II жир.	<u>42,8</u>		<u>52,3</u>		<u>58,7</u>		<u>63,8</u>											
	9		15		8		1											
II-III	<u>38,4</u>		<u>49,7</u>		<u>59,4</u>		<u>47,0</u>											
	5		12		7		2											
III					<u>31,7</u>				<u>46,0</u>									
					1				1									
III-IV							<u>25,3</u>		<u>29,6</u>		<u>25,7</u>		<u>17,5</u>		<u>21,7</u>			
							1		1		2		2		2			
У1	<u>5,24</u>				<u>1,98</u>													
	1				1													

Примечание. Здесь, а также в таблицах 30, 31, 32 в числителе приводится содержание жира в яичниках, а в знаменателе – количество данных.

Связь жирности гонад самок на разных стадиях зрелости с диаметром наиболее крупных ооцитов оказалась следующей (табл.30). Среди самок на II жировой стадии наибольшее содержание жира наблюдается в яичниках, в которых размер, достигаемый ооцитами, не превышал 0,30 мм. При визуальном рассмотрении генеративная часть этих яичников небольшая, не различимая снаружи и облекаемая со всех сторон жировыми массами. По мере увеличения диаметра наиболее крупных ооцитов жирность гонад самок на II жировой стадии несколько падает, а затем вновь возрастает. В яичниках самок на II-III стадии содержание жира с увеличением диаметра наиболее крупных ооцитов постепенно уменьшается и

достигает минимума в тех половых железах, которые имеют наибольшие по размерам ооциты и почти не отличаются от гонад на III стадии. Подобная тенденция наблюдается и в яичниках самок на III-IV стадии зрелости. Диаметр наиболее крупных ооцитов характеризует степень зрелости гонад - для более зрелых яичников характерны более крупные ооциты. Поэтому уменьшение жирности яичников по мере увеличения размера, достигаемых наиболее развитыми ооцитами, связано, как уже отмечалось выше, с дальнейшим созреванием гонад.

Анализ динамики жиронакопления в гонадах самок, находящихся на разных стадиях, в зависимости от длины рыб (табл.31) показывает, что содержание жира в яичниках самок на II

Таблица 30

Содержание жира (%) в гонадах самок на разных стадиях зрелости в зависимости от диаметра наиболее крупных ооцитов

Стадия зрелости	Диаметр наиболее крупных ооцитов, мм									
	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40	0,40 - 0,60	0,60 - 0,80	0,80 - 1,00	1,00 - 1,20	1,20 - 1,40	1,40 - 1,60	1,60 - 1,80	1,80 - 2,00
II		<u>37,8</u> 4								
II жир.	<u>61,2</u> 5	<u>48,2</u> 21	<u>56,0</u> 6							
II-III			<u>52,2</u> 11	<u>50,1</u> 9	<u>48,9</u> 3	<u>36,9</u> 3				
III							<u>38,8</u> 2			
III-IV								<u>26,5</u> 3	<u>22,7</u> 4	<u>19,7</u> 3
IV				<u>3,6</u> 2						

Таблица 31

Содержание жира (%) в гонадах самок на разных стадиях зрелости в зависимости от длины рыб

Стадия зрелости	Длина рыб, см				
	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	
II	<u>44,6</u> 3	<u>32,8</u> 3			
II жир.	<u>40,7</u>	<u>47,5</u>	<u>57,7</u>	<u>49,1</u>	

	5	11	16	1
II-III	<u>42,8</u>	<u>48,3</u>	<u>54,0</u>	<u>43,0</u>
	2	11	11	2
III			<u>38,8</u>	
			2	
III-1У	<u>17,0</u>	<u>25,9</u>	<u>24,4</u>	
	2	4	4	
У1		<u>3,6</u>		
		2		

стадии с увеличением линейных размеров падает. Правда, количество обработанных яичников в этой группе было небольшим (6 экз.). Для особей на II жировой стадии характерно возрастание жирности по мере увеличения длины рыб, за исключением наиболее крупных самок (длиной 70-80 см), в яичниках которых количество жира уменьшается. Аналогичная тенденция может быть отмечена также для самок на стадии II-III. В отношении особей на III-1У стадии зрелости можно сказать следующее. Наименьшее количество жира в гонадах имеют самые мелкие самки - длиной до 50 см. С увеличением размеров рыб жирность яичников возрастает и держится, примерно, на одном уровне. Сходная картина наблюдается при рассмотрении зависимости содержания жира в яичниках стерляди от веса рыб (табл.32).

Таблица 32

Содержание жира (%) в гонадах самок на разных стадиях зрелости в зависимости от веса рыб

Стадия зрелости	Вес рыб, г					
	0 - 400	400 - 800	800 - 1200	1200 - 1600	1600 - 2000	2000 - 2400
II	<u>52,7</u>	<u>35,8</u>				
	1	5				
II жир.	<u>41,3</u>	<u>42,9</u>	<u>57,0</u>	<u>54,9</u>	<u>49,1</u>	
	4	6	11	11	1	
II-III	<u>38,6</u>	<u>40,1</u>	<u>51,6</u>	<u>61,6</u>	<u>45,8</u>	
	1	5	11	5	3	
III			<u>31,7</u>	<u>46,0</u>		
			1	1		
III-1У	<u>16,6</u>	<u>26,0</u>	<u>22,6</u>	<u>25,7</u>		<u>22,5</u>

	1	3	3	2		1
У1		<u>3,6</u> 2				

Глава 5. Опыт рыборазведения в искусственной гидроэкосистеме

Одним из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений рыбоводства является выращивание рыбы в промышленных установках. Это направление, в отличие от традиционных форм рыбоводства, не требует больших земельных площадей и водных ресурсов, обеспечивает значительную рыбопродукцию на единицу объема рыбоводной емкости (200 кг/куб.м), до минимума сводит потери комбикорма, позволяет довести выработку на одного рабочего до 100 кг товарной рыбы в год. Кроме того, выращивание рыбы данным способом поддается управлению вплоть до полной автоматизации всех процессов, позволяет создавать как целые рыбоводные комплексы, так и отдельные установки, которые можно использовать в условиях любых отраслей и производств в виде подсобных хозяйств для получения товарной продукции.

В 1988 – 1990 гг. нами была разработана экспериментальная рыбоводная установка, на которой была отработана технология выращивания карпа. В этой работе активное участие принимали Котов Ю.С., Гильмутдинов Р.Б., Назарова Л.Б., Зялаева Р.Г.

Экспериментальная рыбоводная установка (ЭРУ) представляет собой проточную открытую систему с частичной, механической очисткой воды. Принципиальная схема ЭРУ приведена на рис. 15. Вода для рыбоводной установки с помощью насоса ВКС 1/16а-У2/ производительностью 3,6 куб.м/ч из водонакопительного водоема, где водопроводная вода дехлорируется путем отстаивания, по трубе диаметром 50 мм подается в водоподогреватель (5), в котором вода нагревается с помощью ТЭНов, разделенных на 3 группы. Из водоподогревателя вода поступает в смесительную емкость (4), откуда насосом (б) производительностью 5 куб.м/ч подается в рыбоводные емкости (1) в их нижнюю часть.

Рыбоводные емкости в количестве 6 шт. и объемом 1,35 куб.м каждая относятся к силосному типу, имеют цилиндрическую форму со скошенным дном, куда подходит водоподающая труба. Предусмотрена возможность слива воды из рыбоводных емкостей в случае отключения циркуляции воды в системе. В этом случае вода из емкостей сливается в

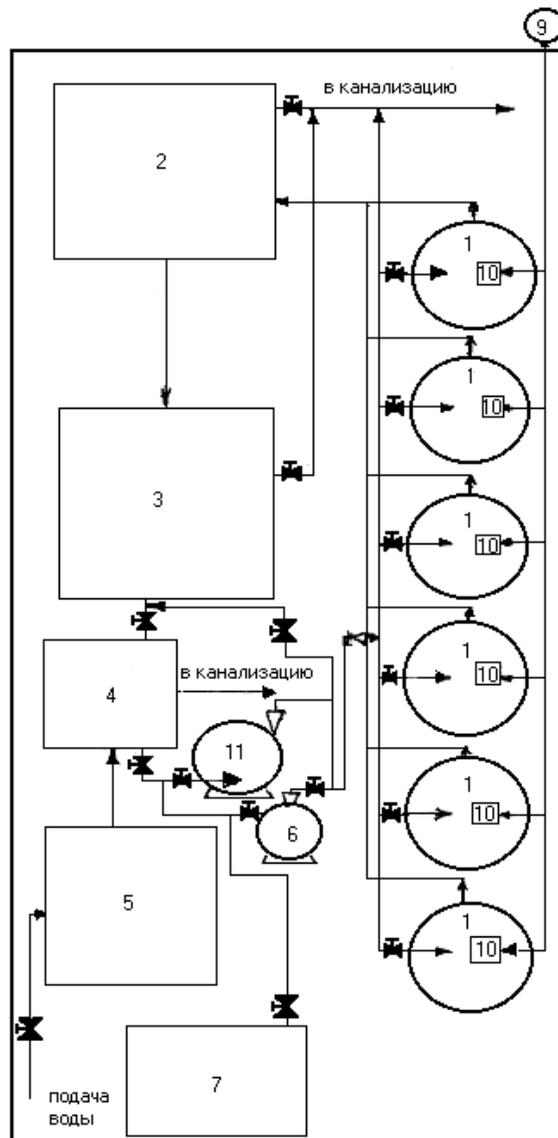


Рис.15. Принципиальная схема экспериментальной рыбоводной установки.

канализацию по водоподающей трубе, которая на конце для этого снабжена вентилем. В нижних и верхних отверстиях рыбоводных емкостей, для предотвращения попадания в трубы рыбы, установлена предохранительная сетка. Далее вода из отверстий в верхней части рыбоводных емкостей поступает в приемную трубу (диаметр 200 мм), по которой течет в отстойник (2), снабженный перфорированными перегородками. Из верхней части отстойника

отстоянная вода поступает в гравийный фильтр (3), откуда она вливается в смесительную емкость. Излишняя вода из смесительной емкости по трубе (диаметр 50 мм) сливается в канализацию. Между циркуляционным насосом и рыбоводными емкостями находится обратный клапан (8), а вода в рыбоводные емкости поступает через задвижки (диаметр 50 мм). Отстойник снабжен сливной трубой с задвижкой (диаметр 100 мм). Предусмотрена обратная промывка фильтра с помощью резервного циркуляционного насоса (11) производительностью 30 куб.м/ч. Для отсаживания больных рыб предусмотрена резервная емкость (7), соединенная с общей системой циркуляции воды. Аэрация воды в рыбоводных емкостях осуществляется с помощью воздуходувки (9) через фильтросные трубы (10), расположенные в каждой емкости. Имеются 2 воздуходувки, которые работают попеременно.

В рыбоводных емкостях с помощью автоматики поддерживается оптимальная для карпа температура воды (23-25°C).

Кормление рыбы осуществляется с помощью автокормушек «Рефлекс», установленных на каждой рыбоводной емкости. Оптимальный штат для ЭРУ - 6 человек, из них: рыбовод-1 чел., инженер-гидрохимик – 1 чел., дежурные рабочие – 4 чел.

Перед посадкой годовиков карпа все узлы экспериментальной рыбоводной установки дезинфицируются негашеной известью и марганцовокислым калием, растворы которых лучше добавлять в смесительную или в рыбоводные емкости.

Общий объем шести рыбоводных емкостей в ЭРУ составляет 8,1 куб.м. При массе посадочного материала (годовики) в 50 г, и существующей аэрации воды в установке воздухом плотность посадки рыб составляет 120-140 экз./куб.м, но не более 150 экз./куб.м. При более плотной посадке необходима аэрация кислородом.

Учитывая требования температурной адаптации, с помощью пульта управления, регулируя работу группы ТЭНов в водоподогревателе, в рыбоводных емкостях установки устанавливают ту же температуру воды, которая имеется в емкостях с посадочным материалом. После посадки годовиков карпа в рыбоводные емкости, постепенно, соблюдая максимальную осторожность, повышают температуру воды в них до оптимальных значений:

23-25°C. Зная количество рыбы, помещенное в ту или иную емкость, T° воды и массу сеголеток, рассчитывается суточная норма кормления для каждой рыбоводной емкости. Кроме того, посадочный материал перед помещением его в емкости должен быть рассортирован по весовым группам, и в каждую рыбоводную емкость должны быть посажены достаточно близкие по весовым показателям сеголетки карпа.

С помощью системы управления ЭРУ температура воды в рыбоводных емкостях поддерживается на оптимальном уровне. Содержание кислорода в воде постоянно регистрируется с помощью кислородомера. Для контроля за качеством воды в ЭРУ в ходе выращивания рыбы проводится ежедневный оперативный гидрохимический анализ по основным ингредиентам, результаты которого записываются в журнал. Обслуживающий персонал на ЭРУ должен контролировать работу всех узлов системы, действовать в соответствии с инструкцией по эксплуатации рыбоводной установки и инструкцией дежурному по обслуживанию ЭРУ. В частности, дежурный должен два раза в сутки засыпать корм в кормушки, каждые 2-3 часа сливать загрязненную воду из отстойника, следить за температурой воды, содержанием кислорода в рыбоводных емкостях, переключать воздуходувки. Поскольку аэрация воды в ЭРУ осуществляется непосредственно в рыбоводных емкостях, то усиленный барботаж, особенно на первых порах, когда рыба небольшая, отпугивает годовиков от кормушек, и формирование рефлекса питания «по потребности» задерживается. Поэтому необходимо после 2-3 часов работы одной воздуходувки делать десятиминутный перерыв, в течение которого путем периодического встряхивания штыря автокормушки способствовать выработке рефлекса. Затем включается вторая воздуходувка.

С первых дней цикла выращивания рыбы в ЭРУ должны проводиться дезинфекционные и профилактические мероприятия для предотвращения заболеваний рыб.

После достижения рыбой навески в 120-130г, для поддержания необходимого количества кислорода в воде рыбоводных емкостей аэрации воздухом оказывается недостаточно. Поэтому дополнительно применяется аэрация кислородом. Возможен следующий вариант: в течение двух часов аэрация осуществляется воздухом за счет первой воздуходувки, затем она

отключается и в течение 5 минут в рыбоводные емкости подается кислород. Затем делается десятиминутный перерыв в аэрации, когда рыба в отсутствии барботажа кормится из автокормушек, после чего на 2 часа включается вторая воздуходувка и цикл повторяется.

Согласно «Сборнику нормативно-технологической документации...» (1986), цикл выращивания карпа от массы 50г до товарной массы продолжается 3 месяца. Во второй половине цикла обостряется проблема загрязнения воды в рыбоводной установке. Поэтому необходимо 2 раза в неделю чистить стенки рыбоводных емкостей, отстойника от обрастаний и оседающих частиц, и один раз в неделю проводить тщательную промывку фильтра, гравийная загрузка которого подвержена обрастанию и загрязнению.

Ежедекадно проводятся контрольные обловы рыбы, по результатам которых пересчитываются суточные нормы кормления карпа. При соблюдении всех вышеуказанных мероприятий отход рыбы в ЭРУ не превышает нормы, а кормовой коэффициент составляет около 2,5.

Облов товарной рыбы осуществляется после отключения подкачки воды в системе и осушения рыбоводных емкостей путем сброса воды из них в канализацию.

Заключение

В Среднем Поволжье отмечается большое количество водоемов разного типа (реки, озера, пруды, водохранилища), среди которых особое место занимает Куйбышевское водохранилище, являющееся одним из крупнейших в Европе. В ходе наших многолетних исследований, проводившихся в верхней части водохранилища – Волжском плесе, было отмечено 27 видов рыб. В систематическом плане исследованные виды относились к 8 семействам: карповые (15 видов), окуневые (4 вида), вьюновые (3 вида), тресковые, осетровые, щуковые, сомовые, морские иглы – по 1 виду. По численности за весь период исследований в материале по взрослым рыбам доминировали лещ, густера, синец, окунь и плотва, а среди молоди – укляя, плотва и язь. Большинство видов относятся к понто-каспийскому пресноводному и бореальному равнинному фаунистическим комплексам, что характерно и для других водоемов Среднего Поволжья. Как указывает В.А.Кузнецов (1997, 2000, 2003), экосистема Куйбышевского водохранилища находится в фазе «дестабилизации», которая характеризуется разбалансированностью экосистемы и связана, в первую очередь, с усилением антропогенного воздействия на водоем. В отношении ихтиофауны признаки дестабилизации проявляются в снижении видового разнообразия молоди рыб, снижении устойчивости пополнения запасов рыб, возрастании в теле рыб содержания тяжелых металлов и других поллютантов (нарушает ход гаметогенеза), увеличении аномалий разного рода, ухудшении ряда биологических показателей рыб, в структурных перестройках в ряде популяций, ухудшении качественного состава ихтиофауны, снижении промыслового вылова рыб. Наши данные подтверждают многие из этих моментов, в частности, уменьшение доли ряда ценных промысловых видов в уловах (судака, чехони, стерляди и др.), резкое уменьшение доли крупного леща, превышение ПДК по ряду тяжелых металлов (свинец, кадмий, никель) и т.д.

В отношении ихтиофауны исследованных озер Среднего Поволжья можно отметить следующее. Ихтиофауна исследованных озер Среднего Поволжья не отличается высоким видовым разнообразием. Это, видимо, объясняется генезисом озер (многие - карстового происхождения), небольшим разнообразием биотопов и негативным антропогенным воздействием. Лишь в 5-ти озерах (Югидем, Раифское, Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан) было обнаружено от 8 до 10 видов рыб; в большинстве водоемов (18 озер) было отмечено от 3 до 5 видов; в 13-ти озерах было обнаружено лишь по одному виду. В систематическом отношении большинство видов (61,1%) относится к семейству карповых, что характерно для водоемов Среднего Поволжья. Другие обнаруженные семейства рыб (окуневые, головешковые, рогатковые, балиторевые, вьюновые, тресковые) представлены лишь одним каким-либо видом. Исследованные в озерах виды рыб относятся к 5-ти фаунистическим комплексам: бореальный равнинный (7 видов), понто-каспийский пресноводный (6), бореальный предгорный (2), верхнетретичный равнинный (1), арктический пресноводный (1). По характеру нерестового субстрата доминирует группа фитофильных рыб (13 видов из 18). По характеру размножения преобладают порционнонерестующие виды (11 видов) над единовременнонерестующими (7 видов). В отношении питания наиболее массовой группой являются бентофаги (11 видов), существенно меньше число хищных видов (3) и зоопланктофагов (2). По отношению к течению воды доминируют общепресноводные виды (13 видов), к лимнофильным относится 4 вида.

В верхней части реки Свияга по нашим данным отмечается 17 видов рыб, из которых большая часть (70,6 %) относится к семейству карповых – 12 видов (плотва, язь, уклея, голавль, лещ, елец, верховка, красноперка, пескарь, жерех, сазан, подуст), 3 вида – к семейству окуневых (окунь, судак, ерш) и по 1 виду - к семействам щуковых (щука) и балиторевых (голец усатый). В фаунистическом отношении преобладают представители понто-каспийского пресноводного (8 видов) и бореального равнинного (7 видов) фаунистических комплексов, единично представлены верхнетретичный равнинный (сазан) и бореальный предгорный (голец). Интересно отметить, что в рассматриваемом районе отмечались, наряду с

общепресноводными, как типично реофильные (елец, голавль, пескарь), так и лимнофильные виды (верховка), что обусловлено высоким разнообразием биотопов в районе исследования.

Одним из направлений наших исследований было изучение особенностей полового созревания стерляди – ценнейшего представителя ихтиофауны Куйбышевского водохранилища. В результате гистологического анализа яичников стерляди и промеров ооцитов было доказано следующее: к самкам на II и III жировой стадиях зрелости относятся рыбы, ни разу не принимавшие участия в нересте; среди самок на II-III стадии встречаются как впервые, так и повторно готовящиеся к нересту самки; созревание ооцитов в яичниках отнерестившихся особей происходит настолько быстро, что при нормальных условиях нереста и развития икры, эти самки вполне могут принять участие в размножении весной следующего года. При гистологической обработке яичников стерляди происходит уменьшение размеров ооцитов на 28% по сравнению с тотальными, непосредственными промерами на фиксированном материале. Изучение характера жиронакопления в гонадах стерляди показало, что в яичниках самок на II жировой стадии наблюдается наибольшее содержание жира, которое постепенно уменьшается по мере созревания гонад и достигает минимума на IV стадии. Динамика содержания жира в яичниках в зависимости от морфобиологических показателей самок на каждой стадии зрелости имеет свои особенности.

Другим, более практическим направлением наших исследований было одно из наиболее перспективных направлений аквакультуры – индустриальное рыбоводство, а точнее отработка оптимальной технологии выращивания карпа в циркуляционной рыбоводной установке. Была создана оригинальная экспериментальная рыбоводная установка, позволяющая получать при небольшой занимаемой площади и небольших объемах рыбоводных емкостей в короткие сроки товарную рыбоводную продукцию в виде карпа навеской 300-500 грамм.

Литература

Алабастер Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.- 344 с.

Беянина Т.Н., Макарова Н.П. Некоторые закономерности распределения жира в организме рыб в связи с созреванием гонад // Теоретические основы рыбоводства. – М.: Наука, 1965. - С.42-46.

Бергман И.А., Витинь И.В. Количественная характеристика и физиологическое действие некоторых микроэлементов в организме радужной форели в период раннего онтогенеза // Микроэлементы в организме рыб и птиц. - Рига: Зинатне, 1968. - С. 5 - 16.

Бергман Ш.А., Илзинь А.Э. Распределение микроэлементов марганца, железа, меди и цинка в органах и тканях пресноводных промысловых рыб // Микроэлементы в организме рыб и птиц. - Рига: Зинатне, 1968. - С. 19-32.

Васянин К.И. Влияние заморозов и запуска рыболовства на воспроизводство запасов стерляди // Изв. Казан. фил. АН СССР /Сер.биол. и с.-х.наук. – 1949, вып.1. - С.159-165.

Виноградская С.С. Изменение химического состава икры некоторых рыб Черного моря в процессе ее созревания // Зоологический журнал. - 1954, т.33, вып.1. - С.139-148.

Водовозова И.В. Уровень содержания ТМ в органах и тканях каспийских сельдей // Первая Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Тезисы докладов. - Рига, 1988.Ч.1. - С. 71 - 73.

Вотинов Н.П. Яичник севрюги в период нерестной миграции, нереста и поката // Тр.лабор. основ рыбоводства, 1947, т.1. - С.139-154.

Гапеева М.В., Цельмович О.Л. Статистические связи между содержанием меди и цинка в воде, донных отложениях, олигохетах и лещах Рыбинского водохранилища // Первая

Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Тезисы докладов. - Рига, 1986. - С. 18 - 20.

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения. – М : Изд-во АН СССР, 1954. – 216 с.

Друккер Г.А. К весовому и химическому составу яичников и икры осетровых // Тр.Центр.науч.ин-та рыбн. х-ва, 1932, т.4. - С.9-16.

Евтушенко Н.Ю. Интенсивность метаболических процессов у рыб под воздействием повышенных концентраций ТМ в воде // Первая Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Тезисы докладов. - Рига, 1988. Ч. I. - С. 132 - 133.

Евтушенко Н.Ю., Малышева Т.Д., Шаповал Т.П., Кукля И.Г., Борисюк А.Г. Закономерности поступления в организм и накопление ТМ в тканях рыб // Первая Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Тезисы докладов. - Рига, 1988. Ч. I. - С. 135 - 136.

Ергалиев Т. Анализ токсикологической обстановки на содержание ТМ нижнего течения р. Урал // Первая Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Тезисы докладов. - Рига, 1988. Ч. I. - С. 136.

Жилюкас В.Ю., Познанскене Д.А. Таблица для подсчета индекса видового разнообразия по Шеннону-Уиверу. // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. - Вильнюс, 1985.Ч.5. - С.130-136.

Заленский В.В. История развития стерляди (*Acipenser ruthenus*). Ч.1. Эмбриональное развитие // Тр. о-ва естествоиспытат. при Казанск. ун-те. - 1878, т.7, вып.3. - С.1-226.

Казанский Б.Н. Функции эпителия яичника у половозрелых особей осетра и севрюги // Докл. АН СССР. - 1951, т.81, № 4. - С.681-684.

Капкаева Р.З. Особенности созревания половых продуктов самок стерляди в условиях зарегулированного речного стока (Куйбышевское водохранилище) // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья. Тезисы докладов. – Казань, 1977. – С.88-91.

Китаев С.П. Ихтиомасса и рыбопродукция малых и средних озер и способы их определения. – СПб.: Наука, 1994. – 177 с.

Китаев С.П. Коэффициенты изменения концентрации веществ в воде атмосферных осадков и ихтиомассы озер разных природных зон Европы и Северной Америки. – Петрозаводск, 1999. – 40 с.

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 208 с.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Связь между созреванием половых продуктов салаки и количеством жира в ее теле // Тр. Латв. н.-и. ин-та рыбн. х-ва и океаногр. - 1957, вып.2. - С.301-316.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Определение жира в теле рыб // Руководство по методике исследований физиологии рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. - С.134-142.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Обмен веществ у производителей волго-каспийских осетра и севрюги // Обмен веществ и биохимия рыб. – М.: Наука, 1967. – С.79-85.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Жировой и белковый обмен у волго-каспийского осетра и севрюги при созревании половых желез // Тр. Всесоюз.н.-и. ин-та морск. рыбн. х-ва и океаногр. - 1970, т.69, вып.2. – С.109-132.

Кривобок М.Н., Сторожук А.Я. Влияние размеров и возраста самок волжского осетра на вес и химический состав зрелых икринок // Вопросы ихтиологии. – 1970, т.10, вып.6(65). – С.1012-1017.

Крыхтин М.Л. Некоторые физиолого-биохимические показатели калуги *Huso dauricus* (Georgi) лимана Амура // Вопросы ихтиологии. – 1978, т.18, вып.6 (113). – С.1088-1097.

Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. - Казань: Изд-во КГУ, 1978.- 160 с.

Кузнецов В.А. Лещ // Изучение основных компонентов водной экосистемы верхней части Куйбышевского водохранилища. – Казань: Изд-во КГУ, 1989. – С.105-113.

Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – 214 с.

- Лаптева Н.Н. Некоторые морфометрические показатели для одиннадцати озер западной части МАССР // Вопросы географии Среднего Поволжья. - Казань, 1964.- С.102-110.
- Лаптева Н.Н., Ступишин А.В. Карстовые озера Марийской АССР. // Ученые записки Казанского университета. - Казань, 1967. Т. 127, кн.6. - С.20-40.
- Лукин А.В. О повторности нереста у стерляди // Докл. АН СССР. - 1941, т.32, №2. - С.165-168.
- Лукин А.В. О стадиях половой зрелости у стерляди // Докл. АН СССР. - 1941а, т.32, №5. - С.374-376.
- Лукин А.В. О волжском заморе // Тр. о-ва естествоиспытат.при Казанск. ун-те. - 1945, т.57, вып.1-2. - С.47-68.
- Лукин А.В. Основные черты экологии осетровых в Средней Волге. Ч.1. // Тр. о-ва естествоиспытат. при Казанск. ун-те. - 1947, т.57, вып.3-4. - С.39-144.
- Лукин А.В. Стерлядь // Закономерности формирования фауны Куйбышевского водохранилища. – Изд-во КГУ, 1977. – С.41-43.
- Лукин А.В. Особенности размножения рыб Куйбышевского водохранилища, обусловленные зарегулированием речного стока // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья. Тезисы докладов. – Казань, 1977а. – С.86-88.
- Лукин А.В. Стерлядь Куйбышевского водохранилища // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. – М.: Наука, 1979. – С.146-154.
- Лукин А.В. Гидростроительство на Волге и стерлядь // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. Тез.и рефер. 2-го Всесоюзн.совещ. – Астрахань, 1980. – С.134-135.
- Лукин А.В., Батыева Л.Р. Формирование стада осетровых рыб Куйбышевского водохранилища и мероприятия по их охране и промысловому использованию // Осетровое хозяйство в водоемах СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С.115-119.
- Лукин А.В., Данилов Н.Н., Тихонов К.П. Особенности размножения и распределения стерляди в условиях зарегулированного стока // Стерлядь Куйбышевского водохранилища и пути ее приспособления к новым условиям существования. – Изд-во КГУ, 1981. – С.19-60.

Лукин А.В., Кузнецов В.А., Смирнов Г.М. Рыбы Среднего Поволжья и методы их изучения. – Изд-во Казанск. ун-та, 1981. – 104 с.

Лукин А.В., Курбангалиева Х.М. Свяжский залив Куйбышевского водохранилища и его значение в воспроизводстве рыбных запасов // Результаты комплексного изучения фауны Свяжского залива Куйбышевского водохранилища в период его формирования. – Казань, 1965. – С.3-30.

Макеева А.П., Сагитов Н.И. Материалы по гаметогенезу и размножению большого амударьинского лопатоноса // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. – М.: Наука, 1979. – С.155-169.

Мейен В.А. К вопросу о годичном цикле изменений яичников костистых рыб // Изв. Ан СССР, сер.биол. - 1939, №2. – С.389-420.

Мейен В.А. Годовой цикл изменений яичников воблы Северного Каспия // Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та морск.рыбн.х-ва и океанограф. - 1940, т.11. – С.99-114.

Метелев В.В., Капаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. - М.: Колос, 1971.-248с.

Мингазова Н.М. Эколого-токсикологическое изучение водоемов урбанизированных территорий (на примере озерной системы Кабан г. Казани). Дисс. на соиск. уч.степ.к.б.н. – Казань, 1984. – 298 с.

Мингазова Н.М. Антропогенные изменения и восстановление экосистем малых озер (на примере Среднего Поволжья). Дисс. на соиск. уч.степ.д.б.н.- Казань,1999. –427 с.

Молчанова И.Н. Гистологическое строение икры стерляди на разных стадиях половой зрелости // Докл. АН СССР. - 1941, т.32. – С.162-164.

Найденова И.Н. Изменение содержания белка в органах ставриды и скорпены в процессе развития половых продуктов // Обмен веществ и биохимия рыб. – М.: Наука, 1967. – С.314-316.

Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. - Л: Гидрометеиздат, 1985.-144 с.

Никольский Г.В. О биологической специфике фаунистических комплексов и значение их анализа для зоогеографии// Очерки по общим вопросам ихтиологии. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – С.65-76.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - 283 с.

Озера Среднего Поволжья. – Л.:Наука, 1976. – 236 с.

Ольшванг Н.А. Изменение гонад стерляди *Acipenser ruthenus* в связи с созреванием половых продуктов // Изв. Биол. н.-и. ин-та при Пермск. ун-те. – 1936, т.10, вып.9-10. – С.363-384.

Отчет о НИР. Флора и фауна ГПНП «Марий Чодра» и их охрана. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1988. – 49 с.

Плохинский Н.А. Биометрия. – Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966.– 376с.

Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. – М.: Советская наука, 1957. – 467с.

Рузский М.Д. Лимнологические исследования в Среднем Поволжье. (Озера северо-западной части Казанской губернии). - Томск: Изд-во Томского ун-та, 1916. - 89 с.

Сайфуллин Р.Р., Валиев В.С. К вопросу о содержании тяжелых металлов в органах рыб из водоемов Волжско-Камского госзаповедника // Эколого-токсикологическая характеристика г. Казани и пригородной зоны. – Изд-во КГУ, 1991. - С.53-65.

Сайфуллин Р.Р. Тяжелые металлы в ихтиокомпоненте водных экосистем Среднего Поволжья // Материалы 7-го съезда Гидробиологического общества РАН, т.3. - Казань,1996., с.69-72.

Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т.2. – М: Агропромиздат, 1986.

Серебрякова Е.В. Исследование гонад производителей осетра Волгоградского водохранилища // Тр. Всесоюзн. н.-и. ин-та морск. рыбн. х-ва и океанограф. - 1964, т.56. – С.117-130.

Соколов Л.И., Шатуновский М.И., Шуст К.В. Некоторые биохимические закономерности динамики созревания гонад у разных видов рыб // Вестн. Моск. ун-та, сер. биол. и почвовед. - 1966, №4. – С.26-34.

Строганов Н.С. Половое созревание стерляди и роль среды в его осуществлении // Докл. АН СССР. - 1952, т.87, №2. – С.317-320.

Строганов Н.С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах. – Изд-во МГУ, 1968. – 377 с.

Ступишин А.В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. – Изд. Казанск. ун-та, 1967. – 292 с.

Трусов В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Тр. Всесоюзн. н.-и. ин-та морск. рыбн. х-ва. - 1964, т.56. – С.69-78.

Трусов В.З. Созревание половых желез волго-каспийского осетра в морской период жизни // Тр. Центральн. н.-и. ин-та осетрового х-ва. - 1972, т.4 – С. 95-122.

Трусов В.З. Созревание половых желез самок севрюги *Acipenser stellatus* Pallas в морской период // Вопросы ихтиологии. – 1975, т.15, вып.1(90). – С.71-82.

Фалеева Т.И. Анализ атрезии овоцитов у рыб в связи с адаптивным значением этого явления // Вопросы ихтиологии. - 1965, т.15, вып.1(90). – С.455-470.

Филенко О.Ф. Водная токсикология. - М.: Изд-во МГУ, 1988. -154 с.

Фортунов М.А. Физико-географическая характеристика Куйбышевского водохранилища // Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – С.5-23.

Цыплаков Э.П., Васянин К.И. Динамика численности стерляди *Acipenser ruthenus* L. в Куйбышевском водохранилище // Вопросы ихтиологии. – 1978, т.18, вып.2(109). – С.243-258.

Шилов В.И. О расах, росте, созревании и повторности нереста стерляди Волгоградского водохранилища // Тр. Саратов. отд. Гос. н.-и. ин-та озерн. и речн. рыбн. х-ва. - 1971, т.11.- С.112-153.

Шмидтов А.И. Стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) // Учен. Зап. Казанск. ун-та. – 1939, т.99, кн.4-5, вып.7-8. – 280 с.

Шульман Г.Е. Материалы к характеристике обмена веществ у азовской хамсы // Тр. совещания по физиологии рыб. – М: Изд-во АН СССР, 1958. – С.214-231.

Шульман Г.Е. Динамика содержания жира в теле рыб // Успехи современной биологии. – 1960, т.49, вып.2. – С.225-239.

Jankovic D. Ecologia dunavske kecige (*Acipenser ruthenus* L.). Doktorska disertacija. – Beograd, 1958. – 145 s.

Luhman M. Uber die Fettspeicherung bei der Kleinen Morane *Coregonus albula* L. – Arch. Fischer., 1935, bd.6. - H.1-2.

