

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРУДОВОГО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВНИИПРХ)

На правах рукописи

КИРИЛЕНКО ЛЕОНИД ВАСИЛЬЕВИЧ

УДК 639.371.64/476

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУДАКА
(*Stizostedion lucioperca* (L.))
ОЗЕР БЕЛОРУССИИ

03.00.10 - иктиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва 1992

u

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРУДОВОГО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВНИИПРХ)

На правах рукописи

КИРИЛЕНКО ЛЕОНИД ВАСИЛЬЕВИЧ

УДК 639.371.64/476

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУДАКА
(*Stizostedion lucioperca* (L.))
ОЗЕР БЕЛОРУССИИ

03.00.10 - иктиология

Кирил

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Работа выполнена в Белорусском научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте рыбного хозяйства (БелрыбНИИпроект)

Научные руководители: кандидат биологических наук
Т.М.Шевцова
кандидат биологических наук
Б.Н.Койдан

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
В.В.Лавровский
кандидат биологических наук
В.М.Воронин

Ведущая организация: Белорусское бассейновое управление
по охране и воспроизводству рыбных
запасов и регулированию рыболовства
(Белрыбвод)

Защита состоится "24" марта 1992 г. в "11" час.
на заседании специализированного совета Д И17.04.01 при Всесоюзном научно-исследовательском институте прудового рыбного хозяйства по адресу: 141821 Московская обл., Дмитровский р-н, п.Рыбное

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства

Автореферат разослан "13" февраля 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат биологических наук

Трямкина С.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Перед рыбным хозяйством внутренних водоемов стоят большие задачи по обеспечению растущих потребностей населения в пищевой рыбной продукции. Особое внимание обращается на увеличение запасов и вылова высокоценных видов рыб, наиболее эффективно использующих кормовые ресурсы водоемов. Современный состав ихтиофауны естественных водоемов Белоруссии требует коренной реконструкции, проведения системы мероприятий по рациональной организации рыбного хозяйства. Данные промысловой статистики указывают, что в настоящее время в промысловых водоемах республики удельный вес малоценных рыб весьма высок и в несколько раз превышает вылов ценных видов.

В области озерного рыбоводства важной задачей является повышение продуктивности малых озер, площадь которых в Белоруссии составляет 140 тыс.га. Основные направления развития товарного рыбоводства предусматривают повышение продуктивности малых озер путем реконструкции состава ихтиофауны. С этой целью в экосистему водоемов необходимо вводить ценных хищников, которые ограничивают рост запасов малоценных видов рыб.

В качестве утилизатора мелкой малоценной рыбы и одним из основных элементов поликультуры, используемой в озерном рыбоводстве, является судак (*Stizostedion lucioperca* (L.)). Он ценится за высокие пищевые качества, а также как хороший биологический мелиоратор, утилизирующий мелких малоценных рыб, что значительно улучшает качественный состав ихтиофауны водоемов. Судак выгодно отличается от щуки тем, что не потребляет в больших количествах важных в промысловом отношении рыб из-за особенностей строения челюстного аппарата. В связи с этим в товарных нагульных озерах возможно совместное выращивание с судаком карповых, сиговых, лососевых рыб.

В водоемах Белоруссии этот промысловый вид изучен недостаточно. Имеющиеся сведения по судаку озер Белоруссии касаются лишь отдельных вопросов его биологии, структуры уловов, регулирования промысла (Боровик, 1954; Савина, 1958; Савина и др., 1964; Жуков, 1965; Соболев, 1969; Штейнфельд, Соболев, 1970, 1970а). Научные данные по разведению и выращиванию молоди судака в прудах Белоруссии, результатам зарыблений озер судаком также недостаточно.

Решение этих проблем и посвящено настоящее исследование.

Целью работы явилось изучение современного состояния запасов и разработка предложений по увеличению вылова судака из озер Белоруссии путем рациональной организации промысла, воспроизводства и интродукции. При этом были поставлены следующие задачи:

1. Изучить биологию и условия обитания судака в озерах Белоруссии.
2. Исследовать динамику численности судака.
3. Оценить состояние запасов и их промысловое использование.
4. Разработать технологию разведения судака.
5. Разработать предложения по интродукции судака в озера Белоруссии.

Научная новизна. Впервые обобщены и проанализированы материалы по биологии, экологии, промыслу, разведению и интродукции судака в озерах Белоруссии. Установлена роль судака в озерных экосистемах, определены решающие факторы и рассчитаны количественные связи, лежащие в основе его динамики численности. Впервые исследованы взаимосвязи между запасами судака и молодь других видов рыб, выявлено их оптимальное соотношение.

Практическое значение. Разработана и внедрена в практику биотехника разведения судака. Развернуты в производственных масштабах воспроизводство и интродукция судака в озерах Белоруссии.

В результате исследований подготовлены и приняты промышленностью для практического использования "Биологические обоснования интродукции судака в водоемах Белоруссии", Минск, 1975; "Мероприятия по расселению судака в водоемы Белоруссии на 1981-1985 гг."; "Временные методические указания по искусственному разведению судака", Минск, 1985; "Расселение судака в естественные водоемы" (методические указания), Минск, 1987; "Технология увеличения промысловых запасов судака в озерах Белоруссии", Минск, 1988; материалы исследований использованы в "Рекомендациях по рациональному использованию основных промысловых видов рыб озер Дривяты, Баторино, Мясстро, Лепельское, Лисно, Белое-Котлярово и основных показателей исследований по состоянию популяций рыб", Минск, 1988. Даны предложения по лимитам вылова судака для Белрыбвода, Госкомрыбхоза БССР и рыбохозяйственных предприятий республики.

Апробация. Материалы диссертации доложены и обсуждены на Всесоюзных конференциях молодых ученых в г. Киеве и ВНИИПРХе, республиканских научно-практических семинарах г. Новолукомле, г. Витебс-

ке, Нарочи, IV и VI зоологических конференциях Белорусской ССР (г. Минск, 1976 г., г. Витебск, 1989 г.), научно-практической конференции в г. Вильнюсе, 1989 г., XVII, XIX, XX научных конференциях по изучению внутренних водоемов Прибалтики и Белоруссии (Таллин, 1973; Минск, 1977; Рига, 1979), Республиканских курсах управления народным хозяйством (Минск, 1981), Ученых Советах БелрыбНИИпроект и института зоологии АН БССР.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 работ.

Объем и структура работы. Диссертация включает введение, 5 глав, заключение, выводы и практические рекомендации, список литературы, приложения. Изложена на 209 стр. машинописного текста. Библиография включает 280 источников, в том числе 15 иностранных. Иллюстрирована 54 таблицами, 13 рисунками.

ГЛАВА I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу исследований положены материалы экспедиционных сборов автора по биологии судака на 23 промысловых озерах и нескольких прудах Белоруссии за период 1970-1991 гг., а также материалы фондов БелрыбНИИпроекта с послевоенного времени и имеющиеся литературные данные по судаку озер Белоруссии. Сбор и обработка данных проводились по общепринятым методикам (Фортунова, 1951; Чугунова, 1931, 1952, 1955, 1959; Пирожников, 1953; Турин, 1963; Правдин, 1966 и др.). Орудиями лова служили промысловые закидные озерные невода и ставные сети. Общему биологическому анализу подвергнуто 22 тыс. рыб.

Для изучения роста собрано и обработано свыше 6 тыс. экз. судака, возрастной состав определен у 22 тыс. рыб. Для характеристики линейного и весового роста пользовались результатами непосредственных измерений и взвешиваний. Возраст определяли по чешуе. В качестве контроля использовали поперечные спицы первого луча брюшного плавника и жаберные крышки.

Относительная скорость линейного и весового роста рассчитывалась по И.С. Шмальгаузену (цитировано по Н.И. Чугуновой, 1952), прирост длины и массы - по Л.С. Бердичевскому (1964). Коэффициент упитанности - по Фультону и Кларк.

Изучение питания судака проводилось на десяти озерах Белоруссии. При сборе и обработке материалов по питанию (1,7 тыс. экз.) применялись общепринятые методики (Шорыгин, 1939, 1946; Фортунова, 1961; Агапов, Абросов, 1967; Фортунова, Попова, 1973).

Обработка велась количественно-весовым методом.

Исследования экологии нереста судака проводились по методическому пособию А.Ф.Коблицкой (1966), стадия зрелости половых продуктов устанавливалась по шкале К.А.Киселевича (1923). Для подсчета плодовитости икринок в большинстве случаев брались целиком и фиксировались в 4-х процентном растворе формалина. В лабораторных условиях использовалась навеска в 1 г. У более крупных особей икринок взвешивался в сыром виде и навеска помещалась в раствор формалина. Для определения массы и диаметра икринок использовали по 30 шт. от каждого экземпляра, которые взвешивали на торсионных весах и измеряли под биноклем с помощью окуляр-микрометра.

Запасы судака определяли по методу прямого количественного учета или методу площадей (Майский, 1940; Бойко, 1964; Лапицкий, 1967 и др.), методу Ф.И.Баранова (1925, 1960, 1961) и на основе материалов по промысловой и биологической статистике.

Для зарыбления озер использовался разновозрастной судак - от сеголетков до восьмилетков массой от 3 до 7500 г, длиной от 3 до 82 см. Работы по искусственному воспроизводству судака проведены в 1987-1988 гг. в Новодукомльском озерном рыбхозе. В водоподводящем канале хозяйства монтировалась садковая линия, состоящая из сборных садков-нерестовиков размерами 0,9x0,9x1,2 м и садков-инкубаторов - 1,9x0,9x0,9 м. В результате проведения опытно-производственных работ получено около 5 млн шт. икры, 1790 тыс. личинок, 410 тыс.шт. осенних сеголетков судака, которыми зарыбили два озера общей площадью 3972 га.

ГЛАВА 2. БИОЛОГИЯ СУДАКА ОЗЕР БЕЛОРУССИИ

В озерах Белоруссии судак созревает в возрасте от 2-х до 6-ти лет, основная масса - в 3-5 лет. Такая большая разница в возрасте впервые созревающих рыб объясняется, как будет показано ниже, различной обеспеченностью кормовыми ресурсами. На нерестилищах преобладают 3-7-летние особи.

Нерест судака тесно связан с гидрометеорологическими условиями, особенно с температурой воды. В водоеме-охладителе ГРЭС - озере Лукомльском, в которое вселен судак из залива Куршо-Марес, нерест начинается во второй декаде апреля при температуре воды 9-10°C. Разгар нереста - конец апреля-первая пятидневка мая при температуре воды 12-14°C, конец нереста - середина мая при 16-17°C.

В других озерах Белоруссии судак нерестится в мае-июне. Нерест судака в озерах республики, несмотря на единовременный тип икрометания, растянут на месяц и более. Икра у судака имеет липкую оболочку и приклеивается к субстрату. Икру он откладывает на твердых грунтах и растениях, проявляет заботу о потомстве, самец строит гнездо и охраняет его. Половой диморфизм в нерестовый период хорошо выражен только у половозрелых особей судака озера Лукомльского.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) судака озер Белоруссии колеблется от 145 до 1376 тыс. икринок, причем в озерах, куда судака вселяли, она выше в 2,5-3 раза, что обусловлено высокой обеспеченностью пищей. Выявлены ценные в рыбководном отношении популяции судака интродуцента озер Лукомльское, Укля, Баторино, Нежердо, для которых характерны высокие показатели ИАП, массы гонад, упитанности, коэффициента зрелости, размеров икры. Развитие икры судака длится 60-80 градусодней. Начиная с личиночного периода и заканчивая сеголетками в конце вегетационного периода, молодь судака питается зоопланктоном, а затем переходит на хищнический образ жизни. Спектр питания определяется составом ихтиофауны озер с преобладанием наиболее массовых видов. В желудках судака отмечено 11 видов рыб, 4 из которых являются основными (плотва, окунь, ерш, укля). Длина рыб-жертв не превышала 46% длины судака, что меньше, чем у окуня (55%) и щуки (48%).

Интенсивность питания судака по сезонам различная и обусловлена температурой воды и физиологическим состоянием. Зимой судак крайне слабо потребляет пищу, исключение - водоем-охладитель озера Лукомльское. Весной в преднерестовый период судак питается интенсивно, во время нереста слабо, после нереста интенсивность питания возрастает в 3-4 раза. Наибольшая активность питания у судака летом, в это время он питается в основном мелким окунем. Осенью интенсивность питания снижается. У судака белорусских озер проявляется избирательная способность по отношению к жертве. Весной в озере Нежердо ерш выедается интенсивнее леща в 4 раза, густера и окунь в 6 раз, плотва в 15 раз, укля в 17 раз. Преобладание в пище судака малоценных видов объясняется их высокой численностью в озерах. За весь период наблюдений в пище судака вообще не обнаружены зарыбляемые виды (каarp, сазан, серебряный карась). Следовательно, судак в озерах является биологическим мелиоратором.

Размерный, весовой и возрастной состав промысловых уловов судака изменяется в разных озерах и зависит от селективности орудий лова, времени и места лова, интенсивности промысла, урожайности отдельных поколений. В неводных уловах разных озер средняя длина колебалась в пределах 28–57 см, масса – 345–2650 г. В сетях рыба крупнее: средняя длина – 35–64 см, масса – 500–3960 г. Прилов рыб непромыслового размера (до 40 см) зависит от места, сезона и орудий лова, численности поколений и достигает значительных величин, что свидетельствует о нерациональной организации промысла судака. Возраст вылавливаемого судака – от сеголетков до 14 лет, преобладают 4–7-летние особи.

Рост судака в озерах Белоруссии является средним в сравнении с другими водоемами СССР. Максимальные годовые приросты наблюдаются до наступления половой зрелости. Скорость линейного и весового роста достигает наибольших значений у неполовозрелых и впервые созревающих особей, затем с увеличением возраста падает. Весовой прирост судака увеличивается до 10 лет. Средние показатели коэффициента упитанности по Фультону судака озер Белоруссии колебались по возрастным группам от 1,24 до 1,50. Он возрастает по мере созревания половых продуктов и наибольших значений достигает весной перед нерестом. Коэффициент упитанности судака-интродукта выше, чем судака-аборигена вследствие лучшей обеспеченности пищей.

Особых отличий в биологии судака озер Белоруссии по сравнению с судаком других регионов его естественного ареала не имеется.

ГЛАВА 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ПРОМЫСЕЛ И ЗАПАСЫ СУДАКА В ОЗЕРАХ БЕЛОРУССИИ

Озера Белоруссии с аборигенным судаком по преобладающему биотопу, основным лимнологическим характеристикам являются эвтрофными мелководными, неглубокими и мезотрофными среднеглубокими (Якушко, 1971). Максимальные глубины озер существенно различаются и колеблются от 6,1 до 33,7 м, средние – от 2,6 до 6,1 м. Озера летом имеют прозрачность воды от 0,9 до 3,0 м. Газовый режим благоприятен для жизни судака. В судачьих озерах преобладают илы, покрывающие значительную площадь дна, но во всех озерах имеются достаточно обширные участки с песчаными и каменисто-галечными грунтами (10–32 %), на которых находятся нерестилища судака. Озера слабо зарастают. Биомасса бентоса в озерах колеблет-

ся от 1,86 до 17,36 г/м², зоопланктона – 0,70–5,18 г/м³. Какой-либо связи среднегодовых уловов судака с этими факторами не обнаружено.

Судак в водоемах республики встречается в основном в озерах Белорусского Поозерья (бассейн Балтийского моря). В 1983–1987 гг. судак зафиксирован в промысловых уловах 81 озера общей площадью 48,7 тыс. га, двух водохранилищ общей площадью 8,3 тыс. га и 5 рек. Это составляет 44,1% закрепленного за рыбной промышленностью водного фонда по площади и 15,7% по количеству. В результате проведенных работ по интродукции с 1978 по 1988 гг. в республике зарыблено судаком 17 озер общей площадью 8,5 тыс. га, в большинстве которых ранее он не встречался. За период с 1946 по 1987 гг. вылов судака из водоемов Белоруссии колебался от 58,2 до 437,4 ц, что составляло от 0,3 до 2,0 % общего улова рыбы по массе. Среднегодовой улов судака из естественных водоемов Белоруссии составил 278 ц или 1,1% общего улова рыбы. В озерах республики максимальный улов судака за последние 11 лет доходил до 5,0 кг/га, среднегодовой – 2,3–2,5 кг/га, а наибольший вылов за год составил 14,2 кг/га. В реках максимальные уловы получены в Припяти (4,5 кг/км). Наибольший удельный вес судака в уловах доходил до 46,7%. Благодаря рыбоохранным мероприятиям и расселению судака в озера Белоруссии, среднегодовой вылов его по пятилеткам, несмотря на общее снижение уловов из естественных водоемов, стал увеличиваться и достиг максимального уровня 345 ц или 1,5%, что в 3 раза выше уловов за первую послевоенную пятилетку как в абсолютных, так и в относительных показателях. За последние 15 лет вылов судака стабилизировался на уровне 275–285 ц или 1,3–1,4 %. Основная масса судака (79–97 %) вылавливается из озер севера Белоруссии, причем, 19–58 % всего его вылова из естественных водоемов – из озер Браславского хозяйства. Уловы судака в естественных водоемах Белоруссии периодически колеблются. Максимальные уловы его повторяются через 3–4 года, по-видимому, во время вступления в промысел новых поколений.

Наиболее рациональный календарь промысла – в Витебском и Гомельском озерных рыбхозах, где 66–96 % годового улова судака приходится на III и IV кварталы. Такой календарь промысла дает возможность без помех отнереститься производителям судака; создает благоприятные условия для роста молоди и повышения упитанности, что способствует увеличению запасов и уловов судака. В преднересто-

вый и нерестовый периоды наибольшее количество судака (45-62 %) вылавливается в Новолукомльском и Полоцком озерных рыбхозах, что неблагоприятно сказывается на состоянии запасов судака. Рыбное хозяйство на весеннем лове теряет 30-35 % продукции, причем, значительно хуже ее качество (Жуков, 1966). Предлагается вылов судака во II квартале уменьшить до 20%, в I и IV увеличить до 50%, в III квартале - до 30%. Аналогичное соотношение квартальных уловов судака наблюдается в Нарочанском и Браславском озерных рыбхозах, где его популяции находятся в благополучном состоянии и характеризуются стабильностью уловов.

Значительным резервом увеличения запасов и уловов судака в естественных водоемах Белоруссии является его дальнейшая интродукция. От зарыбления судаком получен биологический и хозяйственный эффект. Вылов судака из зарыбленных в послевоенное время 12 озер составил около 41% общего его улова в республике, причем, основная масса судака получена из 5-7 озер. Это указывает на эффективность проведенных мероприятий по вселению судака в озера Белоруссии. С целью выяснения причин неприживаемости судака в некоторых озерах проанализированы результаты интродукции. Для этого озера были разбиты на три группы: 1) зарыбленные озера, где судак хорошо прижился и дал промысловый эффект; 2) озера, в которых получен биологический эффект; 3) озера, в которых судак не прижился. Выяснено, что каких-либо существенных различий в условиях обитания между этими группами озер нет. Отсутствие эффекта от интродукции судака в некоторых озерах объясняется, вероятно, организационными причинами при проведении работ по вселению. Мозаичность в распределении судака связана с эволюцией экосистем озер и их физической изоляцией.

На основании анализа основных гидрологических, гидрохимических и ихтиологических показателей озер с аборигенным судаком и с судаком интродуцентом, в которых вылов его значителен, подобрано 38 рыбопромысловых озер Белоруссии общей площадью 12 тыс. га, пригодных для вселения и жизни судака. По генетическому типу это эвтрофные неглубокие озера, с достаточно развитой пелагической зоной, с максимальными глубинами от 6 до 20 м, со средними глубинами от 3,2 до 7,0 м. Песчаные и каменисто-галечные грунты в этих озерах составляют более 10%, зарастаемость - от слабой до умеренной, прозрачность воды летом до 3,0 м, содержание растворенного в воде кислорода от 5,3 до 12,4 мг/л, свободной углекис-

лоты в поверхностном слое воды до 7,0 мг/л; pH - 7,7-8,7. В состав ихтиофауны этих озер входит лещ. В озерах имеется достаточная кормовая база - мелкая рыба. Особенно важно наличие в озерах поздненерестующих рыб - уклей, красноперки, линя, карася, необходимых для обеспечения пищей молоди судака в период перехода ее к хищному питанию.

Одним из важнейших аспектов, обеспечивающих увеличение вылова судака из естественных водоемов, является рациональная эксплуатация его запасов. Действующими правилами рыболовства наименьшая промысловая мера на судака в водоемах Белоруссии установлена в 40 см. При определении ее нужно учитывать как биологические особенности, так и экономическую целесообразность. Для определения наименьшей промысловой меры на судака использовалась методика П.В.Турина (1963), по которой промысловая мера на рыбу устанавливается исходя из динамики нарастания ихтиомассы. Нарастание ихтиомассы судака озер идет до 4-летнего возраста, при котором наступает кульминация ихтиомассы, затем начинается постепенное снижение. Это соответствует длине 41,2 см и массе 1004 г. Все возрастные группы с 4-х лет должны вступить в промысел. Учитывая, что эта длина дана с некоторым приростом, следует считать, что промысловая мера на судака озер Белоруссии установлена правильно. В этом возрасте и при данной длине основная масса производителей в озерах являются половозрелыми. Запасы судака в озерах Белоруссии эксплуатируются недостаточно рационально: рыбы изымались на 2-3 года раньше того возраста, при котором они могли бы дать максимальную ихтиомассу.

Для определения в первом приближении величины запасов и оптимального вылова судака использовали методики Ф.И.Баранова (1925, 1960, 1961), Е.Г.Бойко (1962) и П.В.Турина (1963). Эти методики позволяют определить оптимальный режим эксплуатации популяций судака в многолетнем аспекте, как средневзвешенные величины. Средний коэффициент естественной смертности для судака озер Белоруссии, вычисленный по методике П.В.Турина (1963), по основным озерам составил 29%, а промысловой 17%. Этот автор считает, что оптимальный коэффициент промыслового изъятия должен быть равен коэффициенту естественной смертности. Е.Г.Бойко (1962) обосновывает эту величину в пределах 40-45 %. Используя указанные коэффициенты, была рассчитана величина возможного изъятия для каждого из них. В результате было выяснено, что наиболее рацио-

нальным следует считать вылов судака из озер Белоруссии при коэффициенте вылова, равном 29% и максимальном возрасте вылавливаемых рыб в пределах до 10 лет. Вылов в этом случае по сравнению с нынешним возрастает на 52-54%. При коэффициенте изъятия предложенным В.Г.Бойко (1962) вылов будет больше, но на незначительную величину. Однако, из-за существенного увеличения трудовых затрат, это становится экономически нецелесообразным. Промысловые запасы судака в разных озерах составляют 2,7-12,0 кг/га. На основании этих данных были рассчитаны лимиты вылова судака из ряда озер республики.

ГЛАВА 4. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ СУДАКА

Целью данной главы является выявление во втором приближении основных механизмов регуляции численности в популяции судака и определение оптимальных параметров ее промысловой эксплуатации. За основу были взяты материалы по озеру Дривяты, так как по нему накоплена наиболее многолетняя статистика.

Основным объектом питания судака является молодь рыб, обитающих в озере. В белорусских озерах ведется промысел этой группы рыб. В промысловой статистике она проходит как рыбная мелочь III группы. Анализ динамики ее вылова показал, что возраст массового созревания поколений судака в значительной степени зависит от запасов мелочи III группы в озере в предыдущий год. При этом, чем выше запас мелочи III группы, тем раньше созревает судак. Следовательно, состояние запасов рыбной мелочи III группы должно влиять не только на возраст массового созревания, но и на естественную смертность судака и его кормовые миграции в другие озера.

Если предположить, что улов в поштучном выражении отражает величину запаса:

$$(I) \quad Y_t = FN_t, \quad \text{где}$$

Y_t - улов в t -ом году, шт.;

N_t - запас в t -ом году, шт.;

F - годовая промысловая смертность,

то годовая промысловая смертность должна быть величиной постоянной. Отсюда общая годовая смертность поколения будет равна:

$$(2) \quad Z = \frac{N_t - N_{t+1}}{N_t} = \frac{Y_t - Y_{t+1}}{Y_t} = \frac{Y_t - Y_{t+1}}{Y_t}$$

$$= I - \frac{Y_{t+1}}{Y_t}, \quad \text{где}$$

Z - общая годовая смертность;

$\frac{Y_{t+1}}{Y_t}$ - общая годовая выживаемость.

Таким образом была рассчитана общая годовая смертность судака озера Дривяты целого ряда поколений по отдельным годам. Оказалось, что она имеет очень высокие значения (от 35,7 до 89,6%) и при этом не зависит от возраста. Как было выяснено, решающим фактором, определяющим смертность половозрелого судака, является соотношение между биомассами популяций судака и рыбной мелочи III группы. Аналитически эта зависимость может быть выражена уравнением:

$$M = M_{\max} e^{-k \frac{Y_{III}}{Y_c}}, \quad \text{где}$$

M - потери за счет естественной смертности и миграции;

M_{\max} - максимально возможные потери;

Y_{III} - улов рыбной мелочи III группы, ц;

Y_c - улов судака, шт.;

k - расчетный коэффициент.

Общая годовая смертность судака будет равна сумме естественной и промысловой:

$$(3) \quad Z = M_{\max} e^{-k \frac{Y_{III}}{Y_c}} + F$$

Расчет коэффициентов в уравнении (3) по методу наименьших квадратов и итераций показал, что максимальная естественная смертность судака равна $M_{\max} = I - F$, а промысловая - $F = 0,37$ (37%). Наличие значения промысловой смертности позволяет через уравнение (I) определить запасы и биомассу судака в озере. В свою очередь эта информация делает возможным расчет влияния биомассы судака на запас рыбной мелочи III группы через уравнение:

$$(4) \quad \Delta Y_{III} = rR - (I-f)Y_{III} e^{-a/B_c} - rY_{III}$$

ΔY_{III} - приращение улова рыбной мелочи III группы в $(t+1)$ году, ц;

f - промысловая смертность рыбной мелочи III группы;

a - расчетный коэффициент;

B_c - биомасса судака, ц;

r - пополнение рыбной мелочи III группы, ц.

Первый множитель в уравнении (4) отражает приращение улова за счет пополнения. Мы принимаем эту величину постоянной, так как пополнение состоит из молоди разных видов рыб. Суммарная же эффективность воспроизводства различных видов близка к постоянной. Снижение эффективности воспроизводства одного вида может быть компенсировано ростом эффективности воспроизводства другого вида. Естественно, что какие-то колебания величины пополнения рыбной мелочи III группы будут иметь место. Однако разработка этой проблемы выходит за рамки нашего исследования. Дальнейшие расчеты показали, что налагаемое условие увеличивает ошибку, но не меняет характера связи. Два остальных множителя уравнения (4) отражают снижение улова за счет естественной и промысловой смертности. Расчет коэффициентов в уравнении (4) дал следующие значения: $r = 0,283$ (28,3%); $R = 7$ ц; $a = -294$. Знание коэффициента промысловой смертности мелочи III группы позволяет рассчитать ее биомассу. Тогда уравнение (3) приобретает следующий вид:

$$(5) Z = (I - r) e^{-\frac{B_{III}}{Rc}} + R, \quad \text{где}$$

B_{III} - биомасса мелочи III группы, ц.

Расчет показал, что $k = -1,45$.

При рассмотрении вопроса о влиянии кормовой базы молоди судака (0+, 1+) на урожайность поколений оказалось, что чем больше биомасса мелочи III группы, тем выше смертность поколений судака. Объясняется это тем, что состав мелочи III группы разновозрастной и на ранних этапах жизни судака она им питается. Аналитически эта связь выражается уравнением:

$$(6) \frac{Y_t}{Y_0} = \frac{I}{0,254 + 1,07 Y_{III}/Y_t}; \quad n_{\max} = 3,94 \text{ шт., где}$$

Y_t - вылов поколения судака в возрасте 2+–4+ лет, шт.;

Y_0 - вылов производителей судака в год нереста, шт.;

Y_{III} - вылов рыбной мелочи III группы в год нереста судака, кг;

n_{\max} - максимальное количество потомства, выживающее от одного производителя, шт.;

0,254; 1,07 - постоянные коэффициенты.

Уравнения (4)–(6) позволяют построить модель формирования биомассы судака и рыбной мелочи III группы. В результате было выяснено, что какими бы не были исходные значения биомасс взаимосвязь

их такова, что в ряду лет они стремятся к одной равновесной точке. Смещение этой точки в ту или иную сторону зависит от величины коэффициента промыслового изъятия. Причем, при отсутствии промысла и биомасса половозрелого судака и биомасса мелочи III группы стремятся в озере Дривяты к 200 ц. Однако, исходя из общетеоретических представлений, это противоречит здравому смыслу, поскольку из-за потерь энергии на трофических уровнях биомасса жертвы должна быть выше биомассы хищника. Полученное противоречие устраняется за счет значительно большей удельной скорости роста молоди рыб (среднее значение $C_w = 1,67$) по сравнению с удельной скоростью роста взрослого судака (среднее значение $C_w = 0,43$). То есть, при одинаковой исходной биомассе продукция молоди будет в 4 раза выше, и она покрывает дефицит энергии в указанном противоречии. В данном случае эта же величина является и кормовым коэффициентом.

Таким образом, объемы зарыбления озер и рациональный промысел должны осуществляться таким образом, чтобы биомасса половозрелой части популяции судака была равной биомассе мелочи III группы.

ГЛАВА 5. ВОСПРОИЗВОДСТВО И ИНТРОДУКЦИЯ СУДАКА В ОЗЕРА БЕЛОРУССИИ

Получение оплодотворенной икры судака проводили в садках-нерестовиках собственной конструкции. Отловленные в озере и посаженные в садки производители судака через 2–5 суток выметывали икру на искусственный субстрат при температуре воды 10,6–17,0°C. Соотношение полов, в зависимости от массы производителей составляло 1:1 или 1:2. Гипофизарные инъекции не применяли. Перед выклевом рамки с икрой помещали в садки-инкубаторы. Суммарное время инкубации икры составляло 5–6 суток при температуре воды 10–16°C. Выклев эмбрионов проходил при температуре воды 13–16°C. Выход личинок от икры составил около 35%. Личинки в течение 3–5 суток выдерживались в садках-инкубаторах, после чего пересаживались в пруды с годовиками и двухгодовиками карпа. Температура воды в прудах составляла 13,2–18,2°C. Плотность посадки личинок в пруды колебалась от 67 до 85 тыс. шт./га. Кормовая база прудов по зоопланктону во время посадки личинок состояла в основном из представителей веслоногих и коловраток и находилась в пределах 5,0–10,3 г/м³. Сеголетки выращивались в прудах в течение 5–ти месяцев. Средняя масса сеголетков судака составила 3,5–4,0 г. Выход

сеголетков от личинок колебался в пределах 31-50 %. В результате дополнительная продукция за счет судака в прудах составляла 91,1-133,3 кг/га. Выход сеголетков 26-33 тыс.шт./га.

Работы по вселению судака в озера республики можно разделить на два этапа: на первом этапе они проводились с 1947 по 1972 гг. Зарыблено 18 промысловых озер общей площадью 14,0 тыс. га, в которые выпущено 3325 рыб старших возрастов, 791,6 тыс. сеголетков и 600 тыс. личинок. Промысловый эффект получен в 8-ми озерах общей площадью 10,5 тыс. га. Среднегодовой вылов судака в этих озерах составил 0,7-4,5 кг/га, удельный вес в уловах - 2,1-46,7 %. Биологический эффект получен в 5-ти озерах на площади 2,1 тыс. га. Среднегодовой улов судака в них составил до 0,2 кг/га или 0,5% к общему улову. Вылов судака из зарыбленных озер составил 41% общего его улова в республике. Это указывает на высокую эффективность проведенных работ по интродукции судака.

С 1973 по 1977 гг. работы по расселению судака в республике не проводились. Вторым этапом расселения начался с 1978 г. Вначале зарыбление велось разновозрастным посадочным материалом из промысловых уловов. Вселение велось в 16 озер. Общий объем зарыбления составил 9,7 тыс.шт. В 1987-1988 гг. интродукция осуществлялась выращенными в прудах сеголетками в количестве 410 тыс.шт. в два озера общей площадью 4,0 тыс. га. Плотность посадки разновозрастным судаком составила 0,05-6,1 шт./га, сеголетками - 46,7-727,3 шт./га. Перевозка рыбопосадочного материала осуществлялась в живорыбных машинах при плотностях 2,5-220 л/кг рыбы. Отходы в целом были невысокими и не превышали 11%.

Вселенный судак распределился по акватории озер, размножается и встречается в промысловых уловах. На четырех озерах, по нашим предложениям, разрешен его вылов в пределах 1 кг/га.

Эффективность зарыбления озер сеголетками и годовиками оказалась значительно выше, чем разновозрастным судаком. Общий вылов от последнего оказался в 2,9 раза ниже. Вследствие того, что судак является хорошим биологическим мелиоратором, кроме прямой экономической эффективности от его внедрения, улучшается качественный состав уловов других ценных рыб. Так, в озере Мясстро до зарыбления его судаком, ценные виды в уловах составляли в среднем лишь 7,6% (1,6 кг/га), со времени вступления в промысел судака уловы ценных видов возросли до 62,7% (9,3 кг/га), а такого ценного аборигена как лещ - в десять раз (с 0,7 до 7,1 кг/га).

Уловы же потребляемых судаком малоценных видов снизились в 4 раза.

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Распределение судака в озерах Белоруссии имеет мозаичный характер. К настоящему времени он обитает в водоемах, составляющих 44,1% водного фонда республики. Дополнительно к этому может быть проведена его интродукция в 38 рыбопромысловых озер общей площадью 12 тыс. га.

2. Эффект от вселения судака в озера Белоруссии оказался довольно высоким. В целом вылов судака из зарыбленных озер составил 41% от его общей добычи в республике.

3. Разработка и внедрение в практику технологии разведения судака позволили повысить эффективность и расширить масштабы интродукции его в озера Белоруссии.

4. Посадочный материал судака целесообразно выращивать в прудах до возраста сеголетка или годовика, так как затем он переходит на питание рыбной пищей.

5. Масштабы получения посадочного материала судака путем искусственного воспроизводства на порядок выше, чем использование для этих целей особей из промысловых уловов. По этой причине эффективность зарыбления озер сеголетками и годовиками значительно выше. Вылов от них оказался выше в 2,9 раза.

6. В экосистемах озер Белоруссии судак является одним из важнейших звеньев. Отсутствие его в озере приводит к росту запасов мелких сорных рыб. Введение судака в экосистему приводит к увеличению запасов ценных промысловых рыб в 5-6 раз, а такого ценного аборигена как лещ в 10 раз. При этом уловы малоценных рыб снижаются в 4 раза.

7. Взаимосвязь биомасс судака и малоценных видов рыб такова, что они стремятся к одной равновесной точке. При отсутствии промысла их равновесные биомассы равны, а продукция малоценных рыб, ввиду большей удельной скорости роста, в 4 раза выше.

8. Оптимальный вылов судака равен разнице между биомассами сорных рыб и судака.

9. Возраст массового созревания и естественная смертность судака находятся в обратной связи с обеспеченностью пищей. Эта зависимость имеет ярко выраженный характер, так как на видах, замыкающих трофическую цепь, потери или недостаток энергии на

предыдущих звеньях сказываются особенно остро. По этой причине колебания общей смертности судака очень значительны (36-90 %) и почти не зависят от возраста.

Ю. Как показали теоретические расчеты и экспериментальные материалы, кормовой коэффициент судака равен 4.

II. Комплексный подход, включающий рациональную организацию промысла, искусственное воспроизводство и интродукцию судака в озера Белоруссии, позволят создать стабильную сырьевую базу для промысла этого ценного объекта.

По теме диссертации опубликованы следующие работы.

1. Характеристика уловов судака в озерах Белоруссии // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии / Сб. тр. БелНИИРХ. - Минск, 1973. - Т. IX. - С. 169-180. (Соавтор Штейнфельд А.Л.)
2. К вопросу регулирования рыболовства в озерах Белоруссии // Лимнология Северо-Запада СССР. - Таллин, 1973. - Ч. III. - С. 187-190. (Соавторы Штейнфельд А.Л., Сокровина В.И.)
3. Рыбохозяйственная характеристика уловов озера Нобисто-Дедино // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии / Сб. тр. БелНИИРХ. - Минск, 1975. - Вып. XI. - С. 99-110.
4. Биологическая характеристика уловов и перспективы рыбохозяйственного использования озера Лукомльского // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии // Сб. тр. БелНИИРХ. - Минск, 1975. - Вып. XI. - С. 110-128. (Соавтор Штейнфельд А.Л.)
5. Видовой состав и динамика уловов рыб в оз. Лукомльском // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии // Сб. тр. БелНИИРХ. - Вып. XI. - С. 128-141. (Соавтор Штейнфельд А.Л.)
6. Интродукция судака из Куршского залива в оз. Лукомльское // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии / Сб. тр. БелНИИРХ. - Вып. XI. - С. 142-148.
7. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в некоторых озерах Белоруссии // Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии / Тез. IV зоол. конф. Белорусской ССР (Минск, октябрь, 1976 г.). - Минск, 1976. - С. 45-47. (Соавторы Сокровина В.И., Кудряшова Л.П., Касьянчик В.Д.)
8. О плодовитости некоторых видов рыб озер Нежердо и Лукомльского // Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии / Тез. IV зоол. конф. Белорусской ССР

(Минск, октябрь, 1976 г.). - Минск, 1976. - С. 65-66. (Соавторы Сокровина В.И., Кудряшова Л.П.)

9. Любительские уловы в Белоруссии // Рыбоводство и рыболовство. - 1976. - № 5. - С. 22. (Соавторы Жуков П., Шостак Г.)

Ю. Судак как объект рыболовства в водоемах Белоруссии // Тез. докл. XIX науч. конф. по изучен. и освоен. водоемов Прибалтики и Белоруссии. - Минск, 1977. - С. 69-70.

II. Судак как объект интродукции в водоемы Белоруссии // Информ. листок БелНИИРХ. - Минск, 1977.

12. Роль судака как биологического мелиоратора в озерах товарных рыбных хозяйств // Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии / Тез. докл. XX науч. конф. - Т. I. - Рига, 1979. - С. 85-87.

13. Результаты интродукции судака в озерах Белоруссии и перспективы его расселения // Проблемы развития рыболовства в Белорусской ССР и Прибалтийских республиках / Тез. докл. науч.-практ. конф. 1-2 июля 1981 г. - Минск, 1981. - С. 26-27.

14. Эффективность расселения судака в Белоруссии // Экспресс-информация БелНИИРХ Госплана БССР. - Минск, - 1985. - II с.

15. Зарыбление озер судаком // Рыбное хозяйство. - 1984. - № 6. - С. 32.

16. Судак - ценная промысловая рыба // Сельское хозяйство Белоруссии. - 1985. - № 3 (562). - С. 43 (Соавтор Жишкевич К.А.)

17. Роль судака в повышении эффективности использования естественных водоемов // Рыбохозяйственное использование водоемов БССР (под ред. Н.П.Донского). - Минск: Ураджай, 1988. - С. 38-45.

18. Опыт воспроизводства судака (*Stizostedion lucioperca* L.) в Белоруссии // Динамика зооценозов, проблемы охраны и рационального использования животного мира Белоруссии / Тез. докл. VI зоол. конф. (19-21 сентября 1989 г.). - Витебск-Минск: Наука и техника. - 1989. - С. 17-18.