

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов
Основан в 1957 году

Выпуск 32

Минск

РУП "Институт рыбного хозяйства"

2016

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, профессор В.Ю. Агеец (гл. редактор)

канд. биол. наук, доцент В.Г. Костоусов (зам. гл. редактора)

Г.И. Корнеева (отв. секретарь)

д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И.П. Шейко (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»)

д-р биол. наук, профессор Л.В. Камлюк (БГУ)

д-р вет. наук, д-р биол. наук, профессор П.А. Красочко (РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»)

канд. с.-х. наук, доцент Н.В. Барулин (БГСХА)

Рецензенты:

д-р вет. наук, д-р биол. наук, профессор П.А. Красочко (РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»)

д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И.П. Шейко (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»)

д-р биол. наук, В.М. Байчоров (ГНПО НПЦ по биоресурсам)

канд. с.-х. наук, доцент Н.В. Барулин (БГСХА)

Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 32 / Под общ. ред.
В74 В.Ю. Агееца. - Минск, 2016. - 289 с.

ISSN 2218-7456

В сборнике публикуются научные материалы ихтиологических, рыбохозяйственных и гидробиологических исследований, проводимых в Республике Беларусь и других странах. Особое внимание уделено разработке новых технологий прудового рыбоводства, селекционно-племенной работе с карпом и изучению новых перспективных объектов рыбоводства. Освещены вопросы кормления рыбы, профилактики заболеваний, оценки качества среды естественных водоемов и рационального природопользования.

Издание рассчитано на специалистов в области рыбного хозяйства, научных сотрудников, преподавателей и студентов учебных заведений биологического и аграрного профилей.

УДК 639.2/3(476)(082)

REPUBLICAN DAUGHTER UNITARY ENTERPRISE
"FISH INDUSTRY INSTITUTE" OF THE
REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE
«SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER OF THE BELARUS NATIONAL ACADEMY OF
SCIENCES ON ANIMAL HUSBANDRY»

BELARUS
FISH INDUSTRY PROBLEMS

Collection of Scientific Papers
Founded in 1957

32th issue

Minsk
RUE "Fish Industry Institute"
2016

Editorial board:

Dr. V. Ageyets, professor (editor-in-chief)

Ph.D. V. Kostousov (vice editor-in-chief)

H. I. Karneyeva (executive secretary)

Dr. I. Sheiko, professor, member of the NAS of Belarus (RUE "Scientific and Practical Center of Belarus NAS on Animal Husbandry")

Dr. L. Kamljuk, professor (BSU)

Dr. P. Krasochko, professor (RNIUP "IAV named in honor of S. Vyshelesky")

Ph.D. N. Barulin (Belarussian state agricultural academy)

Reviewers:

Dr. P. Krasochko, professor (RNIUP "IAV named in honor of S. Vyshelesky")

Dr. I. Sheiko, professor, member of the NAS of Belarus (RUE "Scientific and Practical Center of Belarus NAS on Animal Husbandry")

Dr. V. Baychorov, (Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources)

Ph.D. N. Barulin (Belarussian state agricultural academy)

Belarus Fish Industry Problems: Collected transactions. 32nd Issue/ Under general
B74 editorship of V. Ageyets. - Mn., 20156. - 289 p.

ISSN 2218-7456

The scientific materials of ichthyological, piscicultural and hydrobiological research conducted in Republic of Belarus on over regions are published in the collection. The main focus on the development of new technologies of pond pisciculture, selection and breeding work with carp and studies of the new perspective pisciculture objects. The problems of fish feeding, diseases prophylaxis, estimation of the quality habitat of the natural ponds and rational nature management are discussed as well.

The edition is purposed for fish industry experts, scientific workers, teachers and students of the biological and agricultural educational institutions.

Оглавление

О ВЫПОЛНЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА 2011 – 2015 ГОДЫ, ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ И НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОТРАСЛИ НА 2016-2020 ГОДЫ <i>В.Ю. Агеец</i>	8
ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ	27
МАРКИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО ГЕНОФОНДА КАРПА ПО ЛОКУСУ ТРАНСФЕРРИНА <i>Я.И. Шейко, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько</i>	27
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТА ЧЕРЕПЕТСКОГО РАМЧАТОГО КАРПА ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ ВЫРАЩЕННОГО В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ <i>Я.И. Шейко, М.В. Книга, Л.М. Вашкевич, Т.Ф. Войтюк, Л.С. Тентевицкая</i>	41
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО ГЕНОФОНДА БЕЛОРУССКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОРОДЫ КАРПА <i>М.В. Книга, Я.И. Шейко, Л.М. Вашкевич, С.В. Свенторжский, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, Е.В. Таразевич</i>	52
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОДОВИТОСТИ САМОК КАРПА РАЗНОЙ ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ <i>Ю.М. Рудый</i>	62
БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ ФОРЕЛИ <i>М.В. Книга, Я. И. Шейко, М.Н. Тютюнова, Л.М. Вашкевич, Д.А. Микулевич, Е.В. Таразевич, Е.П. Глеб, Е.С. Гук</i>	69
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА	75
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ <i>В.Ю. Агеец, Ж.В.Кошак</i> ...	75
ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ЛИПИДОВ В КОРМАХ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА <i>Н.Н. Гадлевская, М.Н. Тютюнова, С.М. Дегтярик, И.А. Орлов, И.Н. Селивончик</i>	86
ВОЗМОЖНОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИЁМОВ ВЕДЕНИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛИКУЛЬТУРЫ РЫБ И ИХ КОРМЛЕНИЯ <i>С.Н. Пантелей, Г.П. Воронова</i>	96
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ <i>С.Н. Пантелей, Г.П. Воронова, С.И. Ракач, Т.В. Петрашевская</i>	110

ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ И СТЕРЛЯДИ В РЫБОВОДНЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ <i>М.С. Лиман, Н.В. Барулин, В.Ю. Плавский</i>	121
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОДСТВА НА ЮГЕ РОССИИ <i>Н.А. Абросимова, Л.М. Васильева</i>	135
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЗАПАСОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ <i>Н.В. Судакова, С.С. Астафьева, А.С. Суханова, А.А. Ивченко</i>	147
ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА В БАССЕЙНАХ <i>В.А. Корниенко, Ю.В. Пилипенко</i>	155
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ГОДОВИКОВ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА <i>В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева</i>	162
АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ	169
АНАЛИЗ ЭКОСИСТЕМНОГО ОТВЕТА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ОЗЕРО-РЕКА» НА ПРОВЕДЕНИЕ РЫБОВОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ <i>В.Г. Костоусов, Т.И. Попиначенко, И.Н. Баран, И.Н. Селивончик, Б.В. Адамович, Т.В. Жукова, Ю.К.Верес, И.В.Савич, О.А. Макаревич</i>	169
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ПРОМЫСЛОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ <i>В.Г. Костоусов</i>	198
ПОНТО-КАСПИЙСКИЕ ВИДЫ-АУТОВСЕЛЕНЦЫ В СТРУКТУРЕ МОЛОДИ РЫБ ПРИБРЕЖНОЙ МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ БЕЛОРУССКОГО УЧАСТКА ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНВАЗИОННОГО КОРИДОРА <i>В.К. Ризевский, И.А. Ермолаева, А.В. Лещенко, А.П. Григорчик</i>	206
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА В ПРУДАХ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА «ВИЛЕЙКА» <i>О.С. Смольская, А.А. Жукова, Б.В. Адамович</i>	220
ИХТИОЦЕНОЗЫ СТОЯЧИХ ВОДОЁМОВ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО АМУРА (НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ) <i>В.Н. Бурик</i>	232

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НИЗОВЬЕВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ НА НЕРЕСТ РЫБ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>С.С. Астафьева, Н.В. Судакова, А.Р. Ахметова, Н.И. Карпенко</i>	242
ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ	249
ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ НА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АЭРОМОНОЗОВ И ПСЕВДОМОНОЗОВ РЫБ <i>С.М. Дегтярик, Е.И. Гребнева, Г.В. Слободницкая, Н.А. Бенецкая, Е.В. Максимьюк, А.В. Беспальй</i>	249
ВОЗБУДИТЕЛИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ ФОРЕЛИ В РЫБОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ БЕЛАРУСИ И АРМЕНИИ <i>С.М. Дегтярик, Р.Л. Асадчая, К.М. Григорян, Г.В. Слободницкая Е.И. Гребнева, Н.А. Бенецкая, А.В. Беспальй, Е.В. Максимьюк, В.В. Овсеян, М.П. Саргсян, М. Гиновян</i>	262
ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ РЫБОВОДСТВА, <i>Н.В. Сверчкова, Т.В. Романовская, Н.В. Евсегнеева, Г.В. Жук, Э.И. Коломиец, В.Ю. Агеев, С.М. Дегтярик, Е.В. Максимьюк</i>	275
Требования к оформлению статей для публикации в сборнике	287

**О ВЫПОЛНЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА 2011 – 2015 ГОДЫ,
ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ И НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ
ОТРАСЛИ НА 2016-2020 ГОДЫ**

В.Ю. Агеец

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**ON IMPLEMENTATION OF NATIONAL PROGRAM OF FISHERY
DEVELOPMENT FOR 2011-2015, PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND
SCIENTIFIC SUPPORT OF THE BRANCH FOR 2016-2020.**

V. Ageyets

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Принятая в Республике Беларусь Государственная программа развития рыбной отрасли на 2011-2015 годы предусматривала рост производства продукции аквакультуры и расширение ее ассортимента. Это планировалось реализовать как за счет более интенсивного использования существующих прудовых площадей путем оптимизации производственных процессов и интенсификации рыбоводства, так и строительства и ввода в строй новых производственных мощностей (прежде всего для целей индустриального рыбоводства). Планируемое к 2015 г. суммарное производство свежей рыбы должно было составить около 20 тыс. т [1]. Решать эту задачу приходилось в сложных экономических условиях, при ограниченных материальных ресурсах и постоянном росте их стоимости.

Рыбохозяйственная деятельность в республике осуществляется по двум основным направлениям: рыбоводство (разведение и выращивание рыбы в

искусственных условиях) и ведение рыболовного хозяйства в рыболовных угодьях. Рыбоводство представлено следующими видами: прудовое, выращивание рыбы в садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения.

Рыбоводством занимаются специализированные рыбоводные организации, находящиеся в республиканской собственности, организации, находящиеся в коммунальной собственности, у которых рыбоводство не является основным видом деятельности, а также фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели и физические лица. Ведение рыболовного хозяйства осуществляется юридическими лицами на правах аренды рыболовных угодий или безвозмездного пользования.

В соответствии с «Государственной программой развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы», на развитие рыбоводства в республике намечалось направить из различных источников 1862,6 млрд. руб. Фактически направлено 637 млрд. руб. или 34,2% от запланированного Программой.

Таблица 1. – Сведения об объемах финансирования из средств республиканского бюджета мероприятий Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 г, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 07.10.2010 №1453 [2].

Средства республиканского бюджета	Всего за 2011-2015 годы	2011	2012	2013	2014	2015
Предусмотрено по программе	270,8	34,0	40,5	78,4	47,3	70,6
Фактически выделено	183,0	28,9	37,0	19,4	31,5	66,2
Фактически освоено	181,8	28,9	36,7	18,6	31,5	66,1
В % к объему, предусмотренному программой	67,1	84,9	90,6	23,7	66,6	93,7

Государственной программой запланирован объём производства (реализации) рыбы на пятилетку в количестве 105,2 тыс. т, фактическое выполнение составило - 63,3 тыс. т, или 60,2% к заданию. Недополучено 42 тыс. т товарной рыбы, хотя темп роста к уровню прошлой пятилетки составил 103 %.

Острый дефицит воды в 2014-2015 годах привел к сокращению площадей для нагула рыбы и увеличению заростаемости прудов в целом на 30%. В прошедшем году была не залита часть прудов общей площадью 1200 га. В ряде рыбоводных хозяйств уровень воды в нагульных прудах составлял от 20 до 50 процентов от норматива. Такой уровень воды не позволил проводить полноценное кормление и обеспечить плановые приросты товарной рыбы и рыбопосадочного материала. Это привело к недополучению в 2015 году более 3,5 тыс. т товарной рыбы и отразилось на продуктивности водных угодий.

Фактическая рыбопродукция в целом по товарной рыбе составила в 2015 году -7,8 ц/га и в среднем за пятилетку - 9,8 ц/га при нормативных показателях рыбопродукции 12 ц/га. Недобор производства рыбопродукции с 1 га составил 2,2 ц/га.

Обеспеченность кормами рыбоводных организаций за пятилетку в среднем составила 75%, в 2015 году - 72%.

Как видно из таблицы 2 плановые показатели производства рыбы всеми рыбопроизводителями в стране, заложенные в Госпрограмму выполнены только на 60,2%.

Причин замедления развития и снижения объемов производства несколько, которые можно представить следующим образом:

- в прудовом рыбоводстве основной причиной является недостаточная обеспеченность рыбоводных хозяйств полноценными кормами в основной сезон кормления, что вызвано дефицитом кредитных ресурсов на покупку комбикормов на комбикормовых предприятиях, их высокой ценой, а также

Таблица 2. – Объёмы производства (реализация) товарной рыбы в водоёмах республики в 2011 – 2015 годах [2].

Субъекты хозяйствования	Объёмы производства по годам (тонн)																	
	2011			2012			2013			2014			2015			итого		
	Зада-ние	факт	% выпол-нения	Зада-ние	факт	% выпол-нения	Зада-ние	факт	% выпол-нения	Зада-ние	факт	% выпол-нения	Зада-ние	факт	% выпол-нения	Зада-ние	факт	% выпол-нения
Брестский облисполком	270,0	214,3	79,4	429,0	165,5	38,5	1012	255,7	25,3	1341,0	151,0	12,3	1819,0	238,0	13,1	4871,0	1024,5	21,0
Витебский облисполком	284,0	251,3	88,5	343,0	195,8	57,1	381,0	188,8	49,5	423,0	210,4	49,7	559,0	164,5	29,4	1990,0	1010,8	50,8
Гомельский облисполком	214,0	243,7	113,9	260,0	231,6	89,1	287,0	162,0	56,4	458,0	161,9	35,3	818,0	155,3	19,0	2037,0	954,5	46,9
Гродненский облисполком	101,0	113,5	112,3	140,0	130,1	92,9	183,0	209,0	114	228,0	161,8	71,0	355,0	170,4	48,0	1007,0	784,8	77,9
Минский облисполком	122,0	190,9	156,5	163,0	264,9	162,5	194,0	224,0	115,4	220,0	129,3	58,8	375,0	31,7	8,4	1074,0	840,8	78,3
Могилевский облисполком	223,0	257,8	115,6	290,0	277,6	95,7	336,0	268,5	80,0	698,0	212,1	30,4	1153,0	276,4	24,0	2700,0	1292,4	77,5
Минсельхоз-прод	16540,0	16640,2	100,6	16993,0	10868,7	63,9	17989,0	11435,7	63,5	18917,0	9295,5	49,1	19725,0	7728,9	39,2	90164,0	55968,4	47,9
Управление делами Президента Республики Беларусь	215,0	213,7	98,6	227,0	169,0	74,4	238,0	168,9	70,9	250,0	189,5	75,8	406,0	704,3	173,0	1336,0	1445,4	108,2
Итого по республике	17970,0	18125,4	100,9	18845,0	12302,6	63,4	20620,0	12912,6	62,6	22535,0	10511,5	46,6	25210	9469,5	37,6	105180,0	63321,6	60,2

неполноценностью проведенной частичной замены комбикорма зерном и зерноотходами (рис. 1). Это в значительной степени отражается на себестоимости продукции. По этим причинам в 2013–2015 гг. произошел спад производства и реализации рыбы и, следовательно, почти все рыбхозы оказались убыточными;

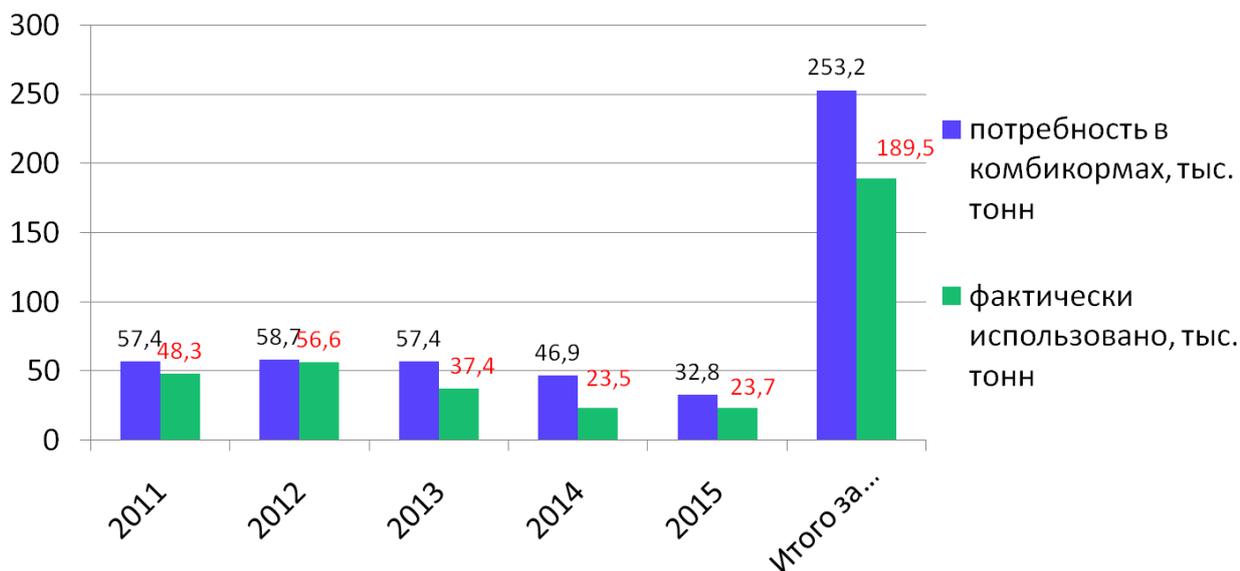


Рисунок 1. – Обеспеченность рыбхозов комбикормами в 2011-2015 годах [2].

- в индустриальном рыбоводстве причиной является недостаток финансовых средств на строительство и ввод в действие новых индустриальных рыбоводных комплексов, а также ошибки в проектировании уже построенных рыбоводных комплексов (ИООО «Ясельда»);

- в промысловом рыболовстве – низкая степень механизации и сохранение высоких издержек на промысел.

Кроме всего прочего, в республике до сих пор отсутствует эффективная маркетинговая политика в области реализации рыбной продукции, что не позволяет определиться с оптимальными объемами производства под потребности рынка.

Перспективы развития рыбной отрасли на 2016-2020 годы.

В настоящее время объемы производства продукции аквакультуры в мире практически сравнялись с объемами вылова, а по стоимости превзошли их [3].

А это значит, что в перспективе именно аквакультура будет определять условия обеспечения населения пищевой рыбной продукцией. В перспективе в результате постепенного сокращения объемов вылова морской и океанической рыбы и ожидаемого роста цен на импортируемую рыбопродукцию, пресноводная аквакультура останется стабильным резервом обеспечения населения республики пищевой рыбой собственного производства.

На ближайшую перспективу до 2020 года основной стратегией развития рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь является повышение эффективности выращивания и конкуренто-способности рыбопродукции на имеющихся и создаваемых мощностях в целях обеспечения населения свежей рыбой как традиционных (каarp, белый амур, толстолобик), так и «ценных» (форель, осетр и др.). В прудовом рыбоводстве основной упор предстоит сделать на рост экономической эффективности, обеспечивающий сохранение достигнутой продуктивности при минимизации затрат, формирующих себестоимость продукции. В индустриальном рыбоводстве – завершение начатого строительства рыбоводных комплексов и выход их на проектную мощность, позволяющую получить обозначенные в госпрограмме объемы производства. Недоиспользуемым ресурсом остается пастбищное рыбоводство на базе приспособленных естественных и искусственных водоемов, позволяющее получать качественную рыбопродукцию при существенно меньших, нежели в прудовом рыбоводстве затратах.

Анализ ситуации за период выполнения предыдущей (2006-2010 гг.) и текущей (2011-2015 гг.) государственных программ показывает, что опережающие темпы роста объемов производства над плановыми показателями отмечались только до 2011 года, после чего производство рыбы пошло на убыль (рис. 2). Это связано с тем фактором, что на предыдущем этапе шло восстановление мощностей рыбоводных хозяйств и значительные финансовые ресурсы были вложены в реконструкцию прудовых площадей и гидросооружений. На последующем этапе рост производства был возможен

только за счет роста интенсификации, что предопределило ценовую составляющую на рыбу и отношение к ней со стороны потребителя.

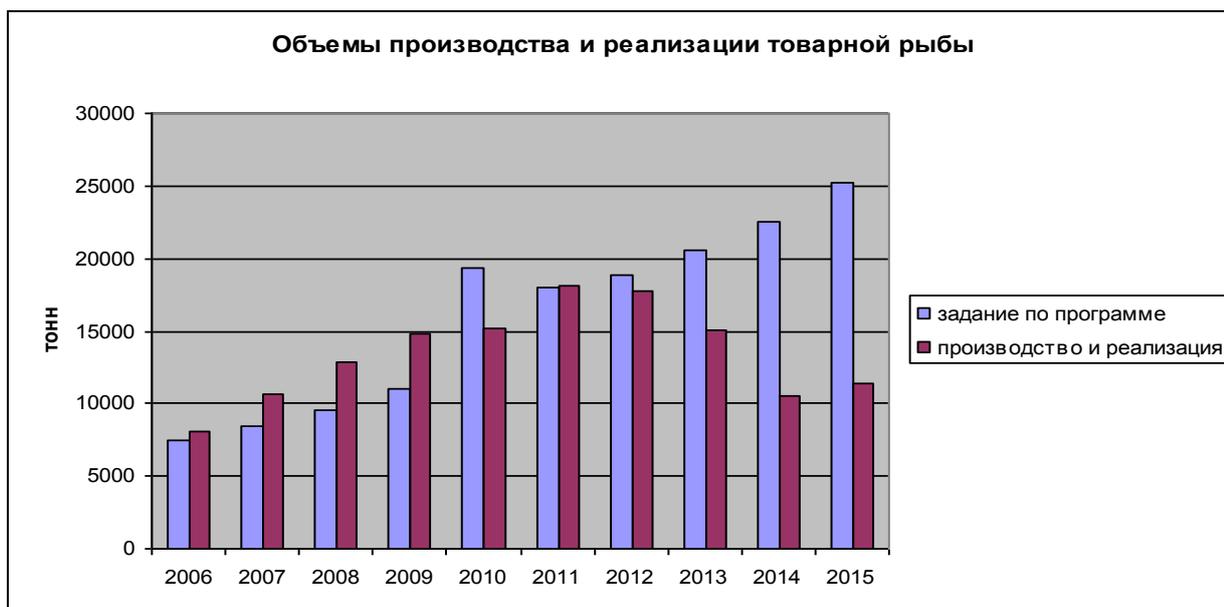


Рисунок 2. – Планируемый по Госпрограмме и реальный объем производства рыб

Подтверждением этому факту служит динамика реализации рыбы и соотношение переходящего остатка к общему объему производства по текущему году (рис. 3).

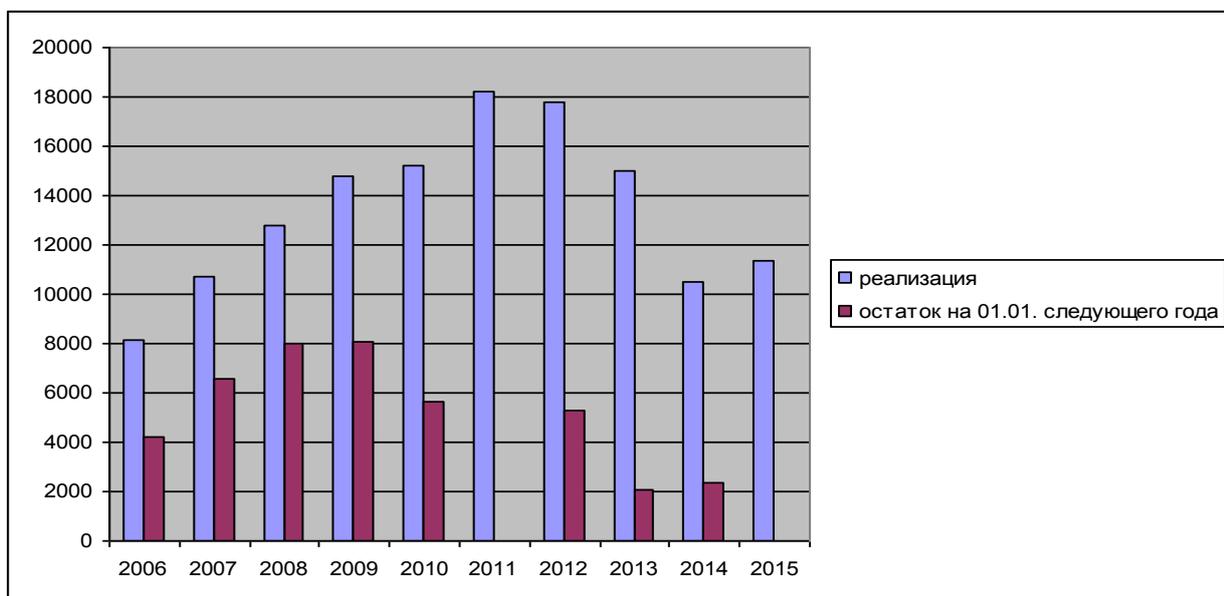


Рисунок 3. – Объем реализации и наличие переходящего остатка рыбы (на 2015 г. приведена ожидаемая величина)

Максимальные объемы реализации при полном отсутствии переходящего остатка на конец года отмечены только в 2011 году, вызванные девальвацией рубля и ростом конкурентоспособности рыбы собственного производства по отношению к другим белковым продуктам (мясо и птица). В этой ситуации даже относительно невысокие цены на морскую рыбопродукцию не явились препятствием для полной реализации собственной. Это служит лишним доказательством, что определяющим фактором для внутреннего рынка является цена на рыбу.

Ценовой аспект для производства должен подкрепляться соответствующими маркетинговыми исследованиями, формированием современных потребительских предпочтений.

Актуальным остается вопрос определения рационального объема производства, позволяющего реализовать рыбную продукцию без существенных потерь и роста затрат в процессе хранения и реализации и при рациональном наполнении внутреннего рынка.

Для населения Беларуси рыба остается социально значимым продуктом, а ее среднелюдиное потребление за последние 10 лет колеблется в пределах 13,1-17,5 кг/чел. в год, приближаясь к рекомендованному физиологическому минимуму 18 кг/чел. в год (рис.4).



Рисунок 4. – Динамика потребления рыбы в Республике Беларусь

Душевое потребление в республике еще уступает развитым и приморским странам со сходной структурой потребления животного белка. Исходя из объема фактического потребления, рекомендуемой доли рыбы при полноценном питании в мясо-рыбном балансе и наличия критического импорта (того, что не может производиться собственными силами), объем внутреннего производства должен составлять не менее 25 тыс. т.

При наличии имеющегося фонда прудовых площадей и достижения на них нормативной рыбопродуктивности, ежегодно можно получать около 16 тыс. т товарной прудовой рыбы, а с учетом построенных индустриальных комплексов – 17,0-17,5 тыс. т. Таким образом, величина 17,5 тыс. т в год является объективно достижимой и оправданной для республики. При изменении конъюнктурного спроса на внутреннем или внешнем рынках объем производства в 18,2 тыс. т, предлагаемый в проекте подпрограммы «Рыба» на 2016-2020 гг. может быть реализован в полной мере.

Анализ выше представленных диаграмм дает возможность говорить о том, что гарантированный устойчивым спросом объем реализации живой рыбы лежит в пределах 4-6 тыс. т. (реализация непосредственно в год производства). Следовательно, с учетом необходимого запаса живой рыбы для поддержания ассортиментного минимума до получения нового улова, вся остальная продукция должна подвергаться глубокой переработке, с возможностью реализации на протяжении следующего года или поставки за пределы страны. В этой ситуации дальнейшее развитие переработки на базе производственных рыбхозов является необходимой и экономически оправданной мерой.

По направлениям развития будет сохраняться сложившееся преобладание прудового рыбоводства, хотя значение индустриального постепенно возрастает, особенно в области производства продукции «ценных» видов рыб. Нарращивание объемов производства на предстоящий пятилетний период следует осуществлять путем ввода в строй новых индустриальных комплексов, а также большего развития экстенсивного пастбищного рыбоводства на приспособленных водоемах.

Традиционные методы прудового рыбоводства, как в Европе, так и в Азии практически достигли своего предела продуктивности, сталкиваются с дефицитом водных ресурсов и проблемой сброса отработанных вод. По этой причине дальнейшее развитие прудовой аквакультуры может идти только по пути освоения инновационных научных разработок, направленных на повышение экономической эффективности рыбоводства. Вторым интенсивно развиваемым направлением является индустриальное рыбоводство, базирующееся на системах специальной водоподготовки и полноценном искусственном кормлении. Данное направление в мировой аквакультуре является достаточно новым, но по темпам развития существенно превосходит все остальные.

Научное обеспечение отрасли.

Очевидно, что преобладающее в общем производстве прудовое рыбоводство по многим позициям достигло своего потолка и не имеет дальнейшей перспективы без проведения реконструкции и применения инновационных технологических решений. В ближайшем будущем основными направлениями исследований в рыбоводстве будут прежде всего селекционно-племенная работа с рыбами, защита рыб от болезней, решение вопросов повышения эффективности прудового рыбоводства, оптимизация кормообеспечения и рациональное природопользование.

Селекционно-племенная работа с рыбами.

В Беларуси РУП «Институт рыбного хозяйства» является единственным профильным научным заведением, осуществляющим весь спектр рыбохозяйственных исследований – от селекционно-племенной работы до технологических вопросов выращивания и рационального природопользования в части рыб. Следует отметить, что более 80% выращиваемой товарной прудовой рыбы представлено чистыми породами и высокопродуктивными кроссами, обеспечивающими до 15-20% прироста рыбопродукции без адекватного роста затрат кормов, что уже позволяет экономить на выращивании существенные финансовые ресурсы. Посадочный материал для

товарного выращивания получают по разработанной селекционной схеме от чистокровных производителей белорусской и зарубежной селекции, стада которых были сформированы с участием сотрудников института. Срок эксплуатации производственных маточных стад не превышает 5-7 лет, по причине чего имеется постоянная потребность в качественном ремонте на замену, чистоту которого необходимо отслеживать на всех этапах выращивания. Практическое осуществление селекционной работы возможно только силами специально подготовленных специалистов, подготовка и содержание которых в условиях рыбхоза не реальна.

В селекционной работе с рыбами чаще всего решаются две основные задачи: улучшение продуктивных качеств объекта разведения и создание пород, приспособленных к конкретным условиям культивирования. Разграничение этих двух задач условно, так как в любом случае речь идет об улучшении продуктивности и товарных качеств на фоне конкретных условий выращивания.

Ведение работ по селекции рыб и новому породоформированию является непрерывным постоянным процессом, обеспечивающим производственные рыбоводные хозяйства качественным племенным материалом. Любая порода животных, в том числе и рыб, не является раз и навсегда установившейся формой, но требует постоянного контроля и усилий по поддержанию породного соответствия. В рамках выполнения госпрограммы удалось довести породность производственных ремонтно-маточных стад карпа до 95%, что полностью обеспечивает существующие потребности рыбоводных хозяйств на период эксплуатации сформированных стад производителей.

Возможны разные пути повышения рыбопродуктивности. Основными являются: ускорение темпа роста за счет более полного использования энергии пищи на прирост, повышение жизнеспособности рыб, в том числе повышение их устойчивости к неблагоприятным условиям среды и к болезням. Сюда же можно отнести и ряд признаков, характеризующих качество товарной

продукции (убойный выход, жирность, качество мяса и его выход по отношению к общей массе мяса, костистость и т. д.).

Улучшение признаков продуктивности и, в первую очередь, повышение темпа роста и выживаемости, является ведущим направлением селекции в работах с большинством объектов разведения. Не менее важное значение имеет создание комплекса специализированных пород, приспособленных к различным условиям разведения.

При прудовом выращивании особое значение имеет приспособленность рыб к определенным температурно-климатическим условиям разных районов. Так, в северных районах рыбоводства (и отчасти в умеренной зоне) главной задачей является повышение общей холодостойкости и особенно зимостойкости. При разведении в южных районах возникает необходимость повышения устойчивости рыб к высоким температурам и дефициту кислорода. Зональные различия касаются и таких важных экологических факторов, как гидробиологический и гидрохимический режимы прудов, особенности токсикологической обстановки и эпизоотологической ситуации.

При селекции прудовых рыб в специфических условиях промышленных хозяйств на первый план выдвигается задача повышения стрессоустойчивости, приспособленности к чрезвычайно высокой плотности посадки в сравнительно небольших емкостях при питании почти исключительно искусственными кормами.

Для республики на ближайшее десятилетие наиболее актуальными направлениями селекционно-племенной деятельности в рыбоводстве выступают следующие:

1. Проведение работ по доместикации (одомашниванию) некоторых аборигенных видов рыб для создания исходных племенных стад с улучшенными хозяйственно полезными качествами (сом европейский, линь судак и др. аборигенные виды).
2. Установление и осуществление практических действий по выведению новых пород с усовершенствованными или специфическими свойствами на базе

современных селекционных достижений. К таким свойствам относят прежде всего: темп роста, эффективное и широкое использование естественных и искусственных кормов, устойчивость против заболеваний и неблагоприятных условий среды, скороспелость и высокую плодовитость при одновременной высокой выживаемости и другие хозяйственно-полезные качества (каarp, форель).

3. Разработка и выполнение комплекса селекционно-генетических мероприятий для совершенствования полезных признаков и создания наиболее адаптированных форм разводимых и новых интродуцируемых видов (пород) рыб к конкретным технологиям (условиям) выращивания (карповые, растительноядные, лососевые, осетровые, сиговые и др.).

4. Создание высокопродуктивных промышленных кроссов (гибридов) рыб для интенсивного товарного выращивания (прежде всего карповые и осетровые виды, форель).

5. Определение и контроль за сохранением чистопородности племенных стад рыб в рыбоводных организациях различных форм собственности для избежания нежелательных скрещиваний, потери полезных качеств и их вырождения.

6. Формирование, пополнение и поддержание коллекционных (генофондных) стад рыб в качестве генетического резерва республики. Аккумуляция и поддержание генофонда редких и исчезающих видов.

7. Разработка и совершенствование селекционных компьютерных программ по племенному делу и воспроизводству рыб, внедрение программно-технических средств в племенном рыбоводстве.

В целях оптимизации селекционно-племенной работы с рыбами и повышения ее эффективности в ближайшие годы планируем сформировать на базе РУП «Институт рыбного хозяйства» и его структурных производственных подразделений – селекционно-племенного участка «Изобелино» и хозрасчетного рыбоводного участка «Вилейка» селекционно-генетический комплекс по рыбоводству.

Защита рыб от болезней.

Интенсификация и специализация производства подразумевают локализацию производственных процессов и увеличение межхозяйственных перевозок племенного, рыбопосадочного материала и товарной продукции, расширяя риски выращивания и возможности проникновения в рыбоводные хозяйства опасных штаммов микроорганизмов, экто- и эндопаразитов.

В настоящее время на сопредельных с Республикой Беларусь территориях отмечается ряд опасных для рыб заболеваний бактериальной и вирусной этиологии, способных нанести существенный экономический ущерб. Практика профилактики заболеваний и защиты рыб на основе антибиотиков вызывает все большую неприязнь со стороны структур, контролирующих пищевую безопасность, а рост интенсивности терапевтических мероприятий снижает их эффективность по причине формирования устойчивости со стороны микроорганизмов.

Все это формирует потребность в поиске новых эффективных методов защиты рыб, особенно в условиях монокультуры индустриальных комплексов. РУП «Институт рыбного хозяйства» видит свою задачу в разработке новых препаратов, способов их применения и методов борьбы с болезнями рыб на основе новых, инновационных подходов, включая и методы биоинженерии.

Достаточно быстрое решение поставленных задач возможно в результате кооперации с другими научными профильными учреждениями НАН Беларуси, но постановка опытов на рыбах возможна только в условиях аквариальной институции. По этой причине реконструкция аквариальной, сертификация лаборатории и доведение ее оснащения до требований современного уровня остаются одной из первоочередных задач.

Обеспечение кормами

Высокая степень интенсификации аквакультуры требует наличия полноценного кормления сбалансированными энергоэффективными кормами. Особенно это касается направлений рыбоводства, связанных с высокими плотностями посадки при практически полном отсутствии естественной пищи

(индустриальное рыбоводство на базе рециркуляционных установок и в садках на теплых водах). Оптимизация кормления с учетом видовой, возрастной и размерной специфики способна снизить общую потребность в кормах и повысить эффективность их использования.

В прудовой аквакультуре получение рыбопродукции при плотностях посадки, не обеспеченных естественной кормовой базой, возможно только за счет искусственных кормов, на долю которых в структуре себестоимости выращенной рыбы приходится до 50%. Одним из способов снижения затрат является удешевление самого комбикорма, но это наиболее трудно решаемая проблема. В результате формируются достаточно высокие отпускные цены на корма и, как следствие, выращиваемую рыбу. Разработка новых технологических решений может способствовать минимизации данного фактора.

Общая потребность прудового рыбоводства в концентрированных кормах составляет около 50 тыс. т в год. Выход индустриального рыбоводства на запланированные объемы производства потребует еще около 4,5-5 тыс. т. В настоящее время разработаны рецептуры для основных возрастных групп карпа, а все карповые комбикорма в республике выпускаются только по рецептам института. Проблемой остаются комбикорма для ценных видов рыб, рецепты на которые хотя и разработаны, но имеются вопросы с обеспечением сырьем и производством. К сожалению, комбикормовая промышленность пока не в состоянии изготовить комбикорм, конкурирующий с зарубежными аналогами. В этой ситуации институт видит необходимость расширения линейки изготавливаемых кормов не только применительно возрастной группе (для сеголетков и товарной рыбы), но с учетом видовой специфики, размерной градации и физиологического состояния рыбы (мальков разного размера, товарной рыбы по сезонам выращивания, ремонта и производителей). Перспективным направлением может стать применение иммуномоделирующих компонентов в составе кормов для рыб (различные растительные компоненты, сквалены, хитозан, глюкан и др.), а также различных нетрадиционных

компонентов, как для прудового карпа, так и для «ценных видов». В этой связи возникает вопрос разработки профилактических комбикормов, использование которых направлено на увеличение иммунитета у рыб и на получение экологически чистой продукции аквакультуры. Все это требует производства небольших опытных партий корма (0,5-1,0 т) с различным наполнением и размером гранул. Существующие же мощности комбикормовых заводов рассчитаны на разовую загрузку от 5 т и более, не позволяющую производить малые опытные партии, а установленное технологическое оборудование предназначено только под определенные стандартные решения, от чего страдает качество гранул (в части водостойкости и низкой крошимости). Обеспечить прорыв в этом направлении возможно через создание в системе НАН Беларуси на базе РУП «Институт рыбного хозяйства» опытного малотоннажного производства кормов, позволяющего производить малыми партиями по рецептам института экспериментальные корма с последующим испытанием на опытных или производственных рыбоводных мощностях.

Из всего вышесказанного вытекает, что основными исследованиями на ближайшую перспективу является:

- разработка кормов для новых объектов рыбоводства;
- разработка новых кормовых добавок из отходов от переработки рыбных отходов и сельскохозяйственной продукции;
- разработка комбикормов содержащих в своем составе комплементарные средства (пробиотики), направленные на активацию собственных резервов организма, регулирующих и защитных его систем;
- разработкой комбикормов для молоди разных видов рыб;
- снижение стоимости комбикормов за счет оптимизации технологии их изготовления и повышения их качества.

Экологизация рыбоводства

Мировые тенденции природопользования свидетельствуют о стремлении к снижению количества потребляемых вод и ужесточении требований к качеству сбрасываемых. В Республике Беларусь разрабатывается новое

водоохранное законодательство, после принятия которого прудовое рыбоводство может стать перед проблемой штрафных санкций либо полного запрета на сброс отработанных вод. Поскольку основу рыбоводных мощностей в республике составляют прудовые хозяйства, в ближайшей перспективе встанет вопрос нормирования водопользования и стока из прудов. Экологизация производства рыбы в республике на фоне увеличения эффективности рыбоводства потребует пересмотра и совершенствования традиционных технологий выращивания рыбы, более глубокой реконструкции имеющихся прудовых площадей, перевод хозяйств на частичное оборотное водоснабжение, и создание очистных прудов с ботаническими площадками, для чего необходимо научное обоснование и проведение мониторинга исследований.

Для решения вопроса по экологизации производства рыбы в республике исследования должны быть направлены в первую очередь на разработку технологий и способов по улучшению качества среды выращивания рыбы и снижению загрязнения прудовыми хозяйствами открытых водотоков и водоемов, которые включают:

- разработку новых комбинированных технологий выращивания рыбы, одновременно совмещающие производство рыбы по интенсивной и экстенсивной технологиям (ИЭС). Система ИЭС (пруд в пруду) позволит увеличить эффективность использования питательных веществ, снизить их выпуск в окружающую среду, увеличить финансовую отдачу и рост рыбопродукции на единицу потребляемой воды;
- разработку ресурсосберегающих технологий, включающих снижение затрат на выращивание товарной рыбы за счет перестройки структуры выращиваемых рыб в сторону доминирования растительноядных рыб, не требующих для своего роста концентрированных кормов, что позволит получать нормативную рыбопродуктивность за счет более полной утилизации кормовых ресурсов пруда, и тем самым снизить биологическую нагрузку на водоприемники;

- разработку технологий включающих применение рыбосевооборота на рыбоводных прудах, позволяющего увеличить производство рыбы, частично решить проблему кормов для нее, снизить нагрузку органического и взвешенного вещества на водоприемники;
- разработку способов рационального использования минеральных удобрений и мелиорантов в прудах в зависимости от степени обеспеченности грунтов минеральными и органическими веществами;
- снижение использования минеральных удобрений за счет применения органических удобрений, разработанных на основе местного сырья (высшей водной растительности, торфа и др.);
- разработку способов по улучшению качества отводимой воды в рыбоводных хозяйствах - как в самих прудах, так и на водоспускном канале;
- разработку технологии использования перифитонных модулей в прудах для повышения их рыбопродуктивности и снижения биогенной нагрузки на водные объекты.

Промысловое рыболовство

Одним из вопросов природопользования является развитие рыболовства. Промысловое рыболовство в республике является традиционным видом рыбохозяйственной деятельности, однако перспективы его роста весьма ограничены и сталкиваются с объективными трудностями. Имеющая место в обществе дискуссия об экономической целесообразности промыслового лова на внутренних водоемах и социальной направленности природопользования предполагает возможность разделения рыболовных угодий в зависимости от перспективы их использования. Учитывая многообразие водных ресурсов, их современное состояние и географическую привязку, считаем целесообразным определить перечни водоемов для пастбищного рыбоводства с высокой интенсивностью рыбоводных процессов, которые способны работать в особых, отличных от других арендуемых водоемов. Для прочих угодий в определении перспективы использования исходить из их рекреационного потенциала с перспективой развития любительского рыболовства и рыболовного туризма.

Зарыбление за счет бюджета целесообразно направлять именно на пастбищное рыбоводство, финансируя зарыбление прочих угодий за счет средств арендаторов (пользователей) или внебюджетных фондов. Потребность в посадочном материале прудовых рыб для зарыбления нагульных водоемов в состоянии обеспечить действующие рыбоводные хозяйства. В тоже время в республике отсутствуют производственная база, технологии и опыт воспроизводства речных экономически значимых видов, в т.ч. редких и угрожаемых, занесенных в Красную Книгу. Создание таких мощностей (рыбопитомника) предусматривалось тремя предыдущими рыбохозяйственными программами (1998-2005, 2006-2010 и 2011-2015 гг.), но не получило реализации.

Ввод в эксплуатацию инкубационного цеха в СПУ «Изабелино» позволит производить до 30 млн. штук личинок, что может обеспечить посадочным материалом аборигенных видов ежегодное зарыбление естественных водоемов при своевременном госзаказе видов и объемов посадочного материала.

Список использованных источников

1. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 159 от 17.02.2012, С. 40.

2. Доклад Министра сельского хозяйства Республики Беларусь Л.К. Заяца на заседании Коллегии Комитета госконтроля Республики Беларусь «О результатах проверки выполнения мероприятий Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 07.10.2010 №1453, в том числе по вопросам эффективности и целевого использования средств, направленных на ее выполнение» от 21 июня 2016 г.

3. Федорова, З.В. Марикультура в 2000 г. (статистические данные ФАО) и перспективы развития аквакультуры до 2010 г. / З.В. Федорова // Аналитическая и реферативная информация. ВНИЭРХ. - М.: Рыб. хоз-во, Сер. Марикультура, 2003, вып. 1. - С. 1-20.

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

УДК 639.3.034.2

МАРКИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО ГЕНОФОНДА КАРПА ПО ЛОКУСУ ТРАНСФЕРРИНА

Я.И. Шейко, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

MARKING OF CARP COLLECTION GENETIC POOL BY TRANSFERRIN LOCUS

J. Sheiko, Y. Rydyi, S. Kralko

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Реферат. Представлены результаты исследования частоты генотипов по локусу трансферрина у карпов разной породной принадлежности белорусской и зарубежной селекции и амурского сазана ханкайской популяции, включенных в коллекционный генофонд республики Беларусь. Дана оценка генетической чистоты племенного материала.

Ключевые слова: карп, сазан, порода, линия, трансферрин, генетическое маркирование.

Abstract. There are presented the research results of genotype frequency by transferrin locus for carps pertaining to various breeds of belorussian and foreign selection and Amur common carp of Khanka population entered the collection genetic pool of the Republic of Belarus. There is assessed the genetic frequency of brood stock.

Key words: Carp, common carp, breed, line, transferrin, genetic marking.

Введение. Исследования, связанные с электрофоретическим разделением генетических вариантов белков, привели к быстрому проникновению этого метода в популяционно-генетические исследования. Одновременно полиморфные белковые локусы стали широко использоваться как генетические маркеры при проведении селекции различных объектов сельского хозяйства. Популяции рыб насыщены полиморфными генами, представленными двумя, тремя, а не редко и большим числом аллелей. Среди β -глобулинов сыворотки

крови важную роль играют трансферрины, переносящие железо, необходимое для построения молекулы гемоглобина. Простота наследования и методическая легкость их обнаружения на электрофорреграммах позволяют использовать трансферриновые аллели в качестве генетических маркеров [1].

Материал и методика. При проведении биохимико-генетической экспертизы старших групп ремонта и переводе в стадо производителей проводили их индивидуальное мечение проционовыми холодоводорастворимыми красителями. Красители разных цветов по разработанной схеме вводили в чешуйные кармашки. Метки подновлялись при проведении бонитировки по массе и экстерьерным показателям в весенний период [2, 3, 4].

Биохимико-генетические исследования проводили методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) в камере вертикальной модификации Г.Н. Нефедова и К.А. Трувелера [5]. ПААГ готовили по методу Б. Девиса [6], окрашивание гелевых блоков – по модификации А. Таммерта [7]. Белки трансферрина выявляли методом окрашивания в спиртово-уксусном растворе сложного красителя Кумасси и просветляли в таком же растворе без красителя. Закрепление окраски и временное хранение фореграмм проводили в спиртово-уксусном растворе [8].

Обсуждение результатов исследования. В соответствии со схемой формирования породы карпа Изобелинский, включающего 4 отводки, каждая из них была маркирована по локусу трансферрина (таблица 1). Генотип двух отводок три прим и смесь чешуйчатая включают карпов с типично карповыми аллелями, а в отводках смесь зеркальная и столин XVIII поддерживается генетическое разнообразие, за счет увеличения доли редких аллелей локуса трансферрина.

В результате селекционных работ отводка три прим маркирована аллелями А и В производители F9 (10-ти и 11-ти летки) и F10 (4-х-6-ти летки). Гомозиготы этой отводки представлены сочетанием АА с частотой встречаемости 25,9 %.

Таблица 1. – Частоты генотипов по трансферриновому локусу генофонда РМС отводок изобелинского карпа

Отводка	Возраст, пол	Экз.	Частоты генотипов, %											
			AA	BB	CC	YY	AB	AC/ AC'	AY	BC	BY	CY/C'Y	AX	YD
три прим	4+, ♀	8	25,0			12,5	12,5	37,5	12,5					
	♂	3	66,7						33,3					
	9+, ♀	8				12,5	75,0	12,5						
	♂	3	33,3				33,3		33,3					
11+, ♂	5	40,0					40,0		20,0					
Итого:		27	25,9			7,4	37,1	14,8	14,8					
смесь зеркальная	4+, ♀	2			50,0				50,0					
	♂	3			33,3	33,3	33,3							
	5+, ♀	5				20,0		40,0	20,0		20,0			
	♂	6						50,0	16,7			/33,3		
	6+, ♀	2			50,0			50,0						
	♂	2	50,0									/50,0		
	8+, ♀	13				15,2	7,7	30,8			7,7	23,1/15,38		
♂	10						40,0		20,0		30,0/10,0			
Итого:		43	2,3		7,0	7,0	4,6	34,9	7,0	2,3	4,6	30,2		
столин XVIII	3+, ♀	3				66,7			33,3					
	♂	3				66,7	33,3							
	8+, ♀	13		15,4			30,7	15,38	15,38	7,69	7,69			7,69
	♂	6			/33,2		16,6	/16,6			16,6	/16,6		
	9+, ♀	2								50,0	/50,0			
	10+, ♀	11				36,3	18,2	9,1	9,1		9,1	/18,2		
	♂	6				16,6		16,6	50,0		16,6			
11+, ♀	3						33,3			66,7				
Итого:		47		4,2	4,2	19,4	19,1	10,6	14,9	2,1	14,9	8,5		2,1
смесь чешуйчатая	4+, ♂	5					60,0						40,0	
	6+, ♀	10	20,0/10,0		20,0		10,0	40,0						
	♂	9	33,3		11,2			55,5						
	9+, ♀	5		20,0				60,0	20,0					
	11+, ♀	10	50,0	20,0	10,0			20,0						
	♂	6	66,8		16,6			16,6						
Итого:		45	33,3	4,4	11,1		8,9	33,3	2,2				4,4	

Частота встречаемости аллеля А самая высокая и составляет $q^A = 0,56$

(таблица 2).

Таблица 2. – Частоты аллелей по трансферриновому локусу генофонда РМС отводок изобелинского карпа

Отводка	Возраст, пол	Кол-во рыб, Экз	Частота аллелей						Доля гете-рози- гот, %
			q^A	q^B	q^C	q^Y	q^D	q^X	
три прим	4+, ♀	8	0,56	0,06	0,19	0,19			62,5
	♂	3	0,83			0,17			33,3
	9+, ♀	8	0,44	0,37	0,06	0,12			87,5
	♂	3	0,66	0,17		0,17			66,7
	11+, ♂	5	0,70	0,20		0,10			60,0
Итого:		27	0,56	0,13	0,06	0,25			66,7
смесь зеркальная	4+, ♀	2	0,25		0,50	0,25			50,0
	♂	3	0,17	0,17	0,33	0,33			33,3
	5+, ♀	5	0,30	0,10	0,20	0,40			80,0
	♂	6	0,33		0,42	0,25			100,0
	6+, ♀	2	0,25		0,75				50,0
	♂	2	0,50		0,25	0,25			50,0
	8+, ♀	13	0,30	0,07	0,23	0,40			84,6
♂	10	0,35	0,10	0,35	0,20			100,0	
Итого:		43	0,30	0,08	0,32	0,30			83,7
столин XVIII	3+, ♀	3	0,17			0,83			33,3
	♂	3	0,17	0,17		0,66			33,3
	8+, ♀	13	0,30	0,40	0,11	0,15	0,04		84,6
	♂	6	0,25	0,17	0,25	0,33			100,0
	9+, ♀	2		0,25	0,25	0,50			100,0
	10+, ♀	11	0,18	0,14	0,14	0,54			63,7
	♂	6	0,34	0,08	0,08	0,50			83,2
	11+, ♀	3	0,17	0,50		0,33			100,0
Итого:		47	0,20	0,20	0,10	0,30	0,20		72,2
смесь чешуйчатая	4+, ♂	5	0,50	0,30				0,20	100,0
	6+, ♀	10	0,55		0,45				60,0
	♂	9	0,60		0,40				66,7
	9+, ♀	5	0,40	0,20	0,30	0,10			80,0
	11+, ♀	10	0,60	0,20	0,20				20,0
	♂	6	0,75		0,25				83,4
Итого:		45	0,47	0,12	0,35	0,03		0,03	51,2

Аллель В ($q^B = 0,13$) в отводке три прим установлен только в гетерозиготном состоянии (АВ). Частота встречаемости данного генотипа составляет 37,1 %. В сумме, маркирующие генотипы отводки изобелинского карпа три прим составляют 63,0 %. Кроме основных маркирующих аллелей в отводке три прим обнаружены особи с аллелями С ($q^C = 0,06$) и Y ($q^Y = 0,15$). Частота встречаемости гетерозигот, включающих эти аллели (АС и АY) не высока (по 14,8 %), у единичных особей установлен генотип YY. Поскольку аллели С и Y не являются маркирующими для отводки три прим, в дальнейшем воспроизводстве данной группы не рекомендуется использовать производителей с генотипами АС и АY и, особенно YY. На протяжении последних трех поколений отводка смесь чешуйчатая маркирована аллелями А и С. Производители этой отводки F9 (10 и 11-ти летки) и F10 (4 – 6-ти летки) в основном представлены особями, несущими эти аллели. Большинство гомозигот имеют генотип АА (33,3 %). Гомозиготы СС встречаются значительно реже – 11,1 %. Основная масса гетерозигот представлена сочетанием аллелей А и С (33,3 %). Частота встречаемости аллеля А составляет $q^A = 0,47$, а С – $q^C = 0,35$. То есть, в генотипе отводки смесь чешуйчатая в основном присутствуют маркирующие аллели А и С. Засорение нежелательными в этой отводке аллелями В и Y незначительно ($q^B = 0,12$; $q^Y = 0,02$). На протяжении последних трех поколений отводка смесь чешуйчатая маркирована аллелями А и С.

Принято, что в отводках смесь зеркальная и столин XVIII, должно сохраняться генетическое разнообразие за счет увеличения частоты редких аллелей и повышения гетерозиготности. Среди генотипов отводки смесь зеркальная 16,3 % особей приходится на долю гомозигот, в основном представленных СС и YY (по 7,0 %) и только у одной особи встречается генотип АА (2,3 %). Основную массу гетерозигот составляют АС (34,9 %) и CY (30,2 %). Остальные комбинации встречаются у незначительного количества особей от 2,3 % (BC) до 7,0 % (AY). У отводки смесь зеркальная повышены частоты встречаемости аллелей С и Y, ($q^C = 0,35$; $q^Y = 0,20$ соответственно),

частота которых в отводке три прим значительно ниже. То есть, в отводке смесь зеркальная прослеживается тенденция к маркированию ее аллелями С и Y с одновременным увеличением гетерозиготности.

Отводка столин XVIII, самая разнообразная по локусу трансферрина, представлена карпами с десятью различными генотипами. Относительная доля гомозигот 27,8 %, основная масса которых представлена сочетанием YY (19,4). Большинство особей РМС этой отводки гетерозиготны (72,2 %). Аллель А, характерный для отводки смесь чешуйчатая, у столин XVIII встречается лишь в гетерозиготном состоянии ($q^A = 0,20$) (таблица 2). Следует учесть, что аллель С, в рассмотренной популяции, встречается в двух вариантах С и С', причем в отводке столин XVIII повышена частота С'. Есть возможность одновременно с сохранением генетического разнообразия генотипов данной отводки проводить ее маркирование, за счет увеличения доли редких аллелей С' и D.

Таблица 3. – Частоты генотипов по трансферриновому локусу генофонда РМС лахвинского и тремлянского карпов

Породная принадлежность	Возраст, пол	Количество, экз.	Частоты генотипов, %											
			AA	BB	ZZ	AB	AC	AY	AZ	BY	BZ	ZY	YD	
Ляхвинский чешуйчатый	6+, ♀	11	63,3	9,1				18,2	9,1					
лахвинский зеркальный	3+, ♀	6	50,0					50,0						
	♂	6	50,0					50,0						
	4+, ♂	2	50,0				50,0							
Зеркальный итог:		14	50,0	7,4			7,1	42,9						
Тремлянский зеркальный	6+, ♀	39	51,3	2,6	5,1	5,12	20,5	2,6	2,6		7,7		2,6	
	♂	7	28,6			14,3	28,6			14,3	14,3			
итого:		45	48,9	2,2		6,7	24,4	6,7	2,2	8,9				
Тремлянский чешуйчатый	6+, ♀	11	45,4			18,2	18,2	9,1	9,1					
	♂	6		16,7		66,6					16,7			
	8+, ♀	2					50,0				50,0			
	♂	2									50,0	50,0		
итого:		21	23,8	4,8		25,8	14,3	4,8			14,3	9,6		

В настоящее время в коллекционном стаде пород карпов сохраняется популяция чистопородного лахвинского карпа, прошедшего 10 поколений селекции. В начале 90-х годов прошлого века селекционный материал лахвинского карпа маркировали по локусу трансферрина А, основная масса генотипов была представлена гомозиготами АА.

Как видно из таблицы 3 такая же тенденция сохраняется у производителей и старшего ремонта 11 поколения лахвинского карпа из коллекционного стада. У лахвинского чешуйчатого карпа 63,3 % особей составляют гомозиготы АА, а у зеркального 50,0 %. Частота встречаемости аллеля А - 0,50 и 0,75 соответственно (таблица 4). Чешуйчатая и зеркальная линии тремлянского карпа отличаются значительным разнообразием аллелей локуса трансферрина.

Таблица 4. – Частоты аллелей по трансферриновому локусу генофонда РМС лахвинского и тремлянского карпов

Породная принадлежность	Возраст, пол	Кол-во рыб, экз	Частота аллелей						Доля гетерозигот, %
			q ^A	q ^B	q ^C	q ^Y	q ^Z	q ^d	
лахвинский чешуйчатый	6+, ♀	11	0,77	0,09	0,09	0,05			27,3
итого:		11	0,23	0,1	0,1	0,05			27,6
лахвинский зеркальный	3+, ♀	6	0,75		0,25				50,0
	♂	6	0,75		0,25				50,0
	4+, ♂	2	0,75	0,25					50,0
итого:		14	0,32	0,04	0,07				42,6
тремлянский зеркальный	6+, ♀	39	0,7	0,09	0,1	0,01	0,1	0,01	41,0
	♂	7	0,5	0,22	0,14	0,07	0,07		71,5
итого:		45	0,1	0,07	0,03	0,02	0,06	0,01	48,9
тремлянский чешуйчатый	6+, ♀	11	0,68	0,09	0,09	0,09	0,05		54,6
	♂	6	0,33	0,6			0,07		83,3
	8+, ♀	2	0,25	0,25	0,25		0,25		100,0
	♂	2		0,25		0,25	0,5		100,0
итого:		21	0,16	0,16	0,05	0,07	0,12		71,4

Гомозиготы представлены сочетаниями аллелей AA и BB с частотой 48,9 и 2,2 % соответственно для зеркальной линии, 23,8 и 4,8 % - для чешуйчатой.

Гетерозиготность зеркальной линии составляет 48,9 %, чешуйчатой - 71,4%. Разнообразие геновариантов в чешуйчатой линии значительно выше, чем в зеркальной.

Популяция тремлянского карпа характеризуется повышенной частотой встречаемости аллелей A, B, Z (q^A и $q^B = 0,30$; $q^Z = 0,20$ для чешуйчатой линии и $q^A = 0,36$; $q^B = 0,25$; $q^Z = 0,21$ для зеркальной).

Незначительная частота аллеля D выявилась только у тремлянского зеркального карпа $qD = 0,01$. Частота аллелей C и Y у линий тремлянского карпа несколько ниже.

Очевидно, для тремлянской породы карпа характерным отличием (маркером) является повышенная концентрация, не встречающегося в других породах, аллеля Z.

Коллекционное стадо РМС карпа включает небольшие по численности популяции импортных пород карпа:

- румынский (фресинет)
- югославский
- немецкий
- сарбоянский

Формирование генофонда завезенных из-за пределов страны пород карпа начато в 1991-1992 гг., и, к настоящему времени, импортные породы прошли процесс адаптации к климатическим условиям Республики Беларусь, что демонстрируется близким к нормативным значениям таких важных рыбоводных характеристик как выживаемость во время зимовки и величина потери массы тела после зимовки.

Популяция фресинета представлена группой старшего ремонта (4-х летки) с низкой генетической изменчивостью по локусу трансферрина (таблица 5).

Таблица 5. – Частоты генотипов по трансферриновому локусу генофонда карпа коллекционных импортных пород

Породная принадлежность	Возраст, пол	Кол-во, экз.	Частоты генотипов, %							
			AA	BB	AB	AC	AD	CY	BC	BY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
фресинет	3+, ♀	15	46,7		46,7			6,7		
	♂	10	50,0		50,0					
итого:		25	48,0		48,0			4,0		
немецкий	3+, ♀	7	42,8		42,8	14,3				
	♂	4	50,0	25,0	25,0					
	4+, ♀	3	66,7			33,3				
	♂	2	50,0			50,0				
	5+, ♂	5	80,0			20,0				
	6+, ♀	4				75,0			25,0	
	8+, ♀	3				33,3	66,7			
итого:		28	42,9	3,6	17,9	32,0			3,6	
югославский	3+, ♀	9			55,5	33,3				11,0
	♂	6	16,7		33,2			16,0	16,7	16,7
итого:		15	6,7		46,7	20,0		6,7	6,7	13,2
сарбоянский	3+, ♀	9	55,6	11,1		22,2	11,1			
	♂	3	33,3			33,3			33,3	
	8+, ♀	10	30,0			60,0	10,0			
итого:		22	40,9	4,5		41,0	9,1		4,5	

В основном вся популяция состоит из двух геновариантов – гомозиготы AA и гетерозиготы AB (по 42,0 %). Обнаружен 1 экземпляр с генотипом CY (4,0 %), который подлежит выбраковке, поскольку не характерен для данной породы, маркированной «чисто» карповыми аллелями.

У имеющейся чистопородной группы фресинета, самая высокая частота встречаемости аллеля A ($q^A = 0,6$), аллель B установлен только в гетерозиготном состоянии ($q^B = 0,3$) (Таблица 6).

Таблица 6. – Частоты аллелей по трансферриновому локусу генофонда карпа коллекционных импортных пород

Породная принадлежность	Возраст, пол	Кол-во, экз.	Частота аллелей					Доля гетерозигот, %
			q ^A	q ^B	q ^C	q ^Y	q ^D	
Фресинет	3+, ♀	15	0,47	0,23	0,033	0,033		53,3
	♂	10	0,75	0,25				50,0
итого:		25	0,60	0,30	0,05	0,05		52,0
Немецкий	3+, ♀	7	0,72	0,21	0,07			57,0
	♂	4	0,63	0,37				50,0
	4+, ♀	3	0,83		0,17			33,4
	♂	2	0,75		0,25			50,0
	5+, ♂	5	0,90		0,10			20,0
	6+, ♀	4	0,38	0,12	0,50			100,0
	8+, ♀	3	0,50	0,17	0,33			100,0
итого:		28	0,60	0,20	0,20			53,5
Югославский	3+, ♀	9	0,44	0,33	0,18	0,05		100,0
	♂	6	0,33	0,33	0,17	0,17		83,3
итого:		15	0,31	0,31	0,19	0,19		93,3
сербоянский	3+, ♀	9	0,72	0,11	0,11		0,06	33,3
	♂	3	0,50		0,33		0,17	66,6
	8+, ♀	10	0,65		0,30		0,05	70,0
итого:		22	0,55	0,10	0,20		0,15	54,6

У старшего ремонта и производителей немецкого карпа обнаружено 5 геновариантов, из которых 42,9 % гомозиготы AA. Из гомозигот встречается BB, но в незначительном количестве. Гетерозиготы в основном представлены сочетанием аллелей AB (17,9 %) и AC (32,0 %), лишь у одного экземпляра (3,6 %) установлен генотип BC. Очевидно, в популяции немецкого карпа присутствуют только маркирующие аллели. Концентрация аллеля А максимальная ($q^A=0,6$), а В и С значительно ниже ($q^B=0,2$ и $q^C=0,20$).

В популяции югославского карпа (4-х летки) установлено 7 геновариантов трансферринов, из которых гомозиготы AA составляют лишь 6,7 %, остальные 13,3 % приходятся на гетерозиготы, причем 79,3 % являются маркирующими геновариантами АВ, АС и ВС. Сочетания с аллелем (СУ и ВУ – 19,2 %) не желательны и подлежат выбраковке. Основу популяции югославского карпа составляют особи, несущие аллели А и В (q^A и q^B по 0,31). Частота встречаемости аллелей С и У значительно ниже (q^C и q^Y по 0,19).

Сарбоянский карп в коллекционном стаде представлен небольшими популяциями 4-х и 8-ми летков с 5 геновариантами. Гомозиготы составляют 45,4 %, из которых 40,9 % AA и в незначительном количестве - ВВ (4,5 %). Гетерозиготность составляет 54,6 %, из гетерозигот, самый распространенный геновариант АС (41,0 %). В популяции сарбоянского карпа встречается в незначительном количестве гетерозигота ВС (4,5 %). У этого карпа отмечено присутствие редкого аллеля D в гетерозиготном состоянии, с частотой генотипа AD 9,1 %. Максимальная частота встречаемости отмечена для аллеля А ($q^A = 0,55$). Остальные аллели имеют более низкие показатели $q^B = 0,10$; $q^C = 0,20$; $q^D = 0,15$.

В целом, популяции чистопородных импортных карпов, входящих в состав коллекционного стада СПУ «Изобелино», соответствуют ранее определенному характеру маркирования по локусу трансферрина. Только у старшего ремонта (4-х летки) обнаружено засорение чистопородных групп, представленное единичными особями, несущими аллель У, которые подлежат выбраковке.

В СПУ «Изобелино» имеется популяция амурского сазана, сформированная из производителей, прошедших отбор по нескольким биохимико-генетическим параметрам (миогены, эстеразы, трансферрины). В настоящее время его ремонтно-маточное стадо включает 11 геновариантов аллелей трансферрина (таблица 7).

Таблица 7. – Частоты генотипов по трансферриновому локусу генофонда РМС амурского сазана ханкайской популяции

Возраст, пол	Кол-во, экз.	Частоты генотипов, %										
		AA	YY	AB	AC	AU	CY	AX	AZ	BY	XX	UX
3+, ♀	12	25,0	75,0									
♂	14	7,3	50,0			14,3	14,3				14,3	7,3
4+, ♀	5		20,0			80,0						
8+, ♀	8	25,0			25,0	25,0		12,5		12,5		
♂	4	25,0	25,0		25,0	25,0						
10+, ♀	10	10,0	30,0	10,0		20,0			10,0	20,0		
♂	3	33,3	33,3					33,3				
итого:	56	19,1	41,1	1,8	5,4	17,0	3,6	25,4	1,8	5,4	3,6	1,8

Гомозиготы представлены AA, YY и XX с частотой 17,7, 41,1 и 3,6 % соответственно, гетерозиготность составляет 44,8 %. Большинство гетерозигот малочисленны, самым распространенным у амурского сазана из коллекционного стада является сочетание аллелей AU (19,6 %). Всего же сочетаний с аллелем Y насчитывается 28,6 % от общего числа всех генотипов. Частота встречаемости остальных генотипов незначительна. Распределение аллелей трансферрина в популяции сазана представлено в таблице 8.

Таблица 8. – Частоты аллелей по трансферриновому локусу генофонда РМС амурского сазана ханкайской популяции

Возраст, Пол	Кол-во, экз.	Частота аллелей						Доля гетерозигот,%
		q ^A	q ^B	q ^C	q ^Y	q ^Z	q ^x	
3+, ♀	12	0,25			0,75			-
♂	14	0,143	0,071		0,607		0,107	21,4
4+, ♀	5	0,4			0,6			80
8+, ♀	8	0,56	0,062	0,125	0,19		0,062	75
♂	4	0,5		0,125	0,375			50
10+, ♀	10	0,25	0,15		0,5	0,05		60
♂	3	0,5			0,33		0,17	33,3
итого:	56	0,40	0,07	0,03	0,40	0,01	0,09	41,2

Самыми распространенными в коллекционной популяции сазана являются аллели трансферрина A и Y (q^A и q^Y по 0,40), частота остальных аллелей незначительна. От популяции сазана F3, сформированной в 1990-1993

гг., настоящая популяция F8 отличается увеличением частоты встречаемости аллеля А, особенно в гомозиготном состоянии и уменьшением концентрации аллелей, характерных для амурского сазана Y, X, Z и потерей аллеля W. Поэтому при формировании РМС чистопородного амурского сазана необходимо увеличить частоту встречаемости редких в настоящее время аллелей X, Z, за счет уменьшения концентрации аллеля А.

Заключение. В результате биохимико-генетических исследований локуса трансферрина, для всех коллекционных групп установлено соответствие их выбранным направлениям маркирования. Самым распространенным аллелем в коллекционном РМС является аллель А, частота которого колеблется по разным группам от 0,2 (столин XVIII) до 0,6 (фресинет и немецкий карп). Исключением является югославский карп, у которого частота этого аллеля снижена, что не желательно, следовательно, необходимо принять меры по увеличению у него частоты встречаемости аллеля А. Необходимо также увеличить частоту этого аллеля и в популяции лахвинского зеркального карпа, а у амурского сазана наоборот уменьшить, за счет увеличения частоты редких аллелей. Имеющееся засорение в виде единичных генотипов, не характерных для некоторых чистопородных групп, подлежит выбраковке.

Список использованных источников

1. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л., Наука, 1987. – 519 с.
2. Грициняк, І.І. Генетична структура порід і порідних груп коропів за окремими генетико-біохімічними системами / І.І.Грициняк, Т.А.Нагорнюк, С. І. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. – К., 2008. – №1 - С. 29-35.
3. Катасонов, В.Я. Мечение племенных рыб./ В.Я. Катасонов, Ю.П. Мамонтов. //Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – Т.28. – М., 1974. – С. 64- 70.
4. Катасонов, В.Я. Инструкция по мечению племенных рыб / В.Я. Катасонов, И.И. Стояновский, Ю. П. Мамонтов. - М.: ВНИИПРХ, 1979. – 27 с.
5. Трувелер, К.А. Многоцелевой прибор для вертикального электрофореза в параллельных пластинах полиакриламидного геля./ К.А. Трувеллер, Г.Н.

Нефедов // Доклады высшей школы. Серия: биологические науки. -1974. – №9 – С. 137-140.

6. Devis, B.I. Disc-electrophoresis. - II Method (I) and applications to human serum proteins. /B.I.Devis. – Ann N.Y. Acad. Sci. – 1964. – Vol. 121. – №2-№5, -P. 404-408.

7. Таммерт, М.Ф. Вариабельность трансферрина у карпа *Cyprinus carpio* L. /М.Ф. Таммерт //Биохимическая генетика рыб. – Л., 1973. – С. 138-140.

8. Салменкова, Е.А. Применение электрофоретических методов в популяционно-генетических исследованиях рыб в пределах их ареалов /Е.А.Салменкова, Т.В.Малинина //Типовые методики исследований продуктивности видов рыб в пределах ареалов. - Вильнюс: Мокслас,1976. – Ч.2. – С. 82-92.

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТА ЧЕРЕПЕТСКОГО
РАМЧАТОГО КАРПА ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ ВЫРАЩЕННОГО В
УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

*Я.И. Шейко, М.В. Книга, Л.М. Вашкевич, Т.Ф. Войтюк,
Л.С. Тентевицкая.*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**FISHERY REPLACEMENT PARAMETERS OF CHEREPETS FRAME
CARP OF THE FIRST GENERATION GROWN IN BELARUS**

J. Sheiko, M. Kniga, L. Vashkevich, T. Voytuk, L. Tentevitskaya

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Реферат. Представлены результаты сравнительной оценки рыбохозяйственных показателей черепетского карпа с карпами белорусской селекции и коллекционными импортными породами, выращенными в одинаковых условиях. Результаты испытания в условиях прудовых хозяйств II зоны рыбоводства показали перспективность использования черепетского рамчатого карпа в прудовых хозяйствах Беларуси.

Ключевые слова: порода, ремонтные группы, прирост и потеря массы тела, выживаемость, воспаление плавательного пузыря.

Abstract. There are presented the results of comparison assessment of fishery parameters of Cherepets carp with carps of belorussian selection and collection imported breeds grown under the similar conditions. Test results in conditions of pond fish farms of the frame carp in pond fish farms of Belarus.

Key words: Breed, replacement groups, body mass gain and loss, survival rate, swim bladder inflammation.

Введение.

Основным объектом рыбоводства в прудовых хозяйствах республики был и остается карп. Поэтому весьма актуальным направлением научных исследований является повышение эффективности карповодства республики [1, 2]. С целью максимально широкого использования эффекта гетерозиса в рыбоводстве республики создается гетерогенный генофонд пород карпа белорусской и зарубежной селекции [3].

Для его пополнения в 2010 году в СПУ «Изобелино» был завезен черепетский рамчатый карп в виде трехсуточных заводских личинок. В настоящее время в коллекционном генофонде пород карпа белорусской и зарубежной селекции черепетский рамчатый карп представлен молодыми производителями (пятигодовики).

Черепетский рамчатый карп является малочешуйчатым, что способствует улучшению потребительский спроса. По рыбохозяйственным признакам отличается повышенной жизнеспособностью, высокой резистентностью к инфекционным и паразитарным заболеваниям при высоких плотностях посадки [4].

Материал и методы исследований. Материалом исследований служили разновозрастные ремонтные группы породы карпа «Черепетский рамчатый», выращенные из завезенных в республику в 2011 г. трехсуточных заводских личинок.

Рыбохозяйственные показатели ремонтных групп карпа разной породной принадлежности оценивали в периоды осеннего и весеннего обловов согласно общепринятым методикам [5]. Плотность зарыбления при выращивании и зимовке соответствовала нормативным требованиям [6, 7]. Одновременно с черепетским рамчатым карпом выращивали породы и линии отечественной и зарубежной селекции, составляющие коллекционный генофонд. Рыбохозяйственные показатели, полученные при выращивании черепетского карпа, сравнивали с их средним уровнем у белорусских и импортных коллекционных пород.

Сеголетков разной породной принадлежности выращивали отдельно в сходных по гидрохимическим условиям малых выростных прудах площадью 0,13- 0,24 га, на которых проводили стандартный комплекс рыбоводных мероприятий (удобрение, кормление, профилактика заболеваний). После отбора по массе тела и серийного механического мечения методом подрезания плавников сеголетков разной породной принадлежности размещали на зимовку совместно, в один зимовал [8]. И далее при выращивании и зимовке разных по

происхождению групп одного возраста содержали совместно. Совместное выращивание разных по происхождению групп позволяет объективно оценивать рыбоводно-биологические качества каждой породы и линии, поскольку все они находятся в одинаковых условиях среды [9]. В периоды осеннего и весеннего обловов каждую группу подвергали инвентаризации, бонитировке и ихтиопатологическим исследованиям, метили серийно, а старший ремонт (четырёхлетки) индивидуально холодо-водорастворимыми красителями в соответствии с общепринятыми методиками [10].

Обсуждение результатов исследований.

Основной целью селекции породы карпа «Черепетский рамчатый» являлась приспособленность к разведению и выращиванию в условиях стойлового содержания в садках на теплых водах. В качестве исходной группы использован разбросанный немецкий карп, завезенный в садковое хозяйство из Конаковского живорыбного завода ВНИИПРХ, куда он попал непосредственно из Германии [1].

Порода прошла шесть поколений отбора по массе тела с коэффициентами напряженности, варьирующими от 3,4 до 8,9 %. В процессе селекции отмечено значительное увеличение темпа роста и жизнеспособности. Черепетский рамчатый карп сохраняет преимущества немецкого карпа выраженные в малом количестве чешуи на поверхности тела, а также высоком значении коэффициентов упитанности, высокоспинности и обхвата тела.

Черепетский рамчатый карп предназначен для разведения в тепловодных хозяйствах, но ограничений по распространению не имеет и может быть использован в прудовых рыбоводных хозяйствах.

Сеголетки разной породной принадлежности, выращенные одновременно с черепетским рамчатым карпом характеризовались высокой выживаемостью, причем величина этого показателя у завезенного материала черепетского рамчатого карпа оказалась выше, чем у белорусских импортных уже адаптированных пород (63,8 против 60,0 и 54,5 %) (таблица 1).

Таблица 1. – Возрастная динамика рыбохозяйственных показателей ремонта черепетского рамчатого карпа и зеркальных линий белорусской селекции

Породная принадлежность	Возраст	Количество, экз.		Выживаемость, %	Средняя масса, г		Изменение массы тела	
		посажено	выловлено		посажено	выловлено	г	%
Черепетский рамчатый	0+	47200	30138	63,8	-	18,8	-	-
	1.	2016	1982	98,3	46,1	42,6	-3,5	7,6
	1+	1648	384	23,3	42,6	948,1	905,5	21,3
	2.	200	170	85,0	1010,3	899,0	-111,3	11,0
	2+	162	94	58,0	900,0	2153,0	1253,0	139,2
	3.	94	94	100,0	2153,0	1821,0	-332,0	15,4
	3+	94	94	100,0	1821,0	2632,0	811,0	44,5
	4.	94	93	98,9	2682,0	2325,0	-357,0	13,8
	4+	93	93	100,0	2325,0	3773,0	1448	62,3
Линии белорусской селекции, \bar{x}	0+	34700	19076	60,0	-	29	-	-
	1.	5868	5202	88,6	38,8	34,5	-4,3	11,1
	1+	2558	1333	52,1	39,8	860,5	820,7	2062,1
	2.	280	136	58,2	926,4	800,0	-126,4	13,6
	2+	155	100	64,5	800	2232,0	1432	179,0
	3.	99	99	100,0	2229,3	1889,9	-339,4	18,0
	3+	99	96	97,0	1889,9	2936,5	1046,6	55,4
	4.	96	96	100,0	2936,5	2630,2	-306,3	-10,4
	4+	96	96	100,0	2630,0	4030,0	1400,0	53,2
	0+	18000	9804	54,5	-	37,6	-	-
	1.	4266	4095	96,0	43,6	40,4	-3,2	7,3
	1+	1666	418	25,1	38,2	717,7	679,5	1778,8
	2.	159	120	75,5	845,9	720,8	-125,1	14,8
	2+	92	60	65,2	695,6	2065,0	1370,0	196,9
	3.	60	60	100,0	2065,0	1748,3	-316,7	15,3
	3+	60	60	100,0	1748,3	2706,7	958,4	54,9
	4.	60	60	100,0	2706,7	2410,0	-296,7	11,0
	4+	60	60	100,0	2410,0	4070,0	1660,0	68,9

Примечание:

- 0+ - сеголетки, 1. – годовики, 1+ - двухлетки, 2. – двухгодовики, 2+ - трехлетки, 3. – трехгодовики, 3+ - четырехлетки, 4. – четырехгодовики, 4+ - пятилетки.

- Плотность посадки при выращивании сеголетков - 30 тыс.экз./га; двухлетков - 1100 экз./га; трехлетков – 550 экз./га; четырехлетков – 150 экз./га; пятилетков – 150 экз./га; плотность посадки при зимовке 1000 кг/га. Потеря массы тела в зимний период не более 12,0 %.

Величина средней массы тела, наоборот, у черепетского карпа оказалась самой низкой (18,8 г) по сравнению с белорусскими (29,0г) и завезенными породами (37,6 г).

Выживаемость ремонтных групп двух и трехлетков разного происхождения значительно ниже, чем предусмотрено нормативными требованиями. Из двухлетков самый низкий уровень этого признака у черепетского рамчатого карпа (23,3 %), у импортных пород (24,1 %), средний выход белорусских линий несколько выше (52,1 %). То есть, все породы не достигли нормативного уровня выживаемости (75,0 %). Этот факт, очевидно, связан с абиотическим фактором (выборочным, неучтенным изъятием рыбы с улучшенными фенотипическими качествами в конце вегетационного сезона).

Прирост средней массы двухлетков оказался значительно выше нормативных требований (600 г), а черепетский рамчатый карп обладал преимуществом как по сравнению с белорусскими, так и по сравнению с адаптированными импортными породами третьего поколения (948,1 против 860,5 и 717,7 г). Нормативный прирост трехлетков составляет 1 кг, а средняя масса трехлетков как впервые завезенного черепетского рамчатого карпа, так и карпов, составляющих коллекционный генофонд, превышала 2 кг. Прирост соответственно составлял более 1 кг, колеблясь в пределах от 1253 (черепетский рамчатый карп) до 1432 г (белорусские породы).

Выживаемость старших ремонтных групп четырех- пяти летков превышала нормативные требования и в основном составляла 100,0 %. Темп массонакопления четырехлетков черепетского карпа и адаптированных импортных пород оказался ниже нормативных требований, прирост которых составил 811,0 г и 958,4 г соответственно. Прирост массы тела белорусских карпов соответствовал нормативу и составил 1046,6 г. У пятилеток темп роста значительно выше норматива, причем повышенным темпом роста в этом возрасте отличались импортные породы четвертого поколения выращенного в условиях Беларуси (1660,0г). Прирост белорусских пород в этом возрасте составил 1400,0 г, а черепетского рамчатого карпа 1448,0 г. В целом, средняя

масса старшего ремонта при переводе его в состав маточного стада (пятилетки) составила от 3773 г у черепетского карпа, 4070 г у четвертого поколения завезенных пород и 4030 г у белорусских пород. Высокая масса тела молодых производителей позволяет рассчитывать на отбор половозрелых самок для получения от них как чистопородного потомства составляющего коллекционный генофонд, так и получение опытных кроссов с целью определения комбинационной способности черепетского рамчатого карпа.

Динамика таких важных рыбохозяйственных показателей как выживаемость и темп массонакопления ремонта черепетского рамчатого карпа и контрольных групп представлены на рисунках 1 и 2.

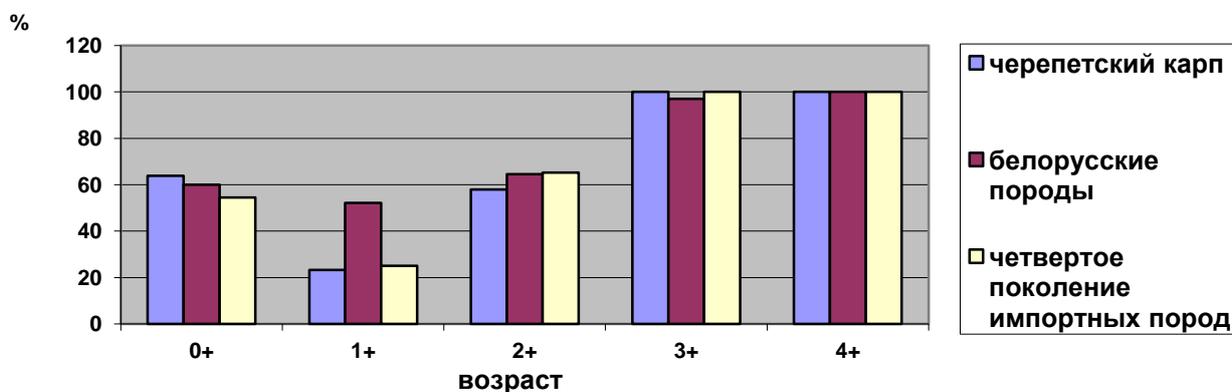


Рисунок 1. – Выживаемость ремонтных групп карпа разной породной принадлежности в летний период.

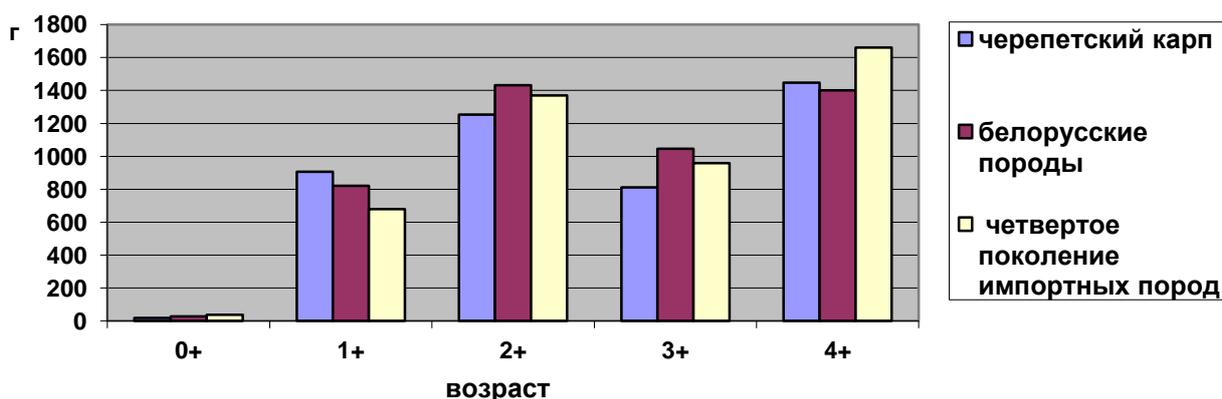


Рисунок 2. – Прирост массы тела ремонтных групп карпа разной породной принадлежности в летний период.

Очевидно, импортные и белорусские породы, составляющие коллекционный генофонд по уровню выживаемости в летний период (выращивания и нагула) значительно отстают от белорусских пород только на

этапе товарного выращивания, когда рыба особенно привлекательна для использования и сравнительно легко доступна для браконьерского лова.

Как видно из рисунка 2, средний прирост массы тела карпов разной породной принадлежности, выращенных совместно в условиях одного пруда близок по величине. Впервые завезенный в республику черепетский рамчатый карп несколько отстает по приросту массы тела от карпов, составляющих коллекционный генофонд лишь в возрасте трех и четырехлетков.

Выживаемость годовиков в зимний период, у всех сравниваемых пород, включая черепетского рамчатого карпа, оказалась выше норматива (75 %) и составила от 88,6 (белорусские породы) до 98,3 % (черепетский рамчатый карп). Выживаемость двухгодовиков оказалась ниже, чем предусмотрено нормативными требованиями (90 %). Среди рассмотренных двухгодовиков разной породной принадлежности, преимуществами по выживаемости характеризовался черепетский рамчатый карп, а средние значения этого показателя карпов белорусской селекции оказались ниже, чем импортных пород. Выживаемость ремонтных групп старших возрастов превышала нормативные требования и составляла 100 %. Как видно из представленных данных возрастной динамики уровня выживаемости в зимний период различия между карпами разной породной принадлежности наблюдаются на втором году жизни (рисунок 3).

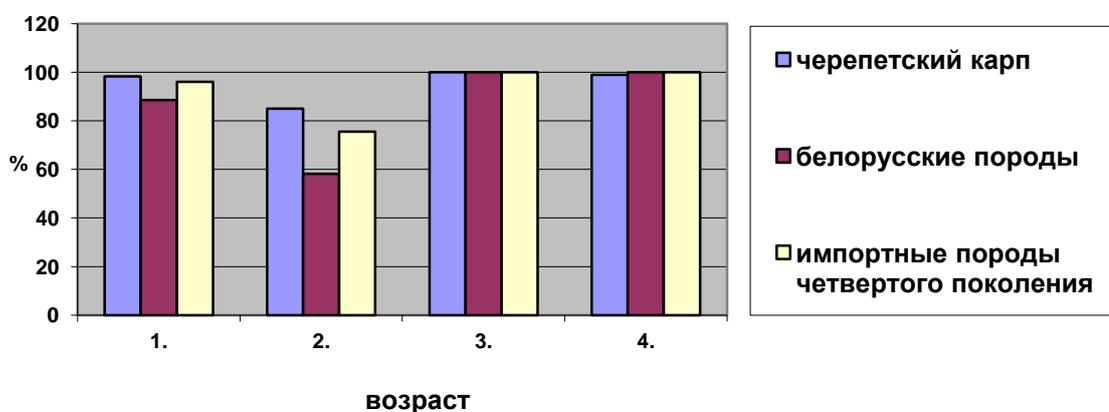


Рисунок 3. – Выживаемость ремонтных групп карпа разной породной принадлежности в зимний период.

Потеря массы тела годовиков за зимовку составила от 7,3 до 11,1 %, причем черепетский карп по этому признаку оказался близок к адаптированным в условиях Беларуси импортным породам.

В целом же потеря массы тела двух и трех годовиков черепетского карпа была ниже, белорусских пород и только четырехгодовики черепетского карпа похудели больше, чем белорусские и адаптированные импортные породы. Динамика потери массы тела в зимний период карпов разной породной принадлежности представлена на рисунке 4.

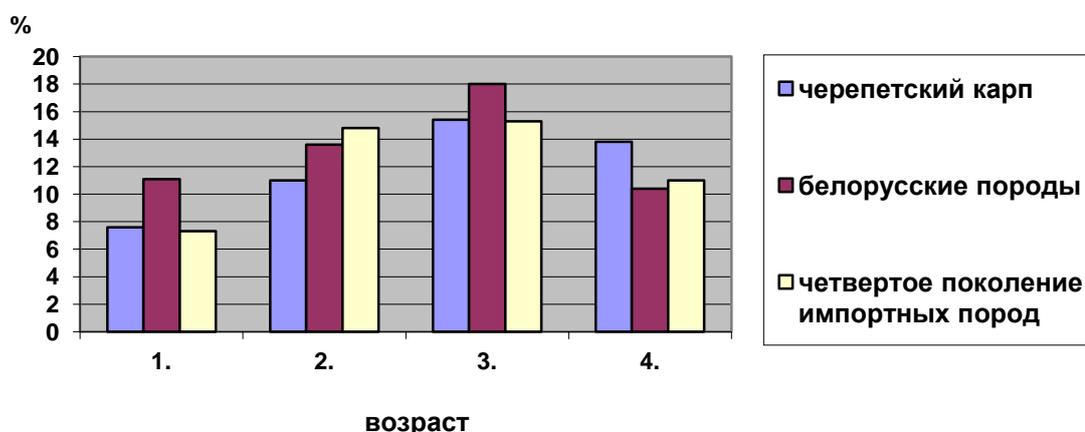


Рисунок 4. – Потеря массы тела ремонтных групп карпа разной породной принадлежности в зимний период.

Среди младших ремонтных групп карпа разного происхождения проводили отбор по массе тела и фенотипическим признакам (таблица 2). Перед размещением на зимовку сеголеток черепетского рамчатого карпа были отобраны 2016 экз. с большей массой тела, которая в среднем составила 46,1 г. Напряженность отбора (v , %) в этой группе составила 6,7 %, селекционный дифференциал по массе тела (S , г) 27,3 г. Высокий уровень указанных показателей отбора обеспечило большое количество выращенных сеголетков. Напряженность отбора импортных пород четвертого поколения и пород белорусской селекции ниже (21,0 и 30,7%), соответственно и ниже селекционный дифференциал по массе тела (9,8 и 6,0 г). Показатели отбора среди годовиков низкие, ограничивались количеством посадочного материала необходимого для зарыбления нагульных прудов.

Таблица 2. – Показатели отбора младшего ремонта карпа разного происхождения

Породная принадлежность	Возраст	Отобрано		v, %	S, г
		экз.	масса, г		
Черепетский рамчатый	0+	2016	46,1	6,7	27,3
	1.	1648	42,6	83,1	-
	1+	200	1010,3	52,1	62,2
Линии белорусской селекции, \bar{x}	0+	5868	38,8	30,7	9,8
	1.	2558	39,8	49,1	5,3
	1+	1333	926,4	21,0	65,9
Завезенные породы, \bar{x}	0+	4260	43,6	43,4	6,0
	1.	1666	38,2	40,7	-
	1+	159	845,9	38,0	128,2

Среди двухлетков коллекционных пород проведен отбор племенного материала со средней интенсивностью (21,0-52,1 %), величины селекционного дифференциала также невысоки (62,2 128,2 г). Следовательно, параметры отбора черепетского карпа, за исключением сеголетков, сходны с племенными карпами белорусской и зарубежной селекции, входящими в коллекционный генофонд карпа.

Заключение.

Черепетский рамчатый карп, впервые завезенный в республику (СПУ «Изобелино») в виде трехсуточных заводских личинок уже в первом поколении отличался высокими рыбохозяйственными показателями. При сравнении уровня выживаемости ремонтных групп черепетского рамчатого карпа со средними показателями карпов белорусской селекции и адаптированных импортных пород четвертого поколения выращенного в условиях прудовых хозяйств Беларуси установлено, что на начальных этапах выращивания ремонта (сеголетки, годовики) черепетский рамчатый карп даже превосходит примерно на 3-10 % имеющийся коллекционный генофонд. В двухлетнем возрасте выживаемость черепетского рамчатого карпа ниже, чем у белорусских и

импортных пород, а у старших ремонтных групп различия по выживаемости между карпами разной породной принадлежности незначительны.

В результате сравнения темпа массонакопления установлено, что только у сеголетков черепетского рамчатого карпа этот показатель значительно ниже, у белорусских и адаптированных импортных пород. На последующих этапах выращивания прирост массы тела в летний период и потеря в зимний у черепетского карпа не ниже, разводимых в республике пород карпа.

Таким образом, несмотря на то, что черепетский рамчатый карп изначально предназначен для выращивания в условиях тепловодных садковых хозяйств, результаты его испытания в условиях прудовых хозяйств II зоны рыбоводства показали перспективность его использования в Беларуси.

Список использованных источников

1. Ципина, А.Е. Основные задачи прудового хозяйства Белорусской республики. /А.Е.Ципина //Учебные записки. Серия биологическая. – Вып. 17. – Минск: Гос. Учебно - педагогич. изд. БССР. – 1954. – С. 204 - 206.

2. Кончиц, В.В. Современные проблемы развития аквакультуры Беларуси и пути их разрешения. /В.В.Кончиц // Материалы Международной научно – практической конференции. Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. (п. Рыбное, 3 – 6 сентября 2002г.) – М.: ВНИРО, 2002 – С. 43 – 46.

3. Таразевич, Е.В. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь. /Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008). – Жодино, 2008. – С.118-119.

4. Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio* L.) стран Центральной и Восточной Европы. / Под редакцией А.К.Богерук - М.: Минсельхоз России, 2008. – 192с.

5. Катасонов, В.Я. Инструкция по племенной работе с карпом в репродукторах и промышленных хозяйствах / В.Я. Катасонов - М.: ВНИИПРХ, 1982. – 38с

6. Таразевич, Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции. /Е.В.Таразевич, М.В.Книга, А.П.Семенов, В.Б.Сазанов, Л.С.Дударенко, А.П.Ус //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6-20.

7. Wohlfarth, G. The relative efficiency of experiments conducted in undivided ponds divided by nets / G. Wohlfarth, R. Moav. // Fao Fish. Rep. 44. – 1968. -Vol 4. –Р. 487-492.

8. Катасонов, В.Я. Инструкция по мечению племенных рыб / В.Я. Катасонов, И.И. Стояновский, Ю. П. Мамонтов. - М.: ВНИИПРХ, 1979. – 27 с.

9. Книга, М.В. Использование метода совместного выращивания сеголеток кроссов карпа для определения гетерозисного эффекта по рыбохозяйственным показателям / М.В. Книга // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 20. – Минск, 2004. – С.100-116.

10. Чутаева, А.И. Инструкция по серийному мечению племенных производителей карпа органическими проционовыми красителями /А.И.Чутаева, А.П.Семенов, Е.В.Таразевич, И.В.Чимбур //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 20-25.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОВОДНО-
БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО
ГЕНОФОНДА БЕЛОРУССКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОРОДЫ КАРПА**

*М.В. Книга, Я.И. Шейко, Л.М. Вашкевич, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько,
С.В. Свенторжский, Е.В. Таразевич**

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Учреждение образования «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь,
e-mail: versa@tut.by*

**COMPARISON CHARACTERISTIC OF FISH BREEDING AND
BIOLOGICAL PARAMETERS OF ORIGINAL SELECTION GENETIC
POOL OF BELORUSSIAN MIRROR CARP**

*M. Kniga, J. Sheiko, L. Vashkevich, Y. Rydyi, S. Kralko,
S. Sventorzhitzy, E.V. Tarazevich**

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Educational Establishment "Polessky State University",
Pinsk, Republic of Belarus, e-mail: versa@tut.by*

Реферат. Представлена комплексная оценка рыбоводно-биологических показателей сеголетков и годовиков 24-х вариантов сложных межпородных кроссов. В результате установлено 7 комбинаций скрещиваний перспективных для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: Карп, порода, кросс, сеголеток, годовик, средняя масса, выживаемость, воспаление плавательного пузыря.

Abstract. There is presented the comprehensive assessment of fish breeding and biological parameters of underyearlings and yearlings for 24 options of complex interbreed crosses. At a consequence it was ascertained 7 crossing combinations having good potential for further selection efforts.

Key words: Carp, breed, cross, underyearling, yearling, average mass, survival rate, swim bladder inflammation.

Введение. Селекция – процесс создания новых пород может быть направлена как на повышение общей продуктивности, так и на

совершенствование определенных качеств объектов животноводства [1]. В современных условиях при производстве рыболовной продукции все большее значение приобретает качество выращенной рыбы, то есть ее конкурентоспособность. Судя по опыту рыболовных хозяйств Беларуси, более конкурентоспособным продуктом рыболовства является зеркальный карп, который характеризуется большим выходом съедобной части тела (тушки), с высокоспинной формой тела и удобен в переработке, как в домашних, так и в производственных условиях [2, 3, 4, 5]. Однако зеркальные карпы уступают чешуйчатым формам по основным рыбохозяйственным показателям (темпу массонакопления, выживаемости и устойчивости к заболеваниям) [6, 7]. В связи с этим встала задача создать породу зеркального карпа не уступающую по рыбохозяйственным показателям чешуйчатым формам. В настоящее время ведется работа по созданию белорусской зеркальной породы карпа.

Материал и методы исследования. Селекционная работа по созданию новых высокопродуктивных конкурентоспособных пород карпа в Республике Беларусь осуществляется на базе СПУ «Изобелино». Материалом для создания исходного генофонда белорусской зеркальной породы карпа являются сложные 3-5 породные кроссы и устойчивые к воспалению плавательного пузыря семьи зеркальных отводок изобелинского карпа [8]. Создаваемая порода зеркального карпа направлена на объединение лучших качеств карпов белорусской селекции (высокая приспособленность к условиям выращивания, резистентность) и европейских пород (малочешуйность и высокоспинность).

Сравнительную оценку рыбохозяйственных показателей сеголетков сложных кроссов проводили в четыре этапа (2007-2010 гг.). Всего с целью создания исходного гетерогенного племенного ремонтно-маточного стада зеркальной породы карпа получено 30 разных по происхождению помесных и чистопородных групп, из которых 24 оценивали по рыбоводно-биологическим показателям и устойчивости к заболеванию воспалением плавательного пузыря (ВПП) сеголетков и годовиков. Испытания проводили в течение нескольких лет, на всех этапах показатели каждого кросса сравнивали со средним

популяционным значением выраженности каждого изучаемого рыбохозяйственного показателя в каждом из вариантов опыта [9]. Опытная группа может иметь как преимущества, так и уступать среднепопуляционному значению соответствующего показателя. Знаки (+) или (-) указывают, в какую сторону происходит отклонение опытных групп. Перспективными для селекционной работы являются плюс варианты установленных отклонений.

Результаты исследований и их обсуждение. Среди сеголетков первого варианта выращивания большей средней массой тела характеризуется кросс 1, у него же оказалась и большая выживаемость (таблица 1). Среди годовиков этого варианта повышенные рыбохозяйственные показатели отмечены также у кросса 1. Это выражается в относительно низкой потере массы тела годовиков (%) и повышенной выживаемости (95,4 %). Достаточно высоким уровнем рыбохозяйственных показателей характеризуется и кросс 2, особенно по выживаемости сеголетков (46,4 %) и годовиков (95,3 %). Однако у кросса 2 отмечен высокий уровень экстенсивности ВПП. Среди кроссов первого варианта, лишь у сочетания 4 не установлено признаков заболевания.

Во втором варианте выращивания (кроссы 7 и 8) кросс 8 отличался высокой средней массой тела (69 г у сеголетков и 57,6 г у годовиков). Выживаемость младших ремонтных групп в этом варианте опыта оказалась ниже, чем планировалось, только у кросса 7 выход годовиков достиг нормативного уровня. Острой формы заболевания не отмечено, признаки хронической формы обнаружены у кросса 8.

В третьем варианте повышенной массой тела отличался кросс 13 (77,2 г), у кросса 12 отмечена повышенная выживаемость сеголетков (51,6 %). Эти же сочетания и кросс 17 отличались сравнительно низкими показателями потери массы тела в зимний период. Выход годовиков из зимовки составил от 67,2 % (кросс 13) до 89,8 % (кросс 16). Острой формы ВПП у кроссов третьего варианта не обнаружено, но признаки хронической формы проявляются у двух сочетаний с высокой степенью экстенсивности 33,3 % (кросс 17) и 34,0 % (кросс 16).

Таблица 1. - Сравнительная характеристика основных рыбохозяйственных показателей сложных кроссов на начальных этапах выращивания

№ кросса	0+		1.				Экстенсивность ВПП, %	
	масса, г	Выживаемость, %	масса, г	потеря массы тела		Выживаемость, %	острая	хронич.
				г	%			
вариант I: 1	55,4±0,83	50,5±0,35	50,9±0,76	4,5	8,1±0,19	95,4±0,15	0,0*	2,0±1,40
2	30,0±0,49	46,4±0,34	27,3±0,31	2,7	9,0±0,25	95,3±0,18	13,5±3,40	13,5±3,42
3	12,3±0,10	42,9±1,51	10,0±0,11	2,3	18,7±1,19	36,8±1,47	0,0	7,1±2,57
4	14,0±0,13	34,5±1,16	17,0±0,14	*	*	31,2±1,34	0,0	0,0
5	23,3±0,24	24,2±1,16	20,1±0,17	3,2	13,7±2,22	27,5±2,88	12,4±3,30	4,0±1,96
\bar{X} кроссы:	27,0±0,12	46,1±0,23	25,1±0,15	2,0	7,3±	90,8±0,15	4,2±2,01	4,4±2,05
вариант II: 7	22,1±0,15	19,7±0,70	18,0±0,12	4,1	18,5±3,62	75,6±4,00	0,0	0,0
8	69,0±0,14	18,6±0,70	57,6±0,26	11,4	16,5±4,34	45,2±5,82	0,0	4,8±2,14
\bar{X} кроссы:	45,5±0,11	19,2±0,70	37,8±0,15	7,7	16,9±	63,8±3,50	0,0	2,4±1,53
вариант III: 12	49,5±0,29	51,6±1,04	44,3±0,27	5,2	10,5±0,95	79,3±1,26	0,0	0,0
13	77,2±0,75	40,9±1,40	73,2±0,61	4,0	5,2±0,48	67,2±1,01	0,0	0,0
16	34,8±0,26	26,0±0,33	27,0±0,24	7,8	22,4±0,93	89,8±0,68	0,0	34,0±4,74
17	26,8±0,19	13,8±0,53	25,5±0,17	1,3	4,8±0,55	73,2±1,13	0,0	33,3±4,71
\bar{X} кроссы:	47,1±0,44	26,9±0,28	42,5±0,49	4,6	9,8±	75,7±0,52	0,0	11,2±3,15
вариант IV: 18	50,8±0,64	86,0±0,77	43,5±0,47	7,3	14,4±1,36	75,5±1,66	0,0	0,0
19	53,4±0,57	58,5±0,90	47,3±0,49	6,1	11,4±1,07	84,1±1,23	6,7±2,50	6,7±2,50
20	70,6±0,95	35,0±1,13	68,2±0,84	2,4	3,4±0,68	75,1±1,62	3,3±1,79	3,3±1,79
21	39,5±0,18	31,5±0,19	38,1±0,19	1,4	3,5±0,74	88,9±1,26	0,0	0,0
22	47,0±0,79	65,5±1,28	45,5±0,65	1,5	3,2±0,74	77,2±1,76	0,0	3,3±1,79
23	50,0±0,34	37,7±1,61	49,4±0,42	0,6	1,2±0,77	50,0±3,53	6,7±2,50	20,0±4,00
24	46,5±0,27	24,8±0,88	40,0±0,25	6,5	14,0±1,16	61,5±2,65	4,1±1,98	2,3±1,50
25	75,4±0,69	34,7±1,13	63,2±0,55	12,2	16,2±1,08	79,0±1,19	0,0	10,0±3,00
26	60,8±0,48	70,1±1,19	57,1±0,39	3,7	6,1±0,82	64,6±1,64	0,0	0,0
27	38,8±0,41	45,6±1,50	36,2±0,36	2,6	6,7±1,10	24,6±1,89	0,0	0,0
28	49,4±0,53	56,9±1,34	44,4±0,48	5,0	10,1±1,82	94,6±1,36	0,0	0,0
29	65,4±0,96	16,0±1,32	52,0±0,87	13,4	20,5±1,01	57,2±1,31	0,0	0,0
30	105,7±0,67	38,5±0,92	102,0±0,69	3,7	3,5±1,46	45,6±3,96	5,0±2,18	28,3±4,50
\bar{X} кроссы:	57,9±0,08	34,0±0,17	52,8±0,07	5,1	8,8±0,28	66,5±0,50	2,0±1,40	5,7±2,32

Примечание см. стр. 56.

Примечание:

- кроссы № №: 1 - три прим X {сарбоянский х (три прим х югославский) х сарбоянский}}; (следующие примечания на обороте таблицы).
2 - три прим X {(смесь чешуйчатая х фресинет) х [(смесь зеркальная х югославский) х югославский]};
3 - смесь зеркальная X {[смесь зеркальная х югославский) х (столин XVIII х югославский)] х (немецкий х столин XVIII)};
4 - смесь зеркальная X { сарбоянский х [(три прим х югославский) х сарбоянский]};
5 - три прим X {[смесь чешуйчатая х сарбоянский) х (немецкий х три прим)];
1 - [смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим] X (лахвинский зеркальный х немецкий);
2 - [смесь чешуйчатая х (лахвинский х сарбоянский)] X три прим.
1 - {югославский х [(три прим х югославский) х сарбоянский]} X [(смесь зеркальная х три прим)];
2 - [(смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим] X [(три прим х югославский) х сарбоянский];
3 - [(смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим] X (лахвинский зеркальный х немецкий);
4 - три прим X (лахвинский зеркальный х немецкий).
1 - три прим (67х58) X {[столин XVIII х югославский) х сазан] х югославский}};
2 - три прим (67х58) X [(смесь чешуйчатая х лахвинский) х сарбоянский
3 - три прим (23х58) X {сарбоянский х [(три прим х югославский) х сарбоянский]}
4 - три прим (23х58) X {сарбоянский х [(три прим х югославский) х сарбоянский]};
5 - сарбоянский X [(смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим];
6 - столин XVIII X (лахвинский х сарбоянский);
7 - столин XVIII X [(смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим];
8 - [(смесь чешуйчатая х сарбоянский) х (немецкий х три прим)] X сарбоянский;
9 - {[столин XVIII х югославский) х сазан] х югославский} X три прим (23х58);
10 - {[столин XVIII х югославский) х сазан] х югославский} X сарбоянский
11 - {[столин XVIII х югославский) х сазан] х югославский} X (лахвинский х сарбоянский);
12 - {[столин XVIII х югославский) х югославский]} X (лахвинский х сарбоянский);
13 - { сарбоянский х [(три прим х югославский) х сарбоянский]} X [(смесь чешуйчатая х смесь зеркальная) х югославский].

Во втором варианте выращивания (кроссы 7 и 8) кросс 8 отличался высокой средней массой тела (69г у сеголетков и 57,6г у годовиков. Выживаемость младших ремонтных групп в этом варианте опыта оказалась ниже, чем планировалось (19,7% – кросс 7 и 18,6% – кросс 8), только у кросса 7 выход годовиков достиг нормативного уровня (75,6%). Острой формы заболевания не отмечено, признаки хронической формы обнаружены у кросса 8.

В третьем варианте повышенной массой тела отличался кросс 13 (77,2 г). Этот кросс показал относительно высокую выживаемость сеголетков (40,9%). У кросса 12 отмечена повышенная выживаемость сеголетков (51,6%), а также относительно высокая выживаемость у годовиков (79,3%). Эти сочетания и кросс 17 отличались низкими показателями потери массы тела в зимний период (5,2% – кросс 12, 4,0% – кросс 13, 1,3% – кросс 17). Выход годовиков из зимовки составил от 67,2% (кросс 13) до 89,8% (кросс 16). Острой формы воспаления плавательного пузыря у кроссов третьего варианта не обнаружено, но признаки хронической формы проявляются у двух сочетаний с высокой степенью экстенсивности 33,3 % (кросс 17) и 34,0% (кросс 16).

В четвертом варианте выращены 13 сложных межпородных комбинаций скрещиваний, из которых повышенной массой тела сеголетков и годовиков отличались кросс 30 – 105,7г., кросс 20 – 70,6г., кросс 25 – 75,4г. Выживаемость сеголетков колебалась в пределах от 16,0 (кросс 24) до 86,0 (кросс 18), а годовиков от 24,6% (кросс 26) до 88,9% (кросс 21), составляя в среднем 66,5 %. Потеря массы тела за зимовку в среднем составила 8,8%. Низкими значениями этого показателя характеризовались кроссы 23, 22, 20, 21, 30, 26, 27, которые похудели на 1,2-6,7%. У отдельных опытных групп потеря массы тела в зимний период превышала предельно допустимое нормативными требованиями значение 12,0% (кроссы 18, 24, 25, 29). У 6-ти кроссов четвертого варианта опытного выращивания признаков заболевания ВПП не обнаружено (кроссы 18, 21, 26, 27, 28, 29). У 5-ти кроссов встречалась острая форма данного заболевания с экстенсивностью 3,3-6,7% (кроссы 19, 20, 23, 24, 30). Хроническая форма в виде помутнения и пигментации стенок плавательного пузыря наблюдалась у 7-ми различных кроссов четвертого варианта с экстенсивностью 2,3-20,0% (кроссы 19, 20, 22, 23, 24, 25, 30).

В различных вариантах опытного выращивания установлены кроссы, обладающие преимуществами по некоторым из рассмотренных показателей. Для сравнения рассмотренных рыбохозяйственных показателей сеголетков и годовиков, в каждом из вариантов выращивания и зимовки опытных групп

определяли отклонение каждого кросса от среднего популяционного значения, а для объективной оценки рассматриваемых рыбохозяйственных показателей каждого кросса в не зависимости от варианта выращивания отклонение признака выражали в процентах (таблица 2).

Таблица 2. – Отличия основных рыбоводно-биологических показателей сложных кроссов от среднепопуляционных величин (%)

№ кросса	0+		1.			экстенсивность ВПП, %	
	масса, г	выживаемость, %	масса, г	потеря массы тела, %	выживаемость, %	острая	хроническая
1	51,1	32,0	50,7	-82,7	4,8	-4,2	-2,4
2	10,0	-5,4	8,1	-6,7	4,7	9,3	9,1
3	-119,9	-14,0	-151,0	20,8	-146,7	-4,2	2,7
4	-92,8	-41,7	-47,6	*	-185,5	-4,2	-0,4
5	-15,9	-102,1	-24,9	-8,0	-230,2	8,2	-2,4
7	-104,0	2,5	-110,0	8,6	15,1	-3,3	2,4
8	34,1	-3,2	51,7	-2,8	-41,1	-3,3	-2,4
12	4,8	35,5	4,1	83,0	4,5	-3,3	-2,4
13	39,0	19,1	41,9	-88,5	-12,6	-11,2	-2,4
16	-35,3	-27,3	-57,4	56,2	15,7	-11,2	-2,4
17	-75,7	-132,8	-66,7	-104,2	-3,4	22,8	-2,4
18	-14,0	46,3	-21,4	38,9	11,9	22,1	-2,0
19	-8,4	21,0	-11,6	22,8	20,9	-5,7	4,7
20	18,0	-32,0	22,6	-158,8	11,4	1,0	1,3
21	-46,6	-46,7	-38,1	-151,4	25,2	-2,4	-2,0
22	-23,2	29,5	-16,4	-175,0	13,9	-5,7	-2,0
23	-15,8	22,5	-6,9	-633,3	-33,0	-2,4	4,7
24	-24,5	-86,3	-32,0	37,1	-8,1	14,3	2,1
25	23,2	-38,1	16,4	45,7	15,8	-3,4	-2,0
26	4,8	34,1	7,5	44,3	-2,9	4,3	-2,0
27	-49,2	-1,3	-45,7	-31,3	-170,2	-5,7	-2,0
28	-17,2	18,8	-18,9	12,9	29,7	-5,7	-2,0
29	11,5	-188,7	-1,5	57,1	-16,3	-5,7	-2,0
30	45,2	-20,0	48,2	-151,4	-45,8	-5,7	3,0

По итогам четырех лет исследований методом ранжирования относительных показателей (отклонений от среднепопуляционных значений) установлено, что отдельные помесные формы обладают преимуществами по массе тела и выживаемости (таблица 3).

Таблица 3. – Ранжирование отклонений рыбохозяйственных показателей сеголетков и годовиков кроссов

№ кросса	Ранги								сумма рангов	средний ранг
	0+		1.			Экстен-ть ВПП, %				
	масса, г	выжи- вае- мость, %	масса, г	потеря массы тела, %	выжи- вае- мость, %	острая	хрони- ческая			
1	1	4	2	7	10	3	1	28	0,17	
2	7	13	7	10	11	10	10	68	0,40	
3	21	14	24	14	21	3	7	104	0,62	
4	19	19	18	*	23	3	3	85	0,59	
5	12	22	13	9	24	9	1	90	0,54	
7	20	10	23	12	6	5	6	82	0,49	
8	4	12	1	11	19	5	1	53	0,31	
12	8	2	8	21	12	5	1	58	0,34	
13	3	8	4	6	16	1	1	39	0,23	
16	15	16	21	17	5	1	1	76	0,45	
17	18	23	22	5	14	13	1	96	0,52	
18	10	1	16	16	8	12	2	65	0,39	
19	9	7	12	15	3	2	9	57	0,34	
20	5	17	5	3	9	7	4	50	0,30	
21	16	20	19	4	2	6	2	69	0,41	
22	14	5	14	2	7	2	2	46	0,27	
23	11	6	11	1	18	6	9	62	0,40	
24	14	21	17	17	15	11	5	100	0,59	
25	5	18	6	19	4	4	2	58	0,34	
26	8	3	8	18	13	8	2	60	0,36	
27	17	11	20	8	22	2	2	82	0,49	
28	13	9	15	13	1	2	2	55	0,33	
29	6	24	10	20	17	2	2	81	0,48	
30	2	15	3	3	20	2	8	56	0,33	

В результате комплексной оценки рыбохозяйственных показателей сеголетков и годовиков установлено преимущество кроссов 1, 8, 12, 13, 20, 22, 25, 23, 28, 30, у которых средний ранг составлял 0,17-0,34. Однако, не смотря на выявленные преимущества по рыбохозяйственным признакам отдельных групп при отборе селекционного материала учитывали основное направление селекции, а именно повышение резистентности зеркального карпа. Поэтому в результате комплексной оценки качества младшего ремонта, для дальнейшей селекционной работы рекомендуются кроссы 1, 8, 12, 13, 22, 25, 28.

Заключение.

Таким образом, по комплексу рыбохозяйственных показателей сеголетков и годовиков, а также их устойчивости к воспалению плавательного пузыря из 24 опытных сложных кроссов установлены преимущества для 7 комбинаций, которые являются исходным материалом при формировании селекционного ядра новой породы белорусского зеркального карпа.

Список использованных источников

1. Гужов, Ю.А. Генетика и селекция сельскому хозяйству / Ю.А. Гужов // Возникновение и развитие селекции. - М.: Просвещение, 1984. – С.5-26.
2. Таразевич, Е.В. Сравнительная характеристика пищевой ценности групп кроссов с тремлянским карпом / Е.В. Таразевич, А.П. Семенов, М.В. Книга и др. / Доклады международной научно-практической конференции.- Москва, ВВЦ, 5-6 февраля 2013. – С.473-477.
3. Бех, В.В. Выход съедобной части тела помесных и чистопородных карпов при товарном выращивании /В.В. Бех // Вісн. аграрн. науки.- Киев, 1998. – №1. – С. 72 –74.
4. Книга, М.В. Пищевая ценность двухлетков межпородных и внутривидовых кроссов карпа и его гибридов с амурским сазаном. //Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2005. – вып. 21 – С. 24 - 27.
5. Fauconreau, V. Bobe J., Pereiza V. External morphology of comon carp at commercial size and relationship with dressing gilled. / V. Fauconreau, J. Bobe, V.

Pereiza //Abstr. 5 th Int.Congr. Vertebrate Morphol., Bristol, July 12 – 17, 1997.
ICYM - 5. J. Marphol. – 1997. – N3. – С. 232 – 253.

6. Таразевич, Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа: моногр. /Е.В.Таразевич - Минск, 2008. – 224с.

7. Флоринская, А.А. Воспаление плавательного пузыря карпа и борьба с этим заболеванием в условиях прудовых хозяйств Белоруссии / А.А. Флоринская // Минск: БелНИИНТИ, 1984. – №153.

8. Книга, М.В. Устойчивость к воспалению плавательного пузыря и рыбохозяйственные показатели двухпородных зеркальных кроссов карпа / М.В. Книга, А.П.Ус, Л.М. Вашкевич, Е.В. Щербинина, В.Б. Сазанов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2011. – вып. 27 – С. 23-30

9. Ус, А.П. Сравнительная оценка экстенсивности проявления воспаления плавательного пузыря у кроссов и пород карпа. / А.П. Ус, М.В. Книга, И.А. Трубач // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2007. – вып. 23. – С. 203-213

10. Дударенко, Л.С. Рыбоводно-биологическая и биохимическая характеристика сеголетков и годовиков зеркальных кроссов изобелинского карпа. / Л.С. Дударенко, Е.В. Таразевич, М.В. Книга и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2008. – вып. 24. – С. 77-80.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОДОВИТОСТИ САМОК КАРПА РАЗНОЙ ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Ю.М. Рудый

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

FECUNDITY COMPARISON CHARACTERISTIC OF CARP FEMALES PERTAINING TO VARIOUS BREEDS

Y. Rydyi

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. Установлена высокая изменчивость по показателям рабочей и относительной рабочей плодовитости самок карпа разной породной принадлежности. Для получения племенного ремонта отобраны самки, характеризующиеся повышенными показателями плодовитости. Самки завезенных импортных пород третьего поколения выращенных в условиях Беларуси уступают породам белорусской селекции.

Ключевые слова: Селекция, порода, трансферрин, фенотип, генотип, гомо- и гетерозигота.

Abstract. There was ascertained high variability by parameters of effective and relative fecundity of carp females pertaining to various breeds. For the purpose of obtaining breed replacement there were selected the females featuring the enhanced fecundity parameters. The females of the imported breeds of the third generation grown in Belarus are inferior to the breeds of belorussian selection.

Key words: Selection, breed, transferrin, phenotype, genotype, homozygote, heterozygote.

Введение. В условиях Беларуси для получения потомства карпа используются естественный нерест в прудах, заводской – в аппаратах Вейса и эколого-физиологический – на ершах. Воспроизводительные качества производителей, в особенности самок, являются одной из важнейших рыбохозяйственных характеристик породы. Выявленная ранее высокая изменчивость по величине рабочей и относительной рабочей плодовитости самок карпа [1] позволяет проводить отбор, направленный на формирование

высокоплодовитого генофонда способного обеспечить не только получение племенного потомства, но и получение пищевой икры.

Материал и методика. В Беларуси на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» сформирован коллекционный генофонд пород, линий, отводок карпов белорусской и зарубежной селекции, с которыми проводятся работы по их воспроизводству и сохранению в генетической чистоте [2]. Одновременно в период нерестовой кампании исследуют воспроизводительные качества карпов розной породной принадлежности [3].

Для получения потомства селекционного, чистопородного и экспериментального (двухпородные кроссы) материала использовали заводской и эколого-физиологический метод воспроизводства. В качестве стимулятора одновременного созревания половых продуктов применяли суспензию ацетонированных гипофизов карпа, вводимую дробными дозами (трехкратно) в соответствии с нормативами.

С целью формирования ремонтно-маточного стада карпов, отличающихся повышенной плодовитостью, для получения селекционного материала использовали икру только от самок с высокой плодовитостью, отзывчивых на низкие дозы гипофиза. Доза гипофиза, стимулирующая одновременный нерест для большинства использованных самок составила 0,75 – 2,5 мг/кг [4, 5]. Обязательным условием при отборе самок для селекционных и племенных целей являлась полная отдача ими икры, без тромбов. Исследование плодовитости племенных карпов пород белорусской и зарубежной селекции включает анализ результатов двух вариантов нерестовых кампаний.

Обсуждение результатов исследований. При получении чистопородных групп в первом варианте нерестовой кампании проведена оценка рабочей и относительной рабочей плодовитости самок. Самки, отличающиеся по величине плодовитости, объединены в две группы: с повышенной (группа I) и с пониженной (группа II) плодовитостью (таблица 1). Для формирования племенного ремонта коллекционных пород, линий и отводок использовали потомство, полученное только от высокоплодовитых самок.

Таблица 1. – Характеристика воспроизводительных качеств самок карпа и полученной икры

Породная принадлежность, группа	Отнерести-лось самок, %	Масса		Плодовитость	
		самки, кг	икры, г	рабочая, тыс. икринок.	относительная рабочая, тыс. икринок/кг
первый вариант					
столин XVIII, I	85,0	6,4±0,28	719±39,44	301±12,18	47,1±2,31
II	50,0	6,2±0,75	137±19,77	71±8,97	11,4±0,89
смесь зеркальная, I	79,1	5,5±0,54	582±40,39	271±22,1	49,2±3,02
II	45,5	5,6±0,29	103±10,7	50±7,5	8,9±1,13
югославский, I	69,9	5,6±0,22	395±21,72	132±12,59	23,7±1,66
сарбоянский, I	78,4	4,9±0,10	503±22,59	340±23,59	69,4±2,55
второй вариант					
три прим	100,0	6,1±0,05	651±51,67	404±29,01	66,2±5,25
смесь чешуйч.	100,0	6,0±0,51	665±39,95	435±20,63	72,5±2,75
столин XVIII	100,0	6,3±0,27	865±33,5	512±18,57	81,3±2,52
лахвинский чешуйчатый	83,8	4,4±0,57	389±36,53	225±19,12	51,1±3,45
немецкий	85,7	6,2±0,18	337±22,01	215±12,29	34,7±2,12
югославский	87,5	5,8±0,15	509±48,10	344±27,30	59,3±3,14
амурский сазан	83,3	2,7±0,11	225±25,16	129±10,96	47,8±4,06

Примечание: \bar{x} (I) средние показатели самок с повышенной плодовитостью; \bar{x} (II) – средние показатели самок с пониженной плодовитостью.

В отводке столин XVIII изобелинского карпа от 12 экз., самок, характеризующихся повышенной плодовитостью (I), получено в среднем по 719 г икры. Масса, полученной от каждой самки икры в этой группе, колебалась от 480 до 950 г. Средняя рабочая плодовитость составила 301 тыс. икринок на 1 самку, а относительная рабочая плодовитость 47,1 тыс. икринок на 1 кг массы тела самки. В группе самок с низкой плодовитостью (II) количество икры, отобранной от одной самки, составило в среднем 137 г,

рабочая плодовитость 71 тыс. шт., относительная рабочая плодовитость 11,4 тыс. шт./кг.

В отводке смесь зеркальная изобелинского карпа средняя масса икры, полученной от одной самки, составила 582 г (I), рабочая плодовитость 271 тыс. шт., а относительная рабочая плодовитость - 49,2 тыс. шт./кг. Во II группе самок этой отводки, характеризующейся низкой плодовитостью средняя масса икры, отданной одной самкой, составила 103 г, рабочая плодовитость – 50,0 шт., относительная рабочая плодовитость – 8,9 тыс. шт./кг. Различия показателей плодовитости между высоко и низко плодовитыми самками из I и II групп статистически достоверны. Очевидно, что самки с такой низкой плодовитостью не пригодны к селекционному и племенному воспроизводству и подлежат выбраковке.

В нересте первого варианта участвовали самки югославского и сарбоянского карпов. Плодовитость самок этих пород оказалась ниже, чем отводок столин XVIII и смесь зеркальная белорусского изобелинского карпа. Средняя рабочая плодовитость югославского карпа (I) составила 132,5 тыс. шт., сарбоянского 339,9 тыс. шт., а относительная рабочая плодовитость 23,7 и 69,4 тыс. шт./кг соответственно.

Исходя из средних показателей рабочей плодовитости коллекционных групп, от которых в первом варианте получено потомство, более высокой плодовитостью характеризовался сарбоянский карп, а югославский карп имел относительно низкую плодовитость самок по сравнению с остальными породами. Отличие рабочей плодовитости югославского карпа статистически достоверно.

Группа карпов с повышенной плодовитостью во втором варианте включает самок отводок изобелинского карпа (три прим, смесь чешуйчатая и столин XVIII). Причем одна самка из отводки столин XVIII полностью отнерестилась третий год подряд, и ее потомство представляет собой ценный селекционный материал. От этой самки получено 865 г. Соответственно, она характеризуется большей рабочей и относительной рабочей плодовитостью.

Высокими рыбоводными показателями, характеризующими качество нереста, отличаются отводки три прим и смесь чешуйчатая. Их рабочая плодовитость составила в среднем 404 и 435 тыс. шт., а относительная рабочая плодовитость 66,2 и 72,5 тыс. шт./самку соответственно. У белорусской породы карпа лахвинский чешуйчатый самки, использованные для получения потомства заводским методом, отличались несколько меньшей плодовитостью по сравнению с отводками изобелинского карпа (рабочая плодовитость – 225 тыс. шт., относительная рабочая плодовитость – 51,1 тыс. шт./самку).

Из импортных пород большей плодовитостью характеризовался югославский карп. Из всех использованных в нересте чистопородных групп, самки немецкого карпа оказались менее плодовитыми (рабочая плодовитость – 215 тыс. шт., относительная рабочая плодовитость – 34,7 тыс. шт./кг). Самки амурского сазана отличались низкой массой тела, следовательно, и меньшим количеством отданной икры и рабочей плодовитостью.

В целом средняя рабочая плодовитость составила приблизительно 200 тыс. шт. икринок на 1 самку, что совпадает с нормативными требованиями. Отклонение рабочей плодовитости самок карпов разного происхождения (пород, отводок, линий) из первой группы от среднепопуляционной величины рабочей плодовитости представлены на рисунке 1.

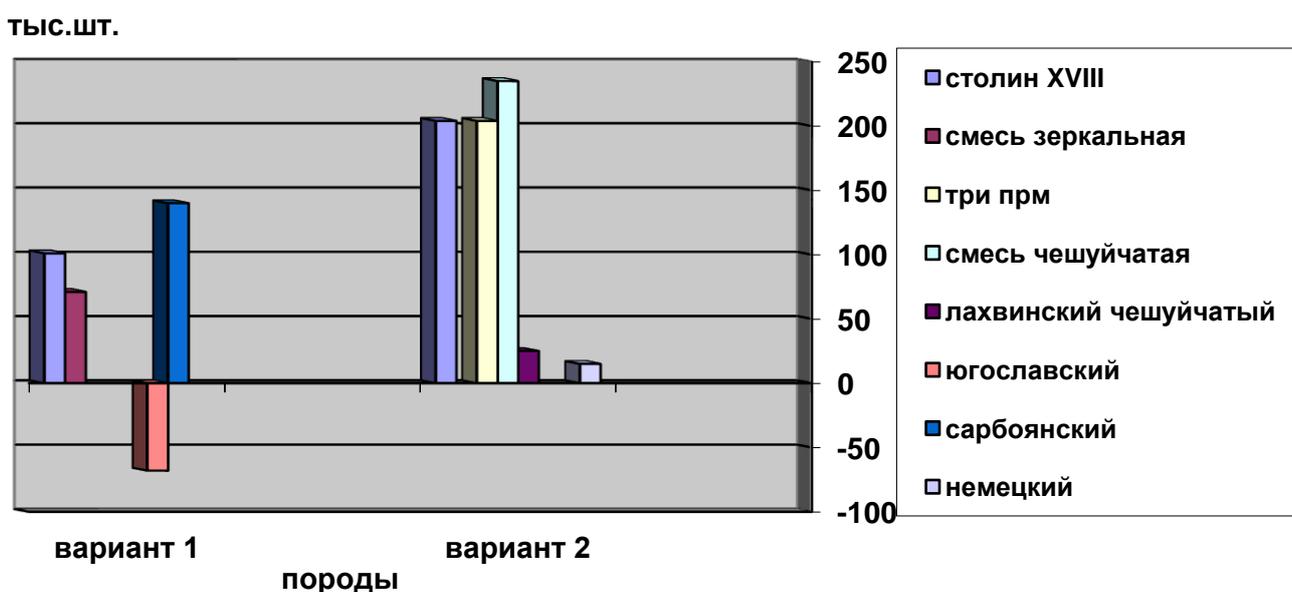


Рисунок 1. – Отклонение рабочей плодовитости самок первой группы от среднепопуляционного значения.

Очевидно, отклонение средней рабочей плодовитости самок первой группы от среднепопуляционной величины колебалось в широких пределах в зависимости, как от породной принадлежности, так и от года проведения нереста. На общем фоне наиболее плодовитые самки из чистопородных групп оказались в отводках изобелинского карпа столин XVIII три прим, смесь чешуйчатая (второй вариант). Отклонения рабочей плодовитости в сторону увеличения наблюдались у самок югославского карпа во втором варианте нерестовой кампании (144 тыс. шт.), а в первом наоборот самки югославского карпа показали результат ниже среднепопуляционной величины. Самки сарбоянского также имели значительные преимущества (140 тыс. шт.) по сравнению со среднепопуляционной величиной. Рабочая плодовитость самок немецкого карпа значительных отличий от среднего уровня плодовитости не имела.

Заключение. В целом, в период нерестовых кампаний получен чистопородный материал для выращивания племенной рыбы в рамках белорусского селекционно-генетического центра СПУ «Изобелино». Воспроизведены коллекционные белорусские породы карпа: лахвинский чешуйчатый, изобелинский (четыре отводки), а также импортные породы немецкий, югославский, сарбоянский карпы. Среди самок установлена высокая изменчивость по показателям рабочей и относительной рабочей плодовитости. Самки завезенных импортных пород третьего поколения выращенных в условиях Беларуси уступают породам белорусской селекции. Проведен отбор самок, характеризующихся повышенной плодовитостью, потомство которых использовали в племенных целях для выращивания чистопородного коллекционного ремонта карпа разной породной принадлежности.

Список использованных источников:

1. Таразевич, Е.В. Проблема сохранения генофонда карпов в республике Беларусь / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, А.П. Семенов и др. // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства: тезисы докладов

международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008 г.). – Жодионо, 2008. – С. 118-119

2. Таразевич, Е.В. Сравнительная характеристика воспроизводительных качеств самок карпов различных пород в условиях заводского нереста / Е.В. Таразевич // Таврійський науковий вісник. Сб. науч. тр. – Выпуск 76. Херсон, 2011. – С. 266-276.

3. Таразевич, Е.В. Репродукционные показатели производителей селекционных отводок 7-8 поколения изобелинского карпа / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, Г.А. Прохорчик и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2006. – вып. 22. – С. 23-29.

4. Катасонов, В.Я. Инструкция по племенной работе с карпом в репродукторах и промышленных хозяйствах / В.Я. Катасонов - М.: ВНИИПРХ, 1982. – 38с

5. Таразевич, Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции. /Е.В.Таразевич, М.В.Книга, А.П.Семенов и др. // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6-20.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ ФОРЕЛИ

*М.В. Книга, Я. И. Шейко, М.Н. Тютюнова, Л.М. Вашкевич,
Д.А. Микулевич, Е.В. Таразевич*, Е.П. Глеб*, Е.С. Гук*,*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Учреждение образования «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь, versa@tut.by*

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF TROUT UNDERYEARLING BODY

*J. Sheiko, M. Tiutiunova, M. Kniga, L. Vashkevich,
D. Mikulevich, E.V. Tarazevich*, E. Gleb*, E. Guk**

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Educational Establishment "Polessky State University",
Pinsk, Republic of Belarus, e-mail: versa@tut.by*

Резюме. Представлена сравнительная характеристика биохимического состава тела сеголетков радужной форели, выращенных из одновременно завезенного разного по происхождению генетического материала.

Ключевые слова: радужная форель, сеголеток, биохимический состав тела.

Abstract. There is presented comparison characteristic of biochemical composition of rainbow trout underyearling body grown from genetic material of various origin but simultaneously imported.

Key words: Rainbow trout, underyearling, biochemical compositions of body.

Введение. Современное форелеводство является высокоинтенсивной формой индустриального хозяйства с концентрированным выращиванием рыбы на гранулированных высокобелковых кормах при благоприятных условиях среды. Характеристика имеющегося материала по рыбоводно-биологическим показателям необходима для оценки его качества и приспособленности к местным условиям выращивания. Одной из основных характеристик качества рыболовочного материала наряду с рыбохозяйственными показателями

является его физиолого-биохимическая характеристика, отражением которой является состав тела.

Материал и методика. Для исследования биохимического состава тела сеголетков были отобраны по 10 экз. модального по массе тела класса. Анализы каждого показателя проводили в трехкратной повторности. Содержание сухого вещества, влаги, коэффициента упитанности, жира определяли по физиолого-биохимическим методикам оценки состояния рыб [1], содержание белка по ГОСТ 13496.4-93 [2], содержание золы по ГОСТ 26226-95 (Методы определения сырой золы) [3].

Показатель сухого вещества определялся путем высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу и взвешивания на аналитических весах.

Содержание жира в теле рыбы определялось методом, основанным на экстракции ацетоном и отгонке ацетона. Содержание белка в теле определялось титриметрическим методом определения азота по Кьельдалю с последующим пересчетом результатов на сырой протеин. Содержание золы в теле рыбы определялось весовым способом. Высушенная и взвешенная навеска сжигалась в муфельной печи, затем взвешивалась на аналитических весах.

Обсуждение результатов исследования. В 2013 году были проведены работы по сравнительной оценке одновременно выращенных сеголетков радужной форели французского и российского происхождения, у которых наряду с рыбохозяйственными и фенотипическими показателями исследовали биохимический состав тела. Сеголетки разного происхождения значительно отличались по массе тела (табл. 1). Несмотря на то, что сеголетки французского происхождения были значительно крупнее, чем российского, их коэффициент упитанности по Фультону оказался ниже 1,66 против 1,70. Сеголетки из российской популяции отличались и несколько большим количеством сухого вещества в теле рыбы. Содержание сухого вещества в теле форели отражает содержание жира и белка и меняется по мере роста рыбы. При истощении вместе с падением жирности уменьшается также содержание белка в теле, а количество воды и золы увеличивается. Возможно, в конце сезона сеголетки

форели из французской популяции достигшие большей массы тела оказались в не благоприятных условиях и их физиологическое состояние несколько ухудшилось. Об этом свидетельствует и увеличение содержания влаги в теле рыбы.

Известно, что по мере роста рыба, как правило, становится жирнее, и норма жирности для нее меняется. Жирность рыбы влияет на содержание сухого вещества в ее теле. У сеголетков содержание жира в сыром веществе составило 21,57 % (французская) и 24,45 % (российская), в сухом 4,97 и 5,95 % соответственно (табл. 1). Причем в данном случае более мелкие сеголетки из популяции российского происхождения характеризовались повышенным содержанием жира по сравнению с более крупными сеголетками французского происхождения. В сырой пробе также наблюдалось преимущество форели российского происхождения составляющее 0,98 %.

Таблица 1. - Биохимический состав тела сеголетков форели

Наименование образца	Средняя масса, г	КФ	Сухое в-во, %	Влага %	Протеин, %		Жир, %		Зола, %	
					I	II	I	II	I	II
Сеголеток форели (французский)	45,67 ±2,17	1,66 ±0,01	23,04 ±0,04	76,96 ±0,04	76,79 ±0,17	17,69 ±0,03	21,57 ±0,06	4,97 ±0,21	5,52 ±0,19	1,27 ±0,05
Сеголеток форели (российский)	29,43 ±17,08	1,70 ±0,01	24,34 ±0,01	75,66 ±0,01	74,11 ±0,10	18,04 ±0,03	24,45 ±0,16	5,95 ±0,20	5,47 ±0,08	1,33 ±0,07
Оценка достоверности разницы между популяциями										
d	16,24	0,04	1,30	1,30	2,68	0,35	2,88	0,98	0,05	0,06
t	6,04	2,83	31,59	31,55	13,59	8,45	16,85	3,79	0,23	0,69
P	<0,001	≈0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	>0,1	>0,1

Примечание: I – содержание в сухом веществе; II – содержание во влажной пробе.

Содержание белка в теле рыбы может меняться в зависимости от целого ряда причин. При истощении количество белка в теле уменьшается, прежде всего, из-за обводнения ткани. Но содержание белка может несколько

уменьшаться и благодаря повышению жирности. У сеголетков радужной форели французского происхождения содержание протеина в сухом веществе на 2,68 % больше, чем у сеголетков из популяции российского происхождения (таблица 1). Установленная разница статистически достоверна. Поскольку, в последней группе содержание сухого вещества выше, при пересчете на сырую пробу его оказалось на 0,35 % больше у сеголетков российского происхождения (разница статистически достоверна). Отличие по содержанию минеральных веществ (зола) между двумя популяциями не велико и статистически не достоверно.

Из рассмотренных биохимических показателей сеголетков радужной форели более вариабельными оказались показатели содержания минеральных веществ с коэффициентом вариации 4,62-16,64 % (таблица 2).

Таблица 2. – Коэффициент вариации (C_v , %) химического состава мышц сеголетков форели

Наименование образца	Средняя масса	КФ	Сухое вещество	Влага	Протеин		Жир		Зола	
					I	II	I	II	I	II
Сеголеток форели (французский)	15,02	1,90	1,92	0,16	0,70	0,54	0,88	13,36	10,88	12,45
Сеголеток форели (российский)	17,08	1,86	0,13	0,04	0,43	0,53	0,21	10,60	4,62	16,64

По остальным биохимическим показателям состава тела сеголетков радужной форели коэффициенты вариации не высоки и соответствуют низкому уровню изменчивости [4]. Это определило наличие статистически значимых различий между двумя популяциями.

В целом отличия по содержанию в сухой пробе протеина и минеральных веществ у сеголетков популяции французского происхождения выше, а по содержанию жира ниже, чем у сеголетков российского происхождения (рисунок 1).

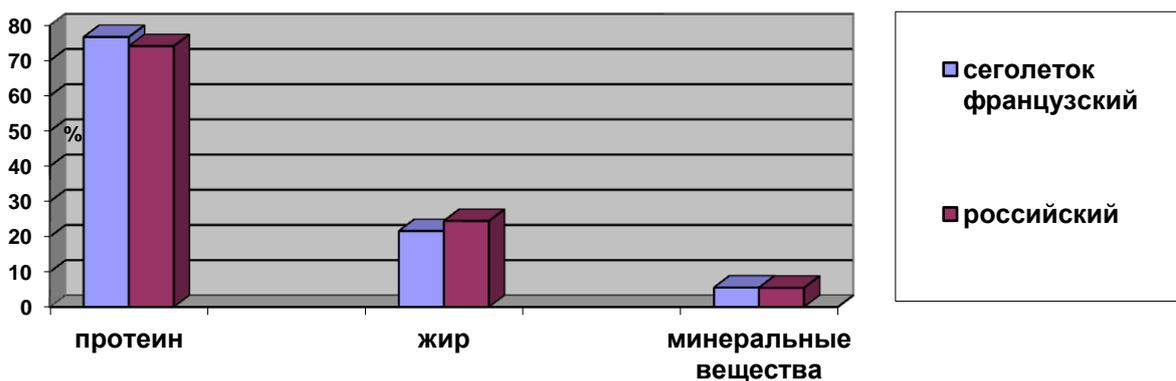


Рисунок 1. – Состав сухого вещества у сеголетков форели французского и российского происхождения.

При сопоставлении состава тела (влажная проба) наблюдается тенденция к увеличению протеина, жира и минеральных веществ у сеголетков российского происхождения несмотря на значительное отставание последних по массе тела (рисунок 2).

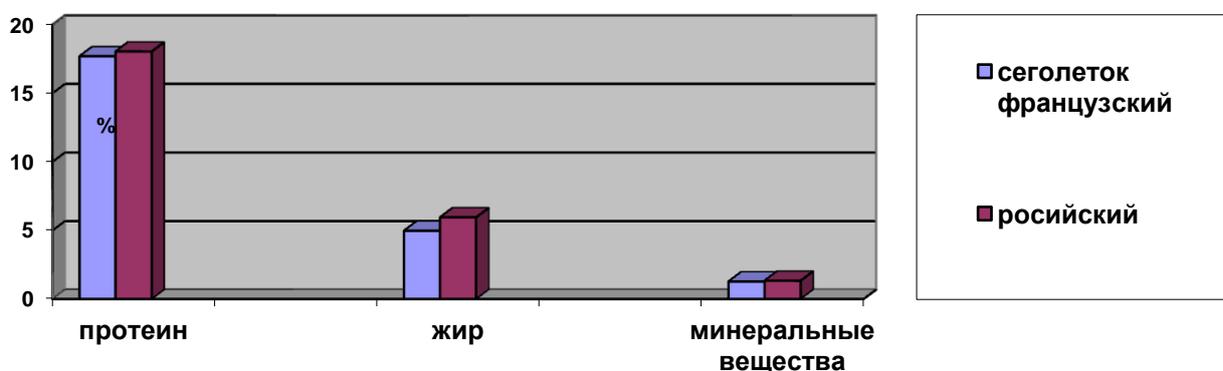


Рисунок 2. – Состав влажной пробы у сеголетков форели французского и российского происхождения.

Заключение. Таким образом, при сравнении состава тела сеголетков радужной форели из двух популяций французского и российского происхождения выращенных в одновременно в одинаковых условиях установлено некоторое преимущество сеголетков форели из популяции российского происхождения по следующим показателям: коэффициент упитанности Фультона, содержание сухого вещества в теле рыбы, а также

содержания в сырой пробе протеина, жира, минеральных веществ. Это свидетельствует о несколько лучшем физиологическом состоянии сеголетков форели из российской популяции, несмотря на то, что они уступали по массе тела сеголеткам из популяции французского происхождения.

Список использованных источников

1. Лиманский, В.В. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыб // В.В. Лиманский и др., 1984
2. Иванов, А.П. Химический анализ рыб и кормов / А.П. Иванов - М., 1963. – 36с.
3. Клейменов, И.Я. Химический и весовой состав рыб // И.Я. Клейменов – М., 1962 г.
4. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. - Минск: Высшэйшая школа, 1973. – С.24- 53.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

УДК 639.3.043.2

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ

В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

MODERN STATUS AND COMPOUND FEEDSTUFF DEVELOPMENT PROSPECTS FOR FRESH WATER FISHES

V. Ageyets, Z. Koshak

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Реферат. В статье показано современное состояние производства комбикормов для пресноводных рыб и перспективы развития. С 2011 по 2015 годы наблюдается снижение выпуска комбикормов для рыб на 51 % из-за сложившейся экономической ситуации в стране. Необходима оптимизация комбикормов по цене и качеству, используя новые, эффективные виды сырья и современную технологию производства.

Ключевые слова: комбикорм, липиды, сеголеток, физиологическое состояние, темп роста, выживаемость.

Abstract. The paper depicts the current status of compound feedstuff production for fresh water fishes and development prospects. From 2011 to 2015 there were observed the decrease of compound feedstuff production for the fishes for 51% due to economic situation in the country. The compound feedstuffs need optimization both by price and quality using new efficient kinds of primary products and modern industrial technology.

Key words: compound feedstuff, lipids, underyearling, physiological state, growth rate, survivalability.

Введение. Эффективность выращивания рыбы зависит от множества факторов, связанных как с ее содержанием в рыбхозах, так и с комбикормами. Физиология рыбы существенно отличается от физиологии теплокровных животных и птицы, поэтому требования к составу рыбных комбикормов

другие. Рецептуры рыбных комбикормов наиболее сложные для производства из-за небольшого количества зерновой составляющей, повышенного содержания протеина и жиров, пониженного содержания клетчатки. Все комбикорма для рыб в республике выпускаются только в гранулированном или экструдированном виде и к ним предъявляются некоторые специфические требования, а именно водостойкость или разбухаемость гранул. Комбикорма для рыб с учетом всех их особенностей имеют высокую стоимость, а в наших экономических условиях это приводит к сокращению их потребления и к упрощению рецептуры комбикорма. Все это в конечном итоге отражается на темпах роста рыбы и кормовых затратах.

Результаты исследований и их обсуждение.

По данным отдела комбикормовой промышленности Минсельхозпрода, предприятия комбикормовой промышленности за 2011 – 2015 годы выпустили 190 тыс. т. комбикорма для рыбы, причем большая часть – это комбикорма для карповых рыб. В 2011 г. было выпущено предприятиями хлебопродуктов 47701 т., а в 2015 г. – 23499 т. Наблюдается снижение объемов выпуска комбикормов для рыб на 51 %. В 2016 г. тенденция снижения сохранилась, обеспеченность комбикормами с 2011 по 2016 гг. представлена на рисунке 1.

Анализируя данные представленные на рисунке 1, обращает на себя внимание, что потребление комбикормов в 2016 году снизилось на 25 % по сравнению с 2015 годом. Все эти негативные тенденции с обеспеченностью рыбхозов комбикормами связаны с рядом причин:

- 1) повышение стоимости комбикормов;
- 2) нехватка финансовых средств для закупки комбикормов и задолженности рыбхозов за ранее поставленные комбикорма.

Повышение стоимости комбикормов в первую очередь связано с повышением стоимости импортного сырья (соевые, подсолнечные шрота, рыбная мука). Для решения этой проблемы РУП «Институт рыбного хозяйства» в рамках Отраслевой научно-технической программы «Импортозамещающая продукция» по заданию 14.04 «Разработать комбикорм для разновозрастного

карпа на основе отечественных ингредиентов» разработал комбикорм, содержащий в своем составе 85 % отечественного сырья и ТУ ВУ 100035627.018-2015 «Комбикорма гранулированные для сеголеток, двух- и трехлеток карпа». В разработанном комбикорме вместо импортного соевого и подсолнечного шротов используются отечественный рапсовый шрот и продукт соевой кормовой. В первый год внедрения комбикорма (2016 г.) ОАО «Березовский комбикормовый завод» для рыбхоза «Селец» произвел 5400 т. данного комбикорма, ЗАО «Биоком» для рыбхоза «Красная слобода» выпустил 985 т.

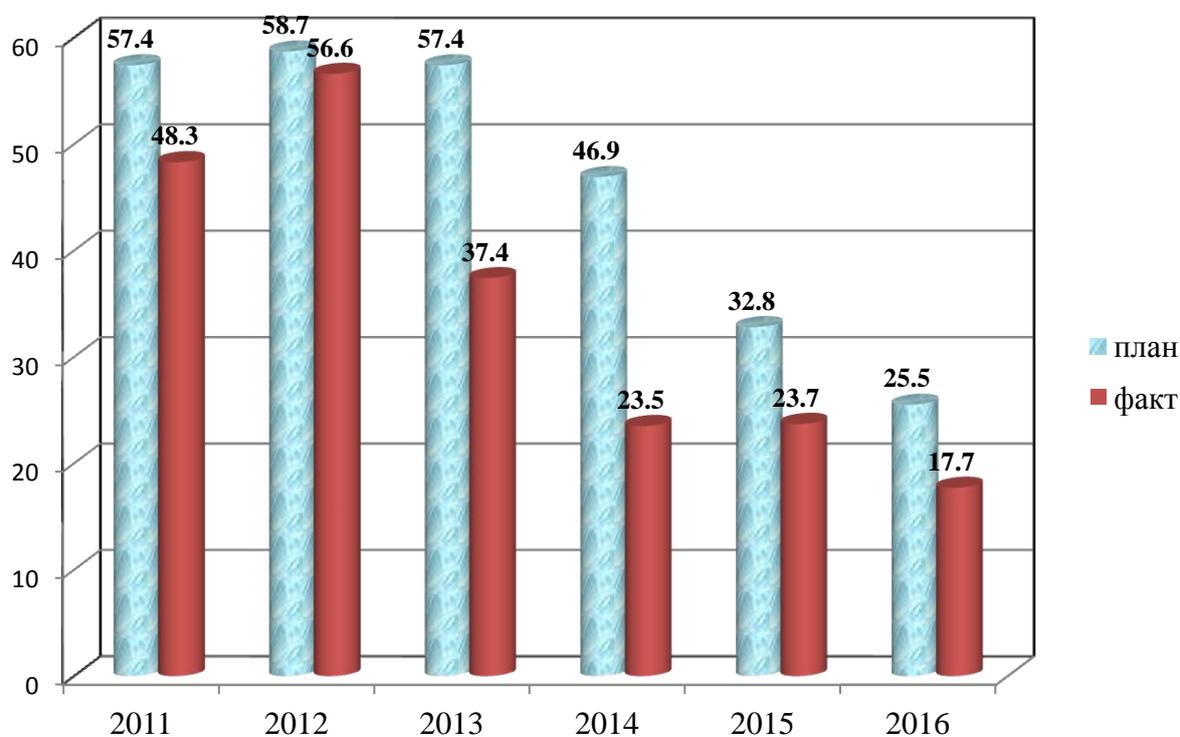


Рисунок 1. – Обеспеченность комбикормами в 2011-2016 годах

Для повышения выживаемости карпа в зимний период РУП «Институт рыбного хозяйства» в рамках Государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс» подпрограммы «Агропромкомплекс – устойчивое развитие» на 2011-2015 годы, подзадания 3.23.2 «Разработать рецепт обогащенного липидами комбикорма с целью повышения зимостойкости посадочного материала карпа» разработал комбикорм для сеголетков карпа с

повышенным содержанием жиров. Проведены испытания комбикорма и разработано ТУ ВУ 100035627.017-2015 «Комбикорм гранулированный для сеголеток карпа К-110-Л». В первый год внедрения (2016 г.) ЗАО «Экомол-Агро» выпустил 53 т. комбикорма для рыбхоза «Новинки».

Нехватка финансовых средств на покупку комбикормов для карпа рыбхозами привела не только к сокращению потребления комбикормов на 51%, но и к появлению комбикормов с невысокой стоимостью и низкой питательной ценностью. По заказам рыбоводных хозяйств с целью удешевления рецептуры комбикормовые заводы практически исключили из рецептов соевый шрот, мясокостную и рыбную муку. Большинство рецептов содержит 30 % подсолнечного шрота, зерновое сырье, отруби, кормовые дрожжи и 5 % мясокостной муки. При таком составе комбикорм не содержит достаточного количества усвояемого протеина и содержание жиров в этих кормах ниже физиологической нормы. Все это отражается на темпах роста рыбы и кормовых затратах (темпы роста рыбы снижаются, а кормовые затраты растут). Такие комбикорма выпускаются по действующим ТУ РБ 600024008.102-2004 «Комбикорма для сеголеток, двухлеток и трехлеток прудовых карповых рыб», держателем которого является ГУ "Центральная научно-исследовательская лаборатория хлебопродуктов". Данные технические условия разрабатывались 12 лет назад, когда выпуск комбикормов для рыбы в республике находился на этапе становления, поэтому технические условия содержат мало ограничений на использование сырья, что в итоге отражается на их эффективности. В то же время РУП «Институт рыбного хозяйства» за 2011-2015 гг. разработал современные рецептуры комбикормов для карпа с учетом его физиологических потребностей, возраста и периода кормления. Новые технические условия на эти корма содержат перечень обязательных, незаменимых компонентов. Однако, рыбхозы не обладая информацией о достоинствах этих комбикормов гонятся за дешевизной, что негативно сказывается на результатах выращивания карпа. Вместе с тем наращивание объемов производства прудовой рыбы, переход на интенсивную технологию требуют комбикормов высокого качества.

Прежде всего, необходимо обеспечить прочность и водостойкость гранул, повысить усвояемость и доступность кормов.

В соответствии с «Государственной программой развития рыбохозяйственной деятельности на 2011 – 2015 годы» планировалось создание индустриальных рыбоводных комплексов по производству ценных видов рыб (лососевые, осетровые, сомовые). Планировалось к 2015 году ввести в строй 16 комплексов общей мощностью 3,8 тыс. т. товарной продукции ценных видов рыб в год, по факту производство ценных видов рыб в 2015 году составило 353т.

Для обеспечения ценных видов рыб отечественными комбикормами РУП «Институт рыбного хозяйства» в рамках Отраслевой научно-технической программы «Импортозамещающая продукция» по заданию 12.09 «Разработать сбалансированный комбикорм для сеголетков лососевых рыб и рекомендации по его использованию» разработал отечественный комбикорм и ТУ ВУ 100035627.015-2013 «Комбикорм экструдированный для сеголетков лососевых рыб».

Выпуск данного комбикорма планировалось организовать на новой линии по производству экструдированных комбикормов на ОАО «Барановичхлебопродукт» мощностью до 3 тыс. т кормов в год. В 2014 г. на этой линии было выпущено 15 т. отечественного экструдированного комбикорма для сеголетков лососевых рыб, в 2015г. - 16 т., а в 2016 году комбикорм не выпускался из-за отсутствия заказов со стороны форелевых хозяйств. В то же время к 2018 году планируется завершить строительство трех рыбоводных комплексов по производству ценных видов рыб. Все эти комплексы нуждаются в высокоэффективных комбикормах для лососевых, осетровых и сомовых рыб. К 2020 году планируется довести объем их производства до 1200 т. в год. При выращивании ценных видов рыб в структуре затрат комбикорма составляют более 50 %. В настоящее время все комбикорма для ценных видов рыб зарубежного производства, поэтому одна из задач,

требующих решения - это разработка отечественных высокоэффективных кормов.

Дальнейшее развитие рыбохозяйственной деятельности в соответствии с подпрограммой «Развития рыбохозяйственной деятельности» Государственной программы развития аграрного бизнеса Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы предусматривает доведение объемов производства товарной рыбы в республике до 18158 т., в том числе прудовой рыбы – 15771 т., ценных видов рыб – 1200 т. Все эти объемы товарной рыбы требуют обеспеченности современными отечественными комбикормами.

РУП «Институт рыбного хозяйства» в 2016 -2020 гг. в рамках Государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс - 2020», подпрограммы «Агропромкомплекс – эффективность и качество» по заданию 3.3.2. «Разработать лечебно-профилактический комбикорм в борьбе против бактериальных инфекций карповых рыб» разрабатывает лечебно-профилактический комбикорм с использованием фитобиотиков. Разработка отечественного лечебно-профилактического комбикорма без использования антибиотиков актуально для республики.

Важным условием развития рыбоводства является защита рыб от болезней. Бактериальные инфекции наиболее опасны, поскольку могут вызвать 100 %-ю гибель рыб.

В последние годы использование некоторых антибиотиков запрещено в ряде стран вследствие серьезной экологической опасности, а также некоторого канцерогенного эффекта, вызываемого ими у многих костистых рыб [1]. Антибиотики могут вызвать угнетение полезной микрофлоры, которая обычно присутствует в пищеварительном тракте рыб [2]. По этой причине вместо антибиотиков все чаще используют пробиотики, пребиотики и фитобиотики.

Фитобиотики – это комплексы растительного происхождения, обладающие разнообразным действием на организм: антимикробным, противовирусным, иммуномоделирующим, противогрибковым, противовоспалительным и т.п. В состав фитобиотиков входят, как правило,

натуральные растительные компоненты. Фитобиотики получают из ароматических растений и добавляют в корма. Они, как показывают исследования, стимулируют выработку эндогенных ферментов, тем самым улучшая перевариваемость питательных веществ комбикорма, вкусовые качества фитобиотиков увеличивают поедаемость комбикормов. Положительное воздействие фитобиотиков связано с содержанием в них таких веществ как каротиноиды, полипептиды, фитоэстрагены, сапонины и др. [3, 4]. Установлено, что совместное действие органических кислот и эфирных масел в фитобиотиках оказывает комплексное действие, направленное на сокращение патогенной микрофлоры и поддержание сапрофитной флоры. Сочетание активных ингредиентов способствует проникновению органических кислот сквозь клеточную мембрану бактерий, повышая тем самым ее проницаемость и позволяя кислотам распадаться в кишечнике, а бактерицидный и фунгицидный эффекты определенных эфирных масел усиливаются в слабокислой среде. Поэтому разработка лечебно-профилактического комбикорма с фитобиотиком повысит выживаемость карпа при бактериальных инфекциях, в частности при заражениях аэромонадами.

В рамках ГПНИ «Животноводство, земледелие и кормопроизводство» 2016-2020 годы институт занимается исследованиями по заданию 7.16 «Изучить влияние добавки кормовой белковой «Экстра» на организм карпа разного возраста с целью её возможного использования в составе комбикормов», тема направлена на решение проблемы животного протеина в комбикормах для рыб.

Кормовая мука «Экстра» получается из отходов кожевенного производства методом экструдирования. Продукт получен гидролизно-экструзионным методом из подкожного эпителия животных. Продукт обладает приятным запахом, имеет длительный срок хранения, превосходит по стерильности аналогичные продукты (рыбная и мясокостная мука), изготовленные традиционными методами. Кормовая добавка «Экстра» имеет более высокую усвояемость – 85-95%, что позволяет дополнительно увеличить

привесы на 10-14% и экономию зерна до 20%. Использование данной добавки в кормах для карпа может повысить содержание усвояемого животного протеина.

В ближайшие годы РУП «Институт рыбного хозяйства» видит следующие перспективные направления исследований:

- повышение эффективности комбикормов для пресноводных рыб путем применения в их рецептуре продуктов глубокой переработки вторичных сырьевых ресурсов;

- разработка ресурсосберегающих технологий производства биологически ценных комбикормов для пресноводных рыб;

- нетрадиционные виды сырья в комбикормах для пресноводных рыб.

Использование в рецептуре продуктов глубокой переработки вторичных ресурсов. В настоящее время комбикормовая промышленность испытывает острую нехватку высококачественных белковых добавок животного происхождения.

Изучение возможности использования высокотехнологического продукта – рыбного гидролизата – из отходов переработки пресноводной рыбы является актуальной проблемой. По данным статистики в республике выращивается 16 тыс. тонн пресноводной рыбы, часть которой перерабатывается. Всего в республике 60 предприятий по переработке как морской, так и пресноводной рыбы, из них 7 цехов специализирующихся на переработке пресноводной рыбы собственного производства. Известно, что выход гидролизата определяется на основании имеющегося количества отходов переработки и эффективности технологии производства. При переработке пресноводной рыбы образуется большое количество отходов, так массовый выход вторичных продуктов при разделке карпа составляет около 45 %, при разделке толстолобика – 55 %, карася – 50 % и т.д [5]. Всю пресноводную рыбу не пускают в переработку, часть продают в живом виде, однако количество отходов от переработки только пресноводной рыбы достигает 3 тыс. тонн, и количество их будет возрастать. Поэтому глубокая переработка рыбных отходов позволит расширить сырьевую базу при производстве рыбных комбикормов. Кроме этого, в настоящее время в

комбикорма для рыбы с целью повышения усвояемости вводят ферментные препараты протеолитического действия микробного происхождения. При длительном хранении кормов, содержащих ферментные препараты, протеолиз происходит неконтролируемо, поэтому степень гидролиза белков, произошедшего в конкретный период хранения, неизвестна и может быть далека от оптимума. Внесение в состав комбикорма рыбного гидролизата, при одновременном исключении ферментных препаратов позволит стабилизировать качество комбикорма в процессе хранения, повысит эффективность комбикорма для ценных видов рыб.

В настоящее время на рынок выходит большое количество новых сырьевых компонентов. Изучение их свойств, влияние на физиологическое состояние пресноводной рыбы, на технологию производства комбикорма при его внесении в рецептуру является первоочередной задачей лаборатории кормов нашего института.

Разработка ресурсосберегающих технологий производства биологически ценных комбикормов для пресноводных рыб.

Комбикорма для рыб выпускаются только в гранулированном либо в экструдированном виде. Современная технология производства гранулированных комбикормов начала широко внедряться на предприятиях с начала 2000 годов, а экструдирования – с 2010 года. Гранулирование и экструдирование комбикормов являются энергоемкими процессами и составляют до 70 % производственных затрат, что существенно сказывается на конечной стоимости кормов [6]. Поэтому разработка ресурсосберегающей технологии, позволяющей получить качественный комбикорм актуально для республики.

Нетрадиционные виды сырья в комбикормах для пресноводных рыб.

В настоящее время в мире для расширения сырьевой базы изучают возможность использования в комбикормах для рыб нетрадиционных видов сырья, например пектинов, высушенного гемоглобина, пивной дробины, пивных дрожжей, отходов картофелепереработки, овощепереработки, отходов

крупяной промышленности (гречневая, гороховая, ячменная, овсяная мучки) и нетрадиционных зерновых (кукурузы, ржи, овса). Изучение возможности использования подобного сырья в комбикормах для рыб позволит расширить сырьевую базу и снизить стоимость комбикормов.

Заключение.

Для повышения эффективности и качества комбикормов для рыб необходимо целенаправленная работа по созданию научно-обоснованных рецептур с использованием современных видов сырья и технологии их производства.

Для успешного развития рыбохозяйственной деятельности на 2016 -2020 годы необходимо:

– повысить осведомленность работников рыбхозов и комбикормовых заводов о новых отечественных комбикормах и современных технологиях их производства с помощью курсов повышения квалификации и с помощью публикаций в научных и научно-популярных журналах;

– в течение сезона необходим объективный, независимый и постоянный контроль качества выпускаемых комбикормов для пресноводных видов рыб нашими специалистами с целью поддержания их биологической полноценности на допустимом уровне.

Список использованных источников:

1. Gatesoupe, F. J. The use of probiotics in aquaculture / F. J. Gatesoupe // *Aquaculture*, 1999. 180. P. 147–165.

2. Sugita, H. The vitamin B 12 – producing ability of the intestinal microflora of freshwater fish / H. Sugita, C. Miyajima, Y. Deguchi // *Aquacul.* 1991. 92. P. 267–276.

3. Голубев, О. В. Изучение состава и антибиотической активности субстратно-мицелиального комплекса вешенки устричной / О. В. Голубев, Л. М. Краснопольская // *Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов: материалы II Рос. науч.-практ. конф.* – М., 2003. – С. 208–209.

4. Некрасов, Р.В. Про- и фитобиотики в кормлении крупного рогатого скота / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаяев, Н.А. Ушакова и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 6. – С. 225-228.

5. Антипова, Л.В. Получение рыбных белковых гидролизатов пищевого назначения / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, М.М. Данылиев и др. // Научни трудове на УХТ «Хранителна наука, техника и технологии», Пловдив. – 2012. – № LIX. – С. 979-984.

6. Кошак, Ж.В. Оптимизация процесса гранулирования комбикормов / Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак // Комбикорма. –2014. - № 1 – С. 68-69.

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ЛИПИДОВ В КОРМАХ НА
ЗИМОСТОЙКОСТЬ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
СЕГОЛЕТКОВ КАРПА**

Н.Н. Гадлевская, М.Н. Тютюнова, С.М. Дегтярик, И.А. Орлов, И.Н. Селивончик

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**INFLUENCE OF LIPIDS LEVEL CONTENT IN FEEDIGN STUFFS AT
PHYSIOLOGICAL STATE OF CARP UNDERYEARLINGS**

*N.N. Hadlevkaya, M.N. Tiutiunova, S.M. Dzjahtsiaryk, I.A. Orlov,
I.N. Selivonchik*

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В статье изложены результаты применения повышенного количества липидов в рационе сеголетков карпа. Установлено, что обогащение рациона липидами способствует усвоению питательных веществ корма и улучшению всех обменных процессов, что отражается в увеличении темпа роста сеголетков, их выживаемости, продуктивности и способствует повышению жизнестойкости его при прохождении зимовки. Выход рыб из зимовки в опытной группе был выше, чем в контрольной на 7,2 % и выше норматива на 1,8 %. Снижение функционального состояния гуморального и противоинвазионного иммунитета у годовиков после зимовки не отмечено.

Ключевые слова: комбикорм, липиды, сеголеток, физиологическое состояние, темп роста, выживаемость.

Abstract. In the article are presented the results of the application of the diet of carp fingerlings of high amounts of lipids. Enrichment of a diet of fingerlings of a carp lipids promotes increase in his resilience when passing a hibernation. It is established that enrichment of a diet lipids promotes digestion of nutrients of a forage and improvement of all exchange processes that is reflected in increase in growth rate of fingerlings, their survival, productivity and promotes increase in his resilience when passing a wintering. It is established that escaping of a hibernation in experienced group is higher, than in control group for 7,2% and above the standard for 1,8%. Decrease in the functional condition of humoral and antiinvasive immunity is not noted.

Key words: forage, lipids, carp's fingerlings, physiological state, growth rate, survival.

Введение. Одним из важнейших элементов биотехники разведения карпа является кормление. Потребляемый рыбой комбикорм, влияющий на рост рыбы и регуляцию обмена веществ должен содержать определенное количество белка, жира, углеводов и минеральных веществ. Жир, один из компонентов корма, который является источником энергии в процессе обмена веществ. Большое значение имеет его качественный и количественный состав.

Недостаток жиров и незаменимых жирных кислот приводит к нарушению физиологических функций организма, снижению аппетита, замедлению роста, нарушению пигментации, некрозу лучей плавников, перерождению печени и почек, обводнению тканей и повышению смертности рыб. Источниками жира в комбикормах для рыб могут быть компоненты, как животного, так и растительного происхождения. Мягкие жиры животного и растительного происхождения прекрасно усваиваются рыбой (на 90 - 95%) и, обеспечивая организм энергией, способствуют снижению непроизводительных затрат белка, высвобождая его для построения массы. Пресноводные рыбы в основном нуждаются в ненасыщенных жирных кислотах линоленового ряда, поэтому дополнительное введение растительного масла обогащает комбикорм ненасыщенными жирными кислотами.

При интенсификации производства аквакультуры используются повышенные плотности посадки рыбы. Переуплотнение влияет на изменение в обеспеченности естественной пищей, реакция рыбы на температуру воды и многое другое влияет на напряжение иммунных реакций и интенсивную перестройку физиологических процессов рыб. В этой связи в процессе зимовки нередко наблюдается повышенный отход молоди, особенно нестандартных сеголетков с низким индексом массы.

Принципиальным отличием карповых кормов от кормов для лососевых и осетровых рыб является более низкое содержание протеина и жира, а также повышенная доля в рецептах компонентов растительного происхождения [1]. В зависимости от возраста рыбы и уровня содержания протеина в комбикорме для карпа содержание жира колеблется от 4-6 до 18% [2, 3]. Без видимых

вредных последствий для физиологического состояния карп может переносить до 40% доброкачественного жира в корме с нижней границей его содержания 2,5-3,0%. При низком содержании жира в корме нарушается нормальный ход обменных процессов, что приводит к снижению эффективности использования корма и, в частности, белка. В этом случае организм вынужденно использует в процессах пищеварения эндогенные запасы липидов и часть их удаляется с экскрементами. От количества и качества жира в рационе зависит степень его усвояемости. При уровне жиров, близком к оптимальному, их усвояемость у карпов достигает 80-90% и более, при 2,5%-ном содержании снижается до 50%. Также известно, что жиры как источник энергии обладают «белок сберегающим» действием.

В условиях длительного зимнего голодания при низких температурах, исключительно важное значение приобретают резервные вещества, накопленные сеголетками за лето. Известно, что наиболее эффективным источником энергии в организме является жир, при окислении которого образуется вдвое больше энергии, чем при окислении такого же количества белков или углеводов.

Однако, на выживаемость оказывает влияние не только количество отложенных резервных веществ во время нагула, но и характер их расходования в течение зимнего голодания. Более того, темп расходования энергетических ресурсов тела рыбы за период зимовки оказывает влияние на ее выживаемость и темп роста на втором году жизни.

Целью исследований являлась оценка физиологического состояния и жизнестойкости сеголетков карпа, получавших рацион с повышенным количеством липидов.

Материалы и методы. Исследования проводили на двух группах (опытной и контрольной) сеголетков карпа, которых выращивали в выростных прудах СПУ «Изобелино» Молодечненского района. Для постановки опыта пруды были зарыблены личинкой, полученной при заводском нересте, с плотностью посадки 30,0 тыс. экз./га. В каждой группе использовали по три

пруда. Площадь каждого пруда была 0,08-0,09 га. Длительность опыта составила 90 суток.

Для контроля служили пруды, в которых рыба получала стандартный комбикорм рецепта К-110 с содержанием сырого протеина 26 % и сырого жира 3,2 % в расчете на сухое вещество. В опытной группе в течение всего сезона сеголетки карпа получали корм на основе рецепта К-110 с пониженным содержанием сырого протеина (24 %) и добавлением сырого жира до 7,6 % в расчете на сухое вещество. В итоге рыба в опытных группах получала в рационе на 57,9 % жира больше, нежели сеголеток контрольной группы. Кормление рыбы в опытных и контрольных прудах осуществляли вручную, на кормовые столики, с периодичностью два раза в сутки, по нормам кормления с учетом температуры и содержания в воде растворенного кислорода. Интенсивность роста карпа контролировали посредством проведения контрольных обловов каждые 10 дней.

Кровь для гематологических исследований отбирали методом иссечения хвостового стебля у 10 рыб из каждого варианта опытов. В качестве антикоагулянта использовали гепарин 1:5000 ед. Для получения сыворотки кровь отбирали в отдельные пробирки, без добавления антикоагулянта. Сыворотку крови отбирали в этот же день после ее отстаивания. Содержание гемоглобина определяли методом Сали [4]. Содержание общего белка крови – на рефрактометре ИРФ-22, СОЭ - на аппарате Панченкова. Количество эритроцитов, лейкоцитов, а также лейкоцитарную формулу крови определяли по общепринятым в гематологической практике методикам [4, 5, 6]. Лейкоцитарную формулу определяли путем микроскопии окрашенных мазков [5]. Биохимические показатели мышц определяли по общепринятой методике [7].

Результаты исследований и их обсуждение.

Для качественной оценки выращенного сеголетка и его физиологического состояния при использовании комбикорма с более низким содержанием

протеина (24 %) и повышенным содержанием липидов (7,6 %) в теле определяли содержание влаги, белка и жира.

Как показали результаты исследований (табл. 1) показатель упитанности по Фультону у всех рыб в опыте и контроле был одинаковым и отвечал градации «хорошая». Содержание влаги в теле сеголетка, выращенного на рационе, обогащенном липидами, ниже на 2,5 %, чем в контроле, а сухого вещества - больше. Аналогичную картину наблюдали и по накоплению в мышцах белка: его количество в опытной группе было на 3,1 % ниже, чем в контрольной. Что касается основного энергетического депо, то у сеголетков из опытной группы жира было в мышцах отложено на 9-14 % больше (в среднем 11,5 %), чем у рыб контрольной группы. Большой разницы в отложении зольных элементов в мышцах сеголетков опытных и контрольных групп не обнаружено. Разброс всех значений исследуемых показателей укладывается в пределы нормативных значений для сеголетков карпа осеннего периода.

Таблица 1. – Биохимические показатели мышц сеголетков карпа

Наименование показателей		Опытная группа	Контрольная группа	Норматив
Коэффициент упитанности по Фультону		3,55±0,35	3,5±0,07	2,4-3,5
Содержание влаги, %±Sx		73,47±0,19	75,36±0,07	75,0-76,0
Содержание сухого вещества, %±Sx		26,53±0,19	24,64±0,07	24,0-25,0
Содержание сырого протеина, %±Sx	в сухом веществе	65,79±0,12	68,87±0,08	58,3-70,8
	в сыром веществе	17,45±0,18	16,97±0,05	14,9-17,0
Содержание сырого жира, %±Sx	в сухом веществе	26,01±0,14	22,77±0,10	16,5-24,0
	в сыром веществе	6,9±0,09	5,61±0,06	4,0-6,0
Содержание сырой золы, % ±Sx	в сухом веществе	8,22±0,02	8,36±0,15	8,3-9,6
	в сыром веществе	2,18±0,05	2,06±0,04	2,0-3,1

Полноценность пищевого рациона отражается также и на картине крови рыб. В процессе исследования физиологического состояния рыб, получающих искусственные корма, выделена группа показателей, наиболее чувствительных

к неполноценности пищи. Это содержание гемоглобина, эритроцитов, а также белка в сыворотке крови. Высокое содержание белка в пределах установленных норм является благоприятным признаком высокой жизнестойкости.

Исследованиями установлено, что содержание гемоглобина и количество эритроцитов у сеголетков из опытных прудов находятся на высоком уровне, равно как содержание белка в сыворотке крови (табл.2). Так общий белок сыворотки крови у опытной группы выше на 22 %, количество эритроцитов на 3,9 %, количество гемоглобина на 6,9 %, чем в контрольной группе, а СОЭ в опытной группе на 38,5 % ниже, чем в контроле, что свидетельствует о высокой жизнестойкости выращенной рыбы. Хотя в контрольной группе сеголетков гематологические показатели несколько хуже, чем в опытной группе, но все они укладываются и соответствуют физиологическим нормативам для осенних сеголетков карпа. Лейкоцитарная формула крови у опытной и контрольной групп сеголетков находится в пределах нормы.

Таблица 2. – Основные гематологические показатели крови сеголетков

Наименование показателей		Опытная группа	Контрольная группа	Норматив
СОЭ, мм/ч		1,45 ±0,12	2,36±0,29	до 4,0
Общий белок, г %		4,46±0,40	3,65±0,34	3,0-4,5
Гемоглобин, г/л		85,63±2,10	80,05±1,73	85-87
Эритроциты, млн./мкл		1,59±0,06	1,53±0,07	1,4-1,7
Лейкоциты, тыс./мкл		24,99±0,78	26,0±0,66	9,0-27,0
Лейкоцитарная формула, %				
Лимфоцитов		81,8±1,39	80,9±1,12	74-82,4
Моноцитов		12,6 ±0,70	11,9±0,77	8,7- 16,7
Нейтрофилы	палочкоядерные	1,5±0, 43	1,1±0,31	0,4-1,4
	сегментоядерные	1,4±0,31	1,1±0,41	0,42-1,3
Эозинофилы и псевдоэозинофилы		1,8±0,51	3,1±0,35	0,0-4,0
Базофилы и псевдобазофилы		1,1±0,35	1,1±0,35	0,75- 1,2

Количество лейкоцитов в опыте и контроле были близкими по значению 24,99 и 26,0 тыс./мкл и соответствовали нормативным показателям. Среди лейкоцитов преобладали лимфоциты – 80,9-81,8 %. Больших различий в

лейкоцитарной формуле крови опытных и контрольных рыб также не выявлено.

Таким образом, использование комбикормов с повышенным содержанием липидов и более низким содержанием сырого протеина в течение всего вегетационного сезона обеспечивает накопление необходимого количества белка, жира, золы и сухого вещества в теле выращенного сеголетка для прохождения успешной зимовки.

Известно, что в процессе зимовки процессы метаболизма протекают замедленно, происходит трата накопленных в теле резервных веществ на поддержание жизнедеятельности организма рыб. При этом происходит исхудание рыбы за счет интенсивного расходования внутримышечного жира. Известно, что у нормально перезимовавших сеголетков карпа жирность должна составлять не ниже 1,5% [8]. Как показали исследования, несмотря на относительно теплую зиму, потеря веса за зимовку в обеих весовых группах рыб оказалась схожей и составила 7,46-7,66 % от среднестатистической массы при посадке на зимовку. Выход из зимовки оказался в опытной группе рыб на 7,2 % выше, чем в контрольной (табл. 3). По отношению к нормативу, который составляет 70 %, в опытной группе он был на 1,8 % больше.

Таблица 3. - Изменение веса и выход из зимовки (СПУ «Изобелино», 2015г.)

Наименование образца	Средний вес осенью, г	Средний вес весной, г	Потеря веса, %	Отход за зимовку, %
сеголеток опытный	42,2±3,56	39,05±6,04	7,46±1,23	28,2±7,44
сеголеток контрольный	27,3±4,67	25,21±3,79	7,66±1,06	35,4±3,93

Характер изменения биохимических показателей в мышечной ткани годовиков карпа показал, что за время зимовки произошло снижение сухого вещества, протеина, жира, золы и увеличение влажности. Как показали результаты исследований (табл. 4) содержание сухого вещества в теле опытных годовиков снизилось на 17,4 % у контрольных на 18,8 %, при этом влажность увеличилась на 5,7 % и 6,1 % соответственно. Годовики по среднему

содержанию белка в мышцах весной различаются незначительно, как и по содержанию золы.

Таблица 4. – Биохимический состав мышц годовиков карпа (СПУ «Изобелино», 2015 г.)

Наименование образца	Сухое вещество, %±Sx	Влажность, %±Sx	Протеин в сыром веществе, %±Sx	Жир в сыром веществе, %±Sx	Зола в сыром веществе, %±Sx	Коэффициент упитанности по Фультону
октябрь 2014 г.						
сеголеток опытный	24,78±0,06	75,22±0,06	17,18±0,02	5,52±0,04	2,08±0,03	3,45±0,05
сеголеток контрольный	24,64±0,07	75,36±0,07	16,97±0,05	5,61±0,06	2,06±0,04	3,5±0,07
апрель 2015 г.						
годовик опытный	20,47±0,22	79,53±0,22	16,70±0,08	2,27±0,02	1,5±0,12	2,89±0,03
годовик контрольный	20,0±0,15	80,0±0,15	16,37±0,04	2,07±0,11	1,56±0,01	3,02 ±0,04

Наиболее значительными за время зимовки были потери жира. Запасы жира в мышцах опытных сеголетков за зиму снизились на 58,9 %, а у контрольных на 63,1 % к уровню отложенных. Как показали исследования к весне у контрольной рыбы, среднестатистическая масса которой была меньше, чем у опытной, расход жира в период зимовки оказался на 4,2 % больше.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, рыба, выращенная на рационе с добавлением липидов, обладает повышенной выживаемостью, что отражается на ее выходе из зимовки, он на 1,8 % выше норматива.

Влияние условий зимовки на состояние иммунной системы исследовали по изменениям в составе лейкоцитов периферической крови. Состав лейкоцитов определяли в мазках крови. В каждом мазке определяли относительное количество лимфоцитов, палочко- и сегментоядерных нейтрофилов, эозинофилов, базофилов и моноцитов.

Анализ полученных результатов показал (табл. 5), что у рыб как опытной, так и контрольной групп в лейкоцитарном составе периферической крови нет значимых изменений с нормативными показателями. Это позволяет сделать

вывод, что состояние иммунной системы рыб после зимовки хорошее, снижения функционального состояния гуморального и противоинвазионного иммунитета не отмечено.

Таблица 5. – Состав лейкоцитов периферической крови, %

Наименование образца	Лимфоциты	Моноциты	Нейтрофилы		Эозинофилы	Базофилы
			палочко-ядерные	сегментоядерные		
опыт	85,9±3,67	2,5±0,56	3,5±0,82	1,2±0,23	0,0±0,0	0,2±0,11
контроль	86,1±4,85	2,4±0,71	3,4±0,78	1,1±0,31	0,0±0,0	0,2±0,13
норматив	74-87,2	2,4- 16,7	0,4-4,8	0,42-1,5	0,0-4,0	0,2- 1,2

Использование в рационе сеголетков карпа повышенного содержания липидов в течение вегетационного сезона не отражается отрицательно на его физиологическом состоянии и свидетельствует о том, что оно у перезимовавших сеголетков хорошее.

Заключение. Повышенное содержание в корме липидов на фоне сниженного количества в нем сырого протеина позволяет вырастить физиологически полноценный посадочный материал карпа и улучшает его зимостойкость. Снижение функционального состояния гуморального и противоинвазионного иммунитета у годовиков после зимовки не отмечено.

Настоящая работа выполнена в рамках задания по ГНТП «Агропромкомплекс», подпрограммы «Агропромкомплекс - устойчивое развитие» на 2011-2015 годы.

Список использованных источников:

1. Корма для карпа // AQUAREX [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.aqua-rex.ru/carpfeeds/>. – Дата доступа: 07.05.2014.
2. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
3. Гамыгин, Е.А. Корма и кормление рыб: Учебно-методический комплекс дисциплины, по специальности (направлению): 110901.65 – Водные биоресурсы и аквакультура, – М.: МГУТУ, 2012. – 175 с.

4. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. – Л.: ГосНИОРХ, 1974. – 40 с.
5. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб / Т.Н. Иванова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С. 64-73.
6. Методические указания по проведению гематологического обследования у рыб: Утв. Минсельхозпродом России 0.2.02.1999. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 38с.
7. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. – М.: ВНИИПРХ, 1986. – 50 с.
8. Кулаченко, В.П. Физиологическое состояние и сохранность сеголетков карпа при содержании зимой в аквариумах / В.П. Кулаченко // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 89-92.

**ВОЗМОЖНОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИЁМОВ ВЕДЕНИЯ
ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ
ПОЛИКУЛЬТУРЫ РЫБ И ИХ КОРМЛЕНИЯ**

С.Н. Пантелей, Г.П. Воронова

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**SKILLS IMPROVEMENT POTENTIALS AT POND FISH BREEDING
THROUGH OPTIMIZATION OF FISH POLYCULTURE AND THEIR
FEEDING**

S. Pantelei, G. Voronova

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме: Авторами, в ходе анализа данных, приведенных в литературных источниках и на основе результатов собственных многолетних исследований, в статье приводятся существующие возможности ресурсосбережения в прудовом рыбководстве, включающие такие технологические приёмы, как рациональное кормление рыбы и удобрение прудов, гарантированное достижение товарной навески рыбой при двухлетнем обороте, выращивание белого амура на зелёных или грубых кормах в качестве одного из основных видов поликультуры, что позволяет увеличить естественную рыбопродуктивность на 50-94% , общую рыбопродуктивность на 13-32%, снизить кормовые затраты на единицу прироста рыбы на 10-18%, сократить расход дорогостоящих азотно-фосфорных удобрений до 50% от норматива, сохраняя рыбопродуктивность в среднем на уровне 10 ц/га.

Ключевые слова: Ресурсосбережение, прудовое рыбководство, кормление, удобрение, двухлетний оборот, белый амур, поликультура рыб.

Abstract: In the course of the data analysis available in the literature and on the grounds of the results obtained after their own long –term investigations in the paper the authors depict the existing possibilities in efficient use of resources in pond fish breeding, which incorporate such technological skills and practices as reasonable balanced feeding of fish and ponds fertilizing, guaranteed attaining of fish batch weight at two-year turnover, growing of white amur (*Stenopharyngodon idella*) on green or coarse fodder as one of main polyculture types which ensures 50-94% increase of natural fish capacity, 13-32% increase of total fish capacity, to reduce feed costs and expenses per fish gain unit for 10-18%, to reduce the

consumption of nitrogen-phosphorous fertilizers to 50% from the ratings, preserving fish capacity at the average on the level 10 centners\hectare.

Key words: Resource-saving, pond fish breeding, feeding, fertilizer, two-year turnover, white amur, fish polyculture.

Введение.

Современное прудовое рыбоводство является ресурсозатратной отраслью сельского хозяйства. Высокая стоимость ресурсов, необходимых для поддержания высокой интенсивности производства монокультуры карпа (*Cyprinus carpio*) в прудах, определяет невысокие показатели рентабельности. По данным собственных маркетинговых исследований в настоящее время себестоимость производимой по традиционным технологиям прудовой рыбы составляет 30-35 тыс. руб., реализационная цена достигает 55 тыс. руб., что сопоставимо с ценой пользующихся большим спросом видов морской рыбы. В такой ситуации реализация производимых объёмов товарной прудовой рыбы (около 20 тыс. тонн в год) затруднена. Низкие прибыли рыбоводных хозяйств не позволяют в полной мере осуществлять ремонт и модернизацию рыбоводных площадей, необходимой техники, в связи с чем их качество понижается, в производственном процессе увеличивается доля ручного труда и затраты на производство рыбы растут. Существующие проблемы затрудняют привлечение сторонних инвестиций, что негативно влияет на развитие экономики отрасли.

В то же время продовольственная безопасность страны требует нормального функционирования отрасли. Здоровье людей напрямую зависит от состава и качества потребляемых ими продуктов питания. По существующим нормам человеку необходимо потреблять 18,5-20 кг рыбной продукции, причём наибольший положительный физиологический эффект достигается при употреблении свежей рыбы[1]. При заморозке качество рыбы как пищевого продукта заметно ухудшается.

В связи с этим **необходимо** внедрение технологических приёмов, позволяющих снизить затраты на производство товарной рыбной продукции в прудах.

Основные затраты в прудовом рыбоводстве республики и стран со сходными климатическими условиями приходится на такие категории ресурсов, как концентрированные корма, а также мелиоранты и рыбопосадочный материал. Эти категории составляют 75-85% себестоимости производимой рыбной продукции.

Снижение себестоимости производства товарной рыбы возможно. Для этого необходимо проведение активных работ по следующим направлениям:

Рациональное кормление рыбы и удобрение прудов.

В концентрированных кормах для карпа содержится 23% (для товарной рыбы) – 28% (для рыбопосадочного материала) протеина, при этом значительная его доля приходится на ввозимую рыбную муку. Даже при таком высоком содержании животного протеина в рацион карпа должны входить компоненты естественной кормовой базы (ЕКБ) (не менее 10% для двух- и трёхлетков, 20-50% для сеголетков на разных возрастных стадиях)[3]. При угнетении развития компонентов естественной кормовой базы в прудах затраты комбикормов увеличиваются с 4,5-4,7 кг/кг продукции до 6 кг и более[4]. При таких величинах кормовых затрат выращивание рыбы становится нерентабельным. В то же время увеличение доли компонентов ЕКБ в рационе выращиваемой рыбы положительно сказывается на физиологическом состоянии и росте рыбы, что позволяет сокращать затраты традиционных кормов или использовать корма с более низким содержанием белка (например, малокомпонентные корма[4], фуражное зерно) без негативного влияния на производственные показатели.

Экосистемы рыбоводных прудов представляют собой гидробиоценозы временных водоёмов, которые при благоприятных условиях могут характеризоваться высокими величинами биомассы. В них входят такие группы организмов, как бактерио-, фито- и зоопланктон, зообентос, водные макрофиты. Бактерио- и фитопланктон в основном в условиях Беларуси используются выращиваемой рыбой опосредованно, через последующие звенья пищевой цепи – зоопланктон и зообентос. Макрофиты способен утилизировать белый амур

(*Stenopharyngodon idella*), однако роль его традиционно сводится к функции биологического мелиоратора. Доля его в рыбопродукции, как правило, не превышает 3% [5].

Создание благоприятных условий для развития всех компонентов естественной кормовой базы традиционно достигается за счёт использования минеральных (аммиачная селитра, суперфосфат (или аммофос)) и органических удобрений (компостированного навоза). Стоимость их высока. В то же время исследования, проведенные с такими субстратами, как дефекационный осадок, свекловичный жом (отходы сахарного производства), барда зернокартофельная (отход производства спирта), дробина пивная, остаточные пивные дрожжи (отходы пивоварения) и побочных продуктов мясокомбинатов (технического альбумина), показали возможность их использования в прудовом рыбоводстве в качестве удобрений [6]. За счёт их использования удавалось сокращать затраты дорогостоящих минеральных удобрений на 50%.

Биогены удобрений, особенно фосфор, быстро связываются поглощающим комплексом грунта ложа пруда и выпадают из круговорота вещества в биогеоценозе. Правильное использование известковых мелиорантов (известки, доломитовой муки, дефеката) совместно с удобрениями позволяет поддерживать оптимальные показатели гидрохимического и гидробиологического режимов прудов на протяжении всего сезона выращивания рыбы. Так, обработка незалитых прудов по грунту дефекатом из расчета 2 т/га при удобрении их на протяжении сезона минеральными удобрениями способствовала поддержанию рН на уровне рН 6,0-7,6, уменьшению гидролитической кислотности, увеличению содержания солей кальция и магния. Содержание минеральных форм азота и фосфора в группах опытных прудов увеличивалось в 1,3-2,0 раза за счёт мобилизации грунтовых запасов. При выращивании сеголетков карпа и белого амура только на естественных кормах в прудах, обработанных дефекатом, рыбопродуктивность увеличилась в 4 раза. В производственных прудах рыбопродуктивность по сравнению с базовым вариантом возросла на 1,2 ц/га, кормовые затраты

снизились на 0,6 единиц, использование минеральных удобрений на единицу площади пруда уменьшилось на 50%, себестоимость рыбы снизилась на 26,1% [6].

Положительное влияние отходов на развитие кормовой базы и рыбопродуктивность прудов было подтверждено на производственных прудах. Применение барды, дробины, жома совместно с ограниченными дозами минеральных удобрений способствовало увеличению общей рыбопродуктивности на 13-32%, снижению кормовых затрат на единицу прироста рыбы на 10-18% (таблица 1).

Таблица 1. – Показатели рыбоводной и экономической эффективности выращивания рыбопосадочного материала при использовании органических отходов и вторичных ресурсов пищевой промышленности

Показатели	Единицы измерения	Способы стимулирования развития кормовой базы прудов			
		новые			традиционный
		барда	дробина	жом, барда	
Рыбопродуктивность	ц/га	9,8	9,7	8,4	7,4
Кормовые затраты	ед.	3,5	3,4	3,2	3,9
Себестоимость	у.е./ц	127,5	131,0	131,4	132,0
Экономический эффект	у.е./га	316,7	303,7	132,1	-

Следует отметить, что при этом удавалось сократить расход азотных и фосфорных удобрений на единицу площади пруда до 50% с сохранением оптимальных показателей по растворённым биогенам (0,5 мг/л фосфора и 2 мг/л азота)[7]. Это также способствовало некоторому снижению себестоимости выращивания рыбы.

Разработки по использованию дефекационных осадков сахарного производства, барды, дробины и жома использовались в рыбхозах «Красная Слобода», «Соколово», «Любань». Подсчет стоимости работ по применению отходов в выростных прудах показал целесообразность их применения при транспортировке грузовым автотранспортом для барды и дробины на расстоянии до 400 км, для жома и дефеката до 150 км.

Исследованиями показана перспективность применения технического альбумина, побочного продукта мясокомбинатов, при выращивании молоди карповых рыб. Применение в первые месяцы выращивания молоди карповых рыб (карпа, растительноядных) технического альбумина от 3 до 6 кг/га (при разовой дозе 1-2 кг/га) совместно с ограниченной (по 200-250 кг/га суперфосфата и аммиачной селитры) дозой минеральных удобрений способствует обеспечению рациона личинки и молоди рыб доступным кормом: коловратками и мелкими кладоцерами.

Использование технического альбумина для стимулирования развития кормовой базы прудов в рыбхозе «Белое» при выращивании посадочного материала растительноядных рыб позволило за счет естественных кормов в опытных и производственных прудах получить от 3,5 до 4,7 ц/га рыбопродукции сеголетков растительноядных рыб, при нормативных выходе (25-30%) и навеске (выше 25 г).

Остаточные пивные дрожжи также оказывают положительное влияние на развитие кормовой базы и продуктивность прудов[6]. Выявлена эффективность их применения в условиях ограниченного (50% от норматива) использования азотно-фосфорных удобрений. Рыбопродуктивность сеголетков карпа в опытных прудах за счет использования в качестве органического удобрения остаточных пивных дрожжей из расчета 400 кг/га за сезон (при разовой дозе 50-100 кг/га) увеличивалась на 45,6% (с 6,8 ц/га в контроле до 9,9 ц/га), затраты корма на единицу прироста рыбы снижались на 16%.

Исходя из вышперечисленного, можно заключить, что рациональное применение вторичных ресурсов пищевой промышленности может способствовать снижению кормовых затрат на единицу прироста рыбы на 25% и затрат на применение азотно-фосфорных удобрений на 50%.

Заметный эффект от применения таких удобрителей, как свекловичный жом и дефекационный осадок, может быть получен при их транспортировке в радиусе до 150 км. Для зерновой, зернокартофельной барды и пивной дробины это расстояние составляет до 400 км.

Двухлетний оборот, использование крупного посадочного материала.

Нормативными показателями массы тела и упитанности сеголетков карпа, выращенных по интенсивной технологии, обеспечивающими их нормальную зимовку для 2 и 3 рыбоводных зон, считаются сеголетки массой 25 г и более, упитанность же для карпов с разной индивидуальной массой должна быть не ниже 2,5 по Фультону. В то же время использование такого посадочного материала карпа в климатических условиях Беларуси не гарантирует достижения карпом товарной навески даже при полном соблюдении технологических норм. В связи с этим многие хозяйства на ухудшение экономических условий реагируют переходом на выращивание рыбы при трёхлетнем обороте, когда на втором году выращивания получают так называемого «недомерка» массой около 150 г, ограничивая кормление рыбы концентрированными кормами. Оценка экономической эффективности двух- и трехлетнего оборота, выполненная Л.М. Гордоном и соавторами [9] на материалах, полученных в рыбхозах Прибалтики, Беларуси, Северо-Западной зоне России, показала, что трехлетний оборот можно считать оправданным только в северных зонах с неблагоприятными для тепловодного рыбоводства природными условиями (I зона рыбоводства). Применение трехлетнего оборота в других зонах нецелесообразно, т.к. приводит к повышению себестоимости рыбы (до 30%), увеличению заболеваемости, дополнительным расходам на строительство зимовальных и выростных площадей.

Гарантированное достижение товарной навески карпом на втором году выращивания обеспечивается посадкой крупного (свыше 50 г) посадочного материала. Выращивание сеголетков карпа при надлежащей реорганизации производственного процесса позволяет получать крупный посадочный материал массой 40-84 г в условиях второй рыбоводной зоны Беларуси. Уменьшение плотностей посадок молоди карпа от естественного нереста и личинок от заводского воспроизводства по сравнению с нормативом в 1,6-3,3 раза, до 10-30 тыс.экз./га и 30-40 тыс.экз./га, соответственно, позволяет получать навеску сеголетка в 43-53 г, при нормативном выходе сеголетков от

посадки. Особый интерес представляют результаты выращивания сеголетков карпа, полученные при зарыблении как личинкой, так и молодью при одинаковой плотности посадки. При плотности посадки молоди (подрощенной личинки от естественного воспроизводства) и личинки от заводского воспроизводства в 30 тыс.экз./га конечная масса сеголетков в обоих вариантах была сходной (52-54 г). Рыбопродуктивность же прудов, где выращивались сеголетки от естественного нереста, была в два раза выше благодаря большему выходу.

Наибольшая масса сеголетков карпа (81-87 г) отмечена при плотности выращивания 6 тыс.экз./га (по выходу). Увеличение плотности выращивания до 40 тыс.экз./га приводило к снижению массы сеголетков до 22-26 г. Вызванное выходом, превышающим нормативный, перезарыбление прудов приводит к снижению конечной массы сеголетков карпа. Конечная масса сеголетков достоверно связана с плотностью их выращивания параболической зависимостью, которая для материалов, полученных в результате исследований, описывалась уравнением (1)

$$y = 122,05 x^{-0,4}, \text{ при } r=-0,72 \quad (1)$$

где y – конечная масса сеголетков, г

x – плотность выращивания (по выходу), тыс.экз./га

Наибольшая рыбопродуктивность (10,6-13,8 ц/га) отмечена при плотности посадки (по выходу) 24,2-39,8 тыс.экз./га [10].

Выращивание рыбы при разреженных посадках (6-7 тыс.экз./га (по выходу)) в целях получения крупного сеголетка массой 81-87 г приводило к снижению продуктивности до 5,0-6,0 ц/га. Исходя из вышеперечисленного, оптимальная плотность посадки, позволяющая получить сеголетка массой свыше 50 г, составляет 25-30 тыс.экз./га.

Альтернативная технология выращивания прудовой рыбы.

В традиционных технологиях выращивания рыбы роль белого амура ограничена функцией биологического мелиоратора рыбоводных прудов, предохраняющего от избыточного зарастания их макрофитами, поэтому

рыбопродукция товарного амура во 2 и 3 зонах рыбоводства незначительна, не превышает 0,5 ц/га. В то же время, обладая высокой трофической пластичностью, белый амур наряду с водной растительностью способен потреблять и наземную растительность, молодые побеги злаковых [11], что делает возможным значительно увеличить плотность посадки белого амура в прудах. В Китае, где в рыбоводных технологиях амур в поликультуре рыб занимает ведущее положение, за счет него производятся сотни тысяч тонн дешевой товарной рыбы высокого качества [12].

Известно, что наиболее эффективно ресурсы пруда используются поликультурой рыб [8,13].

Одним из узких моментов выращивания товарной рыбы при доминировании в рыбопродукции белого амура является определение оптимального соотношения объектов поликультуры, которое позволит рационально использовать как внутренние ресурсы пруда, так и дешевые зеленые корма – наземную растительность.

До настоящего времени аспекты выращивания белого амура в поликультуре при доминировании его в рыбопродукции отработаны для условий Беларуси лишь в одном исследовании небольшого масштаба[14].

В этих исследованиях дополнительное использование зеленых кормов не оказывало отрицательного влияния на гидрохимический режим прудов не смотря на высокие температуры воды в летние месяцы (17,8 – 28,0°C).

Расчёты показывают, что при расходе зелёных кормов 25 кг на 1 кг прироста рыбы затраты на их приобретение (около 50 у.е/т) минимум в 1,8 раза ниже по сравнению с традиционно используемыми концентрированными кормами (в среднем 500 у.е/т при расходе не менее 4,5 кг на 1 кг прироста рыбы). Следует отметить, что в рыбоводческих хозяйствах часто имеется собственная техника и достаточное количество площадей, временно выведенных из эксплуатации в соответствии с технологией. Это позволяет хозяйствам получать зелёные корма собственными силами, делая их ещё более доступными при выращивании рыбы.

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, пересмотр соотношения основных и добавочных видов рыб при товарном выращивании в сторону значительного преобладания растительноядных рыб (в 2,0 – 2,3 раза) позволяет получать до 10 ц/га товарной рыбопродукции (5,8 – 6,0 ц/га рыбопродуктивности) за счет более полного использования пищевых ресурсов пруда и дешевых зеленых кормов.

Таблица 2. - Результаты выращивания товарной рыбы при кормлении белого амура зелеными кормами в опытных прудах рыбхоза «Вилейка»

Вариант	Вид рыбы	Плотность посадки 2-х годовиков, экз/га	Средняя масса 2-х годовиков, г	Выход 3-хлетков, %	Средняя масса 3-хлетков, г	Рыбопродукция, ц/га	Рыбопродуктивность, ц/га
1	каrp	700	190	77,2±12,7	704±29	3,78±0,47	2,45±0,47
	толстолобик	587	170	72,7±17,3	734±30	3,17±0,88	2,17±0,88
	амур	960	250	34,7±0,4	1132±92	3,77±0,63	1,37±0,27
	Всего	2247				10,72±1,08	5,99±1,08
2	каrp	700	190	71,8±23,0	790±91	3,83±0,81	2,5±0,81
	толстолобик	587	170	63,5±2,5	822±56	3,06±0,09	2,06±0,09
	амур	800	250	44,4±6,0	883±135	3,23±0,93	1,23±0,93
	Всего	2087				10,12±1,83	5,79±1,83
3	каrp	700	190	66,8±10,2	605±40	2,80±0,25	1,47±0,25
	толстолобик	587	170	45,6±5,2	817±17	2,20±0,30	1,20±0,30
	амур	640	250	37,7±0,8	1161±101	2,80±0,18	1,20±0,18
	Всего	1927				7,79±0,36	3,86±0,30
4	каrp	700	190	73,2±10,4	537±28	3,27±0,29	1,94±0,29
	толстолобик	587	170	32,4±1,4	802±154	1,89±0,15	1,09±0,35
	амур	480	250	42,6±0,2	1060±136	2,17±0,27	0,97±0,27
	Всего	1767				7,33±0,41	4,0±0,21
5	каrp	700	190	61,1±9,3	706±59	3,06±0,71	1,73±0,71
	толстолобик	587	170	56,6±2,0	713±104	2,41±0,26	1,42±0,26
	амур	320	250	37,0±0,8	1295±205	1,53±0,21	0,73±0,21
	Всего	1607				7,0±1,18	3,88±1,18
6	каrp	700	190	53,2±9,2	660±41	2,44±0,25	1,10±0,26
	толстолобик	587	170	41,9±0,9	654±80	1,60±0,16	0,60±0,16
	амур	160	250	44,3±7,8	1195±19	0,84±0,14	0,44±0,14
	Всего	1447				4,88±0,22	2,16±0,22

Как видно из данных, приведенных в таблице, наибольшие рыбопродукция и рыбопродуктивность были отмечены в группе прудов 1 и 2 вариантов, где плотность выращивания трехлетков амура составляла 800 – 960 экз/га и была в 5 – 6 раз выше норматива [5].

Видно, что доля растительных рыб в создании товарной продукции увеличилась до 62-65%, составив в среднем 6,29-6,94 ц/га.

Средняя конечная масса трехлетков пестрого толстолобика превышала нормативные значения в 1,2 – 1,3 раза, трехлетков белого амура в 1,5 – 1,9 раз, при достаточно высоких, приближающихся к нормативу конечных навесках у трехлетков карпа (704 – 790 г).

Исследования показали, что даже многократное увеличение плотности посадки белого амура по сравнению с нормативом не оказывало отрицательного влияния на темп его роста. При плотности посадки двухгодовиков белого амура, различающейся в 6 раз (160 и 960 экз/га), конечная масса 3-х летков была сходной (1195 и 1132 г). Последнее согласуется с данными, полученными в рыбхозах Курской области, где было показано, что при обилии пищи разница в плотности посадки (от 450 до 2100 экз/га) на темпе роста трехлетков белого амура почти не отражалась [15].

Тем не менее, результаты проведенных в небольшом масштабе исследований по этому вопросу не позволяют создать технологической документации. Требуется проведение дальнейших работ по данной тематике. Соответствующие работы начаты со 2 квартала 2016 г.

Заключение.

Как говорилось выше, основные затраты в прудовом рыбоводстве республики и стран со сходными климатическими условиями приходятся на такие категории ресурсов, как концентрированные корма, а также мелиоранты и рыбопосадочный материал. Снижение этих затрат в условиях Беларуси возможно при использовании ресурсосберегающих приёмов:

- **Рациональном кормлении рыбы и удобрении прудов,** заключающемся в обеспечении выращиваемой рыбы необходимыми

компонентами естественной кормовой базы за счёт использования удобрителей и мелиорантов, при этом количество необходимых дорогостоящих минеральных удобрений уменьшается за счёт применения отходов и побочных продуктов АПК, таких, как фекалии, свекловичный жом, зернокартофельная барда, пивная дробина и остаточные пивные дрожжи, технический альбумин. Рациональное применение вторичных ресурсов пищевой промышленности может способствовать увеличению естественной рыбопродуктивности на 50-94% , общей рыбопродуктивности на 13-32%, снижению кормовых затрат на единицу прироста рыбы на 10-25% и затрат на применение азотно-фосфорных удобрений на 50%.

Заметный эффект от применения таких удобрителей, как свекловичный жом и фекационный осадок, может быть получен при их транспортировке в радиусе до 150 км. Для зерновой, зернокартофельной барды и пивной дробины это расстояние составляет до 400 км.

– **Гарантированном достижении товарной навески рыбой при двухлетнем обороте**, обеспечиваемом уменьшением плотностей посадок молоди карпа от естественного нереста и личинок от заводского воспроизводства по сравнению с нормативом до 10-30 тыс.экз./га и 30-40 тыс.экз./га, соответственно, при поддержании высоких количественных показателей, характеризующих естественную кормовую базу, применением органических и минеральных удобрений и кормлением рыбы высококачественными кормами. Наибольшая рыбопродуктивность (10,6-13,8 ц/га) отмечена при плотности посадки (по выходу) 24,2-39,8 тыс.экз./га.

– **Выращивании белого амура на зелёных или грубых кормах в качестве одного из основных видов поликультуры.** Пересмотр соотношения основных и добавочных видов рыб при товарном выращивании в сторону значительного преобладания растительноядных рыб (в 2,0 – 2,3 раза) позволил в эксперименте получить 10 ц/га товарной рыбопродукции (5,8 – 6,0 ц/га рыбопродуктивности) за счет более полного использования пищевых ресурсов

пруда и зеленых кормов при навеске трёхлетков карпа 704 – 790 г, белого амура 1195 - 1132 г.

Список использованных источников

1. Жуков, П.И. Значение рыбы в жизни людей//Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. –Мн.,2001.-Вып. 17. – С.40-44
2. Биологические основы рационального кормления рыбы/ВНИИПРХ.- М.,1980. –вып.27. –С.3-15
- 3.Агеец, В.Ю. Состояние аквакультуры в Республике Беларусь: Возможности инновационного развития и научное обеспечение/В.Ю.Агеец//Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. - Мн.,2015. –Вып. 31. – С.14-24
4. Гадлевская, Н.Н. Эффективность кормления двухлетков карпа при низких плотностях посадки/Н.Н.Гадлевская [и др.]//Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. –Мн.,2014. –Вып. 30. – С.121-128
5. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси. – Минск, 2008. – 119 С.
6. Воронова, Г.П. Применение отходов и побочных продуктов пищевой промышленности для стимуляции развития кормовых организмов для рыб / Г.П. Воронова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 152-160
7. Воронова, Г.П. Гидрохимический режим и естественная кормовая база выростных прудов при использовании дефекационных осадков сахарного производства/Г.П.Воронова [и др.]. –Мн.,2003.-Вып.19. –С.163-170
8. Пантелей, С.Н. Закономерности формирования рыбопродуктивности прудов при пастбищном выращивании карповых рыб в поликультуре/С.Н.Пантелей//Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 136-141
9. Гордон, Л.М., Рыбоводная и экономическая эффективность двухлетнего и трехлетнего оборота в рыбхозах Северо-Западной зоны СССР /

Л.М. Гордон [и др.] // Биотехника товарного рыбоводства / ВНИИПРХ. – Москва, 1978. – Вып. 16. – С. 3-43

10. Воронова, Г.П. Выращивание крупного сеголетка карпа в условиях второй рыбоводной зоны Беларуси / Г.П. Воронова, Н.Н. Гадлевская, С.Н. Пантелей // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. – Минск, 2012. – Вып. 28. –С.67-76

11. Строганов, Н.С. Избирательная способность амуров к пище/Н.С.Строганов//Проблемы рыбохозяйственного использования растительных рыб в водоёмах СССР.-Ашхабад: АН Туркменской ССР,1963. –С.181-191

12. Пантелей, С.Н. Анализ развития пастбищных технологий выращивания рыбы в странах ближнего и дальнего зарубежья/С.Н.Пантелей// Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. – Минск, 2007. – Вып. 23. – С. 333-346

13. Пантелей, С.Н. Эффективность различных видов поликультур при пастбищном выращивании товарной рыбы/С.Н.Пантелей// Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. – Минск, 2007. – Вып. 23. – С. 324-333

14. Воронова, Г.П. О технологических приёмах выращивания белого амура в поликультуре рыб с использованием зеленых кормов наземной растительности/Г.П.Воронова, Л.А.Куцко, С.Н.Пантелей// Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. ст. – Минск, 2011. – Вып. 27. – С. 50-57

15. Ильин, В.М. Биотехника выращивания трехлетков растительноядных рыб вместе с карпом/В.М.Ильин[и др.]//Тр. ВНИИПРХ.-1966. –Т.14. –С.275-301

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ

Г.П. Воронова, С.Н. Пантелей, С.И. Ракач, Т.В. Петрашевская

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

IMPROVEMENT OF APPLICATION METHODS OF MINERAL FERTILIZERS IN FISH BREEDING PONDS

G.P. Voronova, S.N. Pantelei, S.I. Rakach, T.V. Petrasheuskaya

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. Разработаны разовые нормы внесения 3 компонентных удобрений (N:P:K) в пруды для стимуляции интенсивности фотосинтеза и развития первичного звена при выращивании поликультуры рыб. Показано, что 4-х разовое применение 3-х компонентных удобрений приводит к увеличению общей и естественной рыбопродуктивности при снижении затрат кормов и минеральных удобрений.

Ключевые слова: биогены, азот, фосфор, калий, нормы удобрений, рыбоводные пруды, рыбопродуктивность.

Abstract. There were developed one time norms of introducing 3 components fertilizers (N:P:K) into the ponds for promoting photosynthesis and development of primary link at growing fish polyculture. It is shown that 4 times application of 3 components fertilizers results in increase of total and natural fish capacity at reduction of consumption feed stuffs and mineral fertilizers.

Key words: Biogenes, nitrogen, phosphorous, potassium, norms of fertilizers, fish breeding ponds, fish capacity.

Введение. Удобрение прудов относится к одному из основных средств интенсификации рыбоводства. Воздействуя на среду обитания рыб, минеральные удобрения создают условия, способствующие увеличению запасов естественной пищи, улучшению гидрохимического режима прудов и повышения их естественной продуктивности. В настоящее время, в связи с переходом рыбоводных хозяйств на широкое выращивание поликультуры рыб, где доля растительоядных рыб в рыбопродукции должна составлять до 50 %,

возникла необходимость совершенствования методов удобрения прудов, направленных как на интенсификацию роста карпа, так и растительноядных рыб (белого и пестрого толстолобиков, гибридов толстолобиков, белого амура), основной пищей которых являются микроводоросли и макрофиты, требующие для своего развития, наряду с азотом и фосфором, калий. Потребность в калии особенно проявляется в прудовых хозяйствах, построенных на торфяно-болотных и песчаных почвах, которые составляют до 90 % прудового фонда республики.

Калий, наряду с азотом и фосфором, относится к главным элементам питания растений. Недостаток калия вызывает нарушения углеводного и белкового обмена веществ у растений, снижение фотосинтеза, увеличение затрат углеводов на дыхание, приводит к снижению качества и продуктивности растений [1, 2]. Если в сельском хозяйстве нормы внесения калия под отдельные виды культур разработаны и составляют в зависимости от типа почв от 40 до 200 кг K_2O на 1 га [3], то нормативов по внесению калия в рыбоводные пруды для стимуляции развития первичной продукции и кормовой базы нет. Имеющиеся в литературе сведения по использованию в рыбоводных прудах сложных видов удобрений и смесей, в состав которых наряду с азотом и фосфором входит калий в разных соотношениях, свидетельствует о положительном влиянии калия на процессы фотосинтеза, интенсивность продуцирования водорослей, развитие кормовой базы и рыбопродуктивность [4,5,6 и др.]. В то же время нормы внесения калия в пруды до сих пор не разработаны. Применение же комплексных удобрений, включающих калий, может не соответствовать потребности прудов в калии и других видов биогенов, привести к непроизводительным затратам минеральных удобрений в прудах.

Цель работы – разработать разовые нормы внесения калия в рыбоводные пруды Беларуси совместно с азотно-фосфорными удобрениями.

Материал и методика. Разовые нормы внесения калия совместно с азотом и фосфором отрабатывались в опытах при определении эффективности

использования биогенов водорослями в процессе фотосинтеза и деструкции. Интенсивность фотосинтеза и деструкцию планктона оценивали скляночным методом [7].

Для выяснения оптимальной нормы внесения калия в пруды в лабораторных условиях испытывали его влияние на интенсивность фотосинтеза в концентрациях от 0,5 до 3,0 мгК/л (0,5;1,0;2,0;3,0 мгК/л). Опыты проводили с двойной повторностью, при температуре воды 20°C.

Для определения нормы внесения азота и фосфора совместно с оптимальной нормой калия испытывали влияние азота на интенсивность фотосинтеза в концентрациях от 0,5 до 2,0 мгN/л (0,5;1,0;2,0;3,0 мгN/л) и фосфора от 0,125 до 0,5 мгP/л (0,125; 0,25; 0,5 мгP/л). Опыты проводили непосредственно в пруду при температуре воды 25,4°C.

Отработку норм внесения трехкомпонентного удобрения проводили на экспериментальных прудах рыбхоза "Вилейка", Минской области в 2014г., отведенных под выращивание товарной рыбы. Пруды зарыблялись двухгодовиками карпа и белого амура и 3-х годовиками пестрого толстолобика из расчета 1,449 тыс. экз/га.

В качестве калийного удобрения использовали хлористый калий (KCl) и сильвинит (KCl+NaCl), которые вносили по воде.

Потребность прудов в удобрениях контролировалась по развитию фитопланктона и прозрачности воды.

Результаты исследования и обсуждение. Исследованиями, проведенными в лабораторных условиях, при отработке разовых норм внесения калия в пруды для стимуляции фотосинтеза и первичной продукции, было выявлено, что внесение калия в опытные склянки в концентрациях от 1,0 до 3,0 мг/л при содержании в воде азота из расчета 2 мг/л и фосфора 0,5 мг/л, приводило к приросту валового фотосинтеза планктона на 45-108%. Использование более низких доз калия (0,5 мг К/л) не оказывало адекватного действия на фотосинтез планктона (таблица 1). Наибольший прирост валового

фотосинтеза до $5,3 \text{ мг O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}^{-1}$ отмечался при концентрации калия $1,0\text{-}2,0 \text{ мг/л}$ (вариант 2,3).

Таблица 1. – Первичная продукция и деструкция планктона при использовании разных концентраций калия

Вариант	Концентрация калия (С), мг /л	Валовый фотосинтез (А), мг $\text{O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}^{-1}$	Деструкция планктона (R), мг $\text{O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}^{-1}$	Чистая продукция планктона (А-R), мг $\text{O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}^{-1}$	A/R
1	0,5	2,60	3,60	-1,00	0,72
2	1,0	5,30	3,60	1,70	1,47
3	2,0	5,30	3,60	1,70	1,47
4	3,0	3,70	3,60	0,10	1,03
5 (контроль)	-	2,55	3,60	-1,05	0,71

Деструкция планктона в опытах составляла от 68% (вариант 3,4) до 97% (вариант 5) валового фотосинтеза. В контрольных и опытных склянках при использовании малых доз калия ($0,5 \text{ мг/л}$) процессы деструкции преобладали над фотосинтезом. Учитывая, что прирост валового фотосинтеза при использовании калия в концентрациях $1,0$ и $2,0 \text{ мг/л}$ был идентичен, для рационального применения калия в прудах была взята доза в концентрации $1,0 \text{ мг К/л}$, что составляет на действующее вещество $\text{K}_2\text{O} - 1,2 \text{ мг/л}$.

В опытах по отработке норм внесения азота и фосфора при использовании оптимальной дозы калия (1 мгК/л) было показано, что дополнительное применение калия во всех вариантах опыта приводило к увеличению валового фотосинтеза и чистой первичной продукции планктона на 31-70%, а по отношению к контролю, где биогены не вносились на 53-70% (таблица 2).

Таблица 2. – Интенсивность фотосинтеза и деструкция планктона в прудах при использовании 3-х биогенов (N : P : K)

Вариант	Концентрация* N : P : K, (C) мг/л	Валовый фотосинтез, (A) мг O ₂ /л · сут. ⁻¹	Деструкция планктона (R) мг O ₂ /л · сут. ⁻¹	Чистая продукция планктона (A -R) мг O ₂ /л · сут. ⁻¹	%	A/R
1	2:0,5:1	13,1	8,5	4,6	153	1,5
2	2:0,5	12,0	8,5	3,5	117	1,4
3	1:0,25:1	13,6	8,5	5,1	170	1,6
4	1:0,25	11,5	8,5	3,0	100	1,3
5	0,5:0,125:1	13,1	8,5	4,6	153	1,5
6	0,5:0,125	12,0	8,5	3,5	117	1,4
7 (конт- роль)	–	11,5	8,5	3,0	100	1,3

Примечание: N-азот; P-фосфор; K-калий

При этом максимальный прирост валового фотосинтеза и чистой продукции планктона был отмечен в 3-ем варианте, где соотношение N : P : K составляло 1:0,25:1мг/л (4:1:4), что соответствовало дозе внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия 25:25:19 кг/га (таблица 2).

При использовании в качестве калийного удобрения сильвинита, содержащего соли KCl и NaCl, в котором действующее вещество (K₂O) составляет 16%, что в 3,75 раза ниже, чем в хлористом калии, разовая доза его внесения на действующее вещество (K₂O) в этом случае составит 72 кг/га.

Как показали исследования проведенные на нагульных прудах при выращивании товарной рыбы 4-х разное внесение трехкомпонентных удобрений в виде указанных доз оказало положительное влияние на гидрохимический режим, кормовую базу и рыбопродуктивность прудов.

Основные показатели гидрохимического режима: содержание в воде опытных прудов растворенного кислорода, окислительно – восстановительный потенциал (рН), перманганатная окисляемость находились в пределах норматива для летних карповых прудов [8] (таблица 3).

Таблица 3. – Гидрохимический режим опытных прудов при внесении 3-х компонентных удобрений (средние показатели)

Показатели	Вариант		
	1* KCl+NP	2* (KCl+NaCl)+NP	3 NP(контроль)
Кислород растворенный, мг/л	10,50	8,0	9,60
Водородный показатель, рН	8,44	7,78	8,16
Температура, °С	18,60	18,60	18,50
Диоксид углерода, мг/л	0,90	7,50	2,40
Гидрокарбонаты, мг/л	148,04	140,90	145,70
Прозрачность, см	57,0	50,0	50,0
Аммонийный азот, мг N/л	0,20	0,27	0,29
Нитраты, мг/л	0,14	0,15	0,15
Нитриты, мг/л	0,002	0,002	0,002
Фосфор минеральный, мг P/л	0,04	0,03	0,02
Кальций, мг/л	27,10	27,90	25,70
Магний, мг/л	8,20	8,20	8,10
Общая жесткость, мг-экв/л	2,0	2,0	2,0
Железо общее, мг/л	0,06	0,16	0,05
Хлориды, мг/л	6,10	6,90	5,0
Сульфаты, мг/л	2,0	3,10	2,50
Окисляемость перманганатная, мг O/л	22,20	20,40	19,90
Общая минерализация, мг/л	191,80	187,0	187,0

Примечание:

KCl – хлористый калий

N – аммиачная селитра

KCl + NaCl – сильвинит

P – простой суперфосфат

Из минеральных форм азота в воде преобладал аммонийный азот, концентрация которого в течении сезона колебалась в пределах от 0,08 до 0,61 мгN/л, в среднем составив 0,20-0,29 мгN/л. Содержание нитратного азота было на уровне 0,10-0,24 мгN/л, нитриты практически отсутствовали.

Минеральный фосфор присутствовал в количестве от 0,003 до 0,13 мгP/л, в среднем составив 0,02-0,04 мгP/л. Анализ содержания в воде минерального фосфора на протяжении сезона показал, что пруды в которые вносились

калийные удобрения в виде хлористого калия и сильвинита были более обеспечены фосфором, чем контрольные пруды (рис.1). Это подтверждает сделанный ранее вывод о том, что внесение калия в пруды способствует мобилизации минерального фосфора из грунтов [6,9].

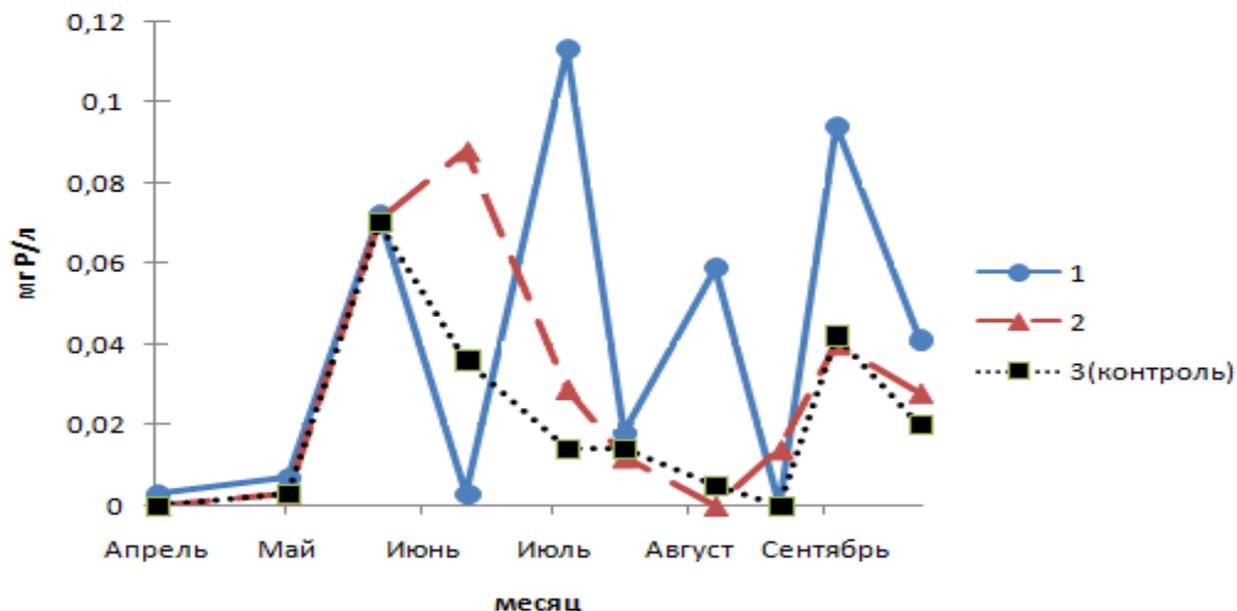


Рисунок 1. - Динамика содержания минерального фосфора в воде прудов при внесении 3-х компонентных удобрений

При использовании калийных удобрений отмечалось увеличение в воде хлоридов, в среднем за сезон на 22-38%, что должно было способствовать профилактике эктопаразитарных заболеваний у рыб (табл. 3).

Дополнительное применение хлористого калия оказывало положительное влияние на развитие фитопланктона и зообентоса. При использовании хлористого калия биомасса и продукция фитопланктона увеличилась по сравнению с контролем в 1,3 раза, продукция в 1,1 раза, биомасса и продукция зообентоса в 2,9 и 3,7 раза, соответственно (таблица 4).

Действие хлористого калия на зоопланктон не обнаружено. Возможно это связано с тем, что в этой группе прудов, где получена наибольшая рыбопродуктивность, зоопланктон испытывал наибольший пресс со стороны рыбы.

Влияние сильвинита, проявилось только на зоопланктоне, биомасса и продукция которого возросла по отношению к контролю в 1,9-2,0 раза.

Таблица 4. – Количественное развитие и продукция гидробионтов в опытных прудах при внесении 3-х компонентных удобрений

Вариант	Вид вносимых удобрений	Бактериопланктон		Фитопланктон		Зоопланктон		Зообентос	
		В, [*] г/м ²	Р, [*] г/м ²	В, г/м ²	Р, г/м ²	В, г/м ²	Р, г/м ²	В, г/м ²	Р, г/м ²
1	KCl + NP	2,05	239,7	13,09	1513,0	6,55	170,0	1,7	22,1
2	KCl+ NP+ NaCl	1,58	210,0	8,75	1264,8	18,92	528,7	0,24	3,0
3 контроль	NP	1,91	226,1	9,89	1344,7	9,71	258,4	0,59	5,9

Примечание В-биомасса, Р-продукция за сезон

Действие калийных удобрений на бактериопланктон не выявлено. Наименьшая концентрация бактерий отмечена во втором варианте, где применяли сильвинит. Снижение концентрации бактериопланктона в этой группе прудов возможно связано с интенсивным развитием зоопланктона, средняя за сезон продукция которого более чем в два раза превышала аналогичную в других вариантах опыта.

Исследования показали, что в прудах, где применяли хлористый калий существенного развития достигали зеленые водоросли (53,6%), представленные преимущественно *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. и синезеленые (30,1%) из рода *Anabaena* Vory. В контрольных и группе прудов, а также в прудах, где использовали сильвинит в биомассе доминировали синезеленые водоросли (50,0-64,1%) из родов *Anabaena* Vory и *Aphanizomenon* A. Morren ex Bornet & Flahault. Субдоминантами были зеленые водоросли.

В биомассе зоопланктона во всех группах прудов доминировали копеподы (50,74-59,12%) в основном представленные взрослой хищной формой из рода *Cyclops*. Доля клadoцер не превышала 36,5%. Во всех группах прудов отмечалось довольно высокое содержание в зоопланктоне коловраток (8,01-13,82%) и мелких фильтраторов (*Bosmina longirostris* F. Müller.), что

способствовало появлению хищных форм зоопланктона не только среди копепод, но и кладоцер.

В видовом составе макрозообентоса на протяжении сезона во всех прудах доминировали личинки хирономид (99-100%), олигохеты и прочие организмы (личинки мокрецов, веснянок, слепней, стрекоз, пиявки) встречались эпизодически. Динамика биомассы зообентоса определялась циклами развития массовых видов хирономид, а также интенсивностью их выедания рыбой.

Анализ рыбоводных данных показал, что дополнительное применение калийных удобрений в виде хлористого калия или сильвинита способствовало увеличению по сравнению с контролем рыбопродукции в опытных прудах на 10-28%, рыбопродуктивности на 17-34%, при этом кормовые затраты снизились на 11-18%. Наибольшая рыбопродуктивность отмечена в группе прудов 1 варианта, где в качестве калийного удобрения применяли хлористый калий (таблица 5).

Таблица 5. – Показатели рыбопродуктивности выращенной товарной рыбы в опытных прудах при использовании 3-х компонентных удобрений.

Вариант	Вид удобрений	Рыбо-продукция, ц/га	Общая рыбо-продуктивность, ц/га	Естественная рыбопродуктивность, ц/га	Затраты корма, ед.
1	KCl+NP	11,51±0,13	7,76±0,47	4,05±0,24	2,2
2	KCl+NaCl+NP	10,48±0,45	6,73±0,32	3,29±0,15	2,4
3	NP	9,48±0,50	5,76±0,25	2,26±0,10	2,7

Примечание: * Затраты корма рассчитаны на прирост рыб, потребляющих комбикорм (каarp, белый амур).

Для этой группы прудов характерны более высокие навески по основным видам рыб: карпу (1,06 кг), белому амуру (1,11 кг) и пестрому толстолобику (2,56 кг).

Если принять, что на 1 кг прироста рыбы затрачивается по нормативу 4,7 кг комбикорма, то в условиях опытных прудов за счет естественной пищи было получено от 2,26 (в контроле) до 4,05 ц/га рыбопродуктивности (в опытных

прудах). Дополнительное применение калийных удобрений способствовало увеличению естественной рыбопродуктивности на 45-79% (таблица 5).

При этом затраты на применение минеральных удобрений по сравнению с нормативом [10] были снижены в зависимости от использования вида калийного удобрения на 38-52% (в ценах текущего года).

Заключение. В результате проведенных исследований разработаны разовые нормы внесения 3-х биогенов в пруды (N:P:K) для стимуляции интенсивности фотосинтеза. Выявлено, что оптимальным соотношением N:P:K является 1,0:0,25:1,0 мг/л. (4:1:4), что соответствует разовой дозе внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия 25:25:19 кг/га., или 25:25:72 кг/га при использовании сильвинита.

Установлено, что 4-х разовое внесение комплекса удобрений в пруды способствовало увеличению общей рыбопродуктивности на 17-35%, естественной на 44-79%, уменьшению кормовых затрат на 11-18% при снижении затрат на минеральные удобрения в зависимости от вида калийных удобрений на 38-52%.

Список использованных источников

1. Гро, А. Практическое руководство по применению удобрений/А. Гро.- М.: Колос, 1966. – 350 С.
2. Оканенко, А.С. Калий, фотосинтез и фосфорный метаболизм у свеклы/ А.С. Оканенко, Б.И. Берштейн .- Киев: Наукова думка, 1969. – 211 С.
3. Унанянц, Т.П. Словарь-справочник по удобрениям/ Т.П. Унанянц.- М.: Россельхозгидрат, 1972. – 220 С.
4. Полищук, В.С. Повышение рыбопродуктивности выростных прудов путем регулирования уровня первичной продукции/ В.С. Полищук, Н.Н. Харитоновна// Биол. основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана.-Ташкент: ФАН, 1983. – С. 118-120
5. Головкин, Г.В. Влияние трехкомпонентных удобрений на формирование кормовой базы при подращивании растительноядных рыб в прудах Ростовской области/ Г.В. Головкин// СБ. научн. трудов. Основные

проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. - 2007. – С. 389-396.

6. Цыганков, И.В. Повышение рыбопродуктивности прудов путем воздействия на их ложе сильвинитом и аммиачной водой/ И.В. Цыганков// Сб. Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии. - Минск: Ураджай, 1974. – т. X.- С. 154-165.

7. Винберг, Г.Г. Первичная продукция водоемов // Г.Г. Винберг. – Минск, 1960. – 328С.

8. СТБ 1943-2009. Вода рыбоводческих прудов. Требования. Госстандарт.– Минск, 2009. – 10 С.

9. Воронова, Г.П. Мобилизация биогенов из грунтов разного типа при использовании химических реагентов / Г.П. Воронова [и др.] // Сб. науч. тр. / Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2013. – Вып. 29. – С. 85-95.

10. Ушакова, В.Ф. Нормы потребности прудов в минеральных удобрениях при выращивании рыб в поликультуре для различных зон рыбоводства / В.Ф. Ушакова – Москва, 1998. – 13 С.

**ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ И
СТЕРЛЯДИ В РЫБОВОДНЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ**

*М.С. Лиман, Н.В. Барулин, В.Ю. Плавский**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, ул. Мичурина 5, 213407, Могилевская область, Беларусь,
barulin@list.ru*

**ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси».
г. Минск, пр-т Независимости, 68, Беларусь*

**LASER-OPTICAL DEVICES FOR INCREASE THE EFFICIENCY OF THE
EGGS INCUBATION OF RAINBOW TROUT AND STERLET IN FISH
INDUSTRIAL COMPLEXES**

*M.S. Liman, N.V. Barulin, V.Y. Plavskii**

*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Michurina 5, 213407, Mogilev
region, Belarus barulin@list.ru*

**B.I. Stepanov Institute of Physics, Minsk, Belarus*

Резюме. На основании многолетних фундаментальных и прикладных исследований по изучению влияния низкоинтенсивного оптического излучения на рыбоводно-биологические и хозяйственно-полезные качества посадочного материала осетровых и лососевых рыб создан типоряд лазерно-оптических приборов на основе полупроводниковых лазеров и светодиодов, позволяющих осуществлять воздействие низкоинтенсивным излучением на икру в условиях промышленного производства. Показано, что использование разработанной технологической аппаратуры позволяет обеспечить повышение эффективности искусственного воспроизводства и выращивания ценных видов рыб за счет увеличения выживаемости эмбрионов и личинок, стимуляции размерно-весовых показателей молоди рыб, а также оптимизации технологии товарной аквакультуры при низкой стоимости оборудования для ее реализации.

Ключевые слова: лазерно-оптическое излучение, аквакультура, инкубационный цех, икра, радужная форель, стерлядь, осетровые, лососевые.

Abstract. On the basis of long-term basic and applied research on the effect of low-intensity optical radiation on biological and economically parameters of sturgeon and salmon aquaculture created series laser-optical devices based on semiconductor lasers and LEDs, allowing for the impact of low-intensity radiation on larvae in conditions of fish farms. It is shown that the use of the laser-optical devices allows increasing the efficiency of artificial reproduction and cultivation of fish species by

increasing the survival rate of embryos and larvae, stimulate size and weight parameters of juvenile fish.

Keywords: laser and optical radiation, aquaculture, hatchery, eggs, rainbow trout, sterlet, sturgeon, salmon.

Введение

Воспроизводство ценных видов рыб – это сложный технологический процесс, включающий в себя работу с производителями, получение посадочного материала, формирование ремонтного и маточного стада. В этой технологической цепочке наиболее слабым и уязвимым звеном является получение посадочного материала из-за высокой чувствительности эмбрионов к индустриальным условиям выращивания [1].

В настоящее время в Беларуси активно развивается аквакультура рыбоводных индустриальных комплексов, работающих по технологии установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). Так, только за последние годы в стране реализовано 13 проектов, направленных на создание УЗВ по выращиванию осетровых, лососевых, клариевых, угревых рыб [2]. УЗВ позволяют повысить уровень интенсификации технологии воспроизводства большинства объектов аквакультуры.

С целью решения задачи по разработке новой эффективной технологии выращивания жизнестойкого посадочного материала ценных видов, в рыбоводных индустриальных комплексах нами в результате многолетних фундаментальных и прикладных исследований научно обоснованы подходы, обеспечивающие реализацию стимулирующего действия низкоинтенсивного оптического излучения на рыбоводно-биологические и хозяйственно-полезные качества посадочного материала осетровых и лососевых рыб за счет воздействия оптического излучения на эмбрионы (оплодотворенную икру) и сперму рыб [3-6]. Показано, что величина эффекта сильно зависит от поляризации излучения и практически не зависит от степени его монохроматичности, что свидетельствует о возможности использования в технологии искусственного воспроизводства и выращивания ценных видов рыб воздействия на икру излучением как полупроводниковых лазеров, так и

светодиодных источников, после предварительной поляризации излучения последних.

Проведенные исследования послужили основой для создания типоряда лазерно-оптических приборов на основе полупроводниковых лазеров и светодиодов для облучения икры ценных видов рыб, инкубирующейся в неподвижном положении, и в аппаратах Вейса.

Развитие технологии форелеводства и осетроводства является актуальным для Беларуси. В технологической цепочке выращивания товарной рыбы наиболее ответственным является этап получения рыбопосадочного материала. Индустриальные методы выращивания, интенсификация производства и искусственные условия являются сильнейшими стрессовыми факторами для эмбрионального развития, приводя к снижению основных физиологических показателей, выживаемости и жизнестойкости на протяжении всей жизни рыбы, в т.ч. к появлению морфологических аномалий [7].

Поэтому, в период эмбрионального развития в условиях индустриальной аквакультуры, необходимо осуществлять коррекцию развития, с использованием различных факторов воздействия на организм.

Одним из таких факторов является низкоинтенсивное оптическое излучение, которое с успехом используется в медицине для лечения, коррекции и терапии в различных направлениях. Как показали наши многолетние исследования, лазерное излучение, а также излучение сверхярких светодиодов оказывает стимулирующее воздействие на осетровых рыб и их половые продукты (икру и сперму), а также на развитие жаброногих рачков [8,9]. Однако, наши исследования основывались на однократном воздействии оптического излучения на биообъекты, т.к. кратность воздействия лимитировалась технологией культивирования биообъекта. Открытым остается вопрос о наиболее благоприятных режимах периодичности (кратности) воздействия оптического излучения на объекты аквакультуры, технология культивирования которых это позволяет.

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния разработанных лазерно-оптических приборов на эмбриональное и постэмбриональное развитие радужной форели и стерляди.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись в 2012 – 2016 годах на рыбноводном индустриальном комплексе УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Могилевская обл.), а также в осетровом хозяйстве фермерского хозяйства «Василек» (Дзержинский р-н, Минская обл.). Данные хозяйства работают по технологии УЗВ. Объектом исследований являлись эмбрионы, предличинки и личинки радужной форели и стерляди. Оплодотворенную икру рыб (осетровых и лососевых) получали заводским методом воспроизводства с искусственным регулированием условий выращивания. Полученную икру помещали в инкубационные аппараты Вейса или в инкубаторы лоткового типа, в зависимости от используемой технологии, и подвергали световому воздействию с использованием разработанных лазерно-оптических приборов (опытная группа) или не подвергали такому воздействию (контрольная группа). Внешний вид технологических установок для светового воздействия на икру в инкубаторе лоткового типа и в инкубационном аппарате Вейса представлен на рисунках 1 и 2.

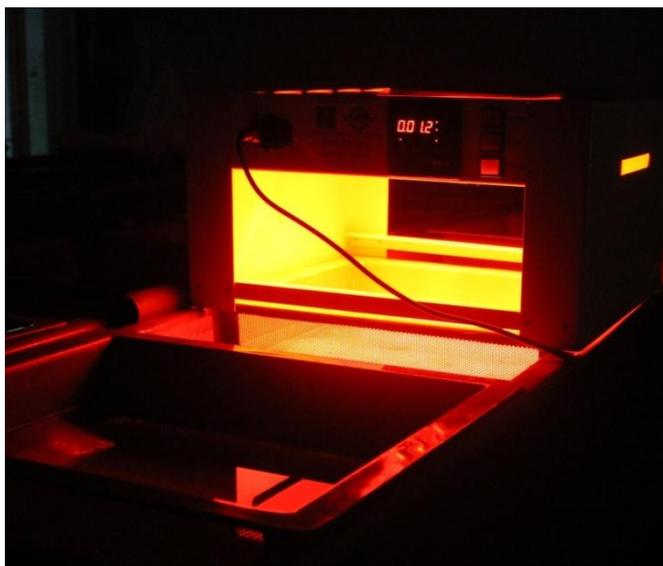


Рисунок 1. – Внешний вид лазерно-оптического прибора «Стронга»



Рисунок 2. – Внешний вид лазерно-оптического прибора «Sturgeon»

Инкубирование эмбрионов, выдерживание предличинок и личинок форели осуществлялось в чашках Петри (диаметр 8,5 см) при температуре + 5 °С. Температура была одинаковой для всех исследуемых групп. Высота слоя воды в чашке Петри была 5 см. Ежедневно в чашках Петри менялась вода, которая бралась из артезианской скважины, предварительно подвергаясь оксигенация и ультрафиолетовой дезинфекции. Дополнительные аэрация, оксигенация и кормление в период инкубации икры и выдерживания личинок в чашках Петри не проводилась. В течение эксперимента осуществлялась регистрация таких параметров как: выживаемость эмбрионов, предличинок и личинок, начало единичного и массового выклева предличинок, синхронизация выклева предличинок, длина предличинок и личинок и их относительный и абсолютный приросты, размеры желточного мешка и скорость его утилизации, продолжительность выживания личинок в условиях *in vitro*. Все эксперименты были проведены в трехкратной повторности.

Фиксирование показателей осуществлялось ежедневно при помощи цифровой камеры Cyber - Shot DSC-P200 с последующей обработкой результатов при помощи программы ImageJ.

Для статистической обработки полученных результатов использовали программную среду R, включая пакеты R Commander, PMCMR, MASS, corrplot и др. Для определения уровня статистической достоверности использовали параметрические тесты: тест Стьюдента (только для двух исследуемых групп) и тест Тьюки (для трех и более исследуемых групп). Параметрические тесты использовали при условии соблюдения нормальности распределения данных (квантильный график, тест Шапиро-Уилка) и однородности групповых дисперсий (тест Ливина). При несоблюдении указанных условий использовали непараметрические тесты: U-критерий Манна-Уитни (для двух исследуемых групп) и тест Ньюмена (для трех и более исследуемых групп).

Результаты исследований и их обсуждение

Лазерно-оптический прибор для инкубации икры, включает открытую сверху, прозрачную герметичную емкость, выполненную в форме перевернутой

бутылки без дна, с нижним патрубком для подачи воды и патрубком в виде сливного носика для ее сброса, расположенным вблизи верхней кромки емкости, над открытой герметичной емкостью расположен модуль оптического излучения, обращенный излучающей частью к воде, заполняющую емкость, таким образом, что диаграмма направленности излучения перпендикулярна плоскости поверхности воды, и электрически связанный с модулем питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью. Модуль оптического излучения механически связан с герметичной емкостью.

Модуль оптического излучения выполнен на базе полупроводникового лазера с оптическим преобразователем пучка лазерного излучения, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости, а также на базе матрицы полупроводниковых лазеров с оптическими преобразователями пучка лазерного излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру. Конструктивно светодиодный источник оптического модуля обеспечивает получение поляризованного излучения. Прозрачная герметичная емкость заполняется водой с помощью нижнего патрубка. Сброс воды из емкости осуществляется через сливной носик, расположенный вблизи верхней кромки емкости. Над открытой герметичной емкостью располагается модуль оптического излучения на базе полупроводниковых лазеров и/или светодиодных источников для воздействия на икру и личинок рыб, электрически связанный с модулем питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью. В герметичную емкость загружается икра рыб. Расход подаваемой воды и её качество зависят от рыбоводно-технологических параметров, предъявляемых в конкретному виду рыб. За счет того, что икра тяжелее воды, нормативный поток воды создает благоприятные условия для водо- газообмена, но не допускает выброс икры за пределы емкости. Модуль оптического излучения может быть как механически связан с корпусом герметичной емкости, так и выполнен отдельно от него. В первом случае модуль оптического излучения

механически фиксируют к корпусу герметичной емкости; во втором случае – модуль оптического излучения фиксируют в специальном держателе. При фиксации модуля оптического излучения к корпусу герметичной емкости обеспечивается неизменность условий воздействия излучения на икру и личинок рыб в процессе фотовоздействия. Во втором случае, когда модуль оптического излучения механически не связан с герметичной емкостью, легко реализуется поочередное воздействие оптическим излучением на икру и личинок рыб в различных герметичных емкостях путем перемещения модуля оптического излучения от одной емкости к другой.

Конструктивно лазерно-оптический прибор для инкубации икры и, в частности, модуль оптического излучения выполняют в различных вариантах:

а) модуль оптического излучения выполнен на базе полупроводникового лазера с оптическим преобразователем пучка лазерного излучения, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. В этом случае излучатель полупроводникового лазера с оптическим преобразователем пучка лазерного излучения располагают вдоль оси симметрии герметичной емкости на таком расстоянии от поверхности воды, чтобы размер светового пятна на поверхности воды соответствовал внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом расстояние от поверхности излучателя до поверхности воды определяется расходимостью излучения. Поскольку излучение полупроводникового лазера является поляризованным, то такое воздействие на биообъекты при соответствующем выборе параметров оптического излучения обеспечивает стимулирующее влияние на эмбриональное и постэмбриональное развитие особей;

б) Следующий вариант исполнения модуля оптического излучения основан на использовании матрицы одинаковых полупроводниковых лазеров (лазеров одной длины волны), которая может быть сформирована отдельно расположенными лазерными излучателями, каждый из которых содержит оптические преобразователи пучка лазерного излучения, формирующие на

поверхности воды перекрывающиеся световые пятна. При этом суммарное световое пятно, сформированное матрицей полупроводниковых лазеров с оптическими преобразователями пучка, соответствует внутреннему диаметру герметичной емкости. Наряду с этим матрица лазерных излучателей может быть выполнена путем объединения в единый излучатель отдельных лазерных диодов или их линеек с общим для целой матрицы оптическими преобразователями пучка, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости;

в) Следующий вариант исполнения модуля оптического излучения основан на использовании матрицы полупроводниковых лазеров различных длин волн с оптическими преобразователями пучка лазерного излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости, при этом модуль питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью обеспечивает комбинированное последовательное воздействие излучением различных длин волн и регулирование длительности паузы между воздействиями. Данный вариант исполнения установки для инкубации икры обеспечивает возможность комбинированного воздействия на гидробионты лазерным излучением различного спектрального диапазона, что значительно усиливает стимулирующее действие физического фактора;

г) Следующий вариант исполнения лазерно-оптического прибора для инкубации икры основан на использовании в модуле оптического излучения светодиодного источника, который совместно с оптическим преобразователем пучка излучения формирует на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. В этом случае светодиодный излучатель с оптическим преобразователем пучка оптического излучения располагают вдоль оси симметрии герметичной емкости на таком расстоянии от поверхности воды, чтобы размер светового пятна на поверхности воды соответствовал внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом

расстояние от поверхности светодиодного излучателя до поверхности воды определяется расходимостью излучения;

д) Для повышения интенсивности светового воздействия на гидробионты модуль оптического излучения одного спектрального диапазона выполняют на базе матрицы светодиодных источников с оптическими преобразователями пучка излучения, формирующими на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. Матрица светодиодных источников может быть сформирована отдельно расположенными светодиодными излучателями, каждый из которых содержит оптические преобразователи пучка оптического излучения, формирующие на поверхности воды перекрывающиеся световые пятна. При этом суммарное световое пятно, сформированное матрицей светодиодных излучателей с оптическими преобразователями пучка, соответствует внутреннему диаметру герметичной емкости. Наряду с этим матрица светодиодных излучателей может быть выполнена путем объединения в единый излучатель отдельных светодиодов или их линеек с общим для целой матрицы оптическими преобразователями пучка, формирующим на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру емкости;

е) Следующий вариант исполнения модуля оптического излучения основан на использовании матрицы светодиодных излучателей различного спектрального диапазона формирующими совместно с оптическими преобразователями пучка излучения, на поверхности воды световое пятно, соответствующее внутреннему диаметру герметичной емкости. При этом модуль питания и управления параметрами воздействующего излучения и его длительностью обеспечивает комбинированное последовательное воздействие излучением различного спектрального диапазона и регулирование длительности паузы между воздействиями. Данный вариант исполнения установки для инкубации икры обеспечивает возможность комбинированного воздействия на гидробионты оптическим излучением различного спектрального

диапазона, что значительно усиливает стимулирующее действие физического фактора.

Поскольку, как правило, излучение светодиодных источников является неполяризованным, а биологическое действие оптического излучения зависит от степени его поляризации, то следующий вариант исполнения лазерно-оптического прибора для инкубации икры предполагает расположение на выходе светодиодного источника или на выходе оптического преобразователя пучка оптического излучения поляризационной пленки таким образом, чтобы плоскость поляризационной пленки была перпендикулярна диаграмме направленности излучения светодиодного источника. Это позволяет обеспечить воздействие на гидробионты линейно поляризованным излучением.

Поскольку использование поляризационной пленки повышает регуляторное действие оптического излучения, то данный вариант исполнения лазерно-оптического прибора для инкубации икры на базе светодиодных излучателей представляется наиболее целесообразным. Однако в этом случае более половины мощности излучения светодиодных источников поглощается самой пленкой, что приводит к дополнительным энергозатратам. По этой причине один из вариантов исполнения установки для инкубации икры предполагает, что конструктивно светодиодный источник оптического модуля обеспечивает получение поляризованного излучения без использования поляризационной пленки. Светодиодные устройства для получения поляризованного излучения активно разрабатываются в последние годы.

Воздействие излучением полупроводниковых лазеров или излучением светодиодных источников осуществляли на определенных стадиях онтогенеза, в рекомендуемых дозировках, в зависимости от конкретного вида рыб.

В таблице 1 приведены значения выхода 1-дневных личинок из оплодотворенной икры стерляди для контрольной и опытной группы.

Таблица 1. – Выживаемость 1-дневных личинок из оплодотворенной икры стерляди под воздействием поляризованного излучения лазерно-оптического прибора «Sturgeon» (n = 100)

Группы	Процент выживших личинок на стадии выклева	Достоверность отличий от контроля
Контрольная	69±2,7	-
Опытная	85,4±4,3	P < 0,001

Из представленных данных следует, что воздействие на икру стерляди поляризованным излучением приводит с высокой степенью достоверности к повышению (по сравнению с контрольной группой) выхода личинок из оплодотворенной икры.

Стимулирующее действие излучения не только сказывается на выходе 1-дневных личинок из оплодотворенной икры, но и приводит к увеличению в 1,3–1,4 раза (по сравнению с контрольной группой) размерно-весовых показателей молоди стерляди, полученных из облученной икры. В таблице 2 приведены размерно-весовые показатели 50-ти дневной молоди стерляди для контрольной и опытной групп.

Таблица 2. – Размерно-весовые показатели 50-ти дневной молоди стерляди под воздействием лазерно-оптического прибора «Sturgeon» (n = 100)

Группы	Средняя масса, M, мг	Величина стимулирующего действия, γ_m %	Средняя длина, L, мм	Величина стимулирующего действия, γ_d %
Контрольная	530,3±8,2	100	44,0±0,9	100
Опытная	735,6±10,0	138,7±7,7*	58,5±0,8	132,9±0,6*

Достоверность отличий от контроля - p < 0,05*

Видно, что, инкубация оплодотворенной икры стерляди в разработанной технологической установке при периодическом воздействии оптическим излучением приводит к достоверному увеличению размерно-весовых показателей молоди рыб.

В результате проведенных исследований было установлено, что разработанный нами оптический прибор «Стронга» способен оказывать

стимулирующее воздействие на эмбриональное развитие радужной форели. При этом стимулирующий эффект зависит как от времени экспозиции, так и от периодичности воздействия.

При однократном воздействии оптического излучения на эмбрионы радужной форели время начала первого выклева и массовый выклев достоверно не отличались от контрольных значений, однако, средняя выживаемость личинок и продолжительность выживания личинок в условиях *in vitro* превысили контрольные значения на 28,1 п.п. и 4,3 %, соответственно. Максимальный стимулирующий эффект наблюдался в группе личинок, которых эмбрионами подвергали однократному воздействию в течении 1 мин.

При трехкратном воздействии оптического излучения на эмбрионы радужной форели наблюдалось увеличение времени начала первого выклева и массового выклева предличинок, периода продолжительно-сти максимальной выживаемости и периода продолжительности вы-живания личинок в условиях *in vitro* на 22,0 %, 20,6 %, 15,5 % и 16,0 %, соответственно. Максимальный стимулирующий эффект наблю-дался в группе личинок, которых эмбрионами подвергали трехкратно-му воздействию в течении 20 мин.

При четырехкратном воздействии оптического излучения на эмбрио-ны радужной форели наблюдалось увеличение средней выживаемости личинок, времени начала первого выклева и массового выклева пред-личинок, периода продолжительности максимальной выживаемости и периода продолжительности выживания личинок в условиях *in vitro* на 7,4 п.п., 5,6 %, 18,0 %, 9,7 % и 14,7 %, соответственно. Максимальный стимулирующий эффект наблюдался в группе личинок, которых эмбрионами подвергали четырехкратному воздействию в течении 10 мин.

При пятикратном воздействии оптического излучения на эмбрионы радужной форели наблюдалось увеличение средней выживаемости личинок, времени начала первого выклева и массового выклева предличинок, периода продолжительности максимальной выживаемости и периода продолжительности выживания личинок в условиях *in vitro* на 3,7 п.п., 19,7 %, 13,2 %, 10,7 % и 10,7 %, соответственно. Максимальный стимулирующий эффект наблюдался в группе личинок, которых эмбрионами подвергали пятикратному воздействию в течении 5 мин.

13,0 %, 33,9 % и 12,6 %, соответственно. Максимальный стимулирующий эффект наблюдался в группе личинок, которых эмбрионами подвергали пятикратному воздействию в течении 10 мин.

Заключение

Таким образом, разработанные нами лазерно-оптические приборы «Стронга» и «Sturgeon» для периодического светового воздействия на икру рыб в инкубаторе лоткового типа и в инкубационном аппарате Вейса обеспечивают повышение эффективности искусственного воспроизводства и выращивания осетровых и лососевых рыб за счет увеличения выживаемости эмбрионов и личинок, стимуляции размерно-весовых показателей молоди рыб, а также оптимизации технологии товарной аквакультуры при низкой стоимости оборудования для ее реализации. *Исследования выполнены при финансовой поддержке инновационного фонда Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.*

Список использованных источников

1. Barulin, N.V. Serum enzyme response of captive sturgeon brookstock *Acipenser baerii* Brandt 1869 females and two hybrids (bester = female *Huso huso* Linnaeus, 1758 x male *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758, and RsSs = *A. gueldenstaedtii* Brandt 1833 x *A. baerii* Brandt 1869) to hormonal stimulation for spawning induction/ N.V. Barulin.- Journal of Applied Ichthyology. - 2015 - Volume 31. – P. 2-6.
2. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах / Н. В. Барулин // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук – Минск. – 2015. - № 3. – С. 107 – 111.
3. Plavskii, V. Yu. Effect of polarization and coherence of low-intensity optical radiation on fish embryos. / V. Yu.Plavskii, N. V. Barulin.- J. Appl. Spectrosc. 2008. Vol. 75, No 6. P. 843–856.

4. Плавский, В.Ю. Влияние низкоинтенсивного лазерного облучения икры на жизнестойкость молоди осетровых рыб / В.Ю. Плавский, Н.В. Барулин // Журнал прикладной спектроскопии. – 2008 – Т. 75, 2 – С. 233 – 241.
5. Плавский, В.Ю. Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность оптического излучения низкой интенсивности / В.Ю. Плавский, Н.В. Барулин // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. - №6. – С. 23 – 40.
6. Plavskii, V. Yu. How the biological activity of low-intensity laser radiation depends on its modulation frequency. / V. Yu. Plavskii, N. V. Barulin.- J. Opt. Technol. 2008. Vol. 75, No 9. P. 546–552.
7. Портная, Т. В. Характер эмбрионального и постэмбрионального развития радужной форели при доинкубации икры в условиях неблагоприятного повышения температуры воды / Т. В. Портная, А. И. Портной, А. А. Сопот // Животноводство и ветеринарная медицина. - 2015. - № 2(17). - С. 26-33.
8. Барулин, Н. В. Жаброногий рачок *Artemia salina L.* как объект для исследования биологической активности оптического излучения низкой интенсивности / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский, В. А. Орлович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск. - 2012. - № 28. - С. 42 - 49.
9. Плавский, В. Ю. Роль поляризации и когерентности оптического излучения во взаимодействии со сперматозоидами осетровых рыб / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск. – 2009. -№ 25. - С. 56 - 63.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОДСТВА НА ЮГЕ РОССИИ

Н.А. Абросимова, Л.М. Васильева***

** ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов – на -Дону, пл. Гагарина, корпус №1, 344000, Россия.
Тел. +7 (926) 8725073, E-mail – abrosimovana@yandex.ru*

*** ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,
г. Астрахань, ул. Татищева 20а, 414056, Россия.
Тел. +7 (8512)485343, E-mail – bios94@mail.ru*

STATE AND PROSPECTS OF STURGEON REARING IN THE SOUTH OF RUSSIA

*N.A. Abrosimova *, L.M. Vasilyeva***

** FGBOU IN "Don State Technical University"
Rostov-on-Don city, pl. Gagarin, housing №1, 344000, Russia.
Tel. +7 (926) 8725073, E-mail - abrosimovana@yandex.ru*

***FGBOU IN "Astrakhan State University",
Astrakhan, str. Tatishcheva 20a, 414056, Russia.
Tel. +7 (8512) 485343, E-mail -*

Резюме. Истощение природных ресурсов осетровых рыб диктует необходимость активного развития осетроводства, имеющего два направления: искусственное воспроизводство и товарное осетроводство. Рассматриваются вопросы современного состояния и перспективы развития аквакультуры осетровых рыб на юге России. Своевременное формирование продукционных стад осетровых рыб в контролируемых условиях позволяет осетровым рыболовным заводам по искусственному воспроизводству успешно осуществлять свою деятельность по восстановлению природных ресурсов. Активное развитие товарного осетроводства способствует насыщению потребительского рынка ценной деликатесной продукцией.

Ключевые слова: осетроводство, искусственное воспроизводство, товарное осетроводство, продукционные стада, производители, доместикация, ремонтно-маточное стадо, молодь осетровых рыб.

Abstract. Depletion of natural resources sturgeon dictate the need for active development of sturgeon, has two areas: artificial reproduction and commodity sturgeon. The issues of the current state and prospects of development of aquaculture of sturgeon in the south of Russia. Early formation of the productive herds of sturgeon fishes in a controlled environment allows sturgeon hatcheries for artificial reproduction successfully carry out its activities on the restoration of natural

resources. The active development of commercial sturgeon breeding contributes to the saturation of the consumer valuable delicatessen products market.

Keywords: sturgeon, artificial reproduction, sturgeon aquaculture, a production herd, producers, domestication, broodstock, juvenile sturgeon.

Введение. Сложившаяся ситуация с катастрофическим сокращением численности природных популяций осетровых рыб приводит к необходимости совершенствовании стратегии развития осетроводства. В условиях, когда на юге России, в Каспийском бассейне (единственном в мире) истощаются запасы осетровых рыб, но ещё сохраняется небольшое стадо белуги, русского осетра, севрюги, шипа и стерляди, следует активизировать деятельность по их сохранению и дальнейшему восстановлению. Для сохранения генофонда этих уникальных, реликтовых видов рыб необходимо успешное решение нескольких задач: усиление деятельности правоохранительных органов по сокращению и прекращению браконьерства в местах обитания, миграций и нереста осетровых, повышение эффективности воспроизводства, как, в первую очередь, естественного, так и искусственного, ускоренное формирование продукционных (маточных) стад в контролируемых условиях и, наконец, широкомасштабное развитие товарного осетроводства [1].

Перечисленные задачи особую значимость приобретают на юге страны, где, во-первых, всё ещё сохраняются пусть и незначительные запасы осетровых рыб в естественной среде обитания, и, во вторых, природные условия позволяют успешно заниматься их разведением. В современных условиях прекращения промышленного лова осетровых рыб, их квоты выделяются только для выполнения научных изысканий и для целей искусственного воспроизводства. При этом следует обратить внимание, что выделяемые квоты из года в год сокращаются, так если в 2012 году они составляли 50 тонн, то уже через четыре года сократились более чем в 2 раза, что свидетельствует о сокращении численности осетровых рыб в Каспийском бассейне [2]. Освоение квот для осетровых рыбоводных заводов по искусственному воспроизводству не превышает 10 -20%, особенно, в 2012 году, когда эта цифра составила всего 7,2%, о чём свидетельствует представленная диаграмма (рис.1).

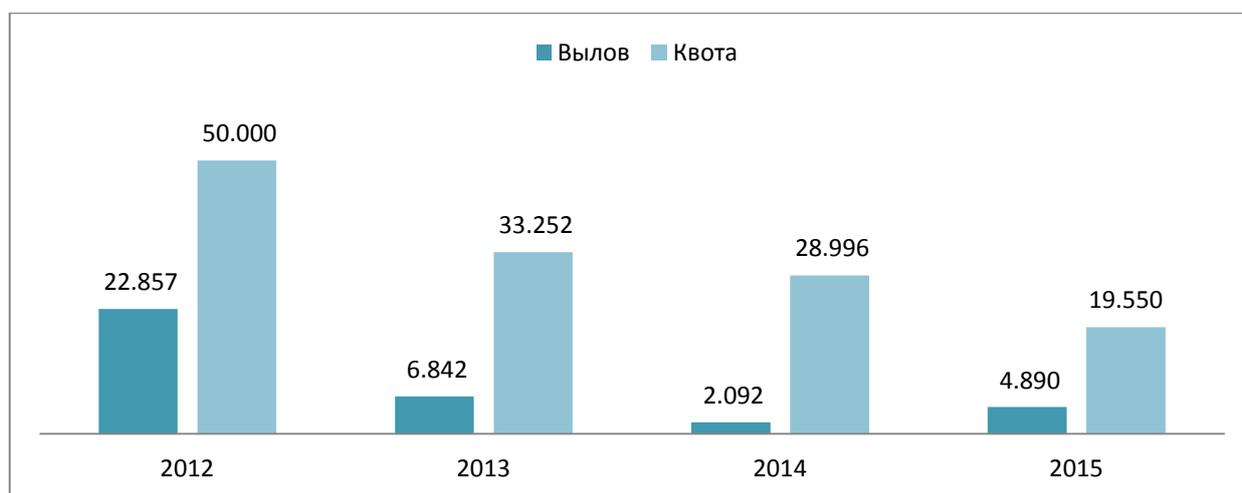


Рисунок 1. – Освоение квот на вылов осетровых рыб для целей искусственного воспроизводства в 2012-2015 годах (в тоннах).

В сложившейся ситуации особую значимость приобретает новое направление в аквакультуре – осетроводство, которое имеет два назначения: получение, выращивание и выпуск молоди осетровых рыб в естественные водоёмы для пополнения природных ресурсов, так называемое искусственное воспроизводство и выращивание осетровых рыб с целью получения товарной продукции: пищевая черная икра и мясо рыбы [1].

Основная часть. В современных условиях, когда эффективность естественного воспроизводства сведена к нулю, ведущую роль играет деятельность осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ) по искусственному воспроизводству.

Искусственное воспроизводство осетровых рыб получило свое развитие с середины XX века в Советском Союзе, наиболее эффективно работа ОРЗ была организована в Азово-Черноморском и Каспийском бассейнах. В первой половине прошлого века советскими учеными была разработана биотехнология искусственного воспроизводства осетровых рыб с целью восстановления природных запасов после зарегулирования нерестовых рек гидросооружениями. Под эту биотехнологию в 50-60-х годах XX столетия на Каспии было создано самое крупномасштабное промышленное осетроводство. Было построено 9 осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ) на Нижней Волге, 3 –

на Куре и 2 – в Дагестане, 2 – в Казахстане и 3 – в Азербайджане: ими к концу 80 – х годов выпускалось 90-92 млн. экз. молоди белуги, осетра, севрюги и шипа [3]. К началу 90 – х годов объемы выпуска молоди в целом по бассейну достигли своего максимального значения – 101 млн. экз. (без Ирана). За весь период существования промышленного воспроизводства на бассейне (начиная с 1954 г.) в Каспий выпущено около 3 млрд. заводской молоди осетровых. При этом, на рыбоводных заводах только России выращено более 2,2 млрд. экз. различных видов, что составляет 73% от общего количества по бассейну, (до 1990 г. составляла 90%). В настоящее время доля рыб заводского происхождения в уловах достигла у белуги – 95%, севрюги – 45%, осетра – 70%.[4]

Но с начала 90-х годов прошлого века, с развалом Советского Союза, когда была нарушена единая система охраны рыбных запасов природные ресурсы этих ценных видов рыб стали катастрофически сокращаться. Из-за недостаточного финансирования многие осетровые рыбоводные заводы по искусственному воспроизводству стали сокращать объёмы воспроизводства или прекращать свою деятельность.

Особенно неблагоприятная обстановка в последние 10-15 лет сложилась в Азово-Черноморском бассейне, где действует всего 4 завода: в Ростовской области – 3 и Краснодарском крае – 1[5]. Ранее в Ростовской области и Краснодарском крае действовало по 3 осетровых рыбоводных завода, где разводили и выращивали молодь белуги, осетра, севрюги и стерляди. За 16 лет в период 1999-2014 гг. ОРЗ В Ростовской области выращено и выпущено в р. Дон и Цимлянское водохранилище 45,96 млн. штук стандартной молоди осетровых рыб [5,6]. Наибольшая доля из них приходится на Донской осетровый рыбоводный завод, где за 13 лет (2001-2014 гг.) объём выпуска составил 30,765 млн. экземпляров. Остальные заводы не ежегодно, а если и выпускали, то не более 0,2 млн штук в год[9]. В Волгоградской области за весь указанный период выращено и выпущена молодь стерляди численностью 0,129 млн. штук [6]. Гривенский осетровый завод в Краснодарском крае мощностью

4,75 млн. штук в последние годы выпускает в реку Кубань молодь стерляди и севрюги в небольших объёмах. Изредка выпускает молодь белуги центр сохранения генофонда осетровых рыб ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы» [7].

В Астраханской области искусственным воспроизводством осетровых рыб занимаются 6 заводов. Причём, с 2000-х годов началось уменьшение объёмов выпуска молоди осетровых рыб в водоёмы Волго-Каспийского бассейна (рис.2)

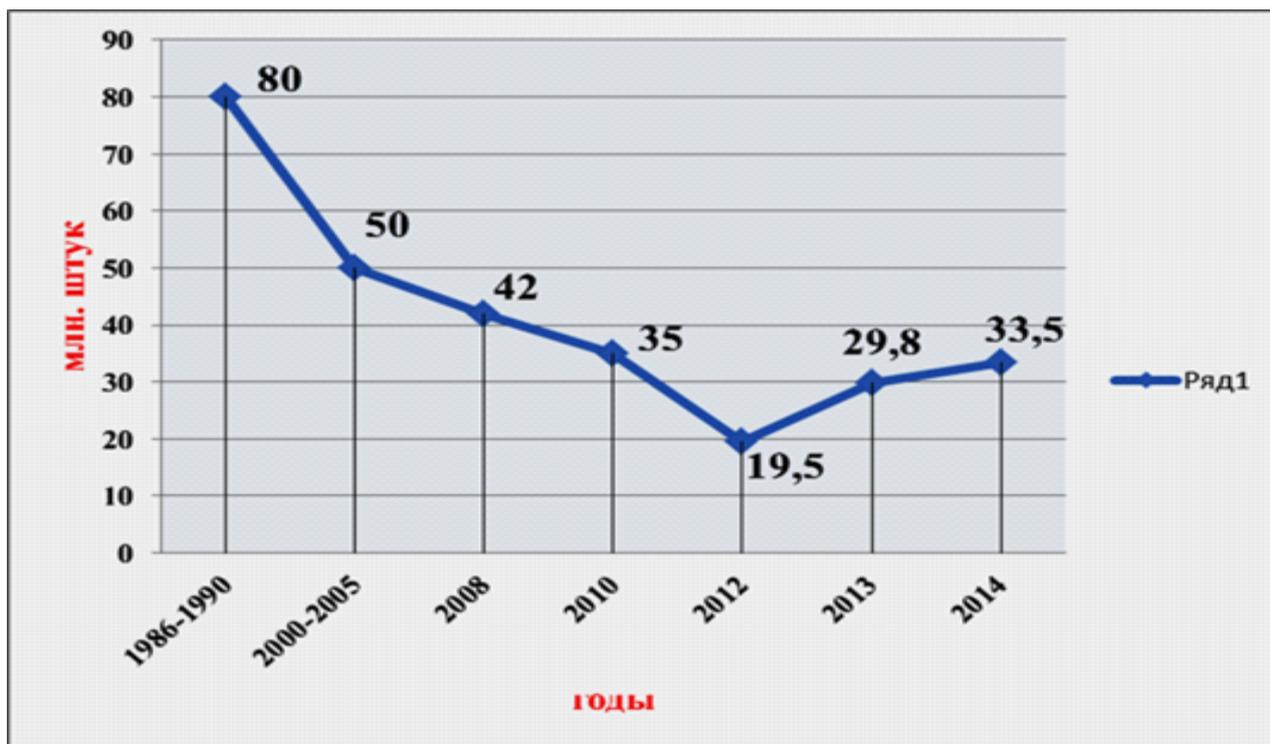


Рисунок 2. – Выпуск молоди осетровых рыб в Волго-каспийском бассейне

Так, если в 1986-1990 годы осетровыми рыбоводными заводами нижней Волги было выращено и выпущено в водоёмы 75-80 млн. штук, в 2000 -2005 годы - 47-50, в 2008 – 42, наименьший объём выпуска молоди осетровых рыб был отмечен в 2012 году и составил 19,5 млн. штук [2]. Затем наметилась тенденция роста численности заводской молоди, выпущенной в Волгу, так в 2014 году -33,5, в 2015 году – 31,6 млн. штук, а в нынешнем – 34,7 млн. штук. Как следствие, современные масштабы искусственного воспроизводства не компенсируют низкий уровень пополнения моря молодь осетровых рыб от естественного размножения. Существует также угроза генетического

разнообразия популяций каспийских осетровых рыб. К тому же молодь, выпускаемая в водоёмы, не обладает необходимой жизнестойкостью [8] и её промысловый возврат по отдельным видам колеблется в пределах от 0,5 до 1,2% [4]. Основной причиной снижения объёмов выпуска молоди осетровых рыб явился недостаток качественных производителей для воспроизводства [9].

Продукционные стада осетровых рыб. Тяжёлое положение с искусственным воспроизводством осетровых рыб на юге России сложилось по причине возрастающего дефицита производителей естественного происхождения. В сложившейся ситуации не вызывает сомнения необходимость создания резервных репродуктивных маточных стад осетровых рыб и эксплуатации повторно созревающих доместифицированных производителей всех видов и мигрантов, воспроизводимых в естественной среде обитания. Использование собственных маточных стад призвано решать задачу сохранения биологического разнообразия осетровых и гарантированного воспроизводства молоди для выпуска в естественные водоёмы. Биотехнология формирования продукционных стад осетровых, разработанная российскими учёными и апробированная на нескольких рыбоводных хозяйствах, осуществляется, в основном, двумя методами. Первый, при котором формируется ремонтно-маточное стадо (РМС), предусматривает выращивание производителей в искусственных условиях от оплодотворения икры и последующем выращивании до половозрелости, так называемый метод - «от икры до икры» и второй - «доместикация» или одомашнивание зрелых производителей, выловленных из естественной среды обитания и адаптированных к искусственным условиям содержания.

Формирование РМС состоит из трёх основных этапов: на первом - формируется коллекция осетровых рыб, втором - экспериментальное стадо, на третьем заключительном - создание промышленного маточного стада. Работающие продукционные стада осетровых рыб должны обладать определёнными параметрами и генетико-биологическими особенностями, в частности, доля зрелых производителей и ремонта, ежегодное количество

созревания самок и самцов, выход доброкачественной икры, средний процент оплодотворения, выход личинок от заложенной на инкубацию икры.

В 1998-1999 года на шести осетровых рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству Волго-Каспийского бассейна приступили к формированию продукционных стад указанными методами и к настоящему времени в рыбоводных процессах уже участвуют самки и самцы белуги, русского осетра, севрюги, стерляди из этих стад. При этом, продукционные стада ежегодно пополняются, их численность и биомасса возрастает.

Так, если в 2011 году насчитывалась 3 746 разновозрастных особей, их биомасса составляла 62478 кг, то в 2015 году - численность возросла до 4428 штук, а биомасса 94100 кг.. Таким образом, за 5 лет численность и биомасса РМС возросла соответственно на 18,2% и в 1,5 раза [2]

В продукционных стадах преобладают зрелые рыбы, сформированные методом доместикации, на их долю приходится свыше 80% от общей численности. В видовом отношении основную часть составляет русский осетр (85%), на остальные виды приходится 15%, в том числе белуги - 8, севрюги – 4 и стерляди – 3%. В РМС, формируемых методом «от икры до икры», доля зрелых рыб составляет 72%, из которых самок- 58% [9]

За прошедшие четыре года (2012-2015) в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству в Астраханской области из продукционных стад осетровых рыб участвовало 2243 производителя, из них 2001 или 89,3% - доместичированные самки и 242 или 10,7% - самки из РМС. Численность зрелых доместичированных производителей осетровых рыб, адаптированных к содержанию в прудах и повторно созревших в них, за четыре года возросла с 333 до 597 экземпляров, некоторые самки русского осетра созрели в неволе в 5-7, а белуги – 3-4 раз. Следует отметить, что количество производителей осетровых рыб, полученных и выращенных до половозрелого состояния в контролируемых условиях, каждый год возрастает, и они вовлекаются в рыбоводный процесс, можно смело утверждать, что через 4-6 лет такие особи будут преобладать в работе ОРЗ по искусственному воспроизводству [10].

Проанализировав современное состояние обеспеченности искусственного воспроизводства производителями осетровых рыб, можно констатировать, что определилась тенденция возрастания роли продукционных стад в отличие от заготовленных рыб из естественной среде обитания (рис.3).

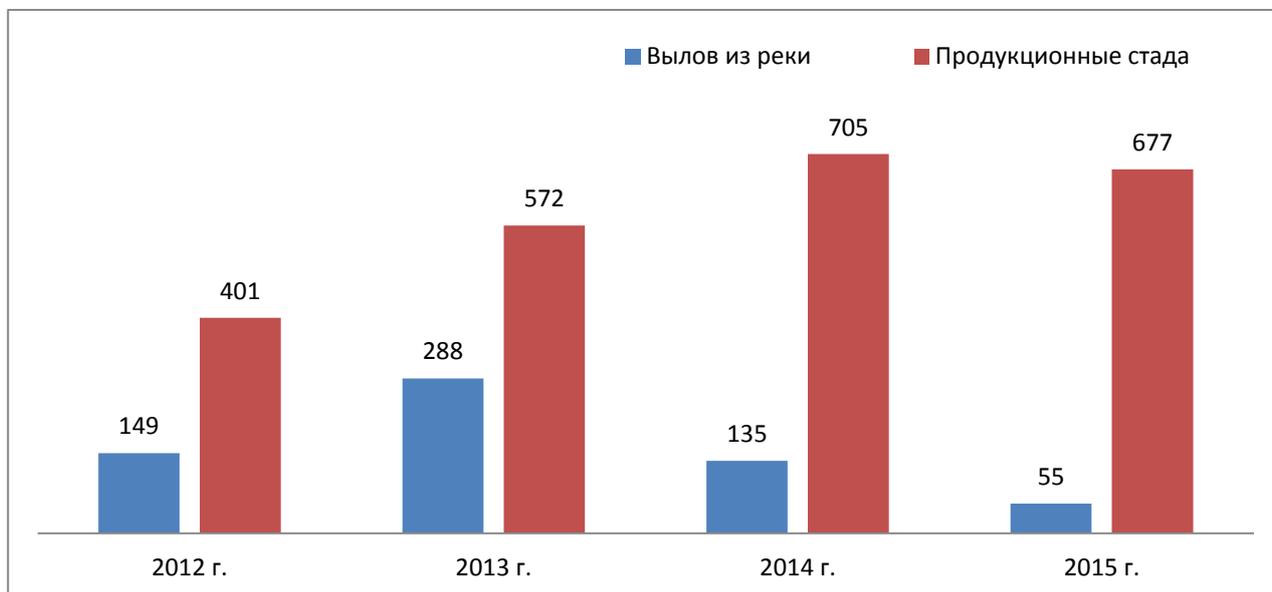


Рисунок 3. – Производители осетровых рыб различного происхождения, участвующих в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству

В Азово-Черноморском бассейне, в отличие от Каспийского, рыбоводные заводы по искусственному воспроизводству к формированию маточных стад осетровых рыб приступили намного позже, и при этом применяется, в основном, метод «от икры до икры», т.к. в этом регионе нет возможности заготовить производителей естественной генерации для доместикации.

Формирование РМС осетровых рыб (русский осетр, белуга, севрюга, бестер) в Ростовской области осуществляется на Донском осетровом рыбоводном заводе, в Краснодарском крае – на Гривенском осетровом заводе. Однако численность производителей в них невелика, поэтому ежегодно этими заводами выпускается чуть более 3 млн. штук стандартной молодежи, что явно недостаточно как для пополнения естественных популяций, так и товарного осетроводства.

Сдерживающими факторами для наращивания численности осетровых продукционных стад являются: отсутствие на заводах по искусственному

воспроизводству соответствующей материально-технической базы, в частности, специализированных выростных и нагульных площадей для содержания рыб, дефицит квалифицированных специалистов, имеющих необходимый опыт работы по этой проблеме, недостаточно финансовых средств на формирование и содержание стад и др.

В настоящее время и в ближайшей перспективе сохранение и восстановление генофонда осетровых рыб естественных популяций возможно только за счёт успешного искусственного воспроизводства и может быть гарантировано при обеспечении производителями в необходимых количествах и соответствующего качества, которое в сложившихся условиях практически возможно из продукционных стад, содержащихся в контролируемых условиях.

Товарное осетроводство. Альтернативой пастбищной аквакультуры осетровых считается развитие товарного осетроводства, которое способно компенсировать потери ценной, деликатесной продукции на потребительском рынке, в условиях моратория на промысел, сохранив при этом генофонд осетровых рыб. Начальный этап становления товарного осетроводства в России успешно пройден, что подтверждается значительным ростом продукции товарных осетровых – от 20т в начале 90-х годов XX века до 3 тыс. тонн в настоящее время. [19]. В стране сейчас успешно развивается свыше 200 товарных осетровых рыбоводных хозяйств, в прошедшем 2015 году выращено 3 200 тонн товарных осетровых рыб и произведено свыше 50 тонн пищевой осетровой икры [11]. В товарном осетроводстве используются те виды осетровых, которые показывали хорошие рыбоводные качества, такие как темп роста, выживаемость, потребление искусственных кормов, ускоренное созревание: преимущественно стерлядь, сибирский осётр, веслонос и гибриды осетровых, в частности, бестер.

Практически все известные методы выращивания: пастбищный, прудовый, садковый, бассейновый применяются в товарном осетроводстве. Всё большую популярность приобретает выращивание осетровых в установках с замкнутым водоснабжением (УЗВ), несмотря на высокие затраты

электроэнергии. Наибольшее развитие в России и в мировой аквакультуре получило интенсивное осетроводство - выращивание в садках и бассейнах на притоке и УЗВ с использованием физиологически полноценных кормов.

На юге страны, особенно в Астраханской области, широкое распространение получил садковый метод выращивания осетровых рыб, так как благодаря климатическим условиям – 200-220 дней в году благоприятны для роста и развития теплолюбивых осетровых рыб. Здесь в настоящее время действует свыше 80 больших и фермерских рыбоводных хозяйств, в которых в 2015 году выращено 450 тонн товарных осетровых рыб и произведено 9,2 тонн пищевой чёрной икры от производителей, выращенных до половозрелого состояния в РМС [11].

В Краснодарском крае в настоящее время 50 рыбоводных хозяйств занимаются выращиванием осетровых рыб, по данным Чебанова М.С. [8] в 2015 году получено 420 тонн товарных осетровых рыб и 3 тонны пищевой икры. В Ростовской области действует только 4 зарегистрированных хозяйства, объёмы произведённой продукции неизвестны. Следует особо отметить, республику Дагестан, где товарным осетроводством занимаются несколько хозяйств, хотя объёмы производимой продукции невелики. Выделяется из них Широкольский рыбокомбинат, в котором, начиная с 2000 года, приступили к формированию ремонтно-маточного стада бестера прудовым методом для производства осетровой пищевой икры. В последние 4-5 лет рыбокомбинатом на отечественный рынок поставляется свыше 2 тонн чёрной икры.

Товарные осетровые хозяйства выращивают 2 категории рыб: до массы 1,5-2 кг, которые поставляют в крупные супермаркеты, кафе и рестораны в живом виде, и особи массой 6-7 кг передают на переработку для производства балычных изделий.

Заключение. Аквакультура осетровых рыб, получившее недавно широкомасштабное развитие, с каждым годом приобретает всё большую актуальность, решая вопросы сохранения генофонда природных популяций и насыщения потребительского рынка ценной, деликатесной продукцией. В

современных условиях истощения осетровых рыб естественной генерации, их сохранение и восстановление возможно за счёт эффективной деятельности осетровых рыбоводных заводов по искусственному воспроизводству. Для гарантированного обеспечения рыбоводных процессов качественными производителями в необходимых количествах требуется осуществление деятельности по ускоренному формированию продукционных стад в контролируемых условиях. Товарное осетроводство, хоть и не решит проблему восстановления природных ресурсов, но позволит в определённой степени снять пресс с их эксплуатации и насытить потребительский рынок продукцией из осетровых рыб. По экспертным оценкам в настоящее время на юге России ежегодно выращивается свыше 1,5 тыс. тонн товарных осетровых рыб и около 15 тонн чёрной икры и складывается тенденция к дальнейшему росту. Таким образом, активное развитие товарного осетроводства на юге России способствует решению актуальнейшей проблемы - сохранения природных популяций уникальных, реликтовых осетровых рыб на нашей планете.

Список использованных источников

1. Васильева, Л.М. Концепция формирования ремонтно-маточных стад для обеспечения осетровых рыбоводных заводов Волго-Каспийского бассейна производителями осетровых видов рыб: материалы Международной научно-практической конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна»/ Л. М. Васильева, Е. А.Федосеева, В.Н.Шевченко – Астрахань : КаспНИРХ, 2008. – С. 327–332.

2. Васильева, Л.М. Особенности современного состояния искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне / Л. М. Васильева, В. В. Наумов, Н. В. Судакова // Естественные науки. 2015. № 4 . С.90-95 .

3. Кокоза, А.А. Состояние искусственного воспроизводства осетровых в Волго- Каспийском регионе и меры по его интенсификации: автореф. дис. ... докт. биол. наук / А. А. Кокоза. – М., 2002. – 337 с.

4. Судаков, Г.А. Формирование промысловых запасов осетровых в Волго-Каспийском бассейне / Г. А.Судаков, А. Д. Власенко, Р. П. Ходоревская // Материалы Международной научно-практической конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». – Астрахань: КаспНИРХ, 2008. – С.153–157.
5. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2014 г. // Под редакцией В.Н. Василенко и др. – Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «МС», 2015. –384с.
6. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2015 г. // Под редакцией В.Н. Василенко и др. – Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «МС», 2016. – 369.
7. Абросимова, К.С. Проблемы выращивания личинок и мальков осетровых рыб в интенсивной аквакультуре и пути их решения / К.С. Абросимова, Н.А. Абросимова, Л.М. Васильева // Фундаментальные исследования. 2015. – № 2(9). – С. 1882-1886.
8. Чебанов, М.С. Нужна стратегия экологически ответственного и технологически эффективного развития /М.С.Чебанов // Вестник агропромышленного комплекса. 2016 г., июль, С.48-49.
9. Шевченко, В.Н. Результаты эксплуатации маточного стада осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги / В. Н. Шевченко, Л. В. Пискунова, А. А. Попова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2004 год. – Астрахань : КаспНИРХ, 2005. – С. 545–555.
10. Прошин, Я.Г. Пути решения проблемы дефицита производителей на осетровых заводах Севкаспрыбвода /Я.Г.Прошин, И. В.Максудьянц // Материалы Всероссийского совещания «Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб». – М., 2001. – С. 233–235.
11. Шаповалова, Л.А. Осетры выплывают из забвения /Шаповалова Л.А. // Вестник агропромышленного комплекса. 2016. Июль С. 46-47

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЗАПАСОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ

Н.В. Судакова, С.С. Астафьева, А.С. Суханова, А.А. Ивченко

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань,
ул. Татищева 20а, 414056, Россия bios94@mail.ru*

CONTEMPORARY ISSUES OF A RECOVERY OF THE NATURAL STURGEON STOCKS IN THE VOLGA-CASPIAN BASIN

N.V. Sudakova, S. S. Astafyeva, A.S. Suhanova, A.A. Ivchenko

*FGBOU IN "Astrakhan State University", 20a, Tatishcheva Str., Astrakhan,
414056, Russia. bios94@mail.ru*

Резюме. Рассматриваются вопросы повышения эффективности естественного и искусственного воспроизводства осетровых рыб. Установлено, что естественное размножение осетровых в Волге в современных условиях сведено к нулю, вследствие неблагоприятного гидрологического режима и сокращения численности производителей в местах нереста. Для повышения эффективности искусственного воспроизводства необходимо улучшать технологию выращивания рыб и формировать продукционные стада осетровых рыб в контролируемых условиях. Для сохранения и восстановления численности популяций осетровых рыб необходимо создавать условия для естественного нереста и совершенствовать искусственное воспроизводство.

Ключевые слова: осетровые рыбы, Каспийское море, гидрологический режим, естественное воспроизводство, искусственное воспроизводство, рыбы-производители, нерестилища, продукционные стада, численность популяций.

Abstract. The questions of increase of efficiency of natural and artificial reproduction of sturgeon. It was found that the natural reproduction of sturgeon in the Volga River in present-day conditions is reduced to zero, due to unfavorable hydrological regime and reducing the number of producers in the spawning grounds. To improve the efficiency of artificial reproduction technology is necessary to improve the cultivation of fish and productional form herds of sturgeon fishes in a controlled environment. To save and restore the number of sturgeon populations is necessary to create conditions for natural spawning and improve artificial reproduction

Keywords: sturgeons, Caspian Sea, hydrological regime, natural reproduction, artificial reproduction, parental fish, spawning areas, broodstocks, number of population.

Введение. Каспийское море - уникальный внутриматериковый водоем планеты со своеобразными условиями среды и редкими представителями ихтиофауны, многие из которых благодаря изоляции сохранились здесь до нашего времени в отличие от открытых водоемов всего мира. Бассейн Каспийского моря населяют рыбы многих ценных видов, но наиболее известными его обитателями являются представители семейства осетровых. Осетровые – реликтовые рыбы, освоившие водоемы Северного полушария миллионы лет назад, пережившие многие природные катаклизмы, обладающие уникальной пластичностью, позволившей им адаптироваться ко многим изменениям природы, вызванным развитием человеческой цивилизации. К настоящему времени естественные популяции осетровых рыб сохранились лишь в Каспийском бассейне, составляя более 90% мировых запасов, представленных в других водоемах лишь единичными особями [1]. К сожалению, в современных условиях каспийские осетровые рыбы находятся на грани исчезновения. Данные о численности и видовом разнообразии осетровых предоставляют ежегодно проводимые учётные съёмки научно-исследовательскими судами. По данным морских съемок Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ, г. Астрахань) стадо осетровых неуклонно сокращается. В составе популяций преобладают младшие возрастные группы, среди взрослых - доля самцов превосходит в 2-3 раза самок (при необходимом соотношении 1:1), а в видовом отношении в стаде преобладает русский осётр – 87-90%, севрюга – 9-12%, белуга – 1-1,5% [2].

Численность каспийских осетровых рыб на протяжении десятилетий нестабильна и испытывает значительные колебания. Наиболее высокие уловы осетровых в Каспийском бассейне приходились на начало прошлого столетия (39,4 тыс. т) и середину 70-х годов (27,4 тыс. т). К настоящему времени запасы осетровых резко сократились, что привело к введению в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне запрета на коммерческий вылов белуги с 2000 г., а с 2005 г. также осетра и севрюги [3]. Изъятие осетровых осуществляется только в качестве прилова при промысле полупроходных и речных рыб с

приоритетом для целей воспроизводства и проведения научно-исследовательских работ. Потеряв осетровых рыб в Каспийском бассейне, можно лишиться единственного природного стада этих уникальных рыб на нашей планете. Всё это приводит к необходимости принятия срочных мер по сохранению и восстановлению численности теперь уже редких, исчезающих ценных видов рыб. Для восстановления природных запасов осетровых следует осуществить комплекс мероприятий, в которых предусмотреть наряду с усилением природоохранных действий также меры по повышению эффективности естественного и искусственного воспроизводства.

Основная часть. В настоящее время в Волго-Каспийском регионе естественное воспроизводство осетровых рыб осуществляется под влиянием сложного комплекса природных и антропогенных факторов. Последние, выражаются в сокращении объема речного стока, внутригодовой деформации его режима, уменьшении поступления в море минеральных форм биогенных веществ, возрастании загрязнения водоемов, увеличении интенсивности незаконного, нерегулируемого промысла [4].

После ввода в строй Волгоградского гидроузла (1958 г.) сохранение генофонда осетровых рыб определяется состоянием естественных нерестилищ, расположенных в нижнем бьефе Волгоградский плотины. Известно, что после строительства плотины Волжской ГЭС площадь нерестилищ осетровых сократилась почти в 10 раз и составляет, по последним данным, около 380 га большая часть из которых (66,4%) располагается на русловых грядах и примерно треть составляют весеннезатопляемые нерестилища [5]. Зарегулирование стока Волги определило изменение гидрологического режима, образование обширной сети водохранилищ и гидроузлов, сокращение миграционных путей и нерестового фонда, что не могло не отразиться на состоянии и биологии осетровых рыб.

Нижний участок реки, оставшийся свободным для миграции и размножения рыб, несмотря на крупные изменения в его термическом и гидрологическом режимах, безусловно, может при создании соответствующих

условий эффективно осваиваться осетровыми для естественного размножения. Нерест этих рыб в зарегулированной реке позволит прежде всего сохранить гетерогенность природного стада, а также сложную многовозрастную структуру каспийских популяций осетровых. В условиях возросшего безвозвратного водопотребления на Волге весьма актуальное значение приобретает вопрос о мелиорации существующих нерестилищ на Нижней Волге. А.А. Кокоза (2004) в своих работах показал высокую экологическую приспособленность осетровых к различным условиям жизни в пределах своего ареала, их исключительную пластичность и ярко выраженную внутривидовую дифференциацию [6]. Это дает основание предполагать, что можно искусственно создать условия, соответствующие основным требованиям этих рыб в период размножения. Одним из таких мероприятий является мелиорация естественных нерестилищ в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла.

Происшедшие за последние несколько лет изменения в состоянии водных ресурсов и зарегулирование стока реки оказали отрицательное влияние на условия воспроизводства осетровых, что привело в конечном итоге к снижению их запасов и уловов. Дальнейшее рациональное использование запасов, сохранение и восстановление численности осетровых в Волго-Каспийском регионе в условиях мощного воздействия антропогенных факторов, возможно при выполнении комплекса мероприятий, предусматривающих повышение эффективности естественного их воспроизводства.

Среди факторов определяющих эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб наиболее важными являются гидрологический режим половодья и количество производителей пропущенных на нерест.

При сравнительном анализе материалов по естественному воспроизводству осетровых выявлено, что в 1966-1990 гг., когда на нерестилища Волги приходило достаточное количество производителей белуги, осетра и севрюги (более 1 млн. экз.) основным фактором, определяющим эффективность воспроизводства, был водный режим. В тоже время в 1991-2007 гг. формирование естественного воспроизводства осетровых проходило, с

одной стороны, в условиях устойчивого повышения водности Волги в весенне-летний период, с другой – постоянного сокращения нерестовой части популяции и соответственно прохода производителей на нерестилища. [7]. Значительное сокращение производителей на местах нереста происходит по причине возросшего влияния браконьерского лова, наиболее заметно это прослеживается в годы с малой водностью.

По мнению учёных и специалистов для повышения масштабов естественного воспроизводства осетровых рыб в Волге необходимо осуществить следующий комплекс мероприятий [8]:

1. Обеспечить в нижнем течении Волги в период весеннего половодья объем стока 120-130 км и в летнюю межень (июнь-август) - более 60 км.
2. Увеличить пропуск производителей на места нереста путём усиления мер по охране в период их нерестовой миграции и в период зимовки.
3. Провести мелиорацию нерестилищ осетровых.
4. Установить статус особо охраняемых территорий в местах естественного размножения осетровых с запрещением любых видов хозяйственной деятельности, способных нанести им ущерб.

В современных условиях эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне практически сведена к нулю в силу целого ряда причин, таких как неблагоприятный гидрологический режим в период размножения и значительное сокращение нерестовой части популяции, а также невозможность производителям подняться к местам нереста из-за возросших масштабов браконьерства. В таких условиях решающую роль играет искусственное воспроизводство. Благодаря, разработанной в 50-х годах прошлого столетия советскими учёными биотехнике искусственного воспроизводства и успешной деятельности осетровых рыбоводных заводов по выращиванию и выпуску молоди осетровых рыб в Каспийский бассейн, были восстановлены природные запасы этих ценных видов рыб. За весь период существования промышленного воспроизводства (более 60 лет) в Каспий выпущено свыше 3 млрд. заводской молоди осетровых. В настоящее время доля

рыб заводского происхождения в уловах достигла 65% у русского осетра, 45% у севрюги, 98% у белуги [2].

Однако, за последние 10-15 лет произошло существенное снижение масштабов искусственного воспроизводства. Так, если в предыдущие годы выращивалось и выпускалось в природные водоёмы Каспийского бассейна 100-120 млн. штук стандартной молоди, то в настоящее время объёмы сократились более чем в три раза.[9] Основной причиной такого положения является возрастающий дефицит качественных производителей естественных популяций. Выделяемые квоты на отлов осетровых рыб для целей воспроизводства рыбоводными заводами осваиваются на 7-10% в связи со значительным сокращением числа мигрирующих производителей. В сложившейся ситуации единственным выходом является формирование и эксплуатация резервных продукционных стад осетровых рыб в заводских условиях. В Астраханской области шесть осетровых рыбоводных заводов своевременно (начиная с 1999 года) приступили к этой работе. Благодаря этому последние 4-6 лет рыбоводная деятельность по искусственному воспроизводству осуществляется за счёт производителей из продукционных стад, что позволяет ежегодно выращивать и выпускать до 35 млн. штук молоди осетровых рыб в природные водоёмы [10]. Кроме того, необходимо совершенствовать существующую технологию, активно внедряя разработанную биотехнику выращивания и выпуска молоди укрупнённой навески.

Заключение. В современных условиях истощения естественных ресурсов осетровых рыб в Каспийском бассейне, где сосредоточено свыше 90% мировых запасов, необходимо принятие срочных мер по сохранению и восстановлению природных популяций этих видов рыб. Для решения поставленной задачи, прежде всего, следует повысить эффективность воспроизводства, как естественного, так и искусственного. Для повышения результативности естественного размножения осетровых рыб необходимо создавать благоприятные условия по гидрологическому режиму в период нереста и

пропуску производителей к местам нереста. Эффективность искусственного воспроизводства может быть повышена путём совершенствования существующей биотехнологии выращивания и выпуска молоди осетровых рыб в естественные водоёмы и формирования продукционных стад в контролируемых условиях для гарантированного обеспечения рыбоводных процессов. Успешное выполнение поставленных задач позволит сохранить генофонд и восстановить биоресурсы этих ценных реликтовых уникальных рыб на нашей планете.

Список использованных источников

1. Васильева, Л.М. Пути сохранения осетровых рыб в Каспийском бассейне //Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии:/ Л.М. Васильева, З. И. Абдрахова.- материалы Международной конф. с элементами науч. шк. для молодёжи. - Астрахань, 2010. –С. 223–225.

2. Ходоревская, Р.П., Современное состояние запасов осетровых каспийского бассейна и меры по их сохранению// Р.П. Ходоревская, В. А. Калмыков, А. А. Жилкин.- Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2012. – № 1. –С. 99–106.

3. Власенко, А.Д. Масштабы естественного воспроизводства осетровых в нижнем течении Волги в современных экологических условиях// А.Д. Власенко, П.В. Вещев.- Вопросы рыболовства. 2008. Т. 9. № 4(36). С. 912-926.

4. Власенко, С.А. Оценка эффективности естественного воспроизводства осетровых на Нижней Волге // С.А. Власенко, Г.И. Гутенева, С.С. Фомин.- Вопросы рыболовства. – 2012. – Т. 13, № 4(52). – С. 736-753.

5. Вещев, П.В., Современное состояние эффективности естественного воспроизводства осетровых в различных нерестовых зонах Нижней Волги // П.В. Вещев, Г.И. Гутенева.- Мат. Междунар. Научно-практ. Конф. «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке» (16-18 октября 2007 г.). – Астрахань, 2007. – С. 25-28.

6. Кокоза, А. А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб:

моногр. / А. А. Кокоза. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. – С. 208

7. Вещев, П.В. Состояние естественного воспроизводства осетровых в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла (2003-2007 гг.)// П.В. Вещев, Г.И. Гутенева, С.А. Власенко.- Мат. Междунар. науч. - прак. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна» (13-16 октября 2008 г., Астрахань). – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. – С. 68-72.

8. Судаков, Г.А., Состояние запасов водных биологических ресурсов Каспийского бассейна и меры по их сохранению в условиях развития нефтедобычи// Г.А. Судаков, А.Д. Власенко, Р.П. Ходоревская.- Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: материалы III Международной науч.-практич. конф. Астрахань, 2009. –С. 200–204.

9. Васильева, Л.М. Особенности современного состояния искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне / Л. М. Васильева, В. В. Наумов, Н. В. Судакова // Естественные науки. 2015. №4. С.90-95.

10. Васильева, Л.М. Современное состояние искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне// Л.М. Васильева, С.С. Астафьева.- Мат. II конф. в рамках Междунар. научно-технологического форума «Биоиндустрия – основа зеленой экономики, качества жизни и активного долголетия» «Инновационные технологии АПК России». – М., 2014. – С. 84.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА В БАССЕЙНАХ

В.А. Корниенко, Ю.В. Пилипенко

*Херсонский государственный аграрный университет
г. Херсон, Украина
e-mail: frank438@ya.ru; pilipenko_yurii@ukr.net*

OPTIMIZATION OF REARING OF RUSSIAN STURGEON'S FINGERLINGS IN THE POOLS

V. Kornienko, Y. Pilipenko

*Kherson state agricultural university,
Kherson, Ukraine
e-mail: frank438@ya.ru; pilipenko_yurii@ukr.net*

Резюме. В статье приводятся результаты исследований, направленных на оптимизацию элементов технологии кормления молоди русского осетра при подращивании в бассейнах до жизнестойких стадий. Проведенный анализ показал, что доведение относительного объема суточного рациона при кормлении подопытного материала до 40% от массы тела позитивно отображается на темпе роста, выживаемости и эффективности использования кормов.

Ключевые слова: молодь русского осетра, подращивание, кормление, рацион, средняя масса, выживаемость, продуктивность.

Abstract. This article focuses on the results of researches, which have been directed on the optimization of elements of technology of Russian sturgeon fingerlings' feeding in conditions of growing in the pools up to the vital stages. The analysis has shown, that finishing of the relative volume of a daily ration at feeding an experimental material up to 40 % from weight of a is positively reflected on the rate of growth, the survival rate and the efficiency of use of forages.

Keywords: Russian sturgeon fingerlings, rearing, feeding, diet, the average weight, survival, productivity.

Введение. Подращивание молоди осетровых в бассейнах до жизнестойких стадий является одной из наиболее сложных задач и выбор оптимальных технологических элементов кормления при этом является весьма актуальным [1, 3]. В этом плане существенное значение имеют вопросы, связанные с величиной суточного рациона и кратности его внесения в бассейны, что обсуждается и дискутируется на протяжении уже многих лет [3,

5]. С одной стороны, эти моменты должны максимально полно отображать особенности питания молоди осетровых в естественных условиях, с другой – быть экономически и технологически оправданным в плане расхода кормов на рост и затрат времени на те или иные рыбоводные операции. В связи с этим изучение возможностей оптимизации кормления молоди осетровых при выращивании рыбопосадочного материала приобретает исключительное значение. Наиболее сложным из этих вопросов, бесспорно, является кормление молоди осетровых на ранних стадиях постэмбриогенеза при подращивании их в бассейнах. Очевидно, что от режима кормления, объема рациона и качественного состава входящих в него компонентов зависят не только возможности реализации молодью потенциала роста и накопления массы, но и физиологическое состояние посадочного материала, что в дальнейшем в значительной степени будет определять его выживаемость, темп роста, резистентность к заболеваниям.

Материалы и методы. Для решения данной проблемы на протяжении ряда лет на базе Днепровского осетрового рыбовоспроизводственного завода (Украина, Херсонская обл.) проводились специальные исследования, направленные на изучение влияния объема суточного рациона личинок русского осетра в процессе их подращивания в бассейнах. В ходе проведения эксперимента формировались три варианта опыта с различной относительной величиной суточного рациона – 30, 40 и 50% от массы тела молоди. Контролем выступали производственные бассейны с относительной величиной суточного рациона в 20%. Как в экспериментальных условиях, так и в контроле зарыбление бассейнов осуществлялось с одинаковой плотностью посадки – 4,0 тыс. экз./м². Средняя масса свободных эмбрионов, использованных при формировании контрольных и опытных групп, составляла $18,10 \pm 0,01$ г ($C_v = 8,3\%$). Период подращивания продолжался 19 суток, массовый переход молоди на внешнее питание наблюдался на 8-9 сутки их содержания. Кормление личинок проводилось живыми кормами (науплиями артемии, дафнией и олигохетами) по общепринятой схеме соотношения кормовых объектов [4, 6].

Суточный объем рациона вносили в бассейны равными по массе частями в три приема – в 7⁰⁰, 13⁰⁰ и 20⁰⁰.

Контроль за абиотическими параметрами бассейнов осуществлялся с применением общепринятых в рыбохозяйственных исследованиях методик [7], с использованием технических возможностей производственной лаборатории осетрового завода.

Результаты исследований и обсуждение. Наблюдения за физико-химическими параметрами воды, поступающей в бассейны, показали – основные показатели не выходили за пределы допустимых норм, что исключает их влияние на ход эксперимента. Температура воды в бассейнах колебалась в период подращивания личинок от 16,3 до 22,5°C, со средневзвешенными показателями в пределах 17,8 – 21,3°C. Концентрация растворенного в воде кислорода была на достаточно высоком уровне, в среднем колебалась в пределах 6,0 - 6,3 мгО₂/дм³, и лишь иногда в предутренние часы снижалась до 5,5 - 5,7 мгО₂/дм³. Водородный показатель (рН) воды на протяжении всего периода наблюдений находился практически на одинаковом уровне, с незначительными колебаниями в пределах 8,0 - 8,6.

В результате проведенных исследований была получена подрошенная молодь русского осетра со средней индивидуальной массой от 56,38 до 95,45 мг (табл.).

Самые высокие показатели средней массы подрошенных личинок были характерны для экспериментальной группы бассейнов, в которых кормление проводилось с относительным объемом суточного рациона в 40% от массы тела (II вариант). В этом варианте их средняя масса при облове бассейнов колебалась в пределах 91,07-95,45 мг, в среднем составив 93,15 мг. Минимальные показатели средней массы личинок были получены в контроле, где средняя масса личинок колебалась в пределах от 56,38 до 62,99 мг при среднем значении 60,63 мг.

Таблица 1. – Влияние относительного объема суточного рациона на результаты подращивания личинок русского осетра в бассейнах

Вариант	Объем суточного рациона, % от массы тела	№ бассейна	Получено личинок		Выход, %	Рыбопродуктивность, г / м ²
			тыс.экз. м ²	средняя масса, мг		
I	30	5	2,07	90,92	51,79	150,59
		6	2,57	81,12	64,14	169,49
		7	2,43	87,35	60,80	168,11
		Среднее	2,36	87,46	58,91	163,52
II	40	17	2,47	92,94	61,86	185,10
		18	2,73	91,07	68,32	199,48
		19	2,37	95,45	59,27	183,56
		Среднее	2,53	93,15	63,15	190,08
III	50	29	2,28	88,56	57,12	160,71
		30	2,67	83,02	66,70	173,42
		31	2,26	87,66	56,57	157,27
		Среднее	2,41	86,41	60,13	164,69
контроль	20	41	1,98	62,99	49,59	89,14
		42	1,89	62,54	47,17	84,24
		43	2,42	56,38	60,59	92,95
		Среднее	2,09	60,63	52,45	89,16

При этом в условиях опыта личинки русского осетра продемонстрировали значительно более высокий уровень выживаемости по отношению к контрольным бассейнам. Самые высокие показатели выхода личинок наблюдались в экспериментальной группе, кормление которых осуществлялась с величиной суточного рациона в 40 % (II вариант), где выживаемость молоди колебалась в пределах от 59,27 до 68,32%, в среднем составив 63,15%.

Рыбопродуктивность опытных групп планомерно возрастала с увеличением объема суточного рациона кормления от минимальных значений в 84,24-92,95 г/м², в контроле, до максимальных в 183,56-199,48 г/м², во II варианте, соответственно. Дальнейшее увеличение относительного объема

суточного рациона до 50 % от массы тела молоди приводило к перерасходу кормов, снижению их усвояемости и, как следствие, к снижению выживаемости подращиваемых личинок в среднем до 60,13%, что обусловило уменьшение показателей рыбопродуктивности, которые колебались от 157,27 до 173,42 г/м², в среднем составив 164,69 г/м².

При этом целесообразно отметить, что до окончания периода эндогенного питания темп роста личинок был практически одинаковым, разница в скорости их роста не превышала 3 – 6 %. На 13-е сутки подращивания, с полным переходом личинок на внешнее питание, разница в темпе роста между отдельными экспериментальными группами и контролем достигала в среднем 13,00 - 15,44%. В конце периода наблюдений (на 18- 19-е сутки) она увеличилась еще существенно и колебалась в среднем от 23,81 до 29,47%.

Во всех опытных вариантах основной объем реализации потенциала роста личинками приходился на период активного питания, в контроле – на период внутреннего и смешанного питания (рис.).



Рисунок 1.– Относительные показатели приростов массы тела личинок русского осетра

Объем реализованного весового роста личинками в экспериментальных группах бассейнов за последние 6 суток наблюдений составлял 52,25-52,50%, в контроле был на 21,67-22,04% меньше и составил 40,93%.

Наименьшие затраты кормов наблюдались в контрольной группе и экспериментальных бассейнах I варианта – 3,18-3,39 и 2,85-2,96, соответственно. При увеличении величины относительного объема суточного рациона до 40 (II вариант) и 50% от массы тела личинок (III вариант) расходы кормов повышались и составляли в среднем в зависимости от варианта 3,71-3,79 и 5,02-5,08, соответственно. Наиболее высокие показатели коэффициента массонакопления (0,43-0,45) были характерны для II варианта, в то время как эффективность использования кормов личинками в других вариантах и контроле была несколько ниже.

Оценка уровня взаимного влияния ряда рыбоводных технологических параметров на результирующие показатели подращивании личинок русского осетра в бассейнах, выполненная с использованием статистических методов анализа, свидетельствуют о преобладающей значимости относительного объема суточного рациона, доля влияния которого составила 94,5%. Иные абиотические и технологические составляющие значительного влияния на результаты исследований не оказали, их суммарное действие не превышало 4,2%.

Заключение. Проведённые экспериментальные работы по изучению влияния кормового рациона на эффективность подращивания личинок русского осетра в бассейнах, полученные результаты и их анализ показали, что доведение относительного объёма суточного рациона при кормлении подопытного материала до 30 – 40% от массы тела при температурах воды в пределах 16-22°C позитивно отражается на темпе роста, выживаемости и эффективности использования живых кормов. Это обеспечивает повышение выхода подращенной молоди на 6-11%, их средней массы – на 10-35%, показателя рыбопродуктивности – на 32-54%.

Список использованных источников:

1. Васильева, Л. Аквакультура осетрообразных: учебно-практическое пособие. / Л.Васильева, Ю.Пилипенко, В.Корниенко, В.Шевченко, Р.Кольман, В.Плугатарьев, П.Лендел. – Херсон: Гринь Д.С., 2016. – 238 с.
2. Гершанович, А.Д. Экология и физиология молоди осетровых / А.Д. Гершанович, В.А. Пегасов, М.И. Шатуновский. – М.: Агропромиздат, 1987. – 215 с.
3. Кольман, Р. Комплексная программа выращивания товарных осетров // Пресноводная аквакультура: достижения и перспективы. – К. – 2000. – С. 44-50.
4. Шерман, І.М., Осетрівництво. / І.М. Шерман, В.О. Корнієнко, В.Ю. Шевченко. – Херсон: Олді-Плюс, 2011. – 356 с.
5. Шерман, І.М. Еколого-технологічні основи відтворення і вирощування молоді осетроподібних. / І.М. Шерман, В.Ю. Шевченко, В.О. Корнієнко, О.В. Ігнатов. – Херсон: Олді-Плюс, 2009. – 348 с.
6. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / Под ред. М.С. Чебанова. – Анкара: ФАО, 2010. – 325 с.
7. Алёкин, О.А. Основы гидрохимии. – Л: Гидрометиздат, 1970. – 443 с.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ГОДОВИКОВ ЛЕНСКОГО
ОСЕТРА**

В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**COMPARISON CHARACTERISTIC OF HEMATOLOGICAL
PARAMETERS OF DIFFERENT SIZED LENA STURGEON YEARLINGS**

V. D. Sennikova, S. I. Dokuchayeva

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В статье приведены материалы сравнительной характеристики картины крови разноразмерных годовиков ленского осетра. Установлено, что кровь более крупных по размеру годовиков ленского осетра характеризуется более высоким уровнем гемоглобина, эритроцитов и лимфоцитов, что свидетельствует об их большей адаптации к окружающим условиям и способствует их более значительной выносливости. У более мелких годовиков ленского осетра отмечено повышенное содержание моноцитов.

Ключевые слова: ленский осетр, годовик, гематологические показатели.

Abstract. The article cites the comparison characteristics of the blood observed with different sized Lena sturgeon yearlings. It is ascertained that the blood of larger Lena sturgeon yearlings is marked by higher hemoglobin, erythrocytes and lymphocytes which is the evidence of their better adaptation to the environment and contributes to their considerable sustainability. Lena sturgeon yearlings of smaller size are marked by the enhanced monocyte content.

Key words: Lena sturgeon, yearling, hematological parameters

Введение. Эффективность товарного осетроводства во многом зависит от состояния и качества получаемой молоди, ее жизнестойкости и физиологической полноценности. Все изменения, происходящие в организме, отражаются на гематологических показателях. Поэтому картина крови может служить достаточно тонким показателем физиологического состояния выращиваемой молоди рыб.

Материал и методы исследований. Работы по изучению крови годовиков ленского (сибирского) осетра проводились на базе отделения «Белоозерское» рыбхоза «Селец» Брестской области весной 2015 года. Пробы крови отбирали прижизненно из хвостовой вены, фиксировали гепарином. Дальнейшую обработку проб крови проводили по общепринятым методикам, определяли количество гемоглобина в гемометре ГС – 2 (типа Сали), число эритроцитов и лейкоцитов подсчитывалось в камере Горяева, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли в аппарате Панченкова. Мазки для подсчета лейкоцитарной формулы под микроскопом фиксировали метиловым алкоголем и окрашивали по Романовскому [1-8].

Результаты исследований и обсуждение. В сезоне 2014 г. в летне - ремонтных прудах отделения «Белоозерское» рыбхоза «Селец» были выращены сеголетки ленского осетра двух весовых групп: со средней массой тела 120-130 г и 50 - 60 г, которые были высажены на зимнее выращивание в бетонный бассейн площадью 46 м². Вода в бассейн поступала из сбросного канала Березовской ГРЭС, а плотность посадки составляла 33,7 экз./м² (5,7 кг/м²).

Во время зимнего выращивания осуществляли контроль за температурными, кислородными и гидрохимическими условиями. Температура воды в бассейне колебалась в ноябре от 9⁰С до 15,5⁰С, в декабре - от 8⁰С до 11⁰С, в январе составляла в среднем 11⁰С. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 7,8 до 10,2 мг/л благодаря высокому водообмену. Активная реакция среды находилась на уровне 7,7-8,5 единиц. За время зимнего выращивания (16 октябрь 2014 г. - 22 апрель 2015 г.) отход молоди не превышал 6%, преимущественно за счет мелких особей. На конец апреля средняя масса молоди ленского осетра составила 220 г.

В апреле 2015 года в рамках программы «Агропромкомплекс-устойчивое развитие» задания «Разработать и внедрить технологию выращивания жизнестойкого посадочного материала ленского осетра комбинированным способом в условиях рыбоводных хозяйств Беларуси» с целью контроля за

физиологическим состоянием молоди ленского осетра после зимнего выращивания были проведены гематологические исследования.

Результаты исследований показали, что повышенный темп роста у рыб первого года жизни, сопровождается по сравнению со старшими возрастными группами более низким содержанием гемоглобина, числом эритроцитов и сдвигом в лейкоцитарной формуле в сторону нейтрофилов, то есть характеризуется повышенной резистентностью и выживаемостью [9-11]. Среднее содержание гемоглобина у годовиков ленского осетра после зимовки составило значительную величину – 77,83 г/л, изменяясь в пределах 56,0-98,0 г/л, число эритроцитов находилось на уровне 0,34 – 0,78 млн./мкл при среднем значении 0,53 млн./мкл, число лейкоцитов при этом было 42,08 тыс./мкл, в среднем (таблица 1). СОЭ находилась на уровне 2,78 мм/час, в среднем.

Таблица 1. – Средние гематологические показатели годовиков ленского осетра, рыбхоз «Селец», 2015 г.

Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/час	Число эритроцитов, млн./мкл	Число лейкоцитов, тыс./мкл.	Лейкоцитарная формула, %			
				лимфоциты	моноциты	нейтрофилы	эозинофилы
77,83±	2,78±	0,53±	42,08±	63,2±	4,3±	26,0±	6,5±
8,0	0,85	0,06	3,19	2,2	1,12	2,28	1,52

Сравнение гемограмм разновозрастных годовиков ленского осетра после зимовки в бетонном бассейне, показало, что у более крупных рыб массой 116-170 г имело место удовлетворительное физиологическое состояние организма при более высоком содержании гемоглобина (86,0 г/л, в среднем) и числе эритроцитов (0,6 млн./мкл, в среднем), по сравнению с годовиками ленского осетра массой 45-80 г (69,67 г/л и 0,47 млн./мкл, соответственно) (таблица 2). Количество лейкоцитов в крови крупных и мелких годовиков ленского осетра было сходным, соответственно, 41,67 и 42,5 тыс./мкл, в среднем. Лейкоцитоз в весенний период характерен для осетровых рыб, что, видимо, связано с

активизацией лейкопоза при повышении температуры воды, а также более активным питанием рыб [1].

Пониженный уровень СОЭ -1,9 мм/час, в среднем, (норма для данного возраста ленского осетра 2 – 10 мм/час) у более мелких годовиков, также свидетельствует об их не очень хорошем физиологическом состоянии. В тоже время у рыб из другой группы СОЭ была в норме и находилась на уровне 3,67 мм/час, в среднем.

У рыб первых лет жизни в белой крови находится недостаточное количество лимфоцитов (35-50 %), а с возрастом их доля возрастает до 70 % и более [10-16]. Поэтому наряду с лимфоцитами у молоди рыб в поддержании иммунитета участвуют выделяющие бактерицидные вещества и выполняющие фагоцитарную функцию нейтрофилы (30-50%), а также моноциты и эозинофилы (до 10-12%), которые выводят из организма продукты распада клеток и инактивируют токсины. Известно, что при плохом физиологическом состоянии у молоди рыб увеличивается количество нейтрофилов, моноцитов и эозинофилов [1-16].

Снижение уровня физиологического состояния мелких годовиков ленского осетра подтверждается их лейкоцитарной формулой лимфоидного типа. В данной формуле показано содержание иммунокомпетентных клеток, отвечающих за иммунитет и синтез антител. Лимфоцитов было обнаружено ниже нормы на 13,0% и составило 58,1%, моноцитов - выше на 4,01% (6,3%), число эозинофилов составило 7,4%, что выше по сравнению с более крупными годовиками ленского осетра, охотно берущими корм. У таких экземпляров рыб показатели, соответственно, составили 68,4%, 2,29% и 5,51%. Количество нейтрофилов белой крови у обследованных рыб было в пределах нормы, но в группе крупных годовиков ленского осетра данный показатель ниже и составил 23,8%, у мелких годовиков - 28,2%. Показатели проведенных исследований отражены в таблице 2.

Таблица 2. – Средние показатели крови разноразмерных годовиков ленского осетра, рыбхоз «Селец», 2015 г.

Раз- мер годо- виков	Гемо- гло- бин, г/л	СОЭ, мм/час	Число эритро- цитов, млн./мкл	Число лейко- цитов, тыс./ мкл.	Лейкоцитарная формула, %			
					лим- фоциты	моно- циты	нейтро- -филы	Эози- но- филы
Мел- кие	69,67±	1,9±	0,47±	41,67±	58,1±	6,3±	28,2±	7,40±
	5,36	0,21	0,06	6,01	2,89	0,88	3,04	1,12
Круп- ные	86,0±	3,67±	0,6±	42,5±	68,4±	2,29±	23,8±	5,51±
	1,51	1,67	0,09	3,82	3,45	0,64	2,34	1,01

Закключение.

Исходя из выше изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Среднее содержание гемоглобина у годовиков ленского осетра после зимовки в бетонном бассейне составило значительную величину – 77,83 г/л, изменяясь в пределах 56,0-98,0 г/л, число эритроцитов находилось на уровне 0,34 – 0,78 млн./мкл при среднем значении 0,53 млн./мкл,

число лейкоцитов при этом было 42,08 тыс./мкл, СОЭ - 2,78 мм/час, в среднем.

2. Сравнение гемограмм годовиков после зимовки в бетонном бассейне, показало, что у более крупных особей ленского осетра имело место удовлетворительное физиологическое состояние организма на фоне более высокого содержания гемоглобина (86,0 г/л) и числа эритроцитов (0,6 млн./мкл), по сравнению с более мелкими годовиками ленского осетра (69,67 г/л и 0,47 млн./мкл, соответственно).

3. На не совсем удовлетворительное физиологическое состояние мелких годовиков ленского осетра в весенний период, указывает меньшее содержание в лейкоцитарной формуле иммунокомпетентных клеток лимфоцитов – на 13,0% (58,1%) и большее содержание моноцитов на 4,01% (6,3%) по сравнению с активно питающимися более крупными годовиками.

Список использованных источников

1. Головина, Н.А. Гематология прудовых рыб / Н.А. Головина, И.Д. Тромбицкий. - Кишинев: «Штиинца», 1989.-56 с.
2. Грушко, М.П., Гемопоз осетровых рыб/ О.В. Ложниченко., Н.Н. Федорова // Астрахань: Изд-во «Триада», 2009.-190 с.
3. Житенева, Л.Д. Эволюция крови / Л.Д. Житенева, Э.В.Макаров, О.А. Рудницкая. - Ростов-на-Дону, 2001.-112 с.
4. Житенева, Л.Д. Эколого - гематологические характеристики некоторых видов рыб // Л.Д. Житенева, О.А. Рудницкая, Т.Н. Калюжная // Справочник.- Ростов-на-Дону: Изд-во «Молот», 1997.-152 с.
5. Житенева, Л.Д. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб // Л.Д. Житенева, Т.Г. Полтавцева., О.А. Рудницкая. - Ростов – на Дону: Кн. изд-во, 1989.- 112с.
6. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб//Минсельхозпрод России.- Москва, 1999.-16 с.
7. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб/ Н.Т. Иванова.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1999. - 50с.
8. Иванова, Н.Т. Материалы к морфологии крови рыб / Н.Т. Иванова // Ростов – на - Дону, 1970. - 138 с.
9. Иванова, Н.Т. Система крови. - Ростов – на – Дону / Н.Т. Иванова //Ростов – на Дону, 1995.-155 с.
10. Сенникова, В.Д. Гематологические характеристики производителей Ленского осетра, выращенных в условиях рыбхозов Беларуси / В.Д. Сенникова. - Кишинев, 2011.- С.227-231.
11. Корабельникова, О. В. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae* Bonaparte, 1832) при выращивании в индустриальных хозяйствах / О.В. Корабельникова //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.- Москва, 2009.- 25 с.

12. Сенникова, В.Д. Гематологическая характеристика годовиков ленского осетра, выращенных в условиях республики Беларусь / В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева // Аквакультура сегодня: Доклады Всероссийской научно-практической конференции 4.02.2015 г, Москва, 2015. – С.201-204
13. Сенникова, В.Д. Сравнительная характеристика одновозрастных особей ленского осетра и веслоноса / В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева // Перспективы и проблемы развития аквакультуры в составе АПК, сборник ВНИИР, 2014. - С. 279-283.
14. Сенникова, В.Д. Динамика показателей крови разнополых особей ленского осетра в сезонном аспекте / В.Д. Сенникова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. научн. ст. / РУП « Институт рыбного хозяйства». – Минск, 2012. – Вып. 28. - С.153-161.
15. Кривошеин, В.В Гематологические и интерьерные показатели осетров при тепловодной биотехнологии / В.В. Кривошеин // Вестник КГУ им. Некрасова, №8 - 2006. - С.10-12
16. Ручин, А.Б. Влияние переменной и постоянной освещенности на рост, физиологические и гематологические показатели мальков сибирского осетра / А.Б. Ручин // Зоологический журнал, том87, №8. - 2008. - С. 964-972

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

УДК 639.2.052.2: 639.3.036

АНАЛИЗ ЭКОСИСТЕМНОГО ОТВЕТА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ОЗЕРО-РЕКА» НА ПРОВЕДЕНИЕ РЫБОВОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

*В.Г. Костоусов, Т.И. Попиначенко, И.Н. Баран, И.Н. Селивончик,
Б.В. Адамович*, Т.В. Жукова*, Ю.К.Верес*, И.В.Савич*, Макаревич О.А.**

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Белорусский государственный университет, belaqualab@gmail.com*

STUDY OF ECOSYSTEMIC FEEDBACK OF HYDROLOGICAL COMPLEX “LAKE-RIVER” TO FISH BREEDING ACTIVITIES

*V.G. Kostousov, T. Popjnachenko, I. Baran, I. Selivonchik,
B. Adamovich*, T. Zhukova*, J. Veres*, I. Savich*, O. Makarevich**

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Belorussian State University, Minsk, Belarus*

Резюме. Рассмотрен суммарный эффект от рыболовных мероприятий на среду обитания и состояние ихтиофауны системы из двух озер и вытекающего участка реки. Обсуждается влияние зарыбления растительноядными и хищными рыбами. Показано, что воздействие белого амура на первичное звено способствовало подвижкам в экосистеме в целом, в том числе формированию новых условий для нагула рыб. Это, а также вселение дополнительного количества щуки, привело к изменению трофического и рыбохозяйственного статуса водоемов. Величины промысловых запасов рыбных ресурсов в озерах понизились, но возросла их качественная значимость.

Ключевые слова: озеро, экосистема, ихтиофауна, пастбищное рыболовство

Abstract. There is reviewed the cumulative effect of fish breeding activities on habitat and status of fish fauna of the system incorporating two lakes and outflowing section of the river. There are studied the impact produced by stocking with

herbivorous and predatory fishes. It is demonstrated that the influence produced by white amur at the primary link has stimulated some developments and movements in ecosystem in general, including formation of new conditions for fish feeding. The above said as well as stocking with some additional quantity of spike has resulted in some changes in trophic and fishery status of water reservoirs. The volumes of commercial fish stocks in the lakes have decreased although their quality has increased.

Key words: Lake, ecosystem, fish fauna, pasturable fish breeding

Введение. Вселение нагуливающих видов рыб прудового комплекса является одним из действенных методов повышения эффективности ведения рыболовного хозяйства на естественных водоемах. В зависимости от целей, которые ставят при выборе направлений, эффект достигается либо через коренную реконструкцию имеющейся ихтиофауны (что достаточно трудоемко), либо через ее обогащение хозяйственно-значимыми видами за счет вовлечения имеющихся ресурсов кормовой базы. В условиях озер Беларуси аборигенная ихтиофауна, как правило, наиболее полно использует ресурсы зообентоса, в меньшей степени зоопланктона, а мало используемый резерв кормов, представлен преимущественно сестоном и биомассой макрофитной растительности. По этой причине использование растительноядных рыб, практически не конкурирующих с аборигенами за корма, считается эффективным способом ведения пастбищного рыбоводства без предварительного снижения численности аборигенных видов. Вместе с тем, комплексное воздействие указанных рыбоводных мероприятий на экосистему водоема противоречиво и не достаточно изучено.

Цель работы. Проанализировать степень воздействия методов пастбищного рыбоводства (через влияние на экосистему и рыбное население макрофитного озера) на экосистемный ответ гидрологического комплекса из двух сообщающихся озер и участка реки.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на двух смежных озерах различной площади и трофического уровня- Большие и Малые Швакшты и вытекающего участка р.Страча (рис.1). С 2003гг. в оз. Большие Швакшты проведены посадки ряда видов рыб в целях увеличения промысловой

рыбопродуктивности, в том числе щуки и растительоядных. В целях изучения воздействия вселенцев на отдельные элементы и экосистему в целом, изучали изменение гидрохимического режима, численности и биомасс фито- и зоопланктона, а также зообентоса в каждом из озер и прилегающем участке реки. Ответ ихтиоценоза на проведение мероприятий изучали через определение видового состава и продукционных характеристик ихтиофауны, а также изменения структуры промысловых уловов. При описании характеристики экосистемы озера использованы данные натурных съемок 2014-2015гг, а также материалы прежних лет наблюдений и литературные источники [1,2]. Характеристики уловов и состояния рыбных ресурсов приведены на основании анализов промысловых и контрольных уловов, данных промысловой статистики и материалов прошлых лет наблюдений [3,4].

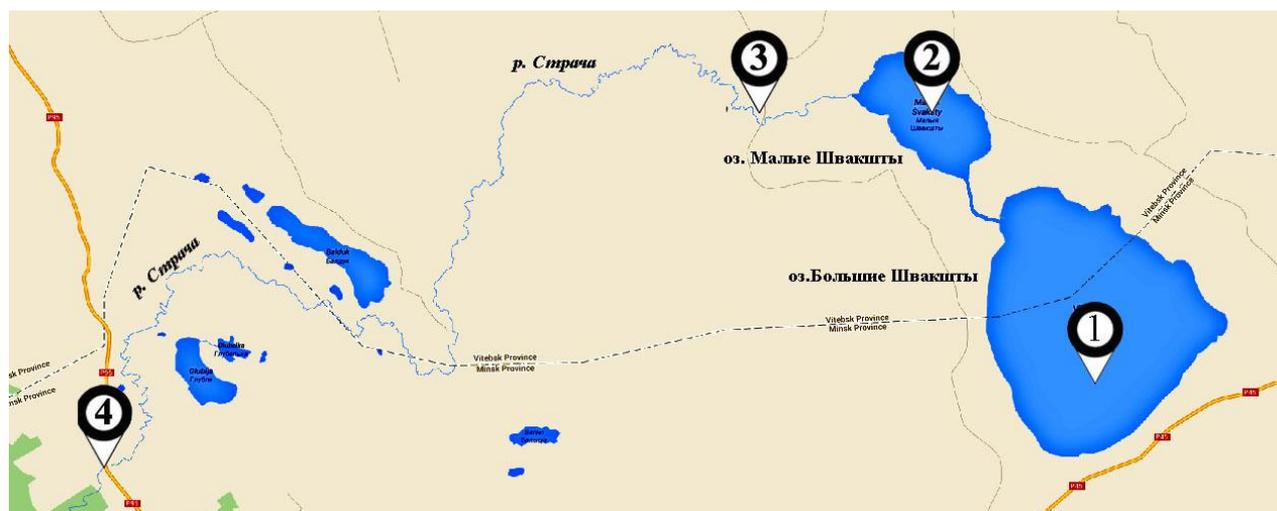


Рисунок 1. - Система озер Большие и Малые Швакшты, река Стреча и станции гидроэкологических наблюдений

1 – пелагиаль оз. Большие Швакшты, 2 – пелагиаль оз. Малые Швакшты, 3 – р. Стреча в 1,4 км ниже оз. М. Швакшты, 4 – р. Стреча в 12,0 км ниже оз. М. Швакшты по прямой или примерно в 18,8 км по извилинам реки

Результаты и их обсуждение. Оз. Большие Швакшты, площадью водного зеркала 956га, расположено на территории национального парка «Нарочанский» и используется для организации промыслового и платного любительского лова. Неширокой протокой оно соединяется с нижележащим оз. Малые Швакшты, площадью водного зеркала 191га, и далее сток идет в р.

Страча (бассейн р. Неман – рис. 1.). До начала проведения интенсивных рыбоводных мероприятий, оз. Б.Швакшты характеризовалось как неглубокий, слабо эвтрофный (мезотрофный), зарастающий водоем. До 80% площади зарастания занимали погруженные формы макрофитов (хара, рдесты, элодея и т.п.) [1,2]. Рыбное население водоема было представлено комплексом аборигенных видов, свойственных большинству водоемов Белорусского Поозерья. По составу ихтиофауны оз. Б.Швакшты ранее характеризовалось как плотвично-окуневое [3]. Оз. М.Швакшты характеризовалось как слабоэвтрофное (мезотрофное с признаками дистрофикации), мелководное, заросшее [1,2], проективная площадь покрытия макрофитами достигала 100%, из которых доминировали растения с плавающими листьями (кушинка и кубышка), а также погруженные гидрофиты (телорез, рдесты, элодея). По рыбохозяйственной классификации характеризовалось как карасево-линеевое [3]. С 2003г. по 2008г. в целях роста рыбопродуктивности и повышения привлекательности для рыболовов любителей в оз. Б.Швакшты произведены посадки щуки, угря, карпа, белого амура, пестрого толстолобика. Всего за указанный период в озеро посажено 130,55 тыс. годовиков и двухлеток/двухгодовиков нагуливающих рыб (без учета угря), что составило 137 экз./га, из них 58,5% составила доля белого амура и 15,9% доля щуки.

Уже к концу 2008 г., выявили кардинальные изменения экологической ситуации в оз. Б.Швакшты под воздействием растительноядных рыб, которые проявились в изменении трофического статуса – озеро практически превратилось в гипертрофный водоем [5]. По существующей протоке вселенцы проникли в оз. М. Швакшты, где оказали не менее значимое влияние. По отдельным компонентам экосистемы ответ выглядит следующим образом.

Гидрохимический режим. Изменения отмечены в первую очередь через прозрачность воды, которая в обоих озерах уменьшилась до 0,5 м (табл.1.). Минеральный состав в целом не претерпел изменений, за исключением некоторых компонентов. Вода оз. Большие Швакшты мягкая, преобладают катионы кальция, магния и хлорид-ионы. За период с 1991 г. по настоящее

время несколько возросло содержание в воде озера катионов кальция и магния, и, как следствие, жесткость воды несколько повысилась. Концентрации общего железа и хлоридов отмечены в пределах сложившейся нормы, тогда как концентрации биогенных элементов (аммонийных форм азота) несколько повышены. Показатели качества вод оз. Малые Швакшты в значительной степени определяются объемом стока из оз. Большие Швакшты.

Таблица 1. – Гидрохимические показатели озер и участка реки

Показатели	Ед.- цы изм.	Величины					
		оз. Б.Швакшты*		оз. М.Швакшты*		р. Страча**	
		05.1991	06.2014	06.1972	06.2014	04.2014	06.2014
Прозрачность	м	2,4	0,5	2,0	0,5	До дна	До дна
pH	-	8,45	-	8,73/8,84	8,0	-	-
Температура	°C	+12,8	17,0	-	+15,2/+15,8	8,1	16,4
Конц-ция O ₂	мг/л	12,60/-	-	9,97/9,32	-	-	=
Жесткость общая	МГ- экв. /л	3,0/2,8	4,5/4,4	-	3,6/3,8	3,4/3,3	4,0/3,8
Конц-ция Ca ²⁺	мг/л	40,0/36,0	44/42	-	38,0/36,0	42,0/44,0	44,0/42,0
-//- Mg ²⁺	- // -	10,0/9,0	28/28	-	21,0/24,0	16,0/13,4	22,0/21,0
-// Fe _{общ.}	- // -	0,04/0,07	0,05/0,06	0,09/0,09	0,04/0,04	0,02/0,04	0,05/0,06
-//- NH ₄ ⁺	мгN/л	0,40/0,20	0,90/0,94	0,105/0,105	1,16/0,96	0,89/0,79	0,88/0,64
-// - NO ₂ ⁻	- // -	0,015/0,015	0,004/0,004	-	0,004/0,006	0,009/0,010	0,006/0,003
-// - NO ₃ ⁻	- // -	2,00/1,60	0,86/0,79	-	0,86/0,79	0,86/1,07	0,89/0,92
-// - P _{мин.}	мгP/л	0,20/0,15	0,020/0,018	0,02/0,02	0,024/0,026	0,026/0,024	0,028/0,026
Окис-ть пер- манганатная	мгО/л	9,60/-	10,15/10,48	7,28/7,28	10,48/10,15	11,76/13,12	13,84/11,83

*в числителе данные по поверхности, в знаменателе – в придонном слое;

** в числителе данные по створу 1, в знаменателе – по створу 2

По этой причине гидрохимический режим определяется морфометрией и объемом поступления. Помимо общего ионного состава, определяющее значение здесь также имеют соединения азота и фосфора, выступающие

показателем биогенного загрязнения. При некотором снижении содержания минеральных форм фосфатов (табл.1), концентрация общего фосфора в воде озер увеличилась в среднем в пять раз [6].

Конечным звеном в цепочке изучаемых водных объектов выступает р. Страча, качество вод в которой определяется стоком из оз. М.Швакшты. Жесткость воды в реке была близка к средней, с доминированием катионов кальция. Общий минеральный состав близок к воде озер, с некоторым увеличением содержания ионов кальция. Последнее может объясняться более интенсивным вымыванием из подстилающих грунтов. Содержание биогенных веществ в воде реки несколько снижается, а процессы самоочищения возрастают от створа 1 к створу 2.

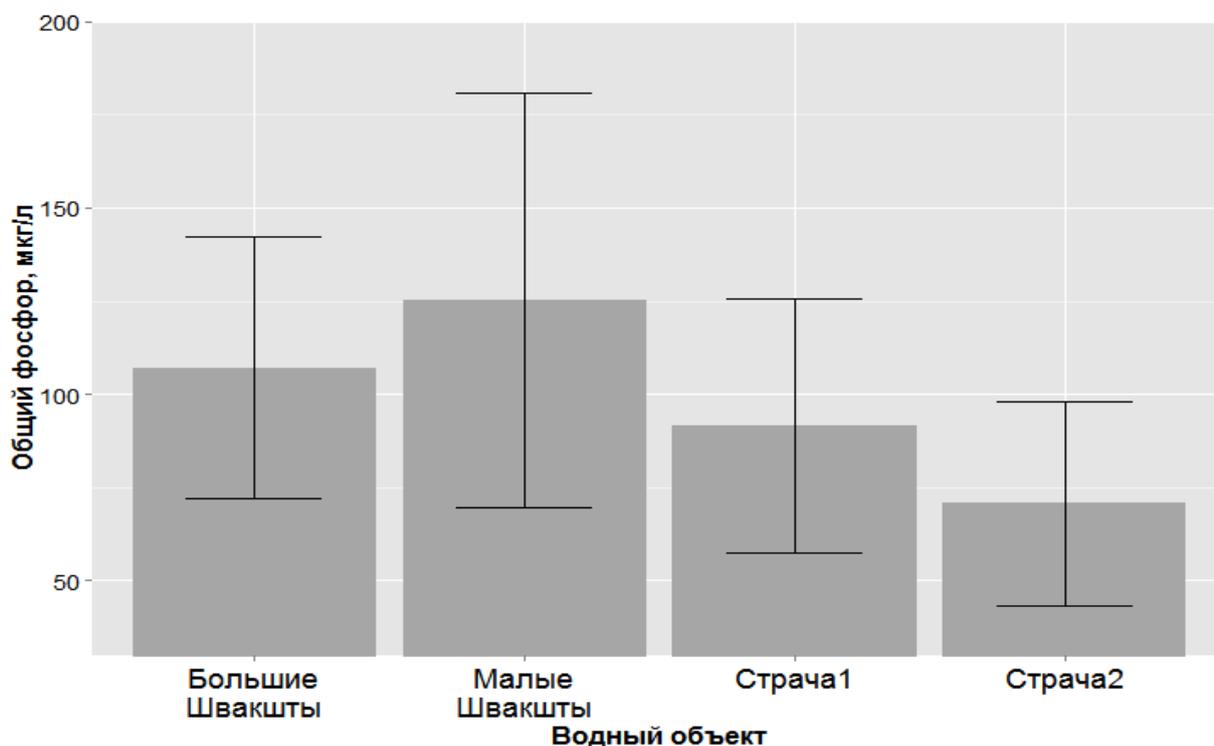


Рисунок 2. – Концентрация общего фосфора в воде оз. Большие и Малые Швакшты и р. Страча в 2014 г. (вариабельность указана в виде стандартного отклонение)

Главная роль в процессах эвтрофирования поверхностных вод принадлежит основным биогенным элементам – азоту и фосфору [7-11]. При этом чаще всего основным фактором, оказывающим влияние на развитие первичных продуцентов и трофность водоемов и водотоков, является фосфор.

Среднесезонное содержание в воде общего фосфора имело тенденцию к уменьшению в системе исследуемых водных объектов (рис. 2). Снижение концентрации фосфора также указывает на определяющее влияние озер на содержание этого биогена в воде р.Страча.

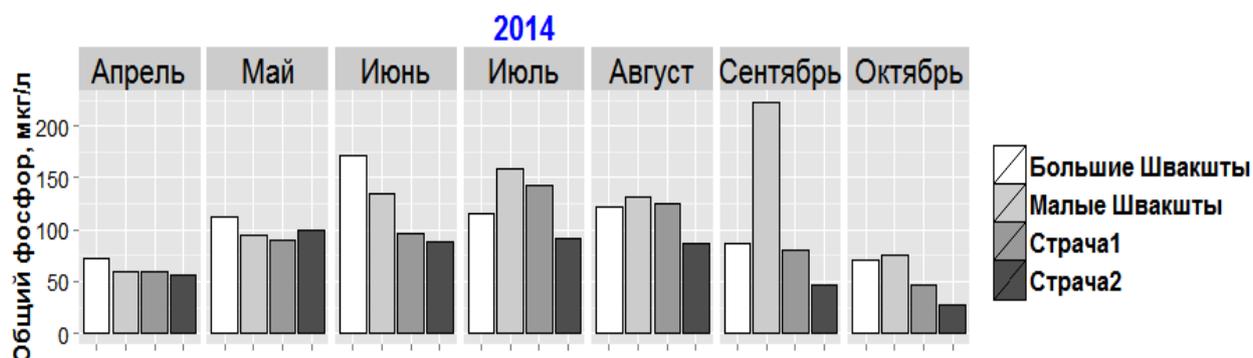


Рисунок 3. - Концентрация общего фосфора в воде оз. Большие и Малые Швакшты и р. Страча в течение вегетационного сезона 2014 г

Динамика содержания общего фосфора в воде исследуемых водных объектов показана на рис. 3, из которого следует, что концентрация фосфора в озерах и р. Страча в апреле находится на самом низком уровне.

В оз.Б. Швакшты она достигает максимума в июне, в оз. М, Швакшты – в июле. Отмечено снижение концентрации общего фосфора вниз по течению, т.е. его усвоение в озерах и реке идет очень активно, что способствует снижению концентрации фосфора в системе водных объектов. При этом, до июля содержание общего фосфора в Больших Швакштах превосходит таковое в Малых.

В летний период концентрация фосфора в озерах неизменно выше, чем на обоих створах реки. Концентрация минерального фосфора на всех объектах в течение сезона находилась фактически на пороге его определения (0,001 мг/л) и только на створе «Страча 2» в мае и августе достигла 0,031 и 0,024 мг/л, что еще раз подтверждает лимитирование развития первичных планктонных продуцентов в озерах именно по фосфору.

Иная картина отмечена для общего азота. Его содержание варьировало, как в изученных водных объектах (рис. 4) , так и в течение сезона (рис. 5) .

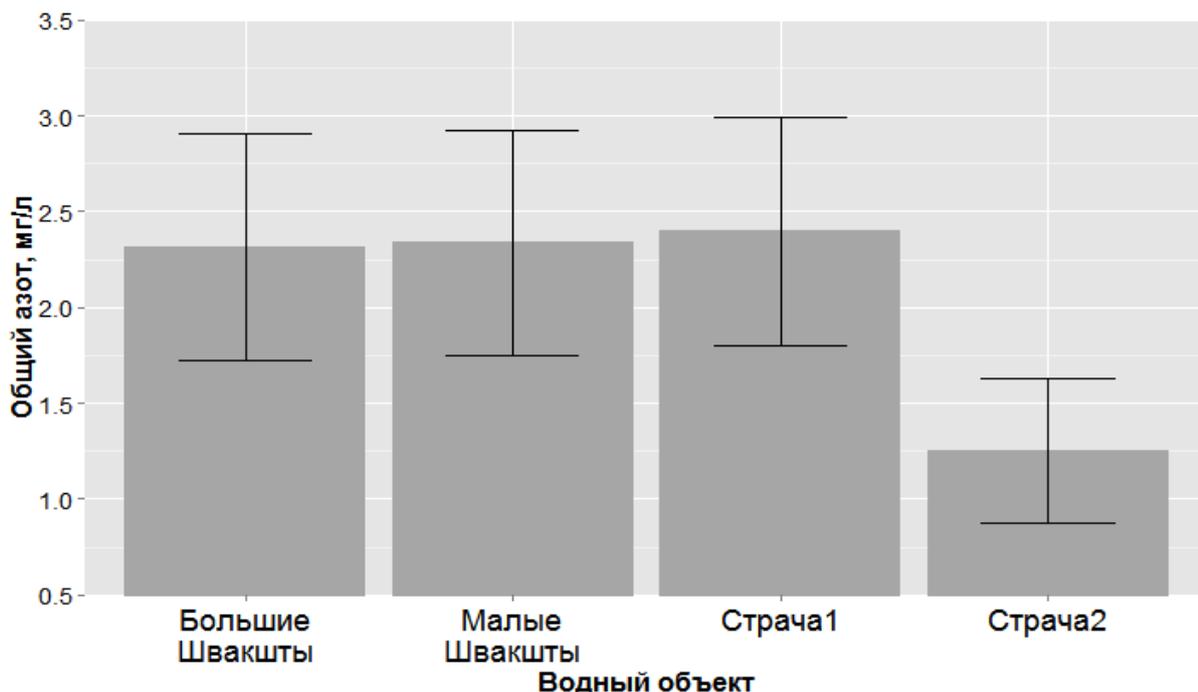


Рисунок 4. – Концентрация общего азота в воде оз. Большие и Малые Швакшты и р. Страча в 2014 г. (вариабельность указана в виде стандартного отклонение)

Неизменным оставалось только то, что наименьшая концентрация в каждый месяц наблюдения была отмечена на втором створе р. Страча, т.е. общий азот аккумулировался преимущественно в озерах.

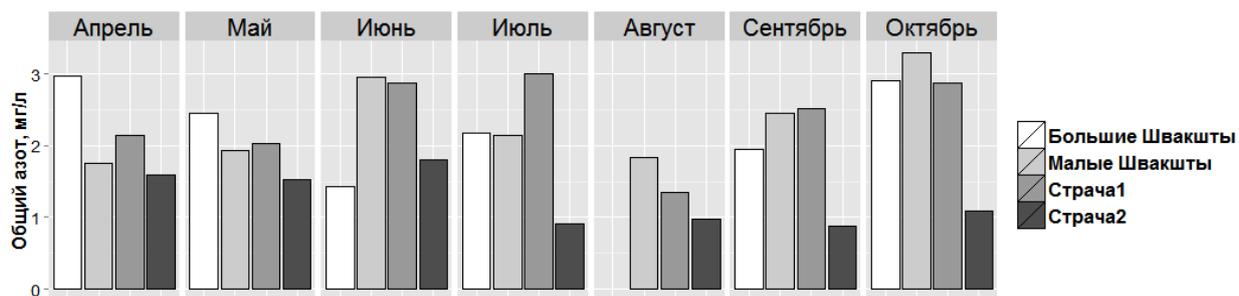


Рисунок 5. - Концентрация общего азота в воде озер Большие и Малые Швакшты и р. Страча в течение вегетационного сезона 2014 г.

Известно, что фосфор становится лимитирующим фактором при отношении N/P более 7 [12]. Как видно из табл. 2. отношение N/P для изученных водных объектов составило в среднем от 20,61 до 30,53 при медианных значениях от 18,57 до 29,88. Минимальное отношение

зарегистрировано в Больших Швакштах в июне – 8,35, максимальное – на створе Страча 1 в октябре (62,43). Если принять во внимание тот факт, что по некоторым литературным источникам фосфор выступает лимитирующим фактором при более высоких соотношениях (12–17) [13-16], то в Малых Швакштах в июле, в Больших Швакштах в июне и в р. Страче на втором створе в мае и июле лимитирование развития первичных планктонных продуцентов могло идти по содержанию азота.

Таблица 2. - Отношение общего азота к общему фосфору в воде изученных водных объектов в 2014 г.

	Водный объект	Среднее	Стандартное отклонение	Медиана	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Большие Швакшты	25.70	13.18	22.05	8.35	41.60
2	Малые Швакшты	22.04	11.55	20.31	11.00	43.87
3	Страча 1	30.53	16.28	29.88	10.77	62.43
4	Страча 2	20.61	10.66	18.57	9.98	40.26

Содержание минерального азота в воде всех исследуемых объектов снижалась в течение вегетационного сезона (рис. 6).

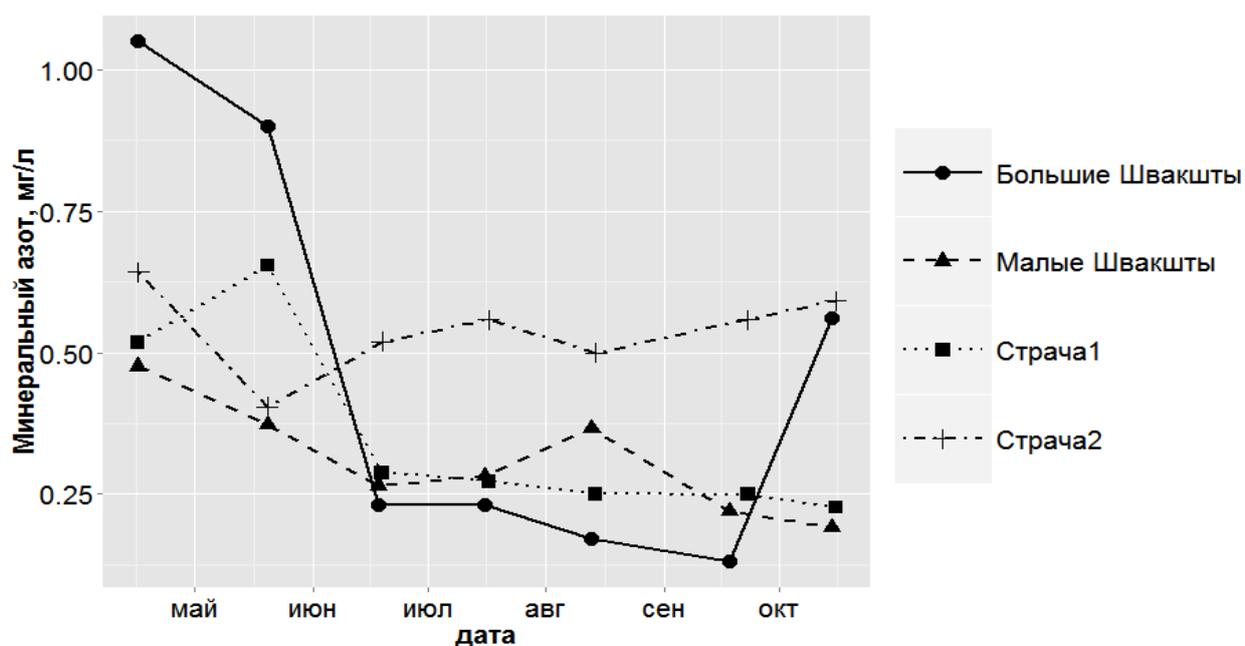


Рисунок 6. - Динамика содержания минерального азота в воде озер Большие и Малые Швакшты и р. Страча в течение вегетационного сезона 2014 г.

Снижение концентрации было особенно заметно в оз. Б. Швакшты, где в апреле она была практически вдвое выше, чем на остальных точках наблюдения.

Динамика общего и минерального азота свидетельствует что оз. Б.Швакшты испытывает наибольшую из исследуемых объектов нагрузку по этому элементу на единицу объема воды и, по всей видимости, является одним из основных источников поступления азота для ниже лежащих водоема и водотока.

Анализ содержания основных биогенов показывает, что до июля по фосфору и до июня по азоту оз. М. Швакшты может выступать некоторым буфером и способствовать разбавлению и улучшению качества воды поступающей из системы озер в р. Страча. Затем пик содержанию биогенов смещается к оз. М. Швакшты и уже не способствует снижению трофности в водотоке.

Макрофиты. Благодаря достаточно высокой прозрачности воды оз. Б.Швакшты ранее характеризовалось сильным развитием погруженной и надводной растительности[1,2]. Вдоль берегов на всем протяжении тянулась полоса из тростника и камыша с примесью рогоза, ситняка, хвоща шириной до 50-100м. У северного и западного берегов получил развитие пояс из растений с плавающими листьями (кубышка, кувшинка и рдест плавающий с примесью телореза и стрелолиста). Однако, основное значение в биомассе макрофитов играли погруженные формы (преимущественно харовые), создававшие густые заросли на карбонатных грунтах. Общая площадь зарастания оценивалась в 80-85% проективного покрытия площади дна. В настоящее время сохранился и выражено присутствует только пояс надводной растительности примерно в прежних границах зарастания. Практически пропали и растения с плавающими листьями. Погруженная растительность сильно изрежена, произошел переход от сплошного покрытия к фрагментарному, но площадь распространения все еще остается в прежних пределах. Оз. М.Швакшты отличалось ранее сплошной зарастаемостью [2]. Вдоль берега на 50-100м тянулся пояс надводной

растительности из тростника, камыша, рогоза, хвоща, сменявшийся кувшинкой, частухой, рдестами, элодеей, телорезом, которые ковром устилали дно водоема. Наибольшие глубины были покрыты зарослями хары. Проективная площадь покрытия достигала 100% площади акватории. Как и в оз. Б.Швакшты в данном водоеме в настоящее время зарастаемость сократилась до пояса надводных макрофитов и занимает не более 20%. Из-за снижения прозрачности воды практически полностью выпали не только погруженные фрмы, но и растения с плавающими листьями, отмечаемые в настоящее время только среди макрофитов прибрежных мелководий. Таким образом, изменения отразились на общей площади зарастания, в основном за счет сокращения распространения «мягкой» погруженной растительности.

Фитопланктон. Данные по уровню развитию фитопланктона в оз. Б. Швакшты в разные периоды наблюдений представлены в табл. 3.

Таблица 3. – Биомасса фитопланктона оз. Б.Швакшты и долевого вклад в нее различных отделов водорослей

Показатели	Период											
	13.07.1971 г.	14.07.1974 г.	21.07.1974 г.	июнь 2008 г.	2014 г.							
					апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Биомасса фитопланктона мг/л	9,45	4,31	1,59	28,9	11,52	16,63	42,50	13,95	23,78	16,8	10,0	
Доля в общей био-массе, %	Синезеленые	21,9	91,0	10,3	65,9	5.5	39.3	37.3	52.3	52.6	62.9	39.2
	Диатомовые	19,2	0,4	21,6	21,4	44.3	19.0	52.7	11.6	21,0	16.6	10.9
	Криптофитовые	33,2	5,2	13,0	12,7	10.7	7.3	1.1	12.2	4.1	1.8	7.3
	Золотистые	15,6	0,1	0,0		20.0	3.9	0.4	2.6	6.4	4.2	9.0
	Зеленые	4,2	3,3	7,2		16.5	22.4	7.7	14.7	12.1	13.9	27.9
	Динофитовые	-	0,0	48,0		1.8	0,0	0,0	1.1	1.4	0,0	0,0
	Эвгленовые	5,9	0,0	0,0		1.1	0.6	0.5	5.6	2.4	0.6	4.8
	Желто-зеленые	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0.3	0,0	0,0	0,0	0,0

В настоящее время в озере наблюдается интенсивное развитие фитопланктона. Биомасса водорослей в 2014 г., была высокой на протяжении всего вегетационного сезона и в среднем, за период, составила $19,3 \pm 11,2$ мг/л. В летние месяцы 2014г. биомасса фитопланктона изменялась в диапазоне 13,9-42,5 мг/л, тогда как в более ранние периоды наблюдений она была заметно ниже: в июле 1971г. составляла 9,4 мг/л, в июле 1974г. – 1,6-4,3 мг/л.

Сравнительный анализ количественного и качественного состава фитопланктона оз. Б.Швакшты указывает на возрастание количественных характеристик водорослей в целом, а в их структуре –на рост значения синезеленых водорослей на фоне снижения доли золотистых и криптофитовых.

На оз. М. Швакшты комплексных гидроэкологических исследований вплоть до 2014 г. практически не проводили. Имеются лишь единичные данные по некоторым показателям за предыдущее время. В табл.4 приведены данные по биомассе фитопланктона в оз. М. Швакшты в разные периоды наблюдений.

Таблица 4. – Биомасса фитопланктона оз. М. Швакшты и долевого вклад в нее различных отделов водорослей

Показатели		Период								
		28.07. 1972	10.08. 1997	2014 г.						
				апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Биомасса фитопланктона, мг/л		5.61	2.19	14.31	10.74	18.73	33.85	44.25	18.33	22.88
Доля в общей биомассе, %	Синезеленые	36,7	59.82	6.29	24.60	21.69	43.85	37.26	39.60	13.83
	Диатомовые	24,0	1.60	33.06	25.56	46,81	12.97	39.35	14.81	27.27
	Криптофитовые	30,6	32.01	2.82	2.31	0.82	1.27	2.55	3.31	3.34
	Золотистые	-	0.00	48.35	8.23	18.44	9.39	7.29	24.55	41.06
	Зеленые	6,0	3.29	5.58	20.03	12.19	22.74	9.83	11.81	14.50
	Динофитовые	-	3.11	0.76	5.81	0	9.78	1.94	0	0
	Эвгленовые	2,7	0	3.15	1.73	0	0	1.77	0.67	0

В настоящее время в оз. М. Швакшты, также как и в оз. Б Швакшты, наблюдается интенсивное развитие фитопланктона на протяжении всего вегетационного периода. Средневегетационная величина биомассы фитопланктона в 2014 г. составила $23,3 \pm 11,8$ мг/л. Биомасса фитопланктона в летние месяцы 2014 г. изменялась в диапазоне 18,7-44,2 мг/л, тогда как в июле 1972 г. она составила 5,6 мг/л, в августе 1997 г – 2,2 мг/л. В структуре фитиопланктона существенных изменений по значению сине-зеленых и диатомовых водорослей не выявлено, но отмечено существенное увеличение доли золотистых на фоне снижения доли криптофитовых.

Хлорофилл. Содержание хлорофилла служит одним из показателей прогрессирующего эвтрофирования и в изученных водных объектах в среднем за сезон составило от 9,64 мкг/л на створе «Страча 2» до 48,25 мкг/л в оз. Малые Швакшты. Максимальное значение отмечено в оз. Большие Швакшты в июне – 68,5 мкг/л, минимальное – на створе «Страча 2» в октябре (2,37 мкг/л). Из рис. 7. можно отметить, что в двух озерах среднесезонная концентрация хлорофилла находилась практически на одном уровне.

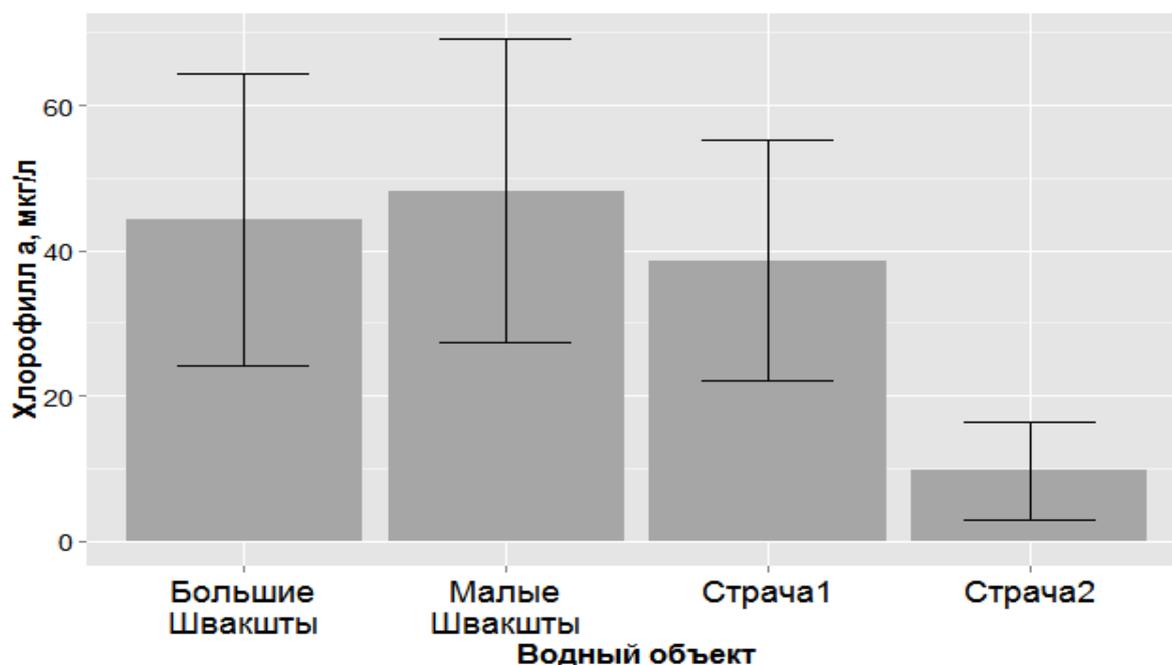


Рисунок 7. - Концентрация хлорофилла в воде озер Большие и Малые Швакшты и р. Страча в течение вегетационного сезона 2014 г.

Ко второму створу на р.Страча содержание хлорофилла падает более чем в два раза, показывая таким образом резкое снижение продукционных возможностей автотрофов толщи воды на данном участке водотока. На рис. 8 показана динамика концентрации хлорофилла а за рассматриваемый период. Из рисунка видно, что в начале сезона с апреля по май концентрация хлорофилла в озерах Большие и Малые Швакшты была схожей. Затем в оз. Б.Швакшты отмечен резкий всплеск концентрации хлорофилла в середине июня и падение к середине июля почти до весеннего уровня.

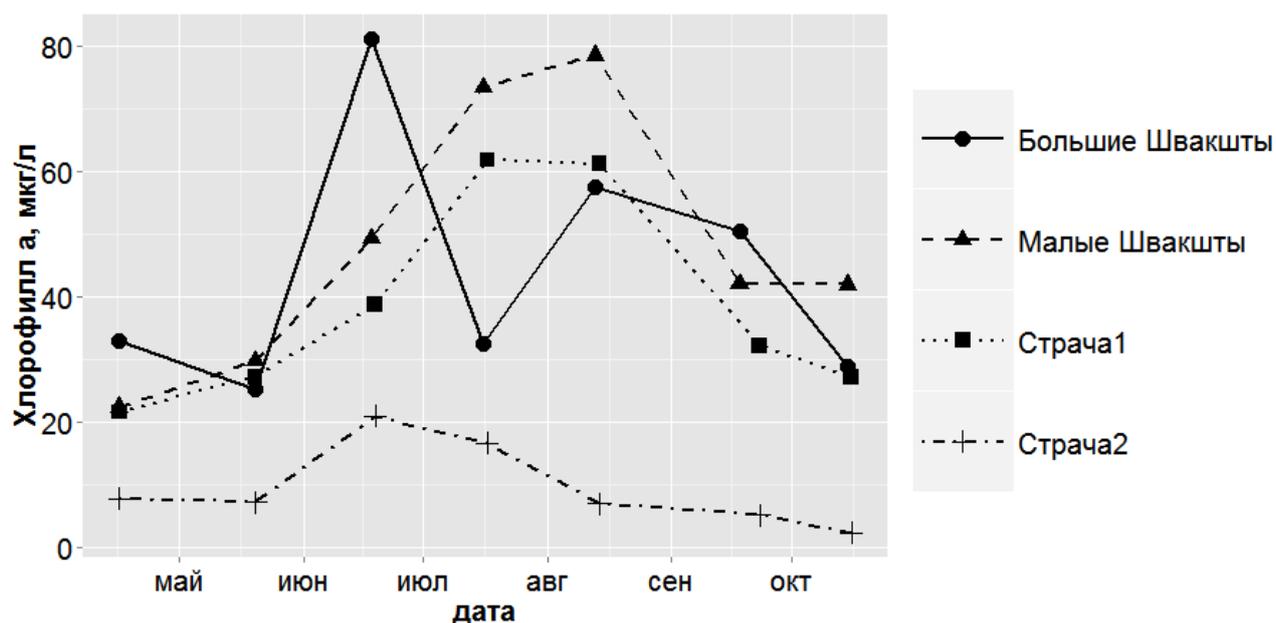


Рисунок 8. - Динамика содержания хлорофилла а в воде озер Большие и Малые Швакшты и р. Страча в течение вегетационного сезона 2014 г.

В оз. М. Швакшты с самого начала сезона наблюдается постоянный рост концентрации хлорофилла. Динамика концентрация хлорофилла на створе «Страча 1» практически полностью повторяет изменение концентрации в оз. М. Швакшты. При этом в середине апреля концентрация хлорофилла на этих створах была почти одинаковой, а с середины мая увеличение концентрациях хлорофилла в Малых Швакштах происходило несколько быстрее. На створе «Страча 2» концентрация хлорофилла в течение всего наблюдаемого периода была заметно ниже, чем на остальных станциях. Отчетливое повышение концентрации на этом створе было отмечено с середины мая и совпало с увеличением концентрации хлорофилла в озерах.

Зоопланктон озер Большие и Малые Швакшты представлен обычным для озер Белорусского Поозерья комплексом видов. Сообщество зоопланктона озер на момент обследования представлено 21 видом коловраток, 20 видами ветвистоусых и 11 видами веслоногих ракообразных. По видовому составу сообщества в обоих озерах носят кладоцерно-копеподный характер. Как по численности (табл. 5-7), так и по биомассе преобладали ветвистоусые ракообразные. В этой группе организмов отмечены *Chydorus sphaericus*, *Bosmina coregoni*, *Bosmina longirostris*. Второе место по численности и биомассе принадлежит ветвистоусым ракообразным. Наиболее часто встречались *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Diaptomus castor*. Из 7 таксонов коловраток в пробах постоянно встречались *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* и *Synchaeta pectinata*.

Таблица 5. - Численность и биомасса зоопланктона оз. Большие Швакшты

Дата отбора, количество видов	Cladocera		Copepoda		Rotifera		Суммарная	
	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³
VII. 1947 г.	13,4	0,39	10,8	0,23	12,1	0,02	36,3	0,64
VI. 1948 г.	4,0	0,07	25,9	0,49	3,4	0,001	33,6	0,56
VIII. 1950 г.	12,0	2,35	19,4	0,29	5,8	0,02	37,2	2,66
VI. 1972 г.	6,2	0,17	65,6	0,66	65,7	0,13	137,5	0,97
Всего видов в 1972 г.	18		6		10		34	
VI. 2014 г.	678	3,965	162	2,300	66	0,112	906	6,377
VII. 2014 г.	302	6,710	102	2,950	76	0,039	480	9,689
VIII. 2014 г.	153	4,580	409	5,393	339	1,420	901	11,393
Среднее за 2014 г.	376	5,085	224	3,548	160	0,524	763	9,153
Всего видов в 2014 г.	15		5		9		29	

В составе зоопланктона оз. Б.Швакшты 1947-1950 гг. указалось 28 видов рачков и 11 видов коловраток. В составе зоопланктона 1972 г. - уже 34 вида зоопланктеров, из которых 18 составляют ветвистоусые ракообразные,

веслоногие - 6, коловратки- 10. В 2014 г. состав зоопланктона был представлен 29 видами, из которых ветвистоусых ракообразных- 15, веслоногих – 5, коловраток – 9 видов.

Доминирующий комплекс рачкового зоопланктона 1972 г. был представлен *Bosmina coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulate* и *Mesocyclops leuckarti* *Eudiaptomus graciloides*. Среди коловраток отмечалось преобладание *Polyarthra trigla*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*. Доминирующий комплекс рачкового зоопланктона 2014 г. составляли уже *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni*, а также *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops strenuus*. Среди коловраток по-прежнему преобладают *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra trigla* и отмечается увеличение численности α - β -мезосапробного вида *Brachionus angularis*. В 1972 г. численность зоопланктона составляла 137,5 тыс. экз./м³, биомасса – 0,97 г/м³. Отмечено преобладание веслоногих ракообразных по биомассе 68 %, по численности лидировали веслоногие и коловратки – около 48 % (табл.5). В период последних исследований показатели численности и биомассы значительно возросли. В 2014 г. средняя численность за летний период составила 763 тыс. экз./м³, биомасса – 9,153 г/м³ (табл.5). Как по численности (49 %), так и по биомассе (55,6%) преобладают ветвистоусые ракообразные, второе значение занимают веслоногие ракообразные, составляя 29,4 % численности и 38,8 % биомассы.

В оз. М.Швакшты в исследованиях 1972 г. отмечено 34 вида зоопланктеров, из которых 11 составляли ветвистоусые ракообразные, веслоногие - 7, коловратки- 10. В 2014 г. состав зоопланктона был представлен уже 31 видом, из которых ветвистоусые ракообразные составляли 15, веслоногие – 5, коловратки – 11 видов. Доминирующий комплекс рачкового зоопланктона 1972 г. был представлен *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia reticulate*. В биомассе существенная роль принадлежала прибрежному рачку *Sida cristallina*. *Copepoda* были представлены главным образом видами *Mesocyclops leuckarti* и *M. oithonoides*.

Среди коловраток преобладали *Keratella cochlearis*, *Polyarthra trigla*, *Synchaeta sp.* Доминирующий комплекс рачкового зоопланктона 2014 г. как и ранее был представлен *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus* и несколько большее развитие получила *Daphnia cucullata*. Не произошло существенных изменений в составе *Copepoda* и *Rotifera*, но в составе коловраток отмечается увеличение численности представителей р. *Brachionus*. В 1972 г. численность зоопланктона составляла 72,4 тыс. экз./м³, биомасса – 0,67 г/м³ (табл. 6). Отмечалось преобладание Copepoda по численности 47,6 тыс. экз./м³ (66 %), биомасса не высока и составляла 0,30 г/м³ (44,8 %), что объясняется тем, что более половины численности веслоногих ракообразных составляли науплиальные стадии циклопов, характеризующиеся низким индивидуальным весом. Для всех групп организмов в 2014 г. отмечается увеличение показателей численности и биомассы: средняя численность за летний период составила 575 тыс. экз./м³, биомасса – 6,103 г/м³. Отмечается стабильное преобладание ветвистоусых ракообразных (45 % от численности и 61,5 % от биомассы), второе значение по биомассе занимают веслоногие ракообразные – 30 %.

Таблица 6. - Численность и биомасса зоопланктона оз.Малые Швакшты

Дата отбора, количество видов	Cladocera		Copepoda		Rotifera		Суммарная	
	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³
VI. 1972 г.	11,9	0,35	47,8	0,30	12,7	0,02	72,4	0,67
Всего видов в 1972 г.	11		7		10		28	
VI. 2014 г.	310	1,936	85	1,200	75	0,452	470	3,588
VII. 2014 г.	244	3,813	71	1,840	34	0,029	349	5,720
VIII. 2014 г.	213	5,520	161	2,463	532	1,020	906	9,001
Среднее за 2014 г.	256	3,756	106	1,834	214	0,500	575	6,103
Всего видов в 2014 г.	15		5		11		31	

В сезонном аспекте в озерах Большие и Малые Швакшты наблюдалась сходная картина развития зоопланктона. С июля по сентябрь можно отметить постепенный рост численности сообществ, которая достигла в сентябре максимальных значений и составила 1478,0 и 1486,0 тыс. экз./м³ соответственно, затем было отмечено некоторое падение численности в октябре. Максимум численности обусловлен, главным образом, развитием представителей типа Cladocera. В сентябре также были зафиксированы максимальные показатели биомассы зоопланктона: в Больших Швакштах она составила 43,3 г/м³, в Малых – 16,8 г/м³.

В целом зоопланктонные комплексы озер в настоящее время по сравнению с прежним периодом наблюдений не претерпели существенных изменений в качественном составе, но значительно увеличили показатели количественного развития. Общая биомасса зоопланктона составляла: для оз. Б.Швакшты – от 1,375 г/м³ в зимнее-весенний период до 13,83 г/м³ летом; по оз. М.Швакшты – от 1,184 до 7,86 г/м³; по р. Страча – от 0,3 до 4,166 г/м³. В целом среднесезонная численность организмов зоопланктона по оз. Б.Швакшты составила 763 тыс. экз./м³, биомасса – 9,153 г/м³, по оз. М.Швакшты - 575 тыс. экз./м³ и 6,103 г/м³ соответственно. Анализ величин биомасс позволяет охарактеризовать оба водоема по зоопланктону как высоко кормные [17].

Следует отметить закономерное снижение численности и биомассы зоопланктона в р. Страча от створа 1 к створу 2, а также рост количественных показателей при вспышках численности организмов планктона в озерах (табл.7). В створах Страча 1 и Страча 2 высокие показатели численности были отмечены в августе и сентябре (2070,0 и 182,0 тыс. экз./м³ соответственно). Максимумы биомассы пришлись также на август и сентябрь и составили 25,0 и 2,7 г/м³ соответственно. Это полностью доказывает, что трофический статус и кормность реки определяется процессами в выше расположенных озерах.

Зообентос. В составе зообентоса анализируемых водоемов по предварительным данным отмечено более 50 видов организмов, среди которых доминируют личинки хирономид. Наиболее часто встречаются виды

Chironomus plumosus, *Procladius Skuse*. Кроме хирономид, в пробах присутствовали олигохеты, мелкие моллюски, личинки хаборин, мокрецов и некоторых других водных насекомых.

Таблица 7. – Динамика численности (N, тыс. экз./м³) и биомассы (B, г/м³) зоопланктона р.Страча

Месяц	Cladocera		Copepoda		Rotifera		Суммарная	
	N	B	N	B	N	B	N	B
створ 1								
IV	3	0,015	31	0,263	585	0,590	619	0,867
V	570	2,791	100	1,172	95	0,202	765	4,166
VI	660	3,65	105	1,65	85	0,389	850	5,689
X	64,0	1,1	16,0	0,3	90,0	0,6	170,0	2,0
среднее	353,0	5,8	230,5	5,0	234,5	0,7	818,0	11,4
створ 2								
IV	1	0,005	7	0,143	134	0,175	142	0,323
V	86	0,421	2	0,004	22	0,016	110	0,442
VI	31,5	0,196	10,5	0,100	45,5	0,212	87,5	0,508
IX	158,0	2,58	8,0	0,07	16,0	0,05	182,0	2,7
среднее	68,0	1,1	9,3	0,2	19,3	0,03	96,7	1,3

В исследованиях бентоса в оз. Б.Швакшты в 1972 г. численность хирономид достигала 373 экз./м², биомасса сравнительно невелика – 1,44 г/м² (табл.8). Отмечалась приуроченность к различным биотопам. На песчаных грунтах отмечены *Stictochironomus psammophilus*, *Pseudochironomus sp.*, *Polypedilum scalaenum*. Для остальной части озера характерны пелофильные формы: *Chironomus plumosus*, *Chironomus trummi*, *Cryptochironomus gr. viridulus* и др. Моллюски были представлены такими массовыми видами, как *Sphaerium corulum*, *Pisidium amnicum* и др. По биомассе лидировали моллюски и олигохеты, составляя 10,13 и 5,26 г/м² соответственно.

В прибрежной зоне довольно обильное распространение получили пиявки 60 экз./м². Общая численность зообентоса составила 537 экз./м², биомасса – 19,96 г/м² (табл.8).

Таблица 8. – Средние величины численности и биомассы макробентоса оз. Большие Швакшты

Группа	1972 г.		2014 г.							
	июнь		июнь		август		октябрь		среднее	
	N, экз./м ²	B, г/м ²								
Oligochaeta	27	5,26	-	-	10	0,03	3	0,01	4	0,01
Mollusca	66	10,13	15	1,02	7	0,47	-	-	7	0,50
Hirudinea	60	1,91	-	-	17	0,07	-	-	6	0,02
Odonata	2	1,16	-	-	70	0,52	3	0,18	24	0,23
Ephemeroptera	-	-	-	-	130	0,06	-	-	43	0,02
Coleoptera	-	-	-	-	3	0,01	-	-	1	0,003
Diptera	-	-	5	0,01	102	0,29	168	0,69	92	0,33
Chironomidae	375	1,44	1290	2,73	335	1,18	353	2,91	659	2,28
Trichoptera	7	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
Общая	537	19,96	1310	3,75	673	2,64	528	3,79	837	3,39

В исследованиях 2014г. отмечен 51 таксон макрозообентоса. Большим разнообразием отличаются личинки хирономид – 18; моллюски – 13 (из них двустворчатых – 3); личинки стрекоз – 9 таксонов. Наибольшее разнообразие макробентоса отмечено в песчаной литорали озера. Большинство представителей отряда стрекоз (*Odonata*) было отловлено на торфянистых грунтах среди растений урути, не далеко от входа в протоку оз. М. Швакшты.

Высокие величины средней биомассы и плотности поселения зообентоса характерны для глубин от 0,5 до 1,0 м. (5,22 г/м² и 2656 экз./м²), заметно снижаются эти показатели на двухметровой глубине (1,16 и 200) и несколько начинают возрастать с дальнейшим углублением на трех (2,67 и 213) и на четырех метрах (4,52 г/м² и 280 экз./м²). Наблюдается снижение численности бентоса от июня (1310) к августу (673) и к октябрю (528 экз./м²), а биомасса организмов колеблется почти на одном уровне (3,75 в июне и 3,79 в октябре) несколько снижаясь в августе (2,64 г/м²). Довольно высокая доля количественных показателей донных беспозвоночных в озере приходится на личинок двукрылых насекомых (*Diptera*) – 96,8 % от численности и 88,9 % от

общей биомассы бентоса, из них на хирономид (*Chironomidae*) приходится 60,0% и 68,4 % соответственно. Остальные представители отряда *Diptera* это комары семейства *Ceratopogonidae sp.* и вида *Chaoborus cristallinus de Geer.*

По оз. М.Швакшты в исследованиях 1972 г. отмечается значительное количественное развитие личинок хирономид 556 экз./м². В прибрежной зоне заметную роль играли личинки стрекоз 20 экз./м². Общая численность организмов достигала 610 экз./м², биомасса – 3,11г/м² (табл.9).

Таблица 9. – Средние величины плотности и биомассы макробентоса оз. МалыеШвакшты

Группа	1972 г.		2014 г.							
	июнь		июнь		август		октябрь		среднее	
	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²						
Oligochaeta	3	0,003	13	0,04	49	0,07	27	0,09	30	0,07
Mollusca	6	1,29	-	-	11	0,20	-	-	4	0,07
Hirudinea	6	0,07	27	0,19	-	-	-	-	9	0,06
Crustacea	-	-	27	0,09	-	-	-	-	9	0,03
Acarina	-	-	7	0,001	-	-	-	-	2	0,0004
Odonata	20	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephemeroptera	3	0,01	200	0,53			4	0,01	68	0,18
Diptera	-	-	20	0,02	116	0,39	147	0,49	94	0,30
Chironomidae	556	1,01	2500	2,01	262	0,72	240	0,13	1001	0,95
Trichoptera	16	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
Общая	610	3,11	2793	2,88	438	1,38	418	0,73	1216	1,66

В оз. М.Швакшты в 2014 г. отмечено 47 таксонов макрозообентоса. Большим разнообразием, как и в оз. Б. Швакшты, отличаются личинки хирономид – 21; моллюски – 12 из них двустворок – 4; личинок стрекоз не найдено, но обнаружено 4 вида ручейников и представитель отряда разноногих ракообразных (*Amphipoda*) – бокоплав *Gammarus lacustris G. O. Sars, 1867.* Наибольшее разнообразие макробентоса тоже отмечено для песчаной литорали. Величины средней биомассы и плотности поселения зообентоса резко

снижаются от литоральных биотопов с глубинами от 0,5 до 1,0 м. (3,48 г/м² и 3309 экз./м²), до сублиторали на двухметровой глубине (1,18 и 213) и несколько поступательно до профундали водоема на трех метрах (0,33 г/м² и 127 экз./м²). Сезонная динамика численности и биомассы бентоса носит похожий характер с ранее рассмотренным оз. Большие Швакшты: снижение направленно от июня (2793 и 2,88) к августу (438 и 1,38) и к октябрю (418 экз./м² и 0,73 г/м²). Личинки группы *Diptera* составляли большинство 96,3 и 88,4 % от общей численности и биомассы всего бентоса (где на личинок *Chironomidae* пришлось 42,8 и 43,9 %). По способу питания в оз. М. Швакшты в пробах зообентоса преобладали мирные организмы – 90,6 % (1102 экз./м²) от всей численности и 76,1 % (1,27 г/м²) от общей биомассы. Для обоих озер основной кормный бентос сосредоточен в сублиторали и профундали (с 2-х метров и глубже), его составляют крупные формы личинок хирономид (в основном рода *Chironomus*) и хаоборин, селящиеся на илу. В песчаной литорали кормом для молоди рыбы служат личинки ручейников, стрекоз, поденок и хирономид, олигохеты, мелкие формы моллюсков. Прибрежные болотистые биотопы с сильно заиленным торфянистым дном бедны как в качественном составе, так и в количественном развитии донных организмов пригодных для питания рыбы.

В обоих водоемах отмечена тенденция снижения биомассы кормового бентоса, что может объясняться как увеличением доступности сообщества для бентосоядных рыб, так и изменением структуры доминирующих групп. Если ранее основу зообентоса (50,8 и 41,4% соответственно) составляли фитофильные формы моллюсков, то в настоящее время – пелофильные личинки хирономид (67,2 и 57,2% соответственно). Само количественное значение хирономид в зообентосе не претерпело существенных изменений (несколько возросло только в оз. Б.Швакшты), обеспечивая кормовые потребности рыб в целом.

Общая среднесезонная численность зообентоса озера Б.Швакшты составила 837 экз./м², биомасса – 3,39 г/м², оз. М.Швакшты – 1216 экз./м² и 1,66

г/м² соответственно (табл.13-14), что дает основание охарактеризовать водоемы как: Б.Швакшты – средне кормный. М.Швакшты – малококормный [32].

Ихтиофауна. Состав ихтиофауны анализируемых водоемов представлен комплексом аборигенных видов рыб и рыбообразных, свойственных большинству водоемов Белорусского Поозерья, а также хозяйственно важными вселенцами. По уточненным данным здесь встречаются до 24 видов рыб и рыбообразных, в т.ч. в оз. Б.Швакшты – 19, оз. М.Швакшты – 16. р.Страча – 12.

Изменения в состоянии ихтиофауны водоемов обычно оценивают по показателям рыбопродуктивности и качественного состава. Воздействие проведенных ранее рыбоводно - мелиоративных мероприятий на экосистему водоемов и имеющуюся ихтиофауну нашло отражение не только и изменении гидрохимических показателей водной массы и степени зарастаемости озер, но и в изменении их рыбохозяйственного статуса с перераспределением значений доминирующих групп. По проведенным ранее исследованиям [3], оз. Б.Швакшты относили к группе плотвично-окуневых озер с доминирующим значением в уловах видов, тяготеющих к зарослевой зоне. Основу ихтиомассы ранее составляли коротко циклические малоценные виды рыб, в меньшей степени виды со средней продолжительностью жизни. По данным промысловой статистики за 1994-2004гг. в уловах доминировали плотва (в среднем по годам 50,5- 53,2 %), лещ (20,8- 22,3% %), линь (17,6-20,3 %), окунь (4,4- 4,5 %). На долю щуки, карася, густеря приходилось всего лишь по 1-2 %. По причине не высокой стоимости совокупного улова экономическая эффективность промыслового рыболовства была низкая.

В последние годы на первую позицию вышли виды – обитатели профундали (прежде всего лещ – до 50% всего вылова). Щука также в условиях снижения прозрачности нашла новую эконишу и практически перешла на позицию пелагического хищника. Из фитофильных видов значение линя снизилось до величины менее 1%, но выросло значение карася обыкновенного, который в эвтрофируемых озерах Беларуси обычно замещает линя.

Оз. М.Швакшты по признакам зарастаемости, степени дистрофирования и состава ихтиофауны по рыбохозяйственной классификации ранее относили к группе карасево –линевых водоемов [3]. Систематического промыслового лова на водоеме не вели, по отрывочным данным в структуре рыбного стада преобладали щука, плотва, карась, линь. Снижение прозрачности воды, привело к снижению степени зарастаемости и перераспределению потока биогенов через планктонной сообщество, в результате чего увеличилась кормовая база для зоопланктофагов. По сути, водоем перешел в статус нагульного для популяции леща оз. Б.Швакшты. Наличие значительной доли планктофагов в виде молоди леща, густеры и популяции уклей, сформировали новые нагульные условия для щуки, которая заняла в озере доминирующее значение. В результате водоем поменял рыбохозяйственный статус и перешел в качественно более значимую категорию лещово-щучье-плотвичных [3] .

Биологическое разнообразие ихтиофауны водоемов увеличилось за счет вселенцев и миграции нагуливающих видов. В структуре ихтиоценоза вместо прибрежно-зарослевых форм стали преобладать открыто-профундальные и пелагические формы, что улучшило промысловую обстановку и снизило удельные затраты на ведение рыбного промысла. Общая биомасса рыбного стада водоемов понизилась (по оз. Б.Швакшты со 106 кг/га на конец 80-х гг. до 60 кг/га в настоящее время, по оз. М.Швакшты материал для сравнения отсутствует) за счет перестройки ихтиоценоза в сторону более длинноциклических видов и роста доли хищников в структуре сообщества. Однако, соблюдение рекомендованного режима рыболовства позволяет поддерживать объем промыслового вылова на уровне среднемноголетнего (порядка 10 тонн в год), что можно рассматривать как устойчивый режим эксплуатации.

Как положительное следствие проведенных рыбоводных мероприятий, можно рассматривать выявленные изменения в структуре и качественной значимости ихтиоценозов, которые фактически перешли в статус «лещевых». При этом резко сократилось количество погруженных макрофитов, ранее

покрывавших площадь дна практически полностью и снижавших его доступность для нагула рыб. Увеличение доступности дна и рост продукции зоопланктона также обеспечили новые условия жизни рыб- бентофагов и, в первую очередь, для леща. Рацион леща здесь до трехлетнего возраста представлен преимущественно кладоцерным зоопланктоном, тогда как в более старших возрастах – «мягким» бентосом. Таким образом, лещ занял в озерах две экологические ниши – планкто - и бентофага, поскольку снижение проективного покрытия дна макрофитной растительностью увеличило доступность бентоса для этого вида. С другой стороны, рост значения щуки привел к увеличению ее совокупного рациона, обеспечиваемого младшими возрастными особями массовых видов, в первую очередь плотвы, что нашло отражение в снижении доли последней в общей биомассе и рыбопродуктивности (на величину прироста рациона хищника).

Состояние ихтиофауны водоемов обычно оценивают по показателям рыбопродуктивности и качественного состава уловов. В этом плане, воздействие рыбохозяйственной деятельности за последний период можно рассматривать с положительной и отрицательной сторон. На фоне снижения качества вод увеличилось биологическое разнообразие ихтиофауны водоемов за счет вселенцев и миграции нагуливающих видов. В структуре ихтиоценоза вместо прибрежно-зарослевых форм стали преобладать открыто-профундальные и пелагические формы, что улучшило промысловую обстановку и снизило удельные затраты на ведение рыбного промысла. Изменилась качественная значимость уловов в сторону резкого преобладания более хозяйственно ценных видов. Если на конец 80-х гг. суммарная доля всех ценных промысловых видов по оз. Б.Швакшты составляла всего 16,3 %, а 83,7 % приходилось на малоценные (из них 79,7% -плотва и окунь), то в настоящее время 89,4% уловов представлены значимыми «ценными» видами. Доля улова щуки, которая к 2005г. уменьшилась до 0,9%, за счет зарыбления выросла до 16-18%, что стало одним из методов повышения рекреационной привлекательности водоема.

Заключение. Система озер Большие и Малые Швакшты, р. Страча по всем критериям представляет собой уникальный модельный объект для оценки воздействия рыбохозяйственной деятельности на рекреационный потенциал и ресурсы ихтиофауны водоемов, разработки технологии их устойчивого функционирования как местообитания ценных промысловых и охраняемых видов рыб и использования в рыбохозяйственных и рекреационных целях.

Уровень трофности озер Большие и Малые Швакшты примерно одинаков, а в отдельные периоды трофность Малых Швакшт даже превосходит Большие. Следовательно, второе в цепи оз. М. Швакшты не может являться буфером и таким образом снижать трофность воды поступающей в р.Страча. Оз. Малые Швакшты на протяжении большей части вегетационного сезона наоборот способствует увеличению трофности изученного участка реки.

Озера оказывают непосредственное влияние на участок реки, о чем свидетельствует совпадение всплесков концентрации сестона и хлорофилла на створе «Страча 2» и в оз. Малые и Большие Швакшты. Несмотря на процессы самоочищения, происходящие на первых километрах р. Страча, уровень ее трофности даже спустя 19 км по извилинам реки остается в границах эвтрофной зоны, при том, что площадь водосбора реки приходится на особо охраняемую природную территорию в границах Национального парка. Это говорит об определяющей роли системы озер Большие и Малые Швакшты в формировании гидроэкологического режима р. Страча;

Вселение растительноядных карповых рыб в оз. Большие Швакты и последующее их проникновение в оз. и Малые Швакшты при недостаточном их промысловым изъятием, могло послужить вероятным фактором перехода из состояния слабозвтрофных озер в высокоэвтрофное состояние и резким снижением количества погруженных макрофитов.

В оз. Б. Швакшты часть первичной продукции не используется консументами и является, таким образом, резервом повышения рыбопродуктивности озера. В оз. М. Швакшты баланс продукционных и деструкционных процессов сдвинут в сторону последних и повышение

рыбопродуктивности возможно только за счет более эффективного усвоения первичной продукции, что подразумевает под собой изменение видовой или возрастной структуры ихтиофауны.

Воздействие проведенных рыбоводно-мелиоративных мероприятий привело к изменению в составе доминирующих промысловых видов с переходом водоемов в статус «лещевых». Как следствие изменения состояния экосистемы и ихтиоценозов изменился рыбохозяйственный статус водоемов в сторону более значимого.

Снижение степени зарастаемости на фоне снижения прозрачности воды не привело к ухудшению условий нагула щуки, в результате данный вид занял нишу доминирующего хищника, оказывая влияние на снижение общей рыбопродуктивности.

Изменение общей степени зарастаемости и направленности продукционных процессов сформировало условия для роста численности леща, который в настоящее время занял две экологические ниши, формируя основу ихтиомассы. Дальнейшее сохранение доминирования леща при ограничении степени его изъятия будет способствовать формированию «тугорослой» популяции на фоне понижения ее качественной значимости.

Проведение рыбоводно-мелиоративных мероприятий не привело к росту объемов вылова, но способствовало структурной перестройке ихтиофауны в пользу роста стоимости получаемого улова. Количественное преобладание хозяйственно-значимых видов рыб способствовало росту рыболовного туризма на рассматриваемых рыболовных угодьях.

Список использованных источников.

1. Власов, Б.П. Озера Беларуси: справочник / Б.П. Власов [и др.]. – Мн.: БГУ, 2004. – 284с.

2. Якушко, О.Ф. Озера Белоруссии /О.Ф.Якушко [и др.]; БГУ–Минск, 1987. – 216с.

3. Костоусов, В.Г. Система рационального рыбохозяйственного использования водоемов Беларуси, предусматривающая оптимальное

промышленное и любительское рыболовство: справочное пособие/В.Г.Костоусов [и др.]. – Минск, Георг, 1997. – 122 с.

4. Костоусов, В.Г. Оценка эффективности биомелиоративных мероприятий на примере системы озер / Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 21-22 января 2016 г.)– М.:ФГБНУ ВНИИР, 2016. – Т.1 – М.:Издательство «Перо», 2016. –185-190.

5. Остапеня, А.П. Изменение экологической ситуации в озере Большие Швакшты и его причины/А.П.Остапеня, Т.В.Жукова // Докл. НАН Беларуси, 2009. – Т.53. – № 3. – С. 98-101.

6. Адамович, Б.В. Растительноядные рыбы как фактор изменений в экосистеме озер Малые и Большие Швакшты/ Б.В.Адамович, В.Г.Костоусов, Т.В.Жукова// Сахаровские чтения 2015года: экологические проблемы XXI века: матер. 15-й междунар. науч.конф., 21-22 мая 2015г., Минск, Республика Беларусь /под ред. С.С.Позняка, Н.А.Лысухо. – Минск, 2015. – С.162.

7. Baban, S.M.J. Trophic classification and ecosystem checking of lakes using remotely sensed information / S.M.J. Baban // Hydrological Sciences Journal. 1996. – V. 41. № 6. P. 939–957.

8. Carlson, R. E. A trophic state index for lakes / R. E. Carlson // Limnol. Oceanogr. 1977. – 11. P. 361–369.

9. Alexander, R. Trends in the nutrient enrichment of U.S. rivers during the late 20th century and their relation to changes in probable stream trophic conditions/ R.Alexander, R.Smith//. Limnol. Oceanogr., 51(1, part 2).- 2006. – P. 639–654.

10. Dodds, W. Eutrophication and trophic state in rivers and streams / W.Dodds //Limnol. Oceanogr., 51(1, part 2). – 2006. – P. 671–680.

11. Smith, V. H.. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems / V. H.Smith, S. B. Joye, W.R. Howarth // Limnol. Oceanogr., 51(1, part 2). – 2006. – P. 351–355.

12. Mainstone, C.P. Phosphorus in rivers-ecology and management / C.P Mainstone, W.Parr, // The Science of the Total Environment, 2002. – 282-283(1-3): 25-47.
13. Xiao-E, et al. Mechanisms and assessment of water eutrophication./ Xiao-E [et al.]// J. Zhejiang Univ Sci B, 2008. – 9(3). – P.197-209.
14. Akkoyunlu, A. Evaluation of eutrophication process in lake Sapanca / A.Akkoyunlu, R.Ileri// Proceedings of Kayseri 1st Wastewater Symposium. Kayseri. Kayseri Metropolitan Municipality. 1998. – P. 357–361.
15. Dillon, P.J. Rigler F.H. The phosphorus chlorophyll relationship in lakes / P.J Dillon., F.H. Rigler // Limnol. and Oceanogr. 1974. – 19.5. P.767–773.
16. Forsberg, C. Die physiologischen Grundlagen der Gewasser-Eutrophierung / C.Forsberg // Z. Wasser and Abwasser Forsch. 1979. – 12. 2. S. 40–45.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА
ПРОМЫСЛОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ВОДОЕМОВ**

В.Г. Костоусов

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**THEORITICAL FUNDAMENTALS OF OPTIMIZATION OF TRADE
FISHING REGULATIONS IN FISHERY WATER BODIES**

V. Kostousov

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме: На примере гипотетического озера рассмотрены теоретические варианты режима рыболовства с разной интенсивностью промысла. Показано, что в заданной системе координат существует точка оптимизации рыболовной нагрузки, позволяющая выявить эффективность эксплуатации рыбопромыслового водоема с позиции соответствия улова и понесенных затрат.

Ключевые слова: промысловое рыболовство, интенсивность промысла, режим эксплуатации, потенциальный улов.

Abstract: Using the example of hypothetical lake there are reviewed the theoretical options of fishery regulations for various industrial fishery intensity. It is demonstrated that in the preset coordinate system there exists some point of fishing load optimization which gives the possibility to identify the efficiency of using industrial fishing water reservoir in terms of correlation between catch and costs and expenses incurred.

Key words: industrial fishery, fishery intensity, exploitation regulations, potential catch.

Оценка режима рыбохозяйственной эксплуатации рыболовных угодий (фактическая и потенциальная) включает множественность понятий (интенсивность рыболовства, промысловую рыбопродукцию, уловистость орудий лова, экономическая эффективность рыболовства и т.д.) и имеет существенное теоретическое и практическое значение. Поскольку величина вылова в значительной степени зависит от интенсивности рыболовства (числа

применяемых орудий лова, количества судов, длительности лова, обловленной площади и т.п.), последняя может служить показателем, определяющим эффективность рыболовства, так как во многом определяет затраты, относимые на добычу рыбы. В настоящее время для этих целей используют ряд теоретических положений зависимости улова от интенсивности рыболовства, изложенных в трудах Ф.И. Баранова [1], П.В. Тюрина [2], М. Graham [7], J. Hjort [6], R. J.H.Beverton and S.J. Holt [8], в последнее время - в обстоятельной монографии С.И. Шibaева [8]. Применительно водоемов Беларуси вопросы взаимосвязи интенсивности рыболовства и экономической эффективности промысла достаточно подробно рассмотрены В.А. Федоровым [3,4].

Основываясь на этих теоретических предпосылках и с учетом практики осуществления промыслового рыболовства на водоемах Беларуси, рассмотрим ситуацию оптимизации лова на примере гипотетического водоема. Предположим, что в данном водоеме имеется определенное количество рыбы, которое равномерно распределено по площади и обозначаемое как N экз. При применении орудий лова, имеющих выраженное отображение обловленной площади (закидного невода), за одно притонение будет изыматься какое-то количество рыбы. Теоретически можно предположить, что промыслом удастся выловить всю рыбу, удерживаемую применяемыми орудиями лова. Тогда для изъятия N -го количества особей потребуется определенное число притонений невода, которое можно обозначить как n , подразумевая, что уловистость невода будет постоянной, а улов изменяется сообразно степени разреживания стада рыб. При первом притонении невода улов рыбы составит $1/n \times N$, после чего количество оставшейся рыбы в водоеме составит:

$$N - 1/n \times N = N(1 - 1/n) \quad (1)$$

При втором притонении невода из водоема вновь будет изъято некоторое количество рыбы с учетом ранее полученного улова (разреживания стада):

$$1/n \times N - 1/n^2 \times N = 1/nN(1 - 1/n) \quad (2)$$

Соответственно, остаток численности рыбы в водоеме составит уже

$$N(1 - 1/n) - 1/nN(1 - 1/n) = N(1 - 1/n)^2 \quad (3)$$

При осуществлении третьей тони из водоема вновь будет изъято определенное количество рыбы, которое можно обозначить как:

$$1/n \times N(1 - 1/n) - 1/n^2 \times N(1 - 1/n) = N(1/n - 2 \times 1/n^2 + 1/n^3) \quad (4)$$

Соответственно, остаток численности рыбы в водоеме после трехкратного притонения будет выражаться отношением: $N(1 - 1/n)^2 - N(1/n - 2 \times 1/n^2 + 1/n^3)$, что после преобразования дает:

$$N(1 - 1/n)^3 \quad (5)$$

Если и далее увеличивать количество тоней, то интенсивность промыслового лова и величина суммарного вылова будет расти в определенной зависимости, которая соответствует следующему математическому выражению:

$$N(1 - 1/n)^\varphi \quad (6)$$

где φ – есть величина, соответствующая интенсивности рыболовства (в данном случае выраженная в количестве заметов невода). Соответственно, после значительного повышения интенсивности промысла путем увеличения числа тоней остаток рыбы в водоеме будет описываться следующим выражением:

$$N - N(1 - 1/n)^\varphi \quad (7)$$

Если пользователь будет изымать из водоема определенное количество рыбы с интенсивностью v (где v – коэффициент вылова), то уравнение примет следующий вид:

$$N - N(1 - 1/n)^\varphi = vN \quad (8)$$

В данном уравнении величина φ и будет определять режим рыболовства, выраженный в количестве притонений невода или количестве постановок иных орудий лова при заданной величине вылова рыбы v .

На основе изложенных выкладок представляется возможным провести расчет режима рыболовства по некоему озеру средней площади с применением орудий лова средних параметров.

В Беларуси средняя площадь озера, используемого для неводного лова, составляет порядка 400 га, наиболее часто используемые невода имеют длину

до 500 м. Площадь, облавливаемая таким неводом при круговом замете тони может быть описана формулой:

$$S_T = l^2/4\pi \quad (9)$$

где l – длина невода в метрах.

Но на практике при промысловом лове невод чаще выкладывают не по замкнутому кругу, а по полукруглой или прямоугольной схеме с последующей тягой за урезы. Использование урезов (канатов длиной до 100-150 м, подвязываемых к крыльям невода) существенно (примерно на 50 %) увеличивает площадь облавливаемой тони.

Подставив численные значения в формулу 9, можем найти примерную площадь тони, охватываемую нашим средним неводом:

$$S_T = \frac{500^2}{4 \times 3,14} \times \frac{150}{100} = 29856 \text{ м}^2 \text{ или примерно } 3 \text{ га}$$

Следующим моментом станет расчет числа тоней, укладываемых в площадь среднего озера.

$$n = S_{\text{оз.}} / S_T = 400/3 \approx 130 \quad (10)$$

Далее по формуле 8 при нормативной уловистости применяемого невода можем определить требуемую интенсивность промыслового лова рыбы φ , выраженную в числе заметов невода длиной l или отношения обловленной площади к общей (кратности облова). После подстановки соответствующих параметров и логарифмического преобразования основной формулы получаем следующее уравнение:

$$1 - (1-1/130)^\varphi = v \text{ или } 0,992^\varphi = v \quad (11)$$

Решая данное уравнение, получим, что $\varphi \lg 0,992 = \lg v$ и для данного озера составит $\varphi = \lg v / \lg 0,992$ (12)

Исходя из данного соотношения, можем рассчитать ряд данных, соответствующих изменению коэффициента φ для значений вылова рыбы v при росте значений последнего в диапазоне от 0,10 до 1,0. Теоретически можно достигнуть такой интенсивности лова, которая позволит выловить из водоема всю рыбу доступную применяемым орудием лова, но целесообразность этого

шага будет определяться затратами, относимыми на вылов единицы продукции. Как обоснованно показал В.А. Федоров [3], при увеличении геометрической интенсивности лова от $0 \rightarrow \infty$ себестоимость улова будет расти, если не происходит роста уловистости орудий лова или цены добытой рыбы. Исходя из этого постулата, а также теоретических и практических наработок, представляется возможным определить зависимость между интенсивностью промыслового лова (φ) и величиной возможного вылова рыбы (Y) или $Y = f(\varphi)$. Зависимость Y от φ описывается аппроксимальной кривой [1,5,6], из чего следует что по мере увеличения интенсивности лова общий улов (суммарный с начала лова) будет возрастать, но интенсивность прироста вылова снижается по мере увеличения интенсивности лова (рисунок 1). В тоже время, вылов на единицу промыслового усилия (в нашем случае притонение невода) будет высок только до определенного момента (в начальный период), а затем будет уменьшаться, вплоть до такого момента интенсивности промысла, за пределами которого затраты на добычу рыбы уже не будут окупаться ценой улова (рисунок 2).

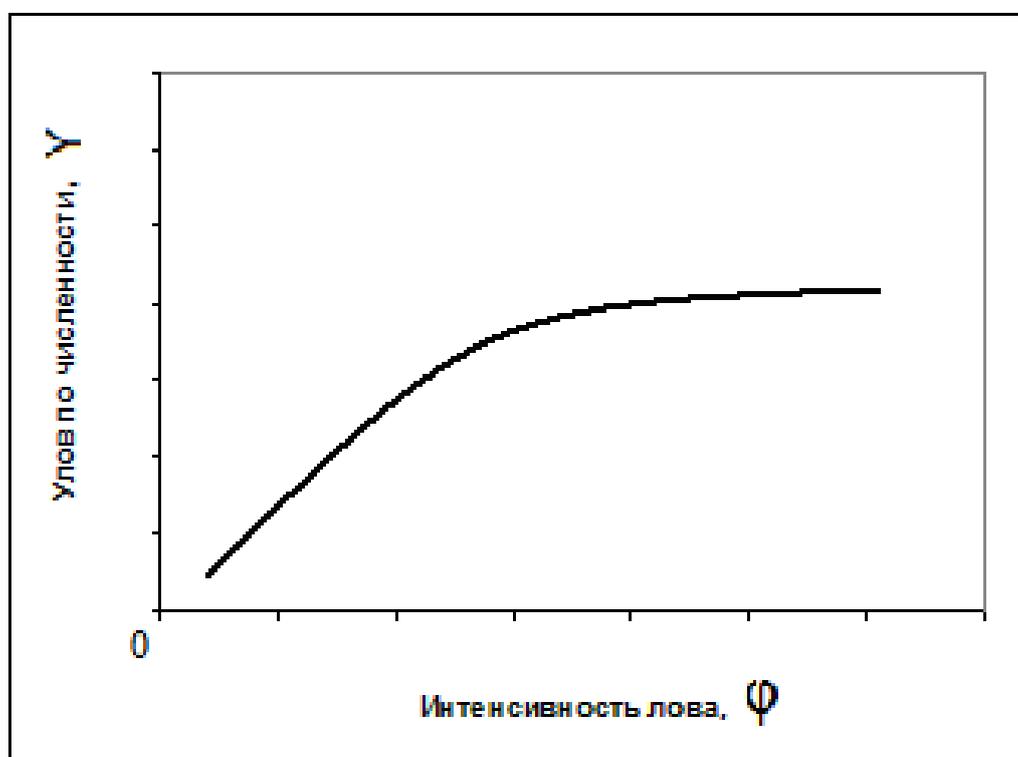


Рисунок 1. - Зависимость величины улова от интенсивности лова

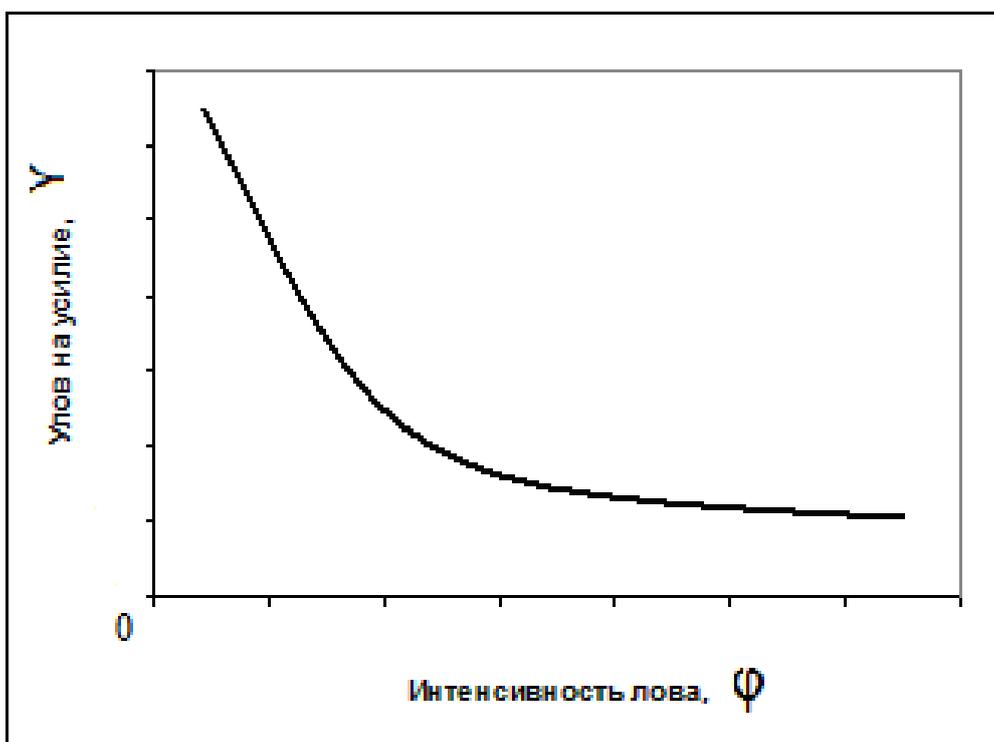


Рисунок 2. - Зависимость величины улова на промысловое усилие от интенсивности лова

Если взять для рассматриваемого гипотетического озера данные по φ и величине потенциального вылова и разложить их в системе координат (рисунок 3), то получим графическое отображение зависимости $Y_{пр.} = f(\varphi)$, сходной по структуре с рисунком 1.

Отложив на кривой несколько точек ($A_1, A_2, A_3...A_i$) каждая из которых соответствует интенсивности рыболовства, можем заметить, что смещение от A_1 , к A_2 и далее указывает на повышение интенсивности лова, влекущие за собой и повышение общей величины улова. Отсюда же заметно, что чрезмерное повышение интенсивности лова не повлечет адекватного роста величины улова, как это наблюдалось в начале подъема кривой (начиная от 0 к A_1 и A_2). Следовательно, при прочих равных условиях рыболовства и стабилизации уловов рыбы на иных величинах, существует некая оптимальная зона добычи рыбы, когда эффективность промысла будет оптимальной. Для определения эффективности рыболовства еще раз обратимся к анализу кривой зависимости $Y = f(\varphi)$.

Соединив точки ($A_1, A_2, A_3, \dots A_i$) с началом координат и построив от них перпендикуляры к оси $O\varphi$, получим прямоугольные треугольники OA_iC_i , отношение сторон которых OC_i/A_iC_i дает нам значение $\text{ctg } \gamma_i$.

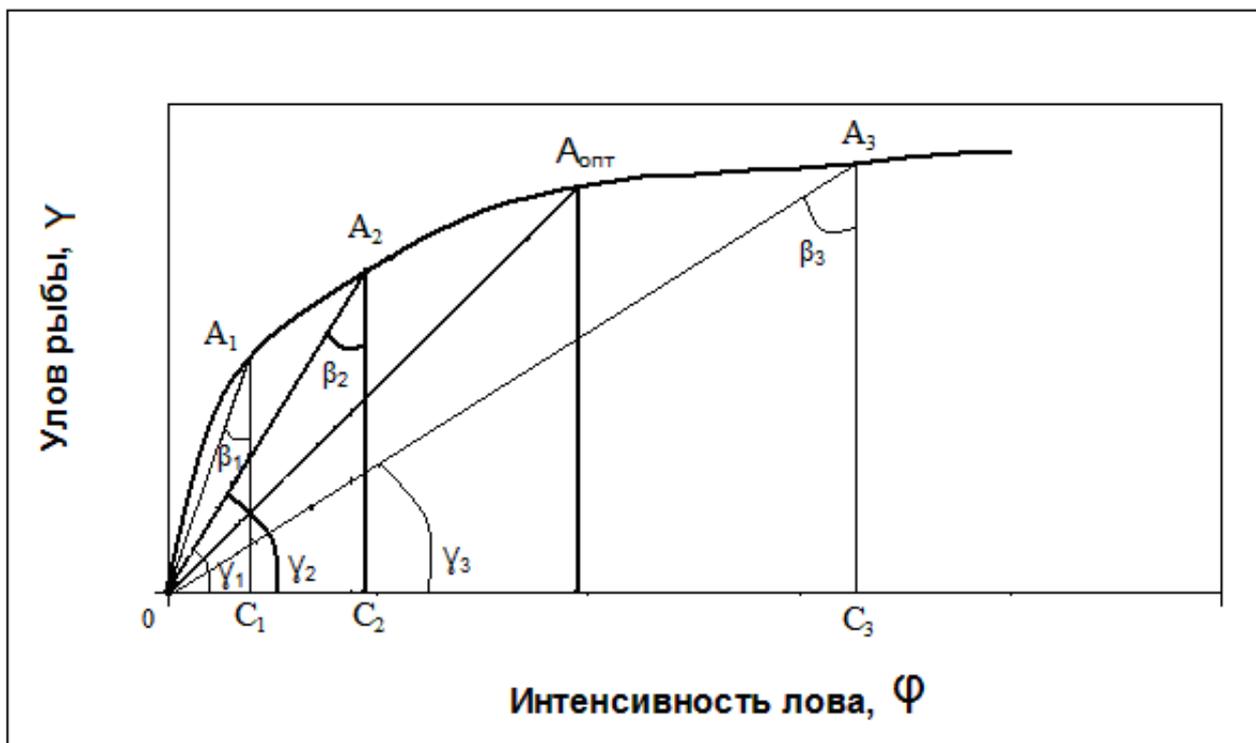


Рисунок 3. - Определение точки оптимизации улова в зависимости от интенсивности лова

По Ф.И. Баранову [1] котангенс угла γ ($\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots \gamma_i$), образованного наклонной прямой соединяющей точку на кривой ($A_1, A_2, A_3, \dots A_i$) и начало координат, пропорционален себестоимости выловленной рыбы при заданной интенсивности промысла. По мере увеличения интенсивности и при постоянной уловистости угол γ будет уменьшаться, а себестоимость соответственно возрастать.

Но себестоимость улова определяется промысловым усилием, прилагаемым для вылова единицы рыбной продукции (1 кг, 1 ц и т.п.) и в данном случае пропорциональна интенсивности рыболовства. Соответственно, применительно нашего случая $\text{ctg } \gamma$ может характеризовать изменение интенсивности лова.

По мере передвижения по кривой от 0 к A_1 , A_2 и т.д. $\text{ctg } \gamma_i$ будет возрастать. Обратная же его величина, определяющая прирост улова рыбы и описываемая отношением $\text{tg } \beta = d \lg Y / d \lg \varphi$, будет наоборот уменьшаться. Таким образом, анализ кривой по величинам $\text{ctg } \gamma_i$ и $\text{tg } \beta_i$ позволяет определить точку оптимальной рыболовной нагрузки ($A_{\text{опт}}$), соответствующей условиям реализации эксплуатации водоема (с точки зрения получения улова и понесенных затрат). Данная точка будет соответствовать значению этих уловов, равных 1 (рисунок 3). Для нашего гипотетического озера $A_{\text{опт}}$ будет соответствовать углу наклона $\theta A_1 = 45^\circ$ и в рассматриваемом случае располагаться между точками A_2 и A_3 .

Список использованных источников

1. Баранов, Ф.И. Избранные труды /Ф.И. Баранов. – М.: Пищевая пром-ть, 1971. – Т.3. – С. 115-129.
2. Тюрин, П.В. Биологические основания регулирования рыболовства на внутренних водоемах /П.В.Тюрин. – М.: Пищевая пром-ть, 1963. – 120 с.
3. Федоров, В.А. Влияние уловистости орудий лова на экономику рыбодобывающего предприятия /В.А. Федоров // Рыбное хозяйство, 1967. – № 6. – С. 43-45.
4. Федоров, В.А. Оценка численности популяции рыб и промысловых ихтиологических показателей /В.А. Федоров // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии, 1970. – Т.VII. – С. 135-147.
5. Шibaев, С.В. Основы промысловой ихтиологии /С.В.Шibaев. – Калининград, Изд-во КГТУ, 2006. – С. 208-218.
6. Hjort, J. Flyctuation in the Great Fisheries of Northern Europe, view in the light of biological research / J. Hjort // Cons. Int. Exploer. Mer.Rapp. et Proc. – Verh., 1914. – 20 – P.95.
7. Graham, M. Modern theory of exploiting a fishery and application to North Sea traling. / M. Graham // J. Cons. Inst. Mer., 1935. – 10.- P.93.
8. Beverton, R.I.H. On the dynamics of exploited fish populations / R.I.H. Beverton, S.J. Holt //Fish. Invest, London, Ser. II, 1957. – 19. – 533 p

**ПОНТО-КАСПИЙСКИЕ ВИДЫ-АУТОВСЕЛЕНЦЫ В СТРУКТУРЕ
МОЛОДИ РЫБ ПРИБРЕЖНОЙ МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ
БЕЛОРУССКОГО УЧАСТКА ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНВАЗИОННОГО
КОРИДОРА**

*В.К. Ризевский**, *И.А. Ермолаева**, *А.В. Леценко**, *А.П. Григорчик**

**ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
Минск, ул. Академическая, 27, 220072, Беларусь,
e-mail: RVK869@mail.ru*

**PONTO-CASPIAN AUTOINVASERS IN THE STRUCTURE OF JUVENILE
FISHES IN COASTAL SHALLOW WATER AREA WITHIN BELORUSSIAN
SECTION OF CENTRAL INVASION CORRIDOR**

*V. Rizevsky**, *I. Ermolaeva**, *A. Leschenko**, *A. Hryhorchuk**

**State scientific and production amalgamation «The Scientific and Practical Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»
Minsk, RVK869@mail.ru*

Резюме. Анализируется распространение и доля понто-каспийских аутовселенцев в контрольных уловах молоди рыб на мелководных побережьях в пределах белорусского участка центрального инвазионного коридора (р. Припять – р. Пина – Днепровско-Бугский канал – р. Мухавец).

Ключевые слова: естественное расширение ареала, понто-каспийские виды-аутовселенцы

Abstract. There is studied the distribution and share of Ponto-Caspian autoinvasers in test catches of juvenile fishes in shallow water coasts within belorussian section of central invasion corridor the Pripiat river-the Pina river-the Dnieper-Bug Channel-the Mukhavetz river).

Key words: Natural extension of areas, Ponto-Caspian species-autoinvasers.

Введение. В последние годы основным донором инвазии чужеродных видов рыб в водоемы Центральной Европы стал Понто-Каспийский регион. Проникновение понто-каспийских аутовселенцев в бассейны северных морей происходит по трем инвазионным коридорам: северному, центральному и южному. По территории Беларуси проходит Центральный инвазионный коридор (далее ЦИК), включающий реки Днепр¹- Припять¹ - Пина¹ (1 - басс. Черного моря) → Мухавец² - Зап. Буг² – Висла² – Одер² (2 - басс. Балтийского

моря) → Эльба³ – Вессер³ – Эмс³ – Рейн³ (³ - басс. Северного моря), соединенные между собой межбассейновыми каналами.

Первым (и основным) звеном ЦИК, соединяющим бассейны Черного и Балтийского морей, является находящийся на территории Беларуси Днепровско-Бугский канал (далее ДБК). ДБК был построен в период с 1775 по 1783 г. для осуществления судоходства между Херсоном (побережье Черного моря) и Гданьском (побережье Балтийского моря). Общая длина канала составляет 196 км, он соединяет р. Пина (приток р. Припять, бассейн Черного моря) и р. Мухавец (приток Западного Буга; бассейн Балтийского моря). Водораздел Днепровско-Бугского канала находится у д. Селище (Дрогичинский р-н, Брестская обл.), там, где в него впадает Белоозерский канал. В этом месте течение Днепровско-Бугского канала меняет свое направление.

Согласно Европейскому соглашению о важнейших внутренних водных путях международного значения от 19 января 1996 г. канал является частью магистрального Днепровско-Вислянского водного пути E-40 (Гданьск - Варшава - Брест - Пинск - Мозырь - Киев - Херсон). Однако, из-за плотины на р. Мухавец в Бресте сквозное судоходство по этому водному пути пока невозможно. При этом плотина на р. Мухавец не является преградой для проникновения с током воды гидробионтам, в том числе и рыбам, по течению водотока в р. Зап. Буг и далее.

Впервые проникновение понто-каспийского вида рыб в бассейн Балтийского моря с территории Беларуси через ДБК было отмечено Терлецким [1], который в 1980-е годы зафиксировал появление в Зегжинском водохранилище в нижнем течении р. Нарев нового для водоемов Польши вида рыб - белоглазки *Abramis sapa* (Pallas, 1811). Несколько лет спустя довольно обильное население этого понто-каспийского вида рыб было обнаружено в водохранилище Влоцлавек, расположенном на нижнем участке р. Висла [2]. (В водоемах Беларуси белоглазка является аборигенным видом, в небольшом количестве отмечается в Днепре и его крупных притоках: реках Припять, Сож и Березина).

В 90-ые годы XX в. было установлено проникновение через ДБК в бассейн Балтийского моря чужеродного для ихтиофауны Беларуси понто-каспийского аутовселенца - бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) [3], с 1936 г. отмечавшегося на территории страны только в водоемах бассейна Черного моря. В это же время в р. Припять, ДБК и р. Мухавец впервые для водоемов Беларуси был отмечен еще один понто-каспийский аутовселенец - бычок-голец *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) [3]. Одновременно данные виды рыб были обнаружены в р. Зап. Буг на территории Польши [4, 5].

В настоящее время, на территории Беларуси помимо двух вышеперечисленных чужеродных понто-каспийских видов-аутовселенцев, встречаются еще 6 видов рыб, в последние годы проникших в пределы Беларуси по Днепру с территории Украины вследствие антропогенно обусловленного расширения естественного ареала: бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) [3], бычок-цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) [6] и пуголовка звездчатая *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) [7] – представители семейства Бычковые Gobiidae, пухлощекая игла-рыба *Syngnathus abaster* Risso, 1827 (семейство Иглобые Syngnathidae) [8], малая южная колюшка *Pungitius platigaster* (Kessler, 1859) (семейство Колюшковые Gasterosteidae) [9] и черноморско–азовская тюлька *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) [10].

Все эти виды обнаружены на нижнем участке р. Днепр в пределах Брагинского р-на Гомельской области в непосредственной близости от Киевского водохранилища (Украина), откуда они и проникли в пределы Беларуси. Два из них – бычок-кругляк и тюлька были отмечены также и в р. Припять [3, 10].

Целью данной работы явилось определение области распространения и роли понто-каспийских рыб-аутовселенцев в структуре молоди рыб прибрежной мелководной зоны белорусского участка центрального инвазионного коридора (р. Припять – р. Пина – Днепровско-Бугский канал – р. Мухавец).

Материал и методика исследования. Исследования проведены в течение двух лет (2013 и 2015 гг.) в летний период (август) на прибрежных мелководных участках р. Припять (1 уч. - в границах Мозырского р-на, 2 - Петриковского, 3 - Житковичского, 4 - Лунинецкого, 5 уч. - в пределах Пинского района); р. Пина (6 уч. – в границах Пинского р-на); ДБК (7 уч. - в границах Ивановского р-на, 8 - Дрогичинского, 9 уч. – в пределах Жабинковского р-на); р. Мухавец (10 уч. – в пределах Брестского р-на). Анализ полученных материалов проводили отдельно по р. Припять и по участку р. Пина-ДБК-р. Мухавец.

Лов рыбы осуществляли при помощи мелкочейистого невода длиной 30 м и ячеей 8-10 мм. Облавливались, как правило, однотипные прибрежные биотопы. После поштучного подсчета всех особей вида и определения их общей массы в каждом улове, молодь выпускалась в живом виде обратно в водоток в месте её поимки.

Для каждого участка рассчитывали среднюю долю (%) каждого вида в общей численности молоди в уловах, а также индекс доминантности (I_d) и коэффициент встречаемости (V) каждого вида.

Результаты исследований и их обсуждение.

Припять. Всего в контрольных уловах молоди рыб на мелководных прибрежьях р. Припять в пределах исследованных участков нами было отмечено 35 видов рыб 10 семейств (табл. 1), среди которых выявлено 3 понтоткаспийских аутовселенца, представителей чужеродного для фауны рыб Беларуси семейства Бычковые – бычок-песочник, бычок-гонец и бычок-цуцик.

Анализ распространения представителей разных семейств по водотоку указывает, что на всех участках р. Припять наряду с представителями аборигенных семейств Окуневые (ерш обыкновенный, окунь) и Карповые (елец, красноперка, пескарь обыкновенный, подуст, уклейка) были отмечены также и представители семейства Бычковые, свидетельствующее об их широком распространении по водотоку.

Таблица 1. – Коэффициент встречаемости (V) молоди рыб в уловах на участках мелководий р. Припять (по районам) за все время обследования

Вид рыбы	Семейство	Участок ЦИК (р. Припять)				
		Мозырь уч. 1	Петриков уч. 2	Житковичи уч. 3	Лунинец уч. 4	Пинск уч. 5
Белоглазка	Карповые	8	0	0	4	0
Быстрянка	Карповые	0	0	0	2	0
Бычок-голец	Бычковые	18	8	20	7	28
Бычок-песочник	Бычковые	45	29	20	50	68
Бычок-цуцик	Бычковые	5	4	20	11	36
Вьюн	Вьюновые	0	0	0	4	0
Голец	Балиторовые	1	4	0	4	4
Горчак	Карповые	0	0	0	4	10
Густера	Карповые	21	0	0	50	87
Елец	Карповые	69	67	80	55	26
Ёрш Балона	Окуневые	5	0	0	14	0
Ёрш обыкнов.	Окуневые	62	42	60	36	5
Ёрш-носарь	Окуневые	15	8	0	25	12
Жерех	Карповые	21	13	0	5	0
Карась золотой	Карповые	2	0	0	0	3
Карась серебряный	Карповые	8	0	0	0	0
Колюшка трехиглая	Колюшковые	0	0	0	2	0
Красноперка	Карповые	4	4	20	9	27
Лещ	Карповые	28	42	0	79	77
Линь	Карповые	1	8	0	0	4
Налим	Налимовые	1	4	0	4	1
Окунь	Окуневые	58	71	46	82	91
Пескарь обыкновенный	Карповые	15	13	80	21	42
Пескарь свктоплавн.	Карповые	49	29	0	41	32
Плотва	Карповые	56	46	0	71	82
Подуст	Карповые	14	29	80	27	3
Ротан-головешка	Головешковые	0	0	0	7	8
Сазан	Карповые	1	0	0	0	0
Синец	Карповые	2	17	0	0	0
Сом	Сомовые	0	4	0	4	0
Судак	Окуневые	5	0	0	11	3
Уклейка	Карповые	79	67	80	77	79
Щиповка обыкновенная	Вьюновые	18	13	0	16	26
Щука	Щуковые	33	42	0	38	41
Язь	Карповые	26	54	0	29	36
Всего видов	35	29	23	10	30	25

При этом бычок-песочник на двух верхних участках (Пинский и Лунинецкий р-ны) входил в группу константных видов (коэффициент встречаемости ≥ 50). Представители остальных семейств были отмечены не на всех исследованных участках р. Припять.

Наиболее встречаемыми видами рыб были уклейка и окунь. Коэффициент их встречаемости на разных участках водотока колебался от 67 до 80 %, и от 46 до 91 % соответственно. Из отмеченных в р. Припять видов рыб на всех исследованных 5 участках константным видом была уклейка; на 4-х участках – елец и окунь; на 3-х – плотва; на 2-х – густера, лещ и ерш обыкновенный; и на одном участке константными были пескарь обыкновенный и подуст.

С другой стороны, наиболее редкими, отмеченными только на одном из участков оказались быстрянка и вьюн, а также три чужеродных вида – сазан, карась серебряный и колюшка трехиглая. На двух участках были выявлены горчак, ерш-Балона, карась золотой, сом, синец, а также чужеродный ротан-головешка.

Из перечисленных выше самых распространенных рыб 5 видов (плотва, уклейка, окунь, елец и подуст) оказались также и наиболее многочисленными, составлявших на каждом из участков в сумме от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ всего количества выловленной рыбы (табл. 2).

В целом общая доля понто-каспийских аутовселенцев в уловах колебалась от 4,42 % (в Лунинецком р-не) до 14,91 % (в Пинском р-не на р. Припять). Из них наибольшая численность (8,73 % общей численности выловленных рыб) отмечена для бычка-цуцика в р. Припять в Пинском р-не и бычка-песочника (7,85 %) в Мозырском р-не.

Таблица 2. – Видовая структура (% общей численности) молоди рыб в уловах на участках мелководий р. Припять (по районам)

Вид рыбы	Участок ЦИК (р. Припять)				
	Мозырь уч. 1	Петриков уч. 2	Житковичи уч. 3	Лунинец уч. 4	Пинск уч. 5
Белоглазка	0,19	0	0	0,05	0
Быстрянка	0	0	0	0,03	0
Бычок-гонец	4,27	5,88	2,87	1,59	2,09
Бычок-песочник	7,85	2,26	2,51	2,21	4,09
Бычок-цуцик	1,12	0,10	1,43	0,62	8,73
Вьюн	0	0	0	0,05	0
Голец	0,02	0,59	0	0,05	0,07
Горчак	0	0	0	0,05	0,22
Густера	9,01	0	0	5,00	9,84
Елец	10,17	13,33	31,18	3,87	0,87
Ёрш Балона	0,12	0	0	0,35	0
Ёрш обыкновенный	9,98	6,67	1,79	2,07	0,10
Ёрш-носарь	3,72	0,20	0	4,09	0,26
Жерех	1,21	0,29	0	0,08	0
Карась золотой	0,09	0	0	0	0,05
Карась серебряный	0,59	0	0	0	0
Колюшка трехиглая	0	0	0	0,03	0
Красноперка	0,12	0,10	0,36	0,21	1,47
Лещ	6,47	2,55	0	8,90	7,72
Линь	0,05	0,59	0	0	0,22
Налим	0,02	0,10	0	0,05	0,03
Окунь	9,13	16,86	0,36	10,82	11,31
Пескарь обыкновенный	1,59	0,29	2,51	0,54	7,65
Пескарь светлоплавниковый	9,74	1,76	0	5,09	2,72
Плотва	7,65	5,59	0	18,38	21,65
Подуст	0,83	10,98	54,12	1,80	0,17
Ротан-головешка	0	0	0	0,19	0,91
Сазан	0,02	0	0	0	0
Синец	0,17	2,94	0	0	0
Сом	0	0,20	0	0,08	0
Судак	0,09	0	0	0,35	0,05
Уклейка	10,90	19,31	2,87	23,87	11,65
Щиповка обыкновенная	2,82	1,47	0	6,11	5,17
Щука	0,99	3,63	0	2,64	1,83
Язь	1,07	4,31	0	0,83	1,13

В соответствии с достаточно высокой численностью на отдельных участках р. Припять песочник и цуцик входили в группу доминантных видов. Бычок-цуцик - в Пинском р-не (I_d 3.13), песочник – в Пинском, Лунинецком и Мозырском районах (соответственно I_d 2.78, 1.11 и 3.51) (табл. 3).

Таблица 3. – Индекс доминантности (по численности) понто-каспийских аутовселенцев на разных участках мелководий р. Припять

Участок ЦИК (р. Припять)	Бычок-песочник	Бычок-цуцик	Бычок-гонец
Мозырь (уч. 1)	3,51	0,05	0,75
Петриков (уч. 2)	0,66	<0,01	0,49
Житковичи (уч. 3)	0,50	0,29	0,57
Лунинец (уч. 4)	1,11	0,07	0,11
Пинск (уч. 5)	2,78	3,13	0,59

В целом по всем исследованным участкам р. Припять весьма существенная роль понто-каспийских аутовселенцев в уловах отмечена на нижнем участке водотока (в пределах Мозырского р-на), расположенного наиболее близко к Киевскому водохранилищу, откуда и происходит миграция этих видов на территорию Беларуси.

Далее вверх по течению численность чужеродных понто-каспийских аутовселенцев постепенно снижается и минимальных значений достигает в Лунинецком районе. На участке р. Припять в пределах Пинского района картина резко меняется: здесь доля аутовселенцев в уловах наибольшая и превышает таковую в Мозырском р-не. Данное превышение происходит за счет наибольшей численности здесь бычка-цуцика – 8,73 % всех выловленных рыб на данном участке. Значительна здесь также доля и песочника (4,09 %), уступающая только доле песочника в Мозырском районе (7,85 %). Данный факт может быть объяснен только тем, что в Пинске, как и в Мозыре, расположен порт, куда заходит и отстаивается речной транспорт, и вместе с транспортом сюда и попали данные виды рыб.

Участок р. Пина - ДБК - р. Мухавец. Анализ уловов молоди рыб на прибрежных мелководьях участка р. Пина – ДБК – р. Мухавец (всего 5

участков в пределах административных районов) показал наличие в нем 25 видов рыб, относящихся к 6 семействам (табл. 4).

Таблица 4. – Коэффициент встречаемости (V) молоди рыб в уловах на участках мелководий р. Припять (по районам)

Вид рыбы	Семейство	Участок ЦИК				
		р. Пина	ДБК			р. Мухавец
		Пинск уч. 6	Иваново уч. 7	Дрогичин уч. 8	Жабинка уч. 9	Брест уч. 10
Быстрянка	Карповые	0	0	0	4	0
Бычок-гонец	Бычковые	33	0	0	22	33
Бычок-песочник	Бычковые	40	50	17	30	17
Бычок-цуцик	Бычковые	27	0	0	0	0
Верховка	Карповые	0	0	0	9	0
Вьюн	Вьюновые	13	0	0	0	0
Горчак	Карповые	20	50	17	9	17
Густера	Карповые	33	0	17	43	0
Елец	Карповые	0	50	17	26	0
Ёрш обыкновенный	Окуневые	0	0	0	22	0
Жерех	Карповые	13	50	17	13	17
Карась серебряный	Карповые	0	0	0	0	17
Колюшка трехиглая	Колюшковые	0	0	0	39	17
Красноперка	Карповые	33	50	50	39	50
Лещ	Карповые	87	100	50	74	33
Линь	Карповые	0	0	0	9	17
Окунь	Окуневые	100	50	33	87	67
Пескарь	Карповые	0	50	0	38	17
Плотва	Карповые	100	50	50	78	50
Подуст	Карповые	87	0	0	0	0
Судак	Окуневые	0	0	0	9	33
Уклейка	Карповые	60	50	33	48	17
Щиповка	Вьюновые	47	0	100	22	17
Щука	Щуковые	20	50	33	57	33
Язь	Карповые	20	50	33	35	33
Всего видов	25	16	12	13	21	17

В сравнении с р. Припять на данном участке ЦИК отсутствовало 11 видов рыб: белоглазка, ротан, сазан, синец, сом, пескарь светлоплавниковый, карась золотой, ерш носарь, ерш Балона, голец и налим. С другой стороны, на данном участке отмечена верховка, не выявленная в р. Припять. Наиболее распространенным видом была плотва (встречалась на всех исследованных участках, и везде была константным видом). На всех участках помимо плотвы

были отмечены щука, окунь, язь, уклейка, лещ, красноперка, жерех, горчак и понто-каспийский аутовселенец – бычок-песочник. Помимо песочника на данном участке ЦИК были выявлены также бычок-цуцик (Пинский р-н) и бычок-гонец (Брестский, Жабинковский и Пинский р-ны). Практически на всех исследованных участках наиболее массовыми были плотва, окунь и лещ. В р. Пина эти три вида рыб в сумме по численности составили 72,3 % всей выловленной молодежи. В р. Пина значительна была также численность бычка песочника и бычка-цуцика (соответственно 5,5 и 4,8 %) (табл. 5).

Таблица 5. – Численность (%) молодежи рыб в уловах на разных участках мелководий ЦИК (в пределах Беларуси)

Вид рыбы	Участок ЦИК				
	р. Пина	ДБК			р. Мухавец
	Пинск уч. 6	Иваново уч. 7	Дрогичин уч. 8	Жабинка уч. 9	Брест уч. 10
Быстрянка	0	0	0	0,05	0
Бычок-гонец	1,44	0	0	1,50	9,56
Бычок-песочник	5,48	3,85	2,90	1,74	0,89
Бычок-цуцик	4,76	0	0	0	0
Верховка	0	0	0	1,79	0
Вьюн	0,58	0	0	0	0
Горчак	2,31	1,28	2,90	0,10	4,44
Густера	0,72	0	3,63	3,24	0
Елец	0	5,77	1,45	0,53	0
Ёрш обыкновенный	0	0	0	0,34	0
Жерех	0,43	3,20	0,72	0,24	0,89
Карась серебряный	0	0	0	0	2,67
Колюшка трехиглая	0	0	0	18,14	8,11
Красноперка	1,88	4,49	3,63	4,31	2,67
Лещ	17,17	18,59	20,29	6,97	9,89
Линь	0	0	0	0,19	1,78
Окунь	32,62	16,67	5,07	25,35	12,00
Пескарь обыкновенный	0	10,26	0	7,45	9,78
Плотва	17,46	16,02	20,29	15,05	25,33
Подуст	0,14	0	0	0	0
Судак	0	0	0	0,58	0,89
Уклейка	3,32	13,46	10,87	6,24	8,00
Щиповка обыкновенная	6,21	0	25,35	1,79	0,44
Щука	0,43	1,28	1,45	0,87	1,33
Язь	5,05	5,13	1,45	3,53	1,33

Наибольшая численность представителей семейства Бычковые была отмечена для бычка-гонца в р. Мухавец – 9,6 %. В целом общая численность этих понто-каспийских видов-аутовселенцев достигала 11,7 % в р. Пина и 10,5 % в р. Мухавец.

Заключение.

Анализируя распространение и долю понто-каспийских аутовселенцев в контрольных уловах молоди рыб на мелководных побережьях в пределах исследованного белорусского участка центрального инвазионного коридора (р. Припять – р. Пина – Днепроовско-Бугский канал – р. Мухавец), отмечено следующее.

1. Из 36 выявленных на белорусском участке ЦИК видов рыб, представляющих 10 семейств, отмечено 3 понто-каспийских аутовселенца из семейства Бычковые - бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), бычок-голец *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) и бычок-цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814).

На участке в пределах бассейна Черного моря выявлены все 3 понто-каспийских аутовселенца, в пределах бассейна Балтийского моря – 2 (бычок-песочник и бычок-голец).

2. Среди самых распространенных видов рыб, выявленных на всех участках ЦИК, помимо красноперки, окуня и уклейки отмечен понто-каспийский аутовселенец, представитель семейства Бычковые – бычок-песочник.

3. Доля понто-каспийских аутовселенцев в уловах молоди рыб на разных участках ЦИК в пределах Беларуси колебалась от 2,9 % (уч. 8-Дрогичин) до 14,91 % (уч. 5-Пинск_{Припять}). Довольно существенной доля понто-каспийских аутовселенцев оказалась в уловах молоди на уч. 1-Мозырь, уч. 6-Пинск_{Пина} и уч. 10-Брест – соответственно 13,24 %, 11,68 и 10,45 %.

Большая доля понто-каспийских аутовселенцев в уловах молоди отмечена на участках, в пределах которых расположены речные порты - на р. Припять это речной порт Мозырь и речной порт Пинск, на р. Пина - речной порт Пинск,

на р. Мухавец – речной порт Брест (рисунок 1). Данный факт указывает на большое значение речных портов в процессе инвазии рыб.

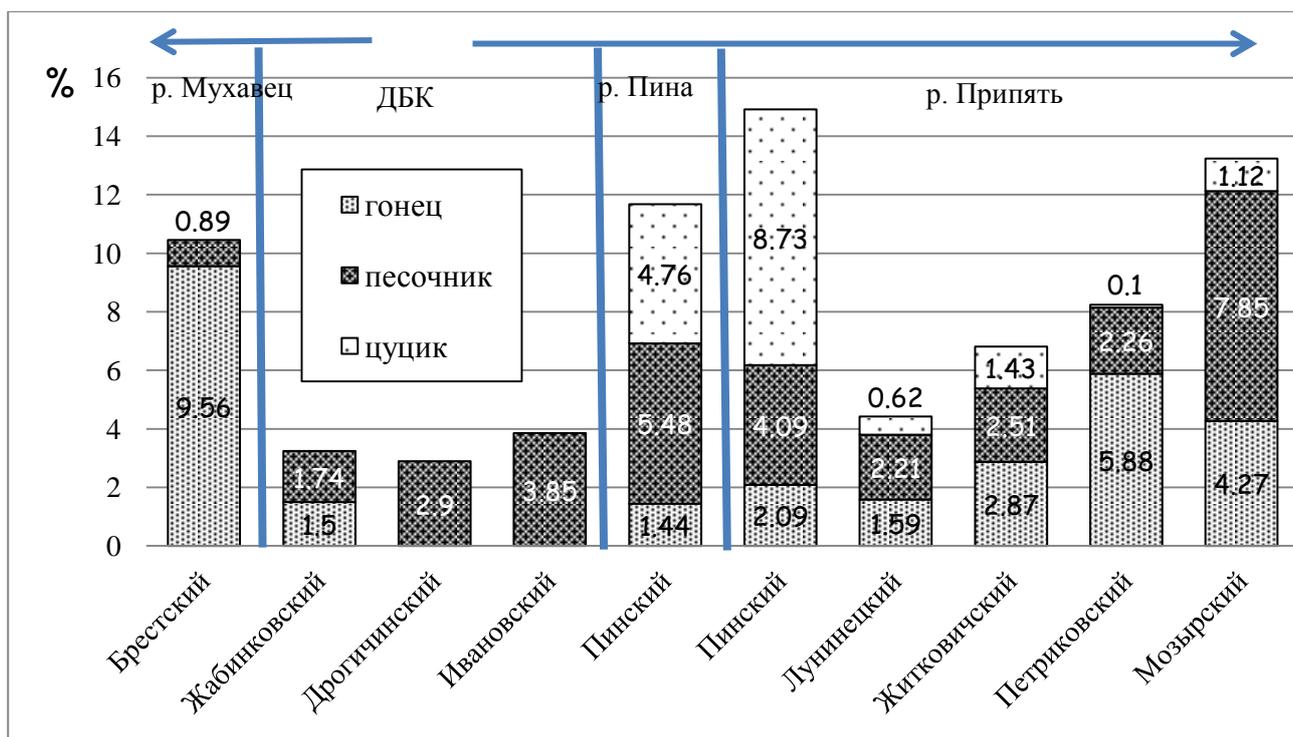


Рисунок 1. – Доля (% общей численности) чужеродных понто-каспийских видов-аутовселенцев в общем улове молодежи на разных участках ЦИК

4. Общая картина снижения доли понто-каспийских аутовселенцев в общих уловах молодежи рыб на прибрежных мелководьях белорусского участка ЦИК от Мозыря до Бреста (за исключением «портовых» участков) свидетельствует о самостоятельном расширении ареала понто-каспийских видов рыб из Киевского вдхр. (Украина) вверх против течения рек Припять и Пина, и проникновения их в водотоки бассейна Балтийского моря.

5. Наиболее высокая доля бычка-цуцика в уловах молодежи рыб отмечена на уч. 5-Пинск_{Припять} (8,73 %) и уч. 6-Пинск_{Пина} (4,76 %), в пределах которых расположен речной порт Пинск. Учитывая, что в пределах ДБК и в р. Мухавец данный вид не отмечен, а на остальных участках р. Припять его доля не превышает 1,43 % (на уч.3-Житковичи), можно предположить, что помимо самостоятельного расширения ареала, появления бычка-цуцика на белорусском участке ЦИК произошло также посредством непреднамеренного завоза его в акваторию порта Пинск речным транспортом.

6. Учитывая, что в р. Днепр на территории Беларуси помимо трех отмеченных нами на белорусском участке ЦИК понто-каспийских аутовселенцев установлено обитание еще 5-ти аутовселенцев (бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), пугловка звездчатая *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874), пухлощекая игла-рыба *Syngnathus abaster* Risso 1827, малая южная колюшка *Pungitius platigaster* (Kessler, 1859), черноморско-азовская тюлька *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840), а также принимая во внимание обитающих в Киевском вдхр. (Украина) бычка-головача *Neogobius kessleri* (Günther, 1961) и бычка-кнута *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) [11], в ближайшие годы следует ожидать появления этих видов рыб и на белорусском участке ЦИК.

Список использованных источников

1. Terlecki, J. White-eye bream, *Abramis sapa* (Pallas, 1811) – first record in Poland, in man-made Zegrzyńskie Lake / J. Terlecki // Acta Ichthyol. Piscat., 1990. – 22(2): 97–108.

2. Kakareko, T., Kobak J., Terlecki J., Hadowski M. External morphology and growth rate of white-eye bream *Ballerus sapa* (Cyprinidae, Teleostei) in a lowland dam reservoir on the lower Vistula River (Włocławski Reservoir, central Poland) / T. Kakareko, J. Kobak, J. Terlecki, M. Hadowski // Folia Zool., 2008. – 57(4): 435–451.

3. Гулюгин, С.Ю. Новые данные по расширению ареала бычков рода *Neogobius*: песочника *N.fluviatilis*, кругляка *N.melanostomus*, гонца *N.gymnotrachelus* / С.Ю. Гулюгин, Д.Ф. Куницкий // Калинингр. гос. техн. ун-т. Международная научно-техническая конференция. Гос. техн. ун-т Калинингр. - Калининград, 1999. – Ч.1 . – С. 5.

4. Danilkiewicz, Z. Racer goby *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) Perciformes, Gobiidae – a new species in the ichthyofauna of the Baltic Sea / Z. Danilkiewicz // Kom. Ryb. 1996. – 2: 27–29.

5. Danilkiewicz, Z. Monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1811), Perciformes, Gobiidae – a new Pontic element in ichthyofauna of the Baltic Sea basin / Z. Danilkiewicz // Fragmenta Faunistica, 1998. – 41: 269-277.

6. Rizevsky, V. Michail Pluta, Andrei Leschenko and Inna Ermolaeva. First record of the invasive Ponto-Caspian tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) from the River Pripyat, Belarus / V. Rizevsky, M. Pluta, A. Leschenko, I. Ermolaeva // Aquatic Invasions, 2007. – Volume 2, Issue 3: 275-277.

7. Rizevsky, V. First record of the Ponto-Caspian stellate tadpole-goby *Benthophilus stellatus* (Sauvage) from the River Dnieper, Belarus / V. Rizevsky, A. Leschenko, I. Ermolaeva, M. Pluta // Bioinvasion Records. 2013. – Volume 2, Issue 2: 159-161.

8. Ризевский, В.К. Новый для фауны Беларуси вид рыб – пухлощечкая игла рыба *Syngnathus abaster* Risso, 1827 / В.К. Ризевский, М.В. Плюта, А.В. Лещенко, И.А. Ермолаева // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2011. – № 2. – С. 102-105.

9. Ризевский, В.К. Новые виды рыб в фауне Беларуси / В.К. Ризевский, М.В. Плюта, А.В. Лещенко, И.А. Ермолаева, И.В. Новик // Доклады НАН Беларуси. 2009. – Т. 53, № 3. – С.95-97.

10. Ризевский, В.К. Черноморско–азовская тюлька *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) - новый понто-каспийский вид в фауне рыб Беларуси / В.К. Ризевский, А.В. Лещенко, И.А. Ермолаева, М.В. Плюта, А.П. Кудрицкая // Вести НАН Беларуси. Сер. Биол. наук. 2015. – Вып. 4. – С. 56-59.

11. Онопрієнко, В.П. Розповсюдження бичкових видів риb в середній частині басейну Дніпра та його приток / В.П. Онопрієнко // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології. Матеріали VII Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. 10-13 вересня 2014 року, м. Мелітополь-Бердянськ, Україна. Херсон: Видавець Грінь Д.С. 2014. – С. 188-191

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА В ПРУДАХ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА «ВИЛЕЙКА»

О.С. Смольская, А.А. Жукова*, Б.В. Адамович*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Белорусский государственный университет, г. Минск,
пр. Независимости, 4, 220030, Беларусь
sylimova_1991@mail.ru*

SEASONAL DYNAMICS OF SESTON AND CHLOROPHYLL CONTENT IN THE PONDS OF FISH BREEDING FARM «VILEIKA»

O.S. Smolskaya, A.A. Zhukova, B.V. Adamovic**

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Belarusian State University, Minsk, Ave Nezavisimosti, 4, 220030, Belarus,
sylimova_1991@mail.ru*

Резюме. На протяжении вегетационного сезона 2015 г. была проведена оценка содержания сестона и хлорофилла в 10 прудах рыбоводческого хозяйства «Вилейка». Сопоставлена сезонная динамика изученных показателей, рассчитано удельное содержание хлорофилла в сестоне и доля феопигментов в суммарном форбине. Выявлена линейная зависимость рыбопродуктивности от среднесезонного содержания сестона в воде исследованных прудов.

Ключевые слова: рыбоводческие пруды, сестон, хлорофилл, феопигменты, сезонная динамика.

Abstract. During 2015' vegetation season there was assessed seston and chlorophyll content in 10 ponds of fish breeding farm "Vileiyyka". There was compared the seasonal dynamics of the parameters investigated, calculated chlorophyll specific content in seston and share of pheopigments in the aggregated forbin. There was discovered the linear dependence of fish productivity upon medium seasonal seston content in the water of the ponds explored.

Key words: Fish farming ponds, seston, chlorophyll, pheopigments, seasonal dynamic.

Введение

Одним из основных богатств Беларуси является большое количество водных объектов. Актуальной задачей нашего времени является сохранение

природно-ресурсных возможностей водных объектов Беларуси и оперативная оценка их текущего экологического состояния.

Комплексное использование водных ресурсов внутренних водоемов и водотоков, бурное развитие промышленности и сельского хозяйства приводят к загрязнению большинства водных экосистем и способствуют сокращению пресноводного стока. При этом происходит изменение гидрохимического и санитарно-гигиенического режимов, нарушается структура биологических сообществ, изменяется степень эвтрофирования. Поступление аллохтонных органических веществ с водосборного бассейна, особенно с высоким содержанием биогенных элементов, стимулирует развитие первичных продуцентов водных экосистем, в первую очередь фитопланктона. В то же время, отклик экосистемы в виде увеличения первичной продукции в толще воды, может приводить к тому, что сам фитопланктон становится причиной вторичного органического загрязнения [3].

Из всех областей народного хозяйства рыбохозяйственная деятельность наиболее тесно связана с проблемой качества поверхностных вод. Повышение продуктивности прудов осуществляется за счет интенсификационных мероприятий, инициируемых человеком, т.е. дополнительной энергии, которая вносится с кормом для рыб и удобрениями [1]. При этом, для оценки состояния водных объектов в гидробиологической практике широко применяют такие показатели, как содержание взвешенного в воде вещества (сестона) и хлорофилла.

Концентрация сестона – взвешенных неорганических и органических частиц, а также обитающих в толще воды мелких организмов – влияет на прозрачность и на проникновение света, температурный режим, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ и скорость осадкообразования [4]. Кроме того, сестон может являться одним из основных компонентов, превышающим ПДК для сбросных вод рыбоводческих хозяйств [2].

Содержание основного пигмента зеленых растений хлорофилла-*a* считается универсальным эколого-физиологическим показателем состояния фитопланктона [6]. Концентрация хлорофилла в воде положена в основу шкал, разработанных для оценки трофического статуса водоемов и их экологического качества [5]. Также хлорофилл является мерой биомассы водорослей, что широко используется для оценки обилия фитопланктона, который также зачастую является важной компонентой в составе сестона [7].

Актуальность исследования содержания сестона и хлорофилла в прудах рыбоводческого хозяйства «Вилейка» заключается, во-первых, в том, что приведенные характеристики являются интегрированными показателями качества воды; во-вторых, оперативность и удобство определения данных показателей позволяют достаточно легко и быстро оценить степень развития фитопланктона и косвенно судить о его биологической продуктивности. Кроме того, так как концентрация кислорода в воде прудов напрямую связана с уровнем развития фитопланктона, благодаря своевременному анализу можно прогнозировать заморы рыбы, различные болезни и т.д.

Цель данной работы: оценить содержание взвешенных веществ и хлорофилла-*a* в воде прудов рыбоводческого хозяйства «Вилейка» в разные периоды вегетационного сезона.

Материалы и методы

Рыбоводческие пруды рыбоводческого хозяйства «Вилейка» заполняются весной водой р. Смердия (правый приток р. Виляя) или, при недостатке воды в реке, водой из р. Виляя. Сброс воды осуществляется в р. Смердия, русло которой практически на всем протяжении канализовано. Исследования проводили на 10 прудах рыбхоза: пруды 21–28 площадью 0,24 га, пруд 3-5 площадью 0,5 га и пруд 3-6 площадью 0,6 га. В начале сезона вегетации 2015 г. каждый из исследованных прудов рыбоводческого хозяйства «Вилейка» был зарыблен карпом с плотностью посадки 1000 тыс./га и средней массой 130 г, а также белым амуром с плотностью посадки 150 тыс./га и средней массой 200 г.

В конце сезона 2015 г. сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» проведен учет выхода рыбопродукции на прудах.

Отбор проб воды проводили с интервалом 2-3 недели с апреля по сентябрь 2015 г., что позволило отследить сезонную динамику содержания взвешенных веществ и хлорофилла в воде прудов рыбоводческого хозяйства. Воду отбирали в чистые сосуды с глубины 0,25–0,5 м от поверхности воды и не менее 10–15 см от дна, не допуская взмучивания грунта. Перед взятием проб сосуд два-три раза ополаскивали водой из исследуемого водоема. В пробах воды определяли следующие показатели: взвешенное вещество (сухая масса, мг/л); содержание хлорофилла (мкг/л); удельное содержание феопигментов в суммарном форбине (%); доля хлорофилла в сестоне (% в сухой массе). Всего за период исследований было собрано и обработано 100 проб воды.

После отбора пробы и ее доставки в лабораторию незамедлительно приступали к обработке. Определения содержания взвешенных веществ и хлорофилла проводили в 3 повторностях для каждой станции. Взвешенные в воде вещества осаждали на ядерные фильтры с диаметром пор 1 мкм под вакуумом (до -0,4 атм). Затем часть фильтров высушивали до постоянной массы при 60 °С для определения сестона, часть переносили в пробирки, залив небольшим слоем 90%-ного ацетона для последующего определения хлорофилла-*a*. Для более полного экстрагирования пигментов пробы выдерживали в темном прохладном месте 8–24 часа, а затем растирали [8]. Полученный экстракт очищали, профильтровывая через мембранный фильтр с диаметром пор 0,2 мкм. Очищенный экстракт переносили в стеклянные мерные пробирки, которые либо обрабатывали сразу, либо в течение нескольких часов до проведения анализа хранили закрытыми притертыми пробками в прохладном защищенном от света месте. Для оценки хлорофилла применяли стандартный спектрофотометрический метода определения в ацетоновых экстрактах [10] с учетом вклада феопигментов [11]. Работу проводили на спектрофотометре *Cary 50 Scan*.

При статистической обработке данных использовали программные пакеты *Microsoft Excel* и *Statistica 8.0*.

Результаты исследований и обсуждение

Проведенные исследования позволили проследить сезонную динамику содержания сестона и хлорофилла-*a* в прудах рыбоводческого хозяйства «Вилейка» на протяжении периода вегетации в 2015 г. На рисунках 1-2 приведены усредненные значения сестона и хлорофилла для проб, отобранных в весенний, летний и осенний периоды.

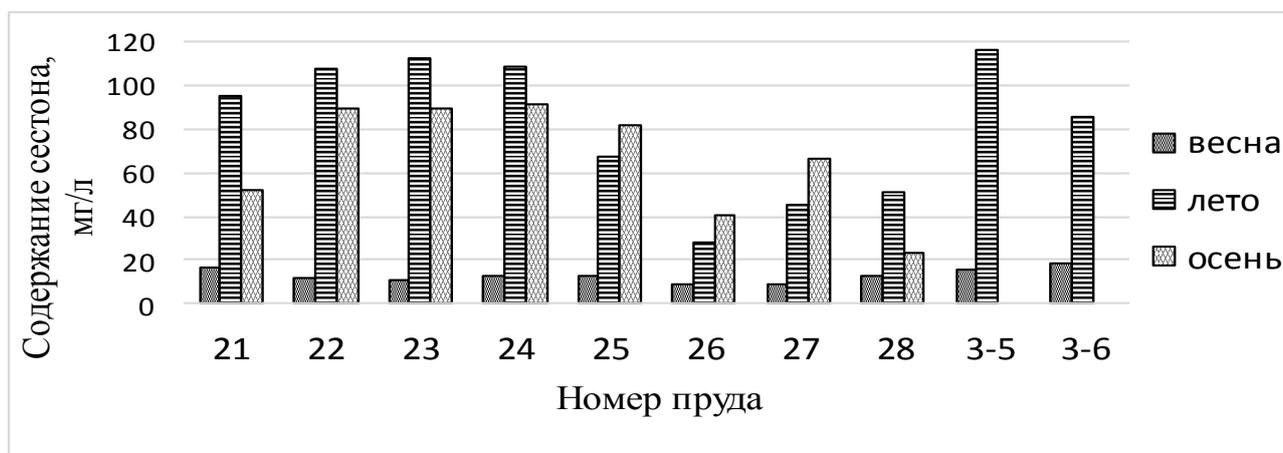


Рисунок 1. – Содержание сестона в прудах рыбхоза «Вилейка» в 2015 г.

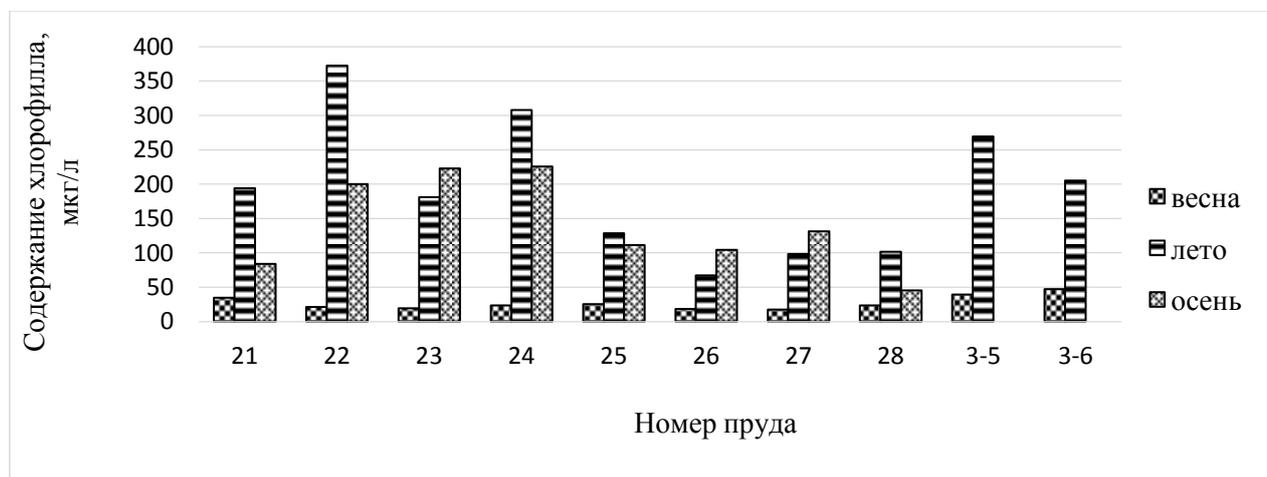


Рисунок 2. – Содержание хлорофилла в прудах рыбхоза «Вилейка» в 2015 г.

Во всех исследованных прудах минимальное значение содержания сестона приходится на весенний период, при колебаниях от 9 до 18 мг/л. Максимальное содержание сестона наблюдалось на большинстве прудов летом и достигало 90–115 мг/л. К осени в некоторых прудах (21–24, 28) содержание сестона

снижалось, в трех (25–27), напротив, несколько повышалось. В прудах 3-5 и 3-6 осенние сборы не проводили. Как и в случае с сестоном, на всех исследованных прудах минимальное значение содержания хлорофилла приходится на весенний период – от 17 мкг/л до 47 мкг/л. Максимальные значения хлорофилла в воде большинства прудов наблюдали летом – 150–379 мкг/л. К осени содержание сестона в прудах в прудах 23, 26, 27 повышается, а в остальных – снижается.

На отдельных прудах (22, 24–26) с интервалом примерно в три недели была прослежена сезонная динамика содержания сестона и хлорофилла (рисунки 3–4).

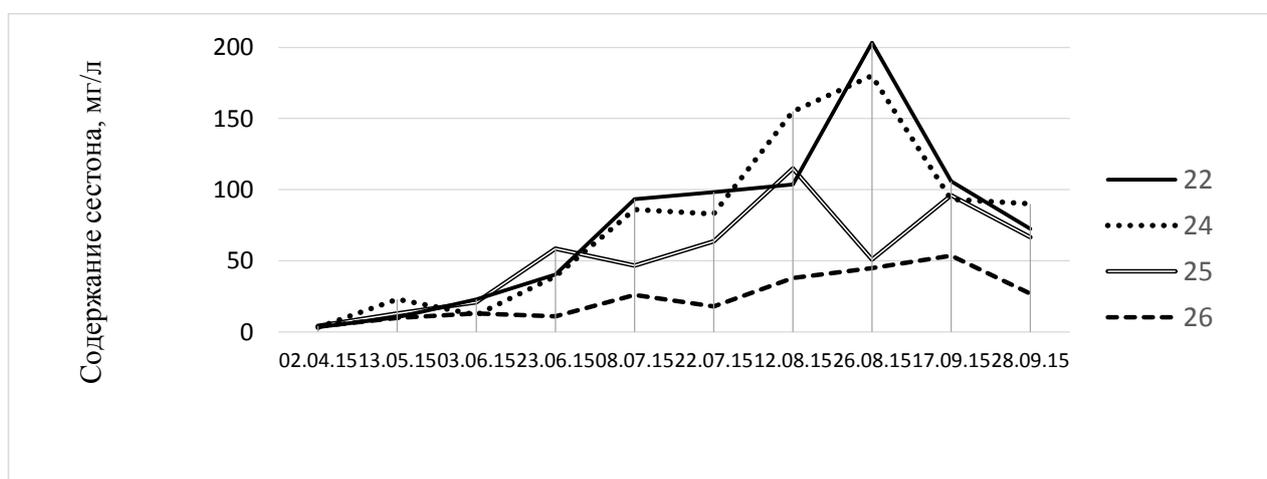


Рисунок 3. – Содержание сестона, мг/л в прудах р\х «Вилейка» за 2015г.

Как видно из рисунка 3, пруды значительно различались по сезонному ходу содержания сестона в воде. Можно отметить, что на прудах 22, 24 сезонные кривые носили похожий характер: с апреля идет постепенное увеличение сестона и достигает максимального значения в конце августа, к середине сентября содержание сестона падает почти в два раза. Наименьший диапазон колебаний по исследованному показателю на всем протяжении сезона прослеживается в пруду 26, при этом сохраняется общий ход динамики и одновершинность кривой. На пруду 25, в отличие от других вариантов, сезонный ход содержания сестона нетипичен: наблюдается несколько небольших пиков при среднем уровне содержания взвешенных веществ в ряду приведенных на графике прудов.

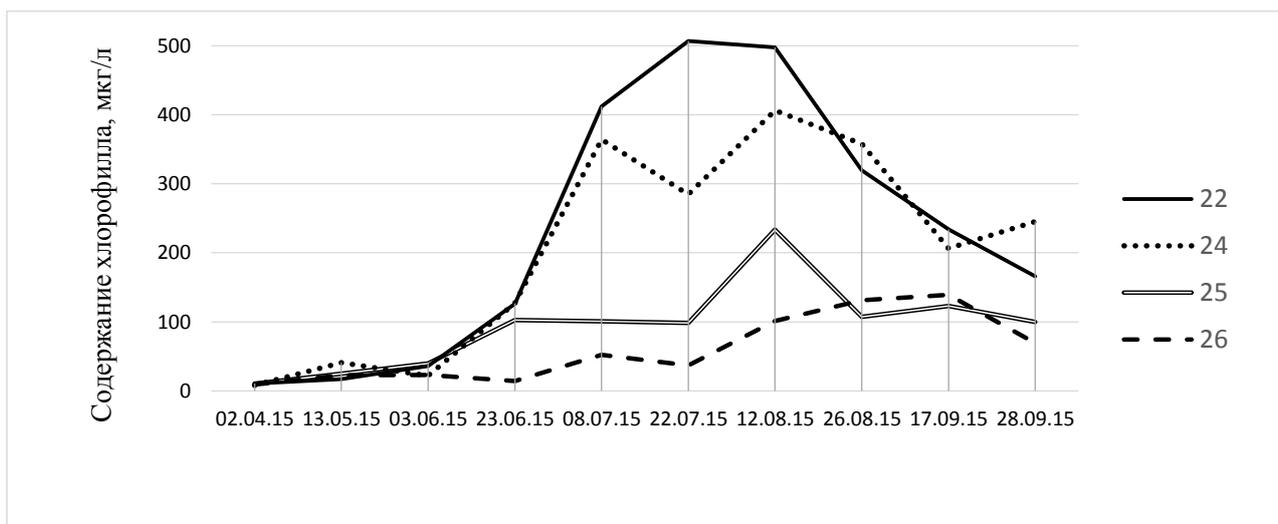


Рисунок 4. – Содержание хлорофилла, мкг/л в прудах р\х «Вилейка» за 2015 г.

По содержанию хлорофилла в прудах наблюдалась схожая динамика с содержанием сестона. На прудах 22 и 24 прослеживается резкое увеличение содержания хлорофилла до первой половины июля, затем высокие значения сохранялись на протяжении 1,5-2 месяцев и наблюдался быстрый спад. На пруду 26 содержание хлорофилла, как и в случае с сестоном, показало значения меньше, чем других исследованных прудах, при этом кривые сезонного хода двух показателей были идентичными. На пруду 25, в сравнении с сестоном, по содержанию хлорофилла наблюдается более сглаженный сезонный ход с одним пиком в середине августа.

Показано, что в целом удельное содержание хлорофилла в сестоне оказалось стабильным показателем и колебалось в пределах 0,20–0,25 %, за исключением двух более высоких летних значений (до 0,38 %) и нескольких более низких летних и осенних данных (до 0,14 %). В целом, полученные значения удельного содержания хлорофилла в сестоне соответствовали таковым для природных водоемов Беларуси [7] и оказались несколько ниже, чем в предыдущие годы исследований на прудах рыбхоза «Вилейка» [9].

Рассчитанные значения удельного содержания хлорофилла в сестоне в исследованных прудах приведены на рисунке 5.

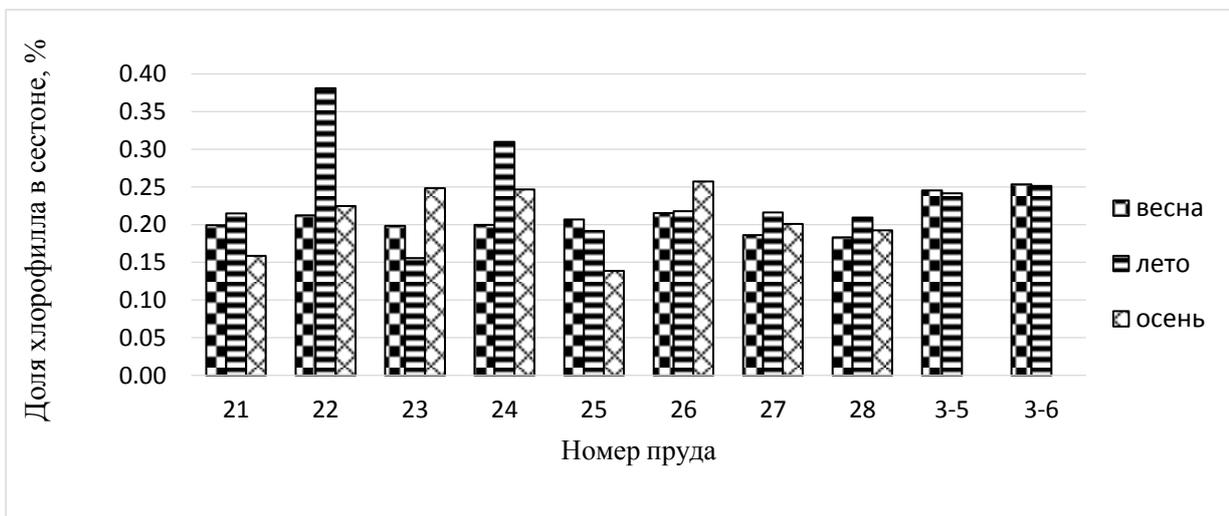


Рисунок 5. – Удельное содержание хлорофилла в сестоне, % в прудах р\х «Вилейка» за 2015 г.

В прудах наряду с концентрацией хлорофилла определяли удельное содержание феопигментов в общем форбине (рисунок 6).

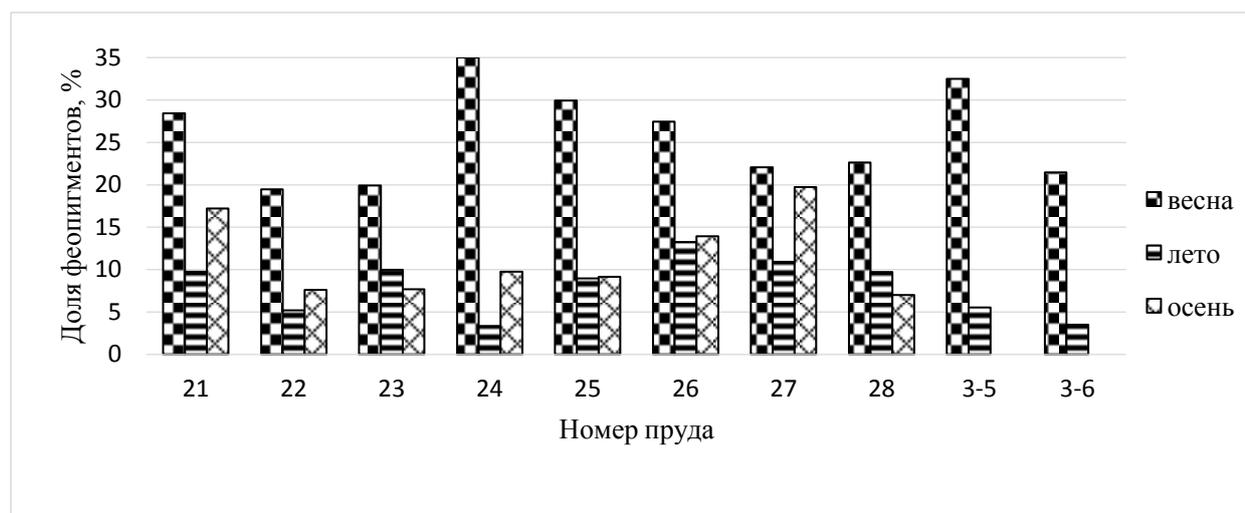


Рисунок 6. – Доля феопигментов в общем форбине в прудах рыбхоза «Вилейка» в 2015 г.

Заметно, что доля феопигментов на протяжении вегетационного сезона существенно варьирует, достигая максимальных значений во всех прудах весной. К лету во всех прудах наблюдалось уменьшение доли феопигментов в несколько раз, к осени в некоторых прудах удельное содержание феопигментов вновь увеличивалось. В целом, содержание феопигментов в летне-осеннее время не превышало 20 %, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии и активном развитии планктонных водорослей (в живых клетках водорослей в основном содержится хлорофилл-а, который в мертвых клетках

быстро разлагается до феофитина). Весной в составе сестона в прудах присутствует прошлогодний разлагающийся растительный детрит, что и приводит к существенно более высоким величинам удельного содержания феопигментов.

Рассчитанные значения зависимости рыбопродуктивности от среднесезонного содержания сестона в исследованных прудах приведены на рисунке 7.

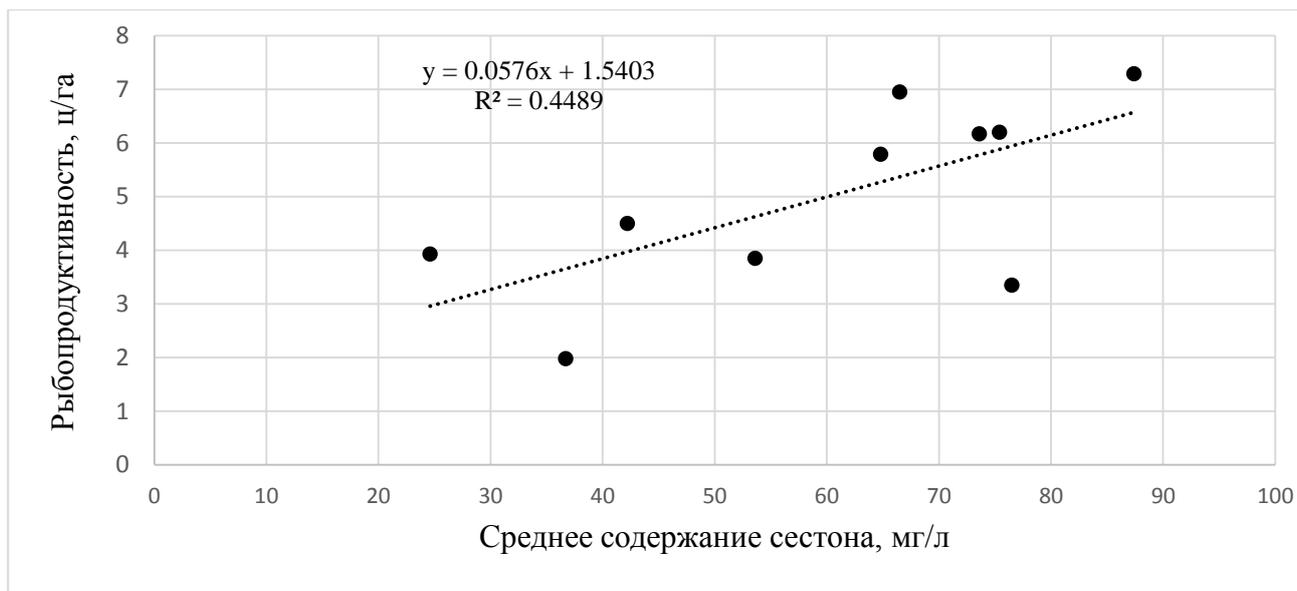


Рисунок 7. – Связь рыбопродуктивности и среднесезонного содержания сестона в прудах рыбхоза «Вилейка» в 2015 г.

Можно сказать, что для данных показателей прослеживается прямая линейная зависимость. Из приведенного графика следует, что $R^2 = 0,45$, что говорит о не сильной взаимосвязи содержания сестона и рыбопродуктивности. Однако, если из расчетов убрать выбивающееся из общей тенденции значение для пруда 24, то величина R^2 резко возрастает до 0,72 и в таком случае характеризует связь, как тесную.

Также мы попытались выявить связь рыбопродуктивности и среднесезонного содержания хлорофилла в исследованных прудах (рисунок 8), и сравнить какой из этих двух показателей (сестон или хлорофилл) показывает лучший результат для оценки кормовой базы рыб.

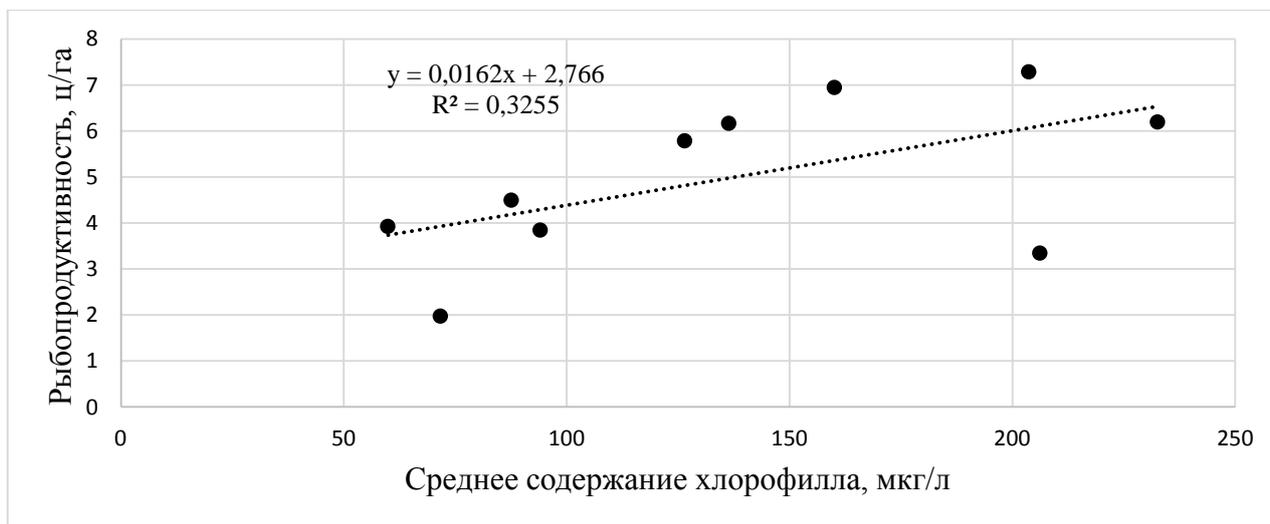


Рисунок 8. – Связь рыбопродуктивности и среднесезонного содержания хлорофилла в прудах рыбхоза «Вилейка» в 2015 г.

Как следует из рисунка, для хлорофилла также прослеживается прямая линейная связь с рыбопродуктивностью, как и в случае с содержанием сестона. Однако значения коэффициента аппроксимации R^2 существенно ниже (0,33) по сравнению с сестоном и свидетельствует о слабой силе связи. Если из расчетов, как и в предыдущем случае, убрать значения пруда 24, то значение R^2 значительно не изменится.

Таким образом, для общей характеристики кормовой базы, а, следовательно, рыбопродуктивности прудов значения сестона оказались более показательными в сравнении с данными о содержании хлорофилла.

Заключение

Нормальные условия для обитания, размножения и питания гидробионтов определяются качеством среды обитания, поэтому важно проводить постоянный анализ воды, особенно в прудах. Сестон и хлорофилл являются удобными показателями, которые можно определить достаточно оперативно и точно, что позволяет легко и быстро оценить степень развития фитопланктона.

Так как в рыбоводных прудах Беларуси в настоящее время не проводят оценку показателей сестона и хлорофилла, весьма актуальна разработка и внедрение соответствующих методов в практику путем адаптации общепринятых гидробиологических методов. Кроме всего, не стоит забывать, что рыбоводные пруды представляют собой нетипичные полуестественные

водоемы, имеющие свои специфические особенности, поэтому, выявленные на природных водоемах закономерности не всегда прослеживаются на прудах рыбоводческих хозяйств.

На основании анализа полученных нами данных, можно сделать вывод о том, что диапазон данных по содержанию сестону и хлорофиллу существенно различается в разных прудах. Так, содержание сестона в прудах колебалось от 10 мг/л до 114 мг/л, составив в среднем для вегетационного сезона 2015 г. 50 мг/л. Содержание хлорофилла в прудах изменялось в пределах 25–370 мкг/л, среднее значение составило 100 мкг/л.

Рассчитанная доля хлорофилла в сестоне колебалась в небольших пределах – от 0,15 до 0,25 % и не зависела от сезона года. Доля феопигментов в суммарном форбине, напротив, значительно варьировала как в отдельных прудах, так и разные сезоны. В летне-осенний период удельное содержание феопигментов не превышало 20%, что свидетельствует о благоприятных условиях для развития и активном состоянии фитопланктона в прудах.

Предпринята попытка выявить связь содержания сестона и хлорофилла и рыбопродуктивности. Как показали результаты, более четко связь прослеживается между среднесезонным содержанием сестона и рыбопродуктивностью, что позволяет использовать этот показатель для оценки кормовой базы рыб в прудах.

Список использованных источников

1. Адамович, Б. В. Структура и сезонная динамика развития фитопланктона рыбоводческих прудов и связанных с ними водотоков / Б. В. Адамович, А. А. Жукова // Тезисы VII Международной научно-практической конференции «PontusEuxinus – 2011», посвященной 140-летию Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (24–27 мая 2011 г.) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С.20–22.

2. Адамович, Б. В. Фитопланктон рыбоводческих прудов Беларуси необходимость создания единой базы данных / Б. В. Адамович, А. М. Лях // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов.

Республиканское унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства Национальной академии наук Беларуси". – Минск, 2011. – Вып. 27. – С. 203–210.

3. Винберг, Г. Г. Первичная продукция водоемов / Г. Г. Винберг. – Мн., 1979. – С.187–269.

4. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т. В. Гусева [и др.]; под общ. ред. Т. В. Гусевой – М.: Эколайн, 1999. – С. 19–49.

5. Елизарова, В. А. Хлорофилл как показатель биомассы фитопланктона / В. А. Елизарова // Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоемов: сб. науч. тр. / СПб: Гидрометеоздат; под ред. И.Л. Пыриной – СПб, 1993. – С. 126–129.

6. Минеева, Н. М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ / Н. М. Минеева. – М.:Наука, 2004. – С.5–12, 91–115.

7. Михеева, Т. М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона / Т. М. Михеева // Биологическая продуктивность эвтрофного озера / Под ред. Г. Г. Винберга. М: Наука, 1970. – С. 50–70.

8. Сигарева, Л. Е. О влиянии характера механического разрушения фитопланктона на степень экстрагирования его пигментов / Л. Е. Сигарева // Биология внутренних вод: Информ. бюл. № 24. – Л.: Наука, 1974. – С. 8 – 11.

9. Смольская О.С. Содержание хлорофилла в биомассе фитопланктона рыбоводческих прудов и связанных с ними водотоков / О.С. Смольская, А.А. Жукова // Материалы XIX Международной научно-практической конференции «Экология. Человек. Общество» (12-13 мая, 2016 г., г. Киев) – Киев: НТУУ «КПИ», 2016. – С. 51–52.

10. Lorenzen, C. J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations / C. J. Lorenzen // *Limnol. Oceanogr.*, 1967. – V. 12. – P. 343–346.

11. SCOR-UNESCO Working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in sea-water // *Monographs on Oceanologic Methodology*. – UNESCO, Paris, 1966. – P. 9–18.

**ИХТИОЦЕНОЗЫ СТОЯЧИХ ВОДОЁМОВ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО
АМУРА (НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ)**

В.Н. Бурик

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН
679016, Россия, г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема 4*

E-mail: vburik2007@rambler.ru

**ICHTHYOCOENOSIS OF STANDING RESERVOIRS OF THE BASIN OF
MIDDLE AMUR (IN THE TERRITORY OF THE
JEWISH AUTONOMOUS REGION)**

V. N. Burik

*Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS
679000, Russia, Birobidzhan, street Sholom – Alejhema, 4, vburik2007@rambler.ru*

Резюме. В статье представлены результаты изучения структуры ихтиофауны озёр и иных стоячих водоёмов бассейна реки Амур на территории Еврейской автономной области. В данной статье рассмотрены пять основных типов озёр области с характерными для них ихтиоценозами.

Ключевые слова: ихтиофауна, озёра, река Амур

Abstract. The paper presents the results of studying the structure of fish fauna in the lakes and other stagnant water bodies within the Amur river basin in the territory Jewish Autonomous region. The present paper covers five main types of lakes found in the region with ichthyocenosis typical for them.

Keywords: Fish fauna, lakes, the Amur river.

Введение. Бассейн реки Амур занимает значительную территорию Дальнего Востока, сеть его водоёмов является одной из основных составляющих природных условий региона. В настоящее время в бассейне Амура в пределах Еврейской автономной области (ЕАО) зарегистрировано 92 вида, которые относятся к 66 родам, 22 семействам, 12 отрядам: Petromyzoniformes, Asipenseriformes, Cypriniformes, Siluriformes, Esociformes, Osmeriformes, Salmoniformes, Gadiformes, Beloniformes, Gasterosteiformes, Scorpaeniformes, Perciformes [2].

Водная система территории ЕАО представлена южной излучиной среднего Амура и сетью его левых притоков. Как и во всей амурской

ихтиофауне, здесь по числу родов и видов резко преобладают сино-индийские по происхождению таксоны рыб (карпообразные, сомообразные и др.), в меньшей степени представлены рыбы палеарктического происхождения (щукообразные, лососеобразные и др.) [9].

Жизненный цикл основного количества видов рыб приурочен к руслу Амура: основная масса рыб амурского бассейна в тёплый период поднимается на нерест и нагул в систему придаточных водоёмов, осенью идёт обратная миграция рыб для зимовки в русле Амура и низовьях крупных притоков [6].

На территории ЕАО находится около 3000 озёр, самым крупным является озеро Забеловское – 4,28 км². Озёра мелководны, редко глубже трёх метров. Большинство озёр находится в поймах крупных рек, имеет постоянную или периодическую связь с рекой. Большинство озёр мелководны (глубины до 3 м), имеют речной – старичный либо приустьевой – генезис. Кроме того, в низинной части области, среди заливных лугов и лиственничных марей имеются мелкие бессточные торфяные озёра. Периодичность соединения с речной системой амурского бассейна для разных не имеющих постоянного сообщения с рекой озёр различна. Озёра низкой поймы соединяются с реками ежегодно, озёра речных долин и низинных лугов – в многоводные годы с периодичностью 5 – 6 лет.

В зимний период озёра промерзают до глубины 1,5 м, наиболее приспособленные к кислородному голоданию рыбы в этих условиях зарываются в ил, либо образуют покрытые слизью скопления, вмерзающие в лёд. Ледостав начинается в последних числах октября, сходит лёд с озёр и заливов в конце апреля – начале мая.

Материалы и методы. С 2001 по 2015 год нами изучалась ихтиофауна бассейна среднего Амура на территории ЕАО. Методами работы являлись полевые маршрутные и стационарные исследования, ихтиологические контрольные ловы, метод непосредственного наблюдения в природе, биометрические измерения, обработка и использование литературных данных,

ведомственных материалов. Производились статистическая и компьютерная обработка, анализ материалов.

В биотопах низовий равнинных рек, проток, приустьевых озёр состав ихтиофауны изучался как непосредственно в пойме р. Амур так и в бассейнах рек Забеловка, Тунгуска. С 2000 по 2012 гг. наблюдения за ихтиофауной велись на западном и приустьевом восточном участках амурской протоки Крестовая, в озере Забеловское, в протоке Чёртова, в пойме р. Урми, в протоке Ольгохта, озере Хаты-Талга. Дополнительно в данных водоёмах проводились замеры уровня воды. В биотопах водоёмов поймы средних течений наблюдения велись с 2004 по 2012 год в пойме рек Биджан и Бира.

Ихтиологические сборы проводились по стандартным методикам [8]. Для видового описания использовались определитель пресноводных рыб [5] и каталоги круглоротых и рыб России и бассейна р. Амур [1, 7].

Результаты исследований и обсуждение. В результате изучения озёрной ихтиофауны и условий её обитания в ЕАО мы выделили пять типов озёрных биотопов, распространённых в равнинной части региона с характерными для них ихтиоценозами [4].

1. Водоёмы поймы р. Амур: озёра, старицы, протоки. Глубины до трёх метров. Грунт дна обычно илисто-песчаный, песчано-илистый, реже песчаный. Вода прогревается летом выше 22°C, отмечается обилие водной биоты. В число данных водоёмов входят наиболее крупные озёра области: Забеловское, Большое, Хаты-Талга, Улановское, Лиман.

Выявленный видовой состав ихтиофауны оз. Забеловское и прилегающей поймы р. Амур включает 46 видов рыб, представителей 34 родов, 11 семейств, 6 отрядов [3].

КЛАСС OSTEICHTHYES – КОСТНЫЕ РЫБЫ

Отряд Salmoniformes (Лососеобразные)

Семейство Salmonidae (Лососевые): *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) – кета.

Семейство **Coregonidae** (Сиговые): *Coregonus ussuriensis* (Berg, 1906) – сиг уссурийский (амурский).

Отряд Esociformes (Щукообразные)

Семейство **Esocidae** (Щуковые): *Esox reichertii* (Dybowski, 1869) – амурская щука.

Отряд Cypriniformes (Карпообразные)

Семейство **Cyprinidae** (Карповые): *Cyprinus carpio haemotopterus* (Temminck et Schlegel, 1846) – амурский сазан, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – карась серебряный, *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869) – амурский язь (чебак), *Rhodeus amurensis* (Vronskey, 1967) – амурский горчак, *Acanthorhodeus asmusii* (Dybowski, 1872) – колючий горчак, *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) – белый амур, *Phoxinus percnurus mantschuricus* (Berg, 1907) – маньчжурский озерный голянь, *Phoxinus czekanowskii* (Dybowski, 1869) – голянь Чекановского, *Phoxinus lagowskii* (Dybowski, 1869) – голянь Лаговского, *Phoxinus oxucephalus* (Sauvage, Dabry de Thiersant, 1874) – китайский голянь, *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776) – амурский плоскоголовый жерех, *Hemibarbus maculatus* (Bleeker, 1871) – пёстрый конь, *Hemibarbus labeo* (Pallas, 1776) – конь-губарь, *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) – речная абботина, амурский лжепескарь, *Gnathopogon strigatus* (Regan, 1908) – чебаковидный (маньчжурский) пескарь, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) – амурский чебачёк, *Saurogobio dabryi* (Bleeker, 1871) – ящерный (длиннохвостый) пескарь, *Squalidus chankaensis* (Dybowski, 1872) – ханкинский (уссурийский) пескарь, *Xenocypris agrentea* (Basilewsky, 1855) – амурский подуст-чернобрюшка, *Parabramis pekinensis* (Basilewsky, 1855) – белый амурский лещ, *Chanodichthys erythropterus* (Basilewsky, 1855) – верхогляд, *Chanodichthys (Erythroculter) mongolicus* (Basilewsky, 1855) – монгольский краснопёр, *Culter alburnus* (Basilewsky, 1855) – уклея, *Hemiculter lucidus* (Dybowski, 1872) – востробрюшка обыкновенная (уссурийская), *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1855) – востробрюшка корейская, *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845) – желтощёк, *Opsariichthys bidens* (Gunter, 1873) –

китайская трегубка, *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) – толстолоб (белый толстолобик), *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1845) – пёстрый толстолобик.

Семейство **Cobitidae** (Вьюновые): *Misgurnus nikolskyi* (Интересова и др., 2010) – вьюн Никольского, *Misgurnus tohoity* (Dybowski, 1868) – змеевидный вьюн, *Cobitis melanoleuca* (Nichols, 1925) – сибирская щиповка, *Cobitis lutheri* (Rendahl, 1935) – щиповка Лютера.

Отряд Siluriformes (Сомообразные)

Семейство **Bagridae** (Косатковые): *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson, 1846) – китайская косатка-скрипун, *Pelteobagrus mica* (Gromov, 1970) – косатка-крошка, *Pelteobagrus brashnikovi* (Berg, 1907) – косатка Бражникова, *Pseudobagrus ussuriensis* (Dybowski, 1872) – уссурийская косатка, косатка-плеть.

Семейство **Siluridae** (Сомовые): *Silurus asotus* (Linnaeus, 1758) – амурский сом, *Silurus soldatovi* (Nikolsky et Soin, 1948) – сом Солдатова.

Отряд Scorpaeniformes (Скорпенообразные)

Семейство **Cottidae** (Керчаковые, или Рогатковые): *Mesocottus haitej* (Dybowski, 1869) – амурская широколобка.

Отряд Perciformes (Окунеобразные)

Семейство **Percichthyidae** (Перцихтовые): *Siniperca chuatsi* (Basilewsky, 1855) – ауха.

Семейство **Odontobutidae** (Головешковые): *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) – ротан-головёшка.

Семейство **Channidae** (Змееголовые): *Channa argus* (Cantor, 1842) – змееголов.

2. Озёра и заливы поймы среднего течения амурских притоков (р. Биджан, р. Бира, р. Ин и др.). Глубины до двух, реже до трёх метров. Водоёмы с обильной водной растительностью. Грунт дна илисто-песчаный, песчано-илистый, песчаный. Вода прогревается выше 20°C. Озёра характеризует постоянная или частая периодическая связь с руслом реки. Встречается 22 вида рыб, представителей 6 отрядов.

Отряд Миногообразные (Petromyzoniformes): ручьевая минога *Lethenteron reissneri* (Dybowski, 1869).

Отряд Esociformes (Щукообразные)

Семейство **Esocidae** (Щуковые): *Esox reichertii* (Dybowski, 1869) – амурская щука.

Отряд Cypriniformes (Карпообразные)

Семейство **Cyprinidae** (Карповые): *Cyprinus carpio haematopterus* (Temminck et Schlegel, 1846) - сазан, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) - серебряный карась, *Phoxinus lagowskii* (Dybowski, 1869) - голянь Лаговского, *Phoxinus phoxinus mantschuricus* (Berg, 1907) – маньчжурский озерный голянь, *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) - амурский обыкновенный горчак, *Acanthorhodeus asmussii* (Dybowski, 1872) - горчак колючий, *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869) - язь амурский, *Xenocypris macrolepis* (Bleeker, 1871) - подуст-чернобрюшка, *Hemibarbus labeo* (Pallas, 1776) - конь-губарь, *Gobio synocephalus* (Dybowski, 1869) - пескарь амурский, *Squalidus chankaensis* (Dybowski, 1872) - ханкинский пескарь, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) - амурский чебачёк, *Opsariichthys bidens* (Gunther, 1873) - китайская трегубка.

Семейство **Cobitidae** (Вьюновые): *Misgurnus nikolskyi* (Интересова и др., 2010) – вьюн Никольского, *Cobitis melanoleuca* (Nichols, 1925) – сибирская щиповка.

Отряд Siluriformes (Сомообразные)

Семейство **Bagridae** (Косатковые): *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson, 1846) – китайская косатка-скрипун.

Семейство **Siluridae** (Сомовые): *Silurus asotus* (Linnaeus, 1758) – амурский сом.

Отряд Scorpaeniformes (Скорпенообразные)

Семейство **Cottidae** (Керчаковые, или Рогатковые): *Mesocottus haitei* (Dybowski, 1869) – амурская широколобка.

Отряд Perciformes (Окунеобразные)

Семейство **Odontobutidae** (Головешковые): *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) – ротан-головёшка.

Семейство **Channidae** (Змееголовые): *Channa argus* (Cantor, 1842) – змееголов.

3. Лесные долинные озёра, утратившие связь с рекой. Водоёмы с обильной водной растительностью, глубины до трёх метров. Грунт илисто-песчаный, песчано-илистый, песчаный. Вода прогревается выше 20°C. Водоёмы характеризует относительная изоляция от русла реки. Состав ихтиофауны обеднён, обитает 5 – 6 видов лимнофильных и эврибионтных рыб.

Отряд Esociformes (Щукообразные)

Семейство **Esocidae** (Щуковые): *Esox reichertii* (Dybowski, 1869) – амурская щука.

Отряд Cypriniformes (Карпообразные)

Семейство **Cyprinidae** (Карповые): *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – карась серебряный, *Phoxinus phoxinus mantschuricus* (Berg, 1907) – маньчжурский озерный гольян.

Семейство **Cobitidae** (Вьюновые): *Misgurnus nikolskyi* (Интересова и др., 2010) – вьюн Никольского.

Отряд Perciformes (Окунеобразные)

Семейство **Odontobutidae** (Головешковые): *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) – ротан-головёшка.

Семейство **Channidae** (Змееголовые): *Channa argus* (Cantor, 1842) – змееголов.

4. Мелкие болотистые (торфяные) озёра. Глубины до 1,5 м. Водоёмы с обильной водной растительностью. Грунт дна илисто-песчаный, песчано-илистый, илистый. Вода летом прогревается выше 20°C. Частые заморы рыбы во время промерзания. Состав ихтиофауны обеднён, обитают типичные лимнофилы.

Отряд Cypriniformes (Карпообразные)

Семейство **Cyprinidae** (Карповые): *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – карась серебряный, *Phoxinus phoxinus mantschuricus* (Berg, 1907) – маньчжурский озерный гольян.

Семейство **Cobitidae** (Вьюновые): *Misgurnus nikolskyi* (Интересова и др., 2010) – вьюн Никольского.

Отряд Perciformes (Окунеобразные)

Семейство **Odontobutidae** (Головешковые): *Percottus glenii* (Dybowski, 1877) – ротан-головёшка.

5. Антропогенные водоёмы (песчано-галечные карьеры). Глубины до 10 м. Грунт дна галечный, галечно-песчаный, песчано-галечный, песчаный. Обеднённый состав биоты. Вода на поверхности (до одного метра) прогревается выше 20°C, у дна – не выше 16 °C. Биотопы характерны для песчаных и песчано-галечных карьеров. Обитает 16 видов рыб.

Отряд Esociformes (Щукообразные)

Семейство **Esocidae** (Щуковые): *Esox reichertii* (Dybowski, 1869) – амурская щука.

Отряд Cypriniformes (Карпообразные)

Семейство **Cyprinidae** (Карповые): *Cyprinus carpio haemotopterus* (Temminck et Schlegel, 1846) - сазан, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) - серебряный карась, *Phoxinus lagowskii* (Dybowski, 1869) - гольян Лаговского, *Phoxinus phoxinus mantschuricus* (Berg, 1907) – маньчжурский озерный гольян, *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) - амурский обыкновенный горчак, *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869) - язь амурский, *Squalidus chankaensis* (Dybowski, 1872) - ханкинский пескарь, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) - амурский чебачёк, *Opsariichthys bidens* (Gunther, 1873) - китайская трегубка.

Семейство **Cobitidae** (Вьюновые): *Misgurnus nikolskyi* (Интересова и др., 2010) – вьюн Никольского, *Cobitis melanoleuca* (Nichols, 1925) – сибирская щиповка.

Отряд Siluriformes (Сомообразные)

Семейство **Bagridae** (Косатковые): *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson, 1846) – китайская косатка-скрипун.

Семейство **Siluridae** (Сомовые): *Silurus asotus* (Linnaeus, 1758) – амурский сом.

Отряд Perciformes (Окунеобразные)

Семейство **Odontobutidae** (Головешковые): *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) – ротан-головёшка.

Семейство **Channidae** (Змееголовые): *Channa argus* (Cantor, 1842) – змееголов.

Заключение. Таким образом, ихтиофауна озёр и иных стоячих водоёмов бассейна среднего Амура неоднородна, в большой степени зависима от ихтиофауны близлежащих рек, динамики водообмена, глубины водоёмов, обилия биоты в них.

Наиболее разнообразна ихтиофауна озёр и заливов поймы р. Амур и близлежащих низовий крупных притоков, насчитывающая 46 видов рыб. С отдалением от русла Амура и сужением поймы в пойменных озёрах и заливах общее количество видов рыб уменьшается.

Поскольку большинство озёр региона мелководно, большое количество рыбы в них гибнет в результате промерзаний зимой или пересыханий в летнее время. Закономерно, что чем чаще пополняется ихтиофауна этих водоёмов из рек во время многоводья и наводнений, тем разнообразнее её состав, представляющий не только стенобионтных лимнофилов, но и эврибионтных речных рыб. Так, в пойменных водоёмах среднего течения амурских притоков в составе ихтиофауны зарегистрировано 22 вида рыб.

Для зимовки речных рыб в озёрах необходимым условием служит предельно минимальная глубина, около 1,5 м. Поэтому даже при обильной миграции рыб в летний период во время наводнений в слишком мелких озёрах речные эврибионтные рыбы не выживают. Наиболее беден состав ихтиофауны мелких болотистых озёр (4 вида рыб), и лесных озёр, не имеющих постоянной связи с реками (6 видов рыб).

Работы проведены при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2015 г.

Список использованных источников.

1. Богуцкая, Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека.- М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 С.
2. Бурик, В.Н. Ихтиофауна Еврейской автономной области // Региональные проблемы, № 10 , 2008. – С. 68 – 75.
3. Бурик, В.Н. Разнообразие ихтиофауны притоков Амура в пределах ЕАО, его зависимость от характера течения и иных характеристик водоёма // «Региональные проблемы» № 6. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2005. – С. 50 – 54.
4. Бурик, В.Н. Ихтиосообщества основных биотопов бассейна среднего Амура (на территории Еврейской Автономной области) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. – № 1. С. 12-21.
5. Веселов, Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. – 238 с.
6. Никольский, Г.В. Рыбы бассейна Амура. М.: «Наука», 1956. – 551 с.
7. Новомодный, Г.В. Рыбы Амура // <http://tinro.khv.ru/amurfishes/amurfishes.htm> © Новомодный Герман Владимирович; © Хабаровский филиал ТИНРО, 2011.
8. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром., 1966. – 165 С.
9. Черешнев, И.А. Биогеография пресноводных рыб Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 1998. – 131 С.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НИЗОВЬЕВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ НА НЕРЕСТ РЫБ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

С.С. Астафьева, Н.В. Судакова*, А.Р. Ахметова*, Н.И. Карпенко**

**ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, ул.
Татищева 20а, 414056, Россия bios94@mail.ru*

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE PRODUCED BY HYDROLOGICAL CONDITIONS IN THE VOLGA RIVER LOWER COURSE

S. S. Astafyeva, N.V. Sudakova*, A.R. Ahmetova*, N. I. Karpenko**

**FGBOU IN "Astrakhan State University", 20a, Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056,
Russia. bios94@mail.ru*

Резюме. Выполнен анализ показателей гидрологического режима дельты Волги на примере западной части Астраханского заповедника в многоводный (1993-1995гг.) и маловодный (2010-2012гг.) периоды. Установлено, что сроки залития полей, являющихся основными нерестовыми участками, зависят не только от объёмов, сроков и продолжительности весенних рыбохозяйственных попусков воды с плотины Волгоградской ГЭС, но также во многом определяются меженным уровнем воды в речных протоках. Доказано, что гидрологический режим дельты Волги в исследуемые годы не был благоприятным для нереста пресноводных рыб как в маловодные, так и в многоводные годы.

Ключевые слова дельта Волги, гидрологический режим, весенне-летний паводок, нерест рыб, речной сток, продолжительность паводка, межень, маловодные годы, многоводные годы, нерестилища.

Abstract. There were analyzed the parameters of hydrological conditions in the Volga Delta through the example of western part of the Astrakhanski National Park during high (1993-1995) and low water (2010-2012) periods. It is ascertained that the dates of flooding the flood plain water bodies constituting the main spawning grounds depend not only upon volumes, dates and duration of spring fishery water passing from the spillover of Volgograd Hydro Power Plant, but also in large measure are determined by low water level in the river arms. It is proved that the hydrological conditions in the Volga Delta during the years under study was not favorable for spawning of freshwater fishes both in low-water and high water years.

Key words: the Volga Delta hydrological conditions, spring and summer flood, fish spawning, river estuary, flood duration, low water level, dry years, wet years, spawning grounds.

Введение

В современных условиях значительного снижения запасов промысловых видов рыб в низовьях Волги возрастает необходимость изучения особенностей естественного воспроизводства гидробионтов в этом регионе и выявления основных факторов, влияющих на ухудшение эффективности нереста и снижение численности рыб. Сокращение промысловых уловов пресноводных рыб происходит под действием ряда естественных и антропогенных факторов, среди которых основным является гидрологический режим Волги, не отвечающий интересам рыбного хозяйства после зарегулирования реки системой гидроузлов. В последние годы нарушилась естественная сопряженность водного и термического режимов, снизились максимальные уровни воды в паводок, резко возросли скорости подъема и спада волны половодья, сократились периоды обводнения пойм и время стояния высоких уровней в дельте, что привело к частичной или полной потере нерестилищ проходных, полупроходных и туводных рыб [1-4]. При постоянных изменениях гидрологических режимов в разные годы условия для размножения отдельных видов рыб складываются неодинаково. Основными факторами при этом считаются гидрологические показатели весенне-летнего паводка и температурный режим волжских вод.

Цель работы – определить основные показатели гидрологического режима в период весенне-летнего паводка в низовьях дельты Волги, влияющие на условия нереста рыб

Материалы и методы

Проводился сравнительный анализ гидрологических показателей многоводных (1993-1995гг.) и маловодных (2010-2012гг.) паводков на примере Астраханского заповедника, его западной части (Дамчикский участок). Гидрологический режим оценивался по показателям: сток воды в период весеннего паводка и годовой сток у Волгоградского гидроузла, начало паводка, максимальный уровень паводковых вод, время стояния максимальных уровней, общая продолжительность паводка и меженный уровень протока перед началом

паводка. Исследования проводились в маловодный период в 2010-2012 г.г., для сравнительного анализа данные гидрологического режима многоводного периода были привлечены из литературных источников.

Результаты исследований и обсуждение

Выбор этих трёхлетних периодов был основан по сходности их климатических циклов, так в 1993 и 2010 годах весна была ранняя, но затяжная весна, и в третьей декаде апреля температура воды равнялась 8,7-8,8 град. С, и в 2010 г. была ранняя, но затяжная весна, в третьей декаде апреля температура воды равнялась 8,7-8,8 град. С [5, 6].

Представленные в таблице №1 данные свидетельствуют, что в многоводный период некоторые гидрологические показатели были выше, чем в маловодный, так паводок наступил на 11 дней раньше, его максимальный уровень был на 41 см выше, сток в паводок у Волгограда на 8 кубокилометров и годовой сток на 83 км³ были больше.

Таблица 1. – Средние значения гидрологических показателей весенне-летних паводков в западной части дельты Волги в 1993 – 1995 и в 2010-2012 гг.

Средние значения гидрологических показателей паводка	Многоводный период (1993-1995 гг.)	Маловодный период (2010-2012 гг.)
Начало паводка	15.04	26.04
Максимальный уровень паводка, см	341,3	300,3
Период стояния максимальных уровней, дней	12,0	17,0
Общая продолжительность паводка, дней	79,0	77,3
Сток в паводок у Волгограда, км ³	153,6	145,7
Сток годовой у Волгограда, км ³	300,0	217,0

При этом общая продолжительность паводка отличалась незначительно – 79 и 77,3, а время стояния максимальных уровней паводка оказалось на 5 дней дольше в маловодные годы. В многоводные годы, хотя годовой сток у Волгограда был больше, но общая продолжительность паводка была незначительной, поэтому нерест гидробионтов не был успешным, т.к. не все виды рыб успели отнереститься в эти сроки, и к тому же период стояния максимальных уровней в паводок составил всего 12 дней, меньше, чем в маловодные годы на 5 суток.

Таким образом, сравнивая основные гидрологические показатели периодов 1993 – 1995 гг. и 2010 – 2012 гг., можно отметить следующее:

– при значительных различиях объёмов годового стока и стока Волги в паводок различия гидрологических показателей обоих периодов не сильно отличались друг от друга, а ряд показателей маловодного периода превосходил многоводный период;

– значительным отличием следует выделить только более поздние – с разницей в 11 дней средние сроки начала паводка в период маловодного стока.

В целом можно констатировать, что и в многоводный и маловодный периоды продолжительность весенне-летнего паводков была незначительной и не способствовала успешному нересту рыб.

В современных условиях пойменная система низовьев дельты Волги формируется в зависимости от сроков и продолжительности весенне-летних рыбохозяйственных попусков воды с плотины Волгоградской ГЭС [7-9]. Несмотря на незначительные различия между гидрологическими показателями паводков в периоды маловодного и многоводного стока, но сроки существования полоев– основных мест нереста и протекания ранних этапов онтогенеза полупроходных и туводных мирных рыб дельты Волги в маловодные годы сильно сократились.

Для нормального нереста и развития молоди рыб в поймах необходимо поддержание связи пойменных нерестилищ с протоками в течение периода, достаточного для развития икры (4–10 дней у различных видов) и формирования жизнеспособных мальков (25–40 дней) [2, 3, 10].

В таблице 2 представлены основные сравнительные показатели гидрорежима полоев в маловодный и многоводный периоды. Перед началом паводка меженный период протоки был на 64 см ниже, максимальная амплитуда затопления пойменных массивов была на 42,7 см меньше и продолжительность стояния полоев для нереста рыб – на 84,4 дней короче в маловодные годы. Анализ маловодного периода (2010–2012 гг.) по годам показывает, что пойменные массивы заливались недостаточно и не каждый год.

Так, только в 2010 году минимальная амплитуда затопления поймы или минимально необходимый уровень половодья, при котором производители рыб могут проникнуть в полои для нереста, был достигнут в необходимые сроки (первая декада мая).

Таблица 2. – Сравнение средних показателей гидрорежима полоев I и II периодов

Средние показатели гидрорежима полоев	Многоводный период 1993-1995гг	Маловодный период 2010-2012гг	Разница показателей II и I периодов
Меженный уровень протока перед началом паводка, см	225,0	161,0	-64,0
Амплитуда паводка, см	124,0	139,0	15,0
Максимальный уровень паводка, см	341,3	300,0	-41,3
Макс. амплитуда затопления поймы, см	44,0	1,3	-42,7
Продолжительность стояния полоев, дней	117,7	33,3	-84,4

А в 2011 году пойменные нерестилища в западной части заповедника были малозначимые для размножения рыб, т.к. максимальный уровень в них в период половодья был установлен только в третьей декаде мая и продержался всего 5 дней. В этом же году были затоплены в половодье только русла ериков, питающие полои, которые не были залиты. В 2012 году полои начали формироваться только в третьей декаде мая, что позволило отнереститься лишь некоторым малоценным видам рыб (густеры и краснопёрки).

Обводнённость поймы в многоводный период была в целом выше на 41,3см и продолжительность стояния полоев была больше, что, естественно, положительно повлияло на результаты нереста рыб.

Следует обратить внимание и на меженный уровень протоки перед началом паводка, оказалось, чем он выше, тем лучше обводнённость пойменных массивов. В многоводные годы этот уровень был на 64 см выше маловодного периода, что, несомненно, оказало положительное влияние на максимальную амплитуду затопления полоев продолжительности их стояния и, как результат, на эффективность нереста рыб. Сравнительный анализ гидрологического режима в различные по водности периоды показал, что в западной части Астраханского заповедника, и предположительно, во всей дельте Волги,

важное определяющее значение, лимитирующее продолжительность обводнения пойм оказывает уровень весенней межени перед началом весенне-летнего половодья.

Заключение.

Выполненные исследования и сравнительный анализ показали, что при различных объёмах годового стока и стока в весенний паводок Волги показатели гидрологического режима имели незначительные различия, а ряд показателей (амплитуда паводка, период стояния максимальных уровней) маловодного периода превосходил многоводный период. Существенным отличием следует считать более поздние – с разницей в 11 дней средние сроки начала паводка в период маловодного стока. В целом следует отметить, что незначительная продолжительность весенне-летнего паводков как в многоводный, так и в маловодный периоды не способствовали успешному нересту рыб. При этом было установлено, что на нерест пресноводных рыб оказывает влияние сопряжённость водного и температурного режимов, начало и продолжительность весенне-летнего паводка, период существования пойм, обводнённость пойменных массивов и меженный уровень протоки перед началом паводка.

Список использованных источников

1. Катунин, Д. Н. Заливание волжской дельты в условиях работы Волго-Камского каскада гидроэлектростанций // Тр. КаспНИРХа. –1971. – Т. 26. –С. 35–41.
2. Чавычалова, Н. И. Влияние зарастаемости нерестилищ макрофитами на эффективность воспроизводства северокаспийской воблы // Н. И. Чавычалова, А. И. Кушнарченко.- Юг России, экология, развитие. – Издательский дом «Камертон», тип. «Алеф», Махачкала, 2008 г. № 4. – С. 115- 121.
3. Чавычалова, Н. И. Современные проблемы естественного воспроизводства рыб в низовьях дельты Волги // Научный потенциал

регионов на службу модернизации. – Межвузовский сборник научных статей. – Астрахань, 2013. – № 2 (5). ISSN 2306-5516.

4. Подоляко, С. А. Влияние обводненности пойменных нерестилищ нижней зоны дельты р. Волги на развитие молоди рыб и ее кормовой базы // С. А. Подоляко, Ю. А. Благова, Л. А. Штепина.- Вторая межрегиональная научно-практическая конференция «Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления»: тез. докл. – Астрахань, 2012. – С. 40 – 44.

5. Кизина, Л.П. К оценке урожайности пойменных нерестилищ Астраханского биосферного заповедника в меняющихся условиях обводнения // Л.П. Кизина, И.В. Пономарёва.- Труды Астраханского государственного заповедника. – 2009. – Вып. 14. – С. 123 – 139.

6. Подоляко, С.А.. Особенности естественного воспроизводства пресноводных рыб низовьев дельты Волги в современных условиях: Автореферат диссер. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. – Астрахань, 2013. – 25 С.

7. Кизина, Л. П. Многолетняя динамика рыбного населения авандельты Волги в меняющихся условиях обводнения// Международная конференция «Каспий – настоящее и будущее»: тез. докл. – Астрахань, 1995. – С. 181 – 182.

8. Коблицкая, А.Ф. Влияние изменений различных факторов среды на характер и эффективность нереста полупроходных рыб в низовьях дельты Волги // Тр. совещ. по динамике численности рыб. – М., 1961. – С. 265-276.

9. Коблицкая, А. Ф. Влияние природных и антропогенных факторов на продуктивность нерестилищ устьевой области р. Волга// Первая международная конференция «Биологические ресурсы Каспийского моря»: тез. докл. – Астрахань, 1992. – С. 170 – 172.

10. Коблицкая, А. Ф. Изучение нерестилищ пресноводных рыб: методическое пособие. – Астрахань: Волга, 1963. – 64 С.

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

УДК 639.3.091:615.32

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ НА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АЭРОМОНОЗОВ И ПСЕВДОМОНОЗОВ РЫБ

*С.М. Дегтярик, Е.И. Гребнева, Г.В. Слободницкая, Н.А. Бенецкая,
Е.В. Максимьюк, А.В. Беспалый*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

THE INFLUENCE OF PLANT EXTRACTS ON THE ORIGINATORS AEROMONOSSES AND PSEUDOMONOSSES OF FISHES

*S.M. Degtjarik, E.I. Grebneva, H.V. Slobodnitskaja, N.A. Benetskaja,
E.V. Maksimyyuk, A.V. Biaspaly*

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. Приведены экспериментальные данные о влиянии экстрактов ряда высших растений на жизнеспособность возбудителей бактериальных болезней рыб (бактерий pp. *Aeromonas* и *Pseudomonas*), изученном *in vitro* и *in vivo*.

Ключевые слова: аэромонады, псевдомонады, бактериальные инфекции рыб, фитопрепараты, фитонциды.

Abstract. There is available the experimental data on the impact produced by the extracts of some higher plants on livability of the excitants of fish bacterial diseases (bacteria pp. *Aeromonas* and *Pseudomonas*), studied *in vitro* and *in vivo*.

Key words: Aeromonads, pseudomonads, fish bacterial infections, plant-based preparations.

Введение. Одной из проблем современного рыбоводства, базирующегося на интенсификации производства и расширении ассортимента выращиваемых рыб, является постоянная угроза возникновения бактериальных инфекций.

В рыбоводных организациях Беларуси достаточно широкое распространение получили возбудители аэромоноза, одного из наиболее опасных бактериальных заболеваний рыб. Аэромоноз причиняет рыбоводной отрасли значительный экономический ущерб, связанный со снижением у пораженной рыбы темпа роста, упитанности, плодовитости, ухудшением

товарных качеств, гибелью рыбы. При остром течении инфекционного процесса может погибнуть около 70%, а в отдельных случаях – до 100 % заболевшей (фактически содержащейся в пруду, бассейне, хозяйстве) рыбы. Довольно часто встречаются, либо в виде самостоятельных заболеваний, либо (что еще более опасно) в виде бактериальной ассоциации, возбудители псевдомонозов, вибриоза, иерсиниоза и др.

Основная сложность разработки мер борьбы против таких полиэтиологических заболеваний состоит в различной чувствительности изолятов к антибактериальным препаратам. Губительно действуя на одного возбудителя, используемый препарат способствует размножению другого и приводит к новой вспышке заболевания, но уже с другим этиологическим агентом. Особенно это актуально для таких ассоциаций, как псевдомонады – аэромонады – энтеробактерии и вибрионы – аэромонады – псевдомонады. Традиционные способы профилактики и лечения бактериальных инфекций, направленные на длительное применение лечебных кормов с антибиотиками, приводят к изменению микробиоценоза рыбы и водоема и накоплению в водоемах резистентных форм патогенных микроорганизмов. Это влечет за собой снижение эффективности антибиотикотерапии.

В настоящее время в странах, занимающихся интенсивным рыбоводством, актуальной задачей науки становится разработка биопрепаратов для лечения и профилактики бактериальных инфекций. Их применение позволяет повысить качество товарной рыбы и исключить формирование антибиотико-резистентных штаммов, патогенных как для выращиваемой рыбы, так и для человека. В этой связи открывается перспектива использования в ихтиопатологической практике препаратов из растительного сырья, которые в большинстве своем не токсичны, редко вызывают побочные явления, обладают антибактериальным действием в отношении широкого спектра возбудителей бактериальных болезней человека и животных [1-3].

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований служило сухое измельченное растительное сырье, изготовленное из различных частей (корни, стебли, листья, цветки, плоды, кора) растений.

На первом этапе проведен анализ литературных данных, результатом которого стал список из 62 наименований растений, которые должны отвечать двум критериям: обладать выраженными антимикробными свойствами и произрастать на территории Республики Беларусь. На следующем этапе указанный список был существенно сокращен путем удаления из него растений, действие которых распространяется только на грамположительные бактерии (например, дуб черешчатый, липа, клевер луговой, горцы и др.), поскольку объект исследований – бактерии рр. *Aeromonas* и *Pseudomonas* – являются грамотрицательными. Далее из списка были удалены растения, которые не могут в дальнейшем служить сырьем для массовых заготовок и изготовления фитопрепарата в силу своей малочисленности или запрета на их заготовку (черемша, кубышка желтая и др.), а также растения, токсичные для рыб даже в сверхмалых дозах (аир обыкновенный).

Остался перечень, включающий 32 вида растений, представителей 21 семейства. Спиртовые настойки этих растений были испытаны в лабораторных условиях на наличие антагонистической активности к возбудителям *in vitro*.

Для определения оптимального способа экстракции активных веществ из каждого вида растений готовили три жидкие лекарственные формы: настои, настойки и отвары [4].

Объектом исследований служили:

– бактерии р. *Aeromonas* (9 штаммов) и *Pseudomonas* (4 штамма) из коллекции лаборатории болезней рыб;

– годовики карпа (720 экз.) – для постановки биопробы и усиления вирулентности бактериальных штаммов, а также для изучения зависимости антагонистической активности растительных экстрактов по отношению к аэромонадам от концентрации;

– сеголетки карпа (240 экз.) – для изучения влияния фитонцидов растений на вирулентность бактерий р. *Aeromonas in vivo*.

Наиболее патогенные для рыб штаммы аэромонад и псевдомонад из имеющихся в лаборатории болезней рыб 13 штаммов отобраны методом постановки биопробы. Отобранные штаммы (№ 64 – *Aeromonas hydrophila, gr.1* и №3 – *Pseudomonas aeruginosa*) послужили в дальнейшем тест-объектами при постановке опытов. Бактериологические исследования проводили согласно существующим методикам [5-9]. Идентификацию бактерий производили при помощи тест-системы Api 20 E.

Результаты и их обсуждение. С целью подбора бактериальных штаммов для дальнейших исследований было проведено определение патогенности аэромонад и псевдомонад из коллекции лаборатории, для чего была поставлена биопроба на годовиках карпа. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Патогенность для рыб бактериальных штаммов

Вид микроорганизма, № штамма	Гибель рыбы, %			
	1 сутки	3 сутки	8 сутки	30 сутки
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , 3	–	100	–	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , 4	–	66	–	–
<i>Aeromonas salmonicida</i> , 34	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila, gr.1</i> , 43	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila, gr.1</i> , 53	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila, gr.2</i> , 55	–	–	–	30
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , 58	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila, gr.1</i> , 61	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila, gr.1</i> , 63	–	–	–	30
<i>Aeromonas hydrophila, gr.1</i> , 64	–	–	66	–
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 67	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila, gr.1</i> , 68	–	–	–	–
<i>Aeromonas hydrophila</i> , 69	–	–	–	–

Таким образом, наибольшей вирулентностью отличались 3 штамма бактерий: №№ 3, 4, идентифицированные как *Ps. aeruginosa*, и №64, идентифицированный как *A. hydrophyla*, gr.1. Псевдомонады вызывали гибель рыбы через трое суток, LD (100% - штамм №3 и 66% - штамм №4) составила $0,2 \times 10^9$ кл./мл или 2×10^8 кл./мл. Через 8 суток с начала эксперимента начался отход рыбы, зараженной 64 штаммом аэромонад. Причем, если штаммы № 3 и 4 (*Ps. aeruginosa*) вызывали гибель рыбы бессимптомно, то штамм № 64 *Aeromonas* вызывал 66 % гибель рыбы с характерными для аэромонадоза признаками: экзофтальмия, наличие экссудата в брюшной полости, ерошение чешуи. Для усиления вирулентности указанный штамм прошел 1 пассаж через организм рыбы.

Больную рыбу подвергли патологоанатомическому анализу, сопровождающемуся бактериологическими посевами, в результате которых были реизолированы исходные культуры.

Определенной патогенностью обладали также штаммы аэромонад под №№ 63 (*A. hydrophyla*, gr.1), и 55 (*A. hydrophyla*, gr.2). Каждый из них вызывал гибель 30 % подопытных рыб в течение месяца.

В аквариумах, где содержалась рыба, зараженная другими бактериальными штаммами, также как и в контрольных аквариумах, где рыба заражению не подвергалась, гибели или признаков инфекционных заболеваний отмечено не было в течение всего времени наблюдения.

Проведена первичная проверка наличия антагонистической активности у 32 видов растений к возбудителям болезней рыб. В качестве тест-объекта выбраны бактерии р. *Aeromonas*, штамм № 64; проверку проводили диско-диффузионным методом (методом диффузии в агар). В результате экспериментов для дальнейших исследований было отобрано 14 видов растений, обладающих бактерицидными и бактериостатическими свойствами (табл. 2).

Таблица 2. – Антагонистическая активность растений в отношении бактерий р. *Aeromonas*

№ п/п	Виды растений, используемые для приготовления настоек	Зоны задержки роста бактерий р. <i>Aeromonas</i> , мм
1	Сфагнум болотный (<i>Sphagnum palustre L.</i>)	19-33
2	Береза повислая (<i>Betula pendula Roth.</i>)	12-17
3	Чистотел большой (<i>Chelidonium majus L.</i>)	16-28
4	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum L.</i>)	15-24
5	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>)	10-19
6	Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare L.</i>)	15-30
7	Багульник болотный (<i>Ledum palustre L.</i>)	17-22
8	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris L.</i>)	21-24
9	Лук обыкновенный (<i>Allium cepa L.</i>)	22-30
10	Чеснок обыкновенный (<i>Allium cepa L.</i>)	19-25
11	Барбарис обыкновенный (<i>Berberis vulgaris L.</i>)	24-25
12	Смородина черная (<i>Ribens nigrum L.</i>)	12-17
13	Календула или ноготки лекарственные (<i>Calendula officinalis L.</i>)	15-23
14	Осина (<i>Populus tremula L.</i>)	8-10

Как видно из таблицы 2, наиболее сильными бактерицидными и бактериостатическими свойствами обладали сфагнум болотный (зоны задержки роста бактерий составили 19-33 мм), лук обыкновенный (22-30 мм), пижма обыкновенная (15-30 мм), чистотел большой (16-28 мм), барбарис обыкновенный (24-25 мм), чеснок обыкновенный (19-25 мм).

Для изучения оптимального способа экстракции активных веществ из различных видов растений в качестве тест-объекта использовали *A. hydrophyla*, штамм № 64, зарекомендовавший себя наиболее патогенным. Из каждого вида сухого сырья были изготовлены три жидкие лекарственные формы: настой,

настойка и отвар. Изучение их влияния на бактерии проводилось диско-диффузионным методом (табл. 3).

Таблица 3. – Влияние растительных экстрактов на агаровую культуру аэромонад

№ п/п	Виды растений, используемые для приготовления лекарственных форм	Зоны задержки роста бактерий р. <i>Aeromonas</i> , мм		
		настойка	настой	отвар
1	Сфагнум болотный (<i>Sphagnum palustre</i> L.)	17-32	16-30	17-30
2	Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	15 - 16	8-10	10-12
3	Чистотел большой (<i>Chelidonium majus</i> L.)	14 - 26	–	8-9
4	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	16-23	–	12-17
5	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	12-20	–	–
6	Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	16-28	–	12-16
7	Багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.)	14-25	11-12	14-20
8	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	22-26	–	8-9
9	Лук обыкновенный (<i>Allium cepa</i> L.)	22-31	–	–
10	Чеснок обыкновенный (<i>Allium sativum</i> L.)	17-22	–	–
11	Барбарис обыкновенный (<i>Berberis vulgaris</i> L.)	20-25	18-24	18-25
12	Смородина черная (<i>Ribens nigrum</i> L.)	13-18	–	–
13	Календула или ноготки лекарственные (<i>Calendula officinalis</i> L.)	13-25	12-16	13-23
14	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	10-11	–	–

Как видно из таблицы 3, для различных видов растений эффективны различные способы экстракции активных веществ, однако общая тенденция такова: спиртовые настойки позволяют извлечь больше фитонцидов, чем водные, отвары – больше, чем настои. Водные экстракты таких растений, как полынь горькая, лук обыкновенный, чеснок обыкновенный, смородина черная (листья) и осина (кора) не оказывали ингибирующего действия на аэромонады. Пижма обыкновенная и чистотел большой оказывали слабое воздействие на бактериальную культуру в форме отваров, в то время как настои

бактерицидного действия не оказывали. Практически не отличалось действие спиртовых и водных экстрактов сфагнома болотного, барбариса обыкновенного и календулы.

Наиболее сильными бактерицидными и бактериостатическими свойствами из исследованных растений обладали сфагнум болотный, лук обыкновенный (в виде спиртовой настойки), пижма обыкновенная (в виде спиртовой настойки и отвара), чистотел большой (спиртовая настойка), барбарис обыкновенный, чеснок обыкновенный (в виде спиртовой настойки).

В контроле (наложенные на агаровую бактериальную культуру диски, пропитанные спиртом либо водой без фитосырья) задержки роста микроорганизмов не наблюдалось, что позволяет исключить влияние экстрагента на рост тест-микробов.

Влияние растительных экстрактов на жизнеспособность аэромонад и псевдомонад изучали следующими методами: диско-диффузионный метод; метод совместного инкубирования тест-микробов с растительными экстрактами в жидкой питательной среде с последующим высевом на твердую питательную среду; метод серийных разведений в жидкой питательной среде. При проведении исследований из травы сфагнома и цветков пижмы готовили спиртовые настойки, из плодов барбариса – отвар.

Таблица 4. – Влияние растительных экстрактов на бактерии р. *Aeromonas* и *Pseudomonas* (диско-диффузионный метод)

Растительное сырье	Диаметр зон задержки роста бактерий, мм			
	<i>A. hydrophyla</i> , gr.1, шт. № 64		<i>Ps. aeruginosa</i> , шт. №3	
	lim	среднее	lim	среднее
Трава сфагнома болотного (настойка)	26-33	29,7	16-19	17,6
Трава пижмы обыкновенной (настойка)	17-25	21,3	---	---
Плоды барбариса обыкновенного (отвар)	20-24	22,0	12-13	12,3
Контроль	0	0	0	0

Данные, представленные в таблице 4, свидетельствуют, что псевдомонады менее чувствительны к воздействию экстрагированных из растений фитонцидов: если чувствительность *A. hydrophyla* можно охарактеризовать, как высокую (сфагнум, барбарис) или среднюю (пижма), то чувствительность псевдомонад – как низкую (сфагнум, барбарис) или она вообще отсутствует (пижма). В целом тенденция такова: наиболее сильным влиянием на условно-патогенные для рыб бактерии обладает настойка сфагнума болотного (зоны задержки роста в среднем составили для аэромонад 29,7 мм, для псевдомонад – 17,6 мм), средним действием обладали плоды барбариса (22,0 мм – аэромонады и 12,3 – псевдомонады), наиболее слабо выраженным – трава пижмы.

С целью изучения влияния времени воздействия растительных экстрактов на жизнеспособность возбудителей бактериальных болезней рыб проведено их совместное инкубирование в жидкой питательной среде, табл. 5.

Таблица 5. – Влияние времени воздействия растительных экстрактов на жизнеспособность бактерий р. *Aeromonas Pseudomonas* (совместное инкубирование в жидкой питательной среде)

Растительное сырье	Время инкубации, мин.							
	30		60		120		180	
	Aer	Ps	Aer	Ps	Aer	Ps	Aer	Ps
Трава сфагнума болотного (настойка)	++	–	+++	+	+++	++	+++	++
Трава пижмы обыкновенной (настойка)	+	–	+	–	++	+	+++	+
Плоды барбариса обыкновенного (отвар)	+	–	++	+	+++	+	+++	++
Контроль	–	–	–	–	–	–	–	–

– сплошной рост тест-микроба

+ незначительное угнетение роста (различимы отдельные колонии)

++ значительное угнетение роста (немногочисленные обособленные колонии)

+++ отсутствие роста

На секторах чашек, засеянных содержимым контрольных пробирок (бактериальная культура без растительного экстракта), наблюдался сплошной рост бактерий, а на секторах, засеянных из пробирок с питательной средой, содержащей бактерии и растительные экстракты, наблюдались отдельные

колонии либо полное их отсутствие в зависимости от вида растения и длительности инкубации. После получасового совместного инкубирования тест-микроорганизмов с растительными экстрактами аэромонады в значительной степени были подавлены сфагнумом, в незначительной – пижмой и барбарисом; рост псевдомонад во всех вариантах наблюдался наравне с контролем, т.е. в виде сплошного покрова. При часовом инкубировании наблюдалось незначительное угнетение роста псевдомонад настойкой сфагнума и отваром барбариса, аэромонад – всеми тремя растениями (по нисходящей: сфагнум, барбарис, пижма). По мере увеличения продолжительности совместного культивирования возрастало влияние растительных экстрактов на условно-патогенные бактерии. По прошествии 3 часов барбарис и сфагнум подавляли рост псевдомонад в значительной степени, пижма – в незначительной; что касается аэромонад, то во всех трех вариантах роста колоний после посева на твердые среды не наблюдалось.

Влияние концентрации экстрактов растений на рост бактерий рр. *Aeromonas* и *Pseudomonas* изучали также с помощью метода серийных разведений в жидкой питательной среде (табл. 6).

Подавление экстрактами растений бактериальной культуры (как аэромонад, так и псевдомонад) уменьшается пропорционально уменьшению их концентрации. При концентрации экстракта 20% происходит угнетение роста бактерий в той или иной степени во всех вариантах: сильное (сфагнум и барбарис - аэромонады), значительное (пижма - аэромонады, сфагнум и барбарис - псевдомонады) и незначительное (пижма - псевдомонады). При концентрации 1,25% незначительное угнетение роста бактерий наблюдается только в одном случае (сфагнум - аэромонады).

Данные экспериментов по изучению влияния растительных экстрактов на жизнеспособность аэромонад и псевдомонад, представленные в таблицах 3-6, однозначно свидетельствуют о более низкой чувствительности бактерий р. *Pseudomonas* к фитонцидам.

Таблица 6. – Влияние концентрации растительных экстрактов на возбудителей инфекционных болезней рыб (серийные разведения в жидкой питательной среде)

Растительное сырье	Концентрация экстракта, %					Контроль	
	20	10	5	2,5	1,25		
<i>Aeromonas hydrophyla, gr.1</i> , штамм № 64							
Трава сфагнома болотного (настойка)	+++	+++	+++	++	+	-	0
Трава пижмы (настойка)	++	++	+	-	-	-	0
Плоды барбариса (отвар)	+++	+++	++	+	-	-	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , штамм № 3							
Трава сфагнома болотного (настойка)	++	++	+	-	-	-	0
Трава пижмы (настойка)	+	+	-	-	-	-	0
Плоды барбариса (отвар)	++	+	-	-	-	-	0

- угнетение роста тест-культуры не наблюдается;

+ незначительное угнетение роста (сильное помутнение бульона);

++ значительное угнетение роста (слабое помутнение бульона);

+++ отсутствие роста в результате взаимодействия с растительным экстрактом (полностью прозрачный бульон);

0 отсутствие роста в контроле с чистой средой

В ходе эксперимента изучено влияние фитонцидов растений на аэромонады *in vivo*, т.е. на вирулентность аэромонад, введенных в организм рыб, а также влияние концентрации растительных экстрактов на подавление активности аэромонад, развивающихся в организме рыбы. Отмечено, что даже при однократном введении растительных настоек признаки инфекционного заболевания развивались медленней, чем в контроле, гибель рыб отмечена в 10-30 % случаев. У рыб, которые не погибли в начале эксперимента, признаки заболевания исчезали в течение 7-11 суток. В то же время 3-х и 5- кратное введение в организм зараженной рыбы экстрактов растений, показавших ярко выраженные фитонцидные свойства в серии предыдущих опытов *in vitro*, подавляет развитие инфекционного процесса. Антагонистическая активность растительных экстрактов по отношению к аэромонадам, развивающимся в организме карпа, уменьшается пропорционально уменьшению их концентрации. При введении рыбе экстрактов 20%-ой и 10%-ой концентрации отмечалось либо полное исчезновение клинических признаков аэромоноза, поведение подопытной рыбы нормализовалось (сфагнум), либо выраженность

признаков резко ослабевала (пижма, барбарис). В более низких концентрациях (5-1,25%) настой пижмы не оказывал заметного воздействия на состояние подопытной рыбы и, следовательно, на бактерии р. *Aeromonas*. При введении рыбе отвара плодов барбариса в концентрации 5% наблюдалось некоторое снижение выраженности клинических признаков аэромоноза, однако рыба была вялая, корм не брала. В более низких концентрациях (2,5 – 1,25%) отвар плодов барбариса не оказывал заметного воздействия на состояние подопытной рыбы. Наиболее ярко выраженным антибактериальным действием обладал настой сфагнома: при его введении в концентрациях 5 и 2,5% отмечена слабая выраженность клинических признаков, рыба хоть и неохотно, но брала корм.

Заключение.

Наиболее выраженными бактерицидными и бактериостатическими свойствами по отношению к возбудителям бактериальных инфекций рыб обладают сфагнум болотный (зоны задержки роста бактериальной культуры составили 19-33 мм), лук обыкновенный (22-30 мм), пижма обыкновенная (15-30 мм), чистотел большой (16-28 мм), барбарис обыкновенный (24-25 мм), чеснок обыкновенный (19-25 мм).

Для различных видов растений эффективны различные способы экстракции активных веществ, однако общая тенденция такова: спиртовые настойки позволяют извлечь больше фитонцидов, чем водные, отвары – больше, чем настои. Степень влияния экстрактов растений на тест-микробы зависит от времени взаимодействия и концентрации экстракта.

Псевдомонады менее чувствительны к воздействию экстрагированных из растений фитонцидов, чем аэромонады.

Растительные экстракты влияют на вирулентность бактерий р. *Aeromonas*, введенных в организм рыб. При однократном введении per os рыбам, зараженным бактериями р. *Aeromonas*, растительных настоек признаки инфекционного заболевания развивались у рыб медленней, чем в контроле, гибель составила 10-30 %. При трехкратном введении указанные признаки либо не развивались, либо были слабо выражены, гибели рыбы при этом не

наблюдалось. При пятикратном введении клинические признаки инфекции исчезли спустя 2-6 суток, гибели рыбы отмечено не было.

Список использованных источников.

1. Токин, Б.П. Целебные яды растений: Повесть о фитонцидах.-Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1980. – С. 42-57.

2. Токин, Б.П. Фитонциды как экологическая и эволюционная проблема // Материалы VIII совещ. по проблеме фитонцидов: Тез. докл., Киев, 16-18 окт. 1979 г. - Киев: Наукова думка, 1979. – С. 3-5.

3. Айзенман, Б.Е. Антибиотики из высших растений // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. – Киев: Наукова думка, 1967. – С. 23–28

4. Гесь, Д.К. Лекарственные растения и их применение / Д.К. Гесь, Н.В. Горбач, Г.Н. Кадаев.– Мн.: Наука и техника, 1974. – 592 с.

5. Мусселиус, В.А. Лабораторный практикум по болезням рыб / В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинский, А.А. Вихман и др.; под ред. В.А. Мусселиус. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С.124-125.

6. Методические указания по определению чувствительности к антибиотикам возбудителей инфекционных болезней сельскохозяйственных животных (Утв. Главным управлением ветеринарии Минсельхозпрода СССР 30 октября 1971 г) // Лабораторные исследования в ветеринарии. Бактериальные инфекции: Справочник / Сост. Б.И. Антонов, В.В. Борисова, П.М. Волкова и др.; под ред. Б.И. Антонова. – М.: Агропромиздат, 1986. – с. 270-278.

7. Юхименко, Л.Н. Временные рекомендации по выделению и идентификации аэромонад / Л.Н. Юхименко, В.Ф. Викторова, И. Фаркаш. – М.: ВНИИПРХ, 1987. – 14 с.

8. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. EUCAST Definitive document // Clin Microbiol Infect.- 1998. – V.4. – P.291-296.

9. NCCLS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; ninth informational supplement M100-S9. – 1999. – V.19. – N.1.

**ВОЗБУДИТЕЛИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ ФОРЕЛИ
В РЫБОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ БЕЛАРУСИ И АРМЕНИИ**

С.М. Дегтярик, Р.Л. Асадчая, К.М. Григорян, Г.В. Слободницкая
Е.И. Гребнева, Н.А. Бенецкая, А.В. Беспалый, Е.В. Максимьюк,
В.В. Овсепян*, М.П. Саргсян*, М. Гиновян**

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Ереванский государственный университет, г. Ереван, ул. Манукяна, 1,
0025, Армения foodlab@inbox.ru*

**THE CAUSATIVE AGENTS OF BACTERIAL INFECTIONS OF TROUT
IN THE FISH FARMS OF BELARUS AND ARMENIA**

S.M. Degtjarik, R.L. Asadchaya, K.M. Grigoryan, H.V. Slobodnitskaja,
E.I. Grebneva, N.A. Benetskaja, A.V. Biaspaly, E.V. Maksimyuk,
V.V. Ovsepyan*, M.P. Sargasyan*, M.M. Ginovyan**

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Yerevan State University, Department of Biochemistry, Microbiology and
Biotechnology, 1, Alex Manoogian Str., Yerevan, 0025,
Republic of Armenia foodlab@inbox.ru*

Резюме. Представлены результаты сравнительной оценки бактериофлоры радужной форели, разводимой в рыбоводческих хозяйствах Беларуси и Армении. Определен видовой состав возбудителей бактериальных инфекций форели и степень их патогенности. Отмечена прямая зависимость между содержанием в воде условно-патогенных бактерий и частотой заболеваемости рыб.

Ключевые слова. Радужная форель, аэромоноз, псевдомоноз, бактериальные болезни форели

Abstract. The results of the comparative assessment of bacteriological flora of rainbow trout farmed in the fish farms of Belarus and Armenia. The species composition of the bacterial pathogens infections rainbow trout and their pathogenicity were determinate. There was a positive correlation between the water content of opportunistic bacteria and frequency of fish diseases.

Keywords. Rainbow trout, aeromonosis, pseudomonosis, bacterial diseases of trout

Введение

В последние годы рыбоводные хозяйства многих стран с успехом выращивают радужную форель. В искусственных условиях эта рыба легко приспособляется к новой пище, что и послужило основой для ее выращивания в прудах, садках, бассейнах с использованием комбикормов. При выращивании в условиях рыбоводных хозяйств, двухлетки радужной форели способны достигать массы 500 г и выше, трехлетки – 1,5 кг, четырехлетки – 2 кг и более. Как и прочие лососи, форель является деликатесным продуктом, ее мясо отличается высокими вкусовыми и питательными качествами. Оно богато легкоусвояемыми белками, витаминами А, Д и Е, а также минералами, содержит незаменимые жирные кислоты группы Омега-3.

Бактериальные инфекции форели, разводимой в условиях пресноводной аквакультуры, наносят серьезный экономический ущерб рыбоводческим хозяйствам Беларуси, Армении и других стран. Гибель форели на мальковой стадии может достигать 30-60, а в отдельных случаях – до 100 %. Бактериальные болезни способны вызвать также массовую гибель форели старших возрастов – товарной рыбы и производителей. Среди наиболее опасных возбудителей бактериозов, имеющих важное экономическое значение, отмечаются возбудители флавобактериозов, фурункулеза, псевдомонозов, аэромоназов и др., принадлежащие к группе грамотрицательных оксидазоположительных бактерий.

Специалистами из Беларуси и Армении проведен ряд исследований, целью которых являлось изучение видового состава бактериофлоры форели, выращиваемой в прудовых хозяйствах обеих стран, с использованием различных методов идентификации, установление роли выделенных бактерий в развитии патологического процесса у рыб данного вида.

Материалы и методы

Объектом исследований служили:

радужная форель *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), разводимая в прудовых и бассейновых хозяйствах Беларуси и Армении;

бактерии pp. *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Shewanella* и др., изолированные от радужной форели разных возрастных групп и среды ее обитания.

Работа выполнена в лабораторных и боксовых помещениях лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства» и Ереванского государственного университета.

Обследование форели и отбор проб воды производили на базе участка «Новолукомльский» Чашникской ПМК, рыбопитомника «Богушевский», УЗВ БГСХА, УЗВ «Лохва» (Беларусь) и прудовых форелеводческих хозяйств Масисского и Армавирского районов (Армения) со 2 кв. 2014 г. – 1 кв. 2016 г.

Отобраны пробы от здоровых рыб и рыб с клиническими признаками инфекционных заболеваний, а также пробы воды. Всего при этом обследовано 145 экз. радужной форели разного возраста (Беларусь) и 85 экз. взрослой форели и мальков (Армения). Отбор образцов воды и рыбы проведен в точках на входе в бассейны, в бассейнах и на выходе из бассейнов. Бактериологические исследования проводили согласно существующим методикам [1-3].

Идентификацию изолированных бактерий проводили как с использованием рутинных методик [6,8], так и при помощи экспресс-тестов API 20E. Анализ посевов от больной рыбы с визуальными поражениями кожных покровов проводили с помощью селективных транспортных сред (MS 651S, HiMedia). Для изолирования отдельных штаммов использованы высокоселективные и хромогенные питательные среды, такие как (M884; M085; M120; M1469; M 1620, HiMedia).

Результаты исследований и их обсуждение

В результате изучения видового состава бактериофлоры радужной форели в рыбоводческих хозяйствах и установках замкнутого водоснабжения Беларуси и анализа полученных материалов установлено, что микрофлора рыб представлена 7 семействами: *Pseudomonadaceae*, *Neisseriaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Aeromonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Shewanellaceae*; 11 родами

бактерий: *Pseudomonas*, *Neisseria*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Moraxella*, *Hafnia*, *Shewanella*, *Ochrobacter*.

В условиях белорусских рыбоводных организаций из организма радужной форели без клинических признаков заболеваний изолированы бактерии, относящиеся к родам *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Moraxella*, *Aeromonas*, *Micrococcus*, *Neisseria*.

От рыб с клиническими признаками бактериальной инфекции (гиперемия кожных покровов, язвы, гидремия внутренних органов) выделены бактерии pp. *Moraxella*, *Aeromonas*, *Bacillus* и *Staphylococcus*. Отмечены случаи массового выделения *Enterobacter aerogenes*. Как правило, доминирующими по сравнению с другими видами микроорганизмов являлись бактерии вида *Aeromonas hydrophila* gr.1, которые при создании неблагоприятных условий для макроорганизма могут повышать свою вирулентность и способны инфицировать ослабленную рыбу. Все выделенные штаммы являются аэробами либо факультативными анаэробами. Некоторые из них содержат цитохромоксидазу.

В прудовых хозяйствах Армении из образцов форели и артезианской воды изолированы представители pp. *Pseudomonas spp.* и *Aeromonas spp.* Обнаруженные в форелеводческих хозяйствах Армении представители р. *Pseudomonas* относились к 7 видам: *P. fluorescens*, *P. anguilliseptica*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. diminuta*, *P. stutzeri*, *P. alcaligenes*. От больной радужной форели с симптомами гемморагической септицемии выделено более 60 штаммов бактерий р. *Aeromonas*, относящиеся к следующим видам: *A. hydrophyla*, *A. salmonicida*, *A. cavie*, *A. sobria*, *A. bestiarum*.

Среди штаммов р. *Aeromonas* доминирующими являются виды *A. hydrophila* и *A. sobria*. Виды *A. bestiarum* и *A. cavie* имеют среднюю частоту встречаемости. Бактерии *A. hydrophila* вызывают глубокие язвы кожи (рис. 1), кровоизлияния в области плавников, воспаление глаз. Они также часто вызывают гиперемии окружающих язву тканей, которая выражается в образовании ободка ярко-красного цвета.



Рисунок 1. – Язвы в области спинного плавника форели, вызванные *A. hydrophila* и *A. sobria*.

Среди видов *Pseudomonas* наиболее часто в качестве этиологических агентов выступают виды *P. fluorescens* и *P. putida*, которые обычно рассматриваются как микроорганизмы, ответственные за бактериальный сепсис у радужной форели и других видов рыб. Эту патологию нельзя визуально отличить от поражений рыб, вызываемых видами рода *Aeromonas*, которые часто регистрируются в рыбных хозяйствах Армении [4,5]. В условиях рыбоводческих хозяйств Армении также распространено поражение кожи рыб, вызванное видом *P. putida*. Биохимическое тестирование изолированных штаммов *P. fluorescens* и *P. putida* показало, что первый вид отличается от *P. putida* способностью гидролизировать желатин, способен к использованию сахарозы и денитрификации. С целью предотвращения распространения инфекций, вызванных *P. putida*, специалистами Ереванского государственного университета разрабатывается технология обработки бассейнов биоцидами [10].

P. anguilliseptica еще один условно-патогенный вид, является возбудителем болезни ряда видов рыб, в т. ч. и радужной форели. Указанный вид может рассматриваться как основной возбудитель серьезных эпизоотий среди радужной форели в мальковой стадии развития.

На базе рыбоводческих хозяйствах Беларуси и Армении была изучена взаимосвязь между качеством воды, уровнем ее загрязнения потенциальными

возбудителями бактериозов форели и их обнаружением в тканях и органах здоровой и больной рыбы.

В Беларуси посевы из внутренних органов больной и здоровой рыбы с одновременным отбором проб воды, в которой они обитают, проводили в садках уч. «Новолукомльский» Чашникской ПМК «Мелиоводхоз», рыбопитомника «Богушевский», бассейнах УЗВ «БГСХА» и «Лохва».

При этом в «Новолукомльском» и «Богушевском» учитывали основные гидрохимические показатели (t , pH и O_2) воды и количественное содержание в воде представителей оксидазоположительной сапрофитной микрофлоры, являющихся потенциальными возбудителями инфекционных болезней рыб.

Установлено, что, как в воде садков, так и в организме рыб в уч. «Новолукомльский» и рыбопитомнике «Богушевский» бактериофлора представлена 8 родами бактерий: *Pseudomonas*, *Neisseria*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Moraxella*, относящимися к 6 семействам: *Pseudomonadaceae*, *Neisseriaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Aeromonadaceae*, *Enterobacteriaceae*.

Причем от заболевших рыб в р/х «Новолукомльский» выделялись в основном бактерии р. *Aeromonas*, а именно *A. hydrophila* gr. 1. У рыб с клиническими признаками заболевания наблюдалось преобладание вида *Enterobacter aerogenes*. Результаты исследований проб воды представлены в таблице 1.

Данные по бактериологическим исследованиям воды в р/х «Новолукомльский» свидетельствуют, что условно-патогенные бактерии родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* выделяются во всех обследованных садках. Причем, судя по количеству свободноживущих оксидазоположительных бактерий в воде, она относится к категории загрязненных, что является одним из факторов, предрасполагающих к заболеваемости рыб бактериальными инфекциями, в частности, аэромонозом и псевдомонозом. Вода в садках рыбопитомника «Богушевский» относится к категории чистой и отвечает ветеринарно-санитарным требованиям по качеству воды.

Таблица 1. – Результаты бактериологических исследований воды садков при выращивании радужной форели в р/х «Новолукомльский» и рыбопитомнике «Богушевский»

№ садка	Количество проб	Температура воды, °С	Содержание кислорода, мг/л	рН	Среднее количество оксидазоположительных сапрофитов (МК/мл воды)
1	2	3	4	5	6
1	3	16,0	5,7	7,4	3620 ± 103
2	3	16,2	5,4	7,8	4010 ± 102
3	3	15,5	6,1	7,0	6300 ± 98
4	3	14,8	5,2	7,2	4360 ± 63
<i>Продолжение таблицы 1</i>					
1	2	3	4	5	6
р/п «Богушевский»					
1	3	13,5	5,3	7,1	342 ± 15
2	3	12,0	5,1	7,6	171 ± 8
3	3	12,0	5,7	7,1	320 ± 9
4	3	11,3	6,2	7,2	650 ± 12

Бактериофлора как в воде садков, так и в организме рыб в УЗВ «БГСХА» и «Лохва» была представлена, в основном, 5 семействами: *Pseudomonadaceae*, *Brucellaceae*, *Aeromonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Shewanellaceae*; 5 родами бактерий: *Pseudomonas*, *Hafnia*, *Aeromonas*, *Shewanella*, *Ochrobacter*.

В УЗВ «БГСХА» из организма радужной форели без клинических признаков заболеваний изолированы бактерии, относящиеся к рр. *Aeromonas*, *Bacillus*, *Neisseria*. От рыб с клиническими признаками заболеваний выделены в массовом количестве бактерии *Aeromonas hydrophila* gr.1.

В результате исследований в УЗВ «Лохва» из организма рыб с клиническими признаками заболеваний выделены бактерии *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas salmonicida*, *A. hydrophila* gr.1, *A. hydrophila* gr.2, *Hafnia alvei*, *Shewanella putrefaciens*, *Ochrobacter anthropi*. От рыб без клинических признаков заболевания выделены *Hafnia alvei* и *Ochrobacter anthropi*. При анализе проб воды установлено, что в них преобладали те же виды бактерий, которые выделены из организма заболевших рыб.

Таким образом, потенциально опасными для здоровья радужной форели в рыбоводческих хозяйствах и установках замкнутого водоснабжения являются

бактерии *A. hydrophila* gr.1, *A. hydrophila* gr. 2, *A. salmonicida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter aerogenes*, которые выделены в массовом количестве как от рыб с клиническими признаками бактериальных инфекций, так и из среды их обитания.

Таблица 2. – Результаты физико-химического анализа воды из бассейнов форелевых хозяйств Армении

Бассейны	Растворенный кислород	pH	NH ₄ ⁺	CO ₂	Проводимость, Hs/cm	T ⁰ C	TDS
SIP 1	7.93	7.2	0.03	2.7	250	16	1250
SIP 2	8.37	7.1	0.03	3.3	450	17	1140
SIP3	6.10	7.5	0.06	4.0	700	19	1550
Pond 1	11.30	7.0	0.03	11.0	2000	21	1650
Pond 2	10.13	7.3	0.06	12.0	2500	20	1700
Pond 3	13.20	6.8	0.12	14.0	13000	25	1580
PP 1	7.60	7.1	0.05	7.5	800	15	1300

Таблица 3. – Результаты микробиологического анализа воды скважин и бассейнов рыбоводческих хозяйств Армении, содержащих взрослые особи форели

Виды бактерий	*I pond 1	*II pond 2	*III pond 3	**IV sip 1
<i>Aeromonas hydrophila</i>	+	+	+	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	-	+	+
<i>P. putida</i>	-	+	+	-
<i>P. stutzeri</i>	-	+	-	-
<i>P. fluorescens</i>	+	-	+	+
<i>P. anguilliseptica</i>	-	+	+	-

Примечание: *-вода бассейнов; **-вода скважин.

Установлена зависимость между качественным и количественным составом видов р. *Pseudomonas* и физико-химическим составом воды в форелевых хозяйствах Армении [1]. Для видов *P. fluorescens*, *P. aeruginosa* и *P. diminuta* отмечена высокая частота встречаемости в образцах воды, отобранных из артезианских скважин. Виды *P. fluorescens* и *P. aeruginosa* изолированы из образцов воды бассейнов, содержащих здоровую рыбу. Результаты представлены в таблицах 2-4.

Таблица 4. – Частота встречаемости видов родов *Aeromonas* и *Pseudomonas*, выделенных из бассейнов форелевых хозяйств Армении

Вид бактерий	Частота встречаемости, %
<i>Aeromonas hydrophila</i>	100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	45
<i>P. putida</i>	38
<i>P. stutzeri</i>	10
<i>P. fluorescens</i>	70
<i>P. anguilliseptica</i>	80

Из общего количества идентифицированных видов бактерии, представленные ниже (таблица 5), известны как возбудители фурункулеза и псевдомонозов рыб. Они вызывают поражение кожных покровов и хвостового плавника в виде глубоких язв.

Таблица 5. – Виды рр. *Aeromonas* и *Pseudomonas* - возбудители бактериозов радужной форели, изолированные из рыбоводческих хозяйств Массиского и Армавирского регионов Армении

Вид бактерии	I*	II	III	IV
<i>Aeromonas hydrophila</i>	+	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+	+	+
<i>P. putida</i>	+	+	-	-
<i>P. fluorescens</i>	-	+	+	-
<i>P. anguilliseptica</i>	+	-	+	+
<i>P. alcaligenes</i>	+	-	+	+
<i>P. diminuta</i>	+	+	+	+

Примечание: *I,II-рыб.хоз-ва Массиского р-на ; III,IV – рыб. хоз-ва Армавирского р-на.

Виды *P. anguilliseptica*, *P. putida*, *P. diminuta*, известные как возбудители псевдомонозов радужной форели, в основном были обнаружены в воде, в которой также обнаружены рыбы с пораженной ранами кожей и язвами в

области хвостового плавника. При этом часто отмечалось совместное присутствие *P. anguilliseptica* и *P. alcaligenes*.

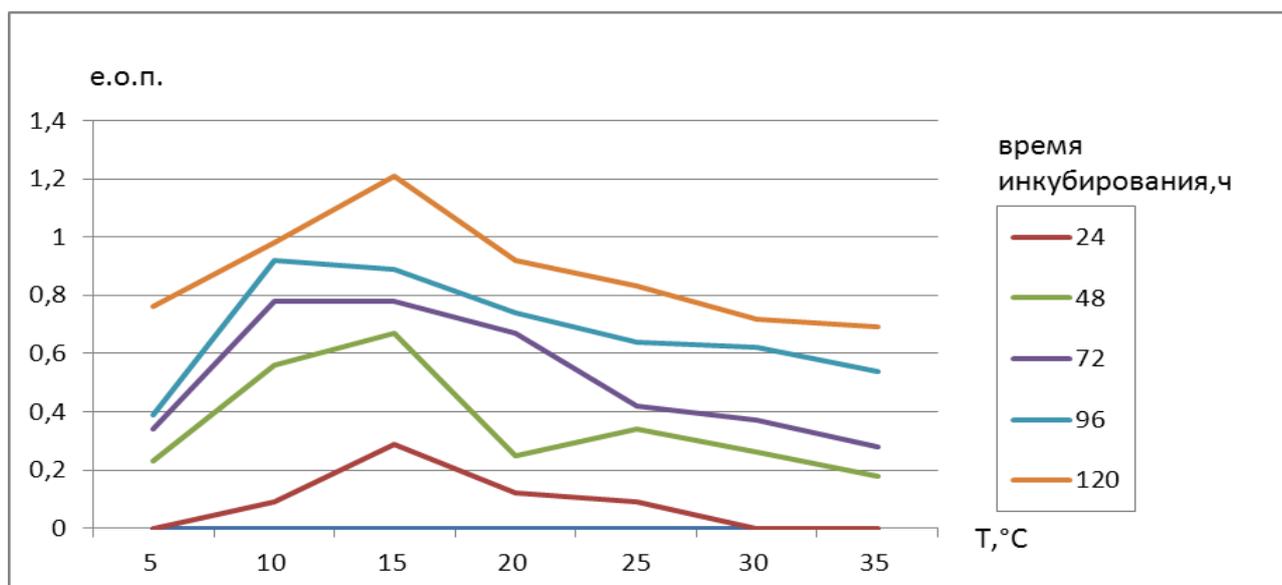


Рисунок 2. – Влияние температуры на скорость роста *P. putida* при различных временных интервалах инкубирования

На диаграмме показано влияние температуры воды на скорость роста вида *P. putida*. Отмечено, что пик развития псевдомонад во всех вариантах приходится на температуру 10-20⁰С (максимум практически всегда составляет 15⁰С).

Таким образом, на примере рыбоводческих организаций, как Беларуси, так и Армении показано, что существует прямая взаимосвязь между уровнем загрязнения водных экосистем потенциальными возбудителями бактериозов форели и их содержанием в тканях и органах здоровой и больной рыбы, а также между качественным и количественным составом видов рода *Pseudomonas* и физико-химическим составом воды.

Определение этиологического агента заболевания является одним из основных этапов успешного его лечения, что позволит максимально сократить численность гибели рыб.

С целью установления возбудителя заболевания определяли степень патогенности выделенных бактерий классическим методом постановки биопробы. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6. – Изучение патогенности бактерий, выделенных от рыб при клинических признаках заболеваний и из среды их обитания

Группы	Исследуемый штамм	Время появления клинических признаков после заражения (дни)							Всего заболело	Погибло	Смертность, %
		1	2	3	4	5	6-7	8-10			
1-3	<i>Aeromonas hydrophila gr.1</i>	-	-	12	18	-	-	-	30	24	80
4-6	<i>Aeromonas hydrophila gr. 2</i>	-	-	15	9	3	-	-	27	21	70
7-9	<i>A. salmonicida</i>	-	12	15	-	-	-	-	27	27	90
10-12	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	15	9	3	-	-	27	21	70
13-15	<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	-	3	-	3	-	-	6	6	20
16-18	<i>Shewanella putrefaciens</i>	-	15	15	-	-	-	-	30	27	90
19	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Следует отметить, что клинические признаки бактериальных инфекций (экзофтальмия, ерошение чешуи, гидремия кожных покровов) при остром течении заболевания регистрировались на 2-3-и сутки после заражения бактериями *A. salmonicida* и *Shewanella putrefaciens* (группы 7-9, 16-18). При этом 90 % рыб, зараженных указанными видами бактерий, погибли в течение первых 5 дней. При проведении бактериологических исследований выделялись аналогичные культуры.

Высокую патогенность показали бактерии *Aeromonas hydrophila gr. 1*, *Aeromonas hydrophila gr. 2* и *Pseudomonas fluorescens*. Гибель форели при заражении указанными видами бактерий составила от 70 до 80 %, при этом она регистрировалась на 3-5-е сутки после заражения. В контрольных аквариумах, в которых рыба, при аналогичных условиях содержания, не подвергалась заражению бактериями, на протяжении всего опыта (10 дней) отклонений в поведении, клинических признаков инфекционного процесса, гибели рыб не наблюдалось.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что таксономический состав микрофлоры радужной форели, выращиваемой в рыбоводческих хозяйствах и установках замкнутого водоснабжения в условиях

Беларуси, представлен 11 родами (*Pseudomonas*, *Neisseria*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Moraxella*, *Hafnia*, *Shewanella*, *Ochrobacter*) из 7 семейств (*Pseudomonadaceae*, *Neisseriaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Aeromonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Shewanellaceae*). В условиях Армении - 2 родами *Pseudomonas* и *Aeromonas*, представителями сем. *Pseudomonadaceae* и *Aeromonadaceae*.

Однако видовой состав аэромонад и псевдомонад в Армении представлен большим числом видов: р. *Pseudomonas* представлен 7 видами (*Pseudomonas fluorescens*, *P. angulliseptica*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. diminuta*, *P. stutzeri*, *P. alcaligenes*), в то время как в Беларуси встречался только 1 представитель этого рода - *P. fluorescens*. В форелеводческих хозяйствах Армении выделены представители 5 видов р. *Aeromonas* (*A. hydrophila*, *A. salmonicida*, *A. cavie*, *A. sobria*, *A. bestiarum*), Беларуси – 2 видов (*A. hydrophila*, *A. salmonicida*).

Установлено, что потенциально опасными для здоровья радужной форели в рыбоводческих хозяйствах и УЗВ Беларуси и Армении являются бактерии *Aeromonas hydrophila* gr.1, *A. hydrophila* gr. 2, *A. salmonicida*, *A. cavie*, *A. sobria*, *A. bestiarum*, *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. angulliseptica*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. diminuta*, *P. stutzeri*, *P. alcaligenes*, которые были выделены в массовом количестве как от рыб с клиническими признаками бактериальных инфекций, так и из среды их обитания. Вид *Enterobacter aerogenes* оказался для форели наименее патогенным из всех исследованных видов. Поскольку данный вид бактерий был выделен от рыб и из воды вместе с другими микроорганизмами, возможно, он вызывает вторичную инфекцию.

Исследования проведены в рамках совместного Белорусско-Армянского проекта за счет гранта Фонда фундаментальных исследований Беларуси и Фонда фундаментальных исследований Армении.

Список использованных источников

1. Васильев, Д. А. Методы общей бактериологии: учебно-методическое пособие / Д.А. Васильев, А.А. Щербаков, Л.В. Карпунина, С.Н. Золотухин – Ульяновск, 2003. – 129 С.

2. Методические указания по лабораторной диагностике псевдомонозов рыб. Утв. Госагропромом СССР 12.06.1986, № 432-5. – Москва, 1986. – 12 С.
3. Юхименко, Л.Н. Современное состояние проблемы аэромоноза рыб / Л.Н. Юхименко, Г.С. Койдан // Экспресс-информация / Всерос. науч.-иссл. ин-т экспер. рыбн. х-ва. – Москва, 1997. – Вып. 2. – С. 1-5.
4. Cipriano RC, Bullock GL, Pyle SW (2001) *Aeromonas hydrophila* and Motile Aeromonad Septicemias of Fish. Fish Disease Leaflet 68, US Department of the Interior Fish & Wildlife Service, Washington.
5. Orozova, P, M. Barker, D. A. Austin and B. Austin, 2009. Identification and pathogenicity to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), of some aeromonads. *Journal of Fish Diseases*, 32 (10): 865-871(7).
6. Allen, D.A., Austin, B., Colwell, R.R., 1983. Numerical Taxonomy of Bacterial Isolates Associated with a Freshwater Fishery. *J Gen Microbiol* 129, 2043–2062. doi:10.1099/00221287-129-7-2043
7. Altinok, I., Kayis, S., Capkin, E., 2006. *Pseudomonas putida* infection in rainbow trout. *Aquaculture* 261, 850–855. doi:10.1016/j.aquaculture.2006.09.009
8. Austin, B., Austin, D., 2007. Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish, Fourth Edition, Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish, Fourth Edition. doi:10.1007/978-1-4020-6069-4
9. Grigoryan, K., Badalyan, G., Sargsyan, M., Harutyunyan, A., 2014. Assessment of microbiological safety of ground water used in rainbow trout farms. *LWT - Food Sci Technol* 58, 360–363. doi:10.1016/j.lwt.2013.06.004
10. Grigoryan, K., Mohácsi-Farkas Cs., Badalyan G., Haruthunyan A., Khanamiryan G., Aghababyan K. Antibacterial activity of hydrogen peroxide against pathogenic bacteria causing cultured trout diseases. K., *Aquaculture Europe-2013* , NTNU, Trondheim, Norway , August 9-13, p. 1022-1024.

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ РЫБОВОДСТВА

*Н.В.Сверчкова**, *Т.В.Романовская**, *Н.В.Евсегнеева**, *Г.В.Жук**, *Э.И.Коломиец**
В.Ю.Агеец, *С.М.Дегтярик*, *Е.В.Максимьюк*,

**Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, ул. Купревича, 2,
220141, Беларусь, microbio@mbio.bas-net.by*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

BASIC PRINCIPLES FOR DEVELOPMENT OF ECO-SAFE PREPARATION FOR FISH CULTURE

*N. Sverchkova**, *T. Romanovskaya**, *N. Evsegneeva**, *G. Zhuk**, *E. Kolomiets**,
V. Ageets, *S. Degtyarik*, *E. Maksimjuk*

**Institute of Microbiology, Belarus National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,
2, Kuprevich Str., Minsk, 220141, Belarus, microbio@mbio.bas-net.by*

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. Подобраны штаммы бактерий рода *Bacillus* с высокой антагонистической активностью в отношении патогенов рыб. На их основе создан препарат пробиотического действия, разработана технология его получения и применения для профилактики и лечения бактериальных болезней рыб семейства карповых.

Ключевые слова. *Bacillus subtilis*, патогены рыб, пробиотик, спорообразующие бактерии.

Abstract. There are selected the strains of *Bacillus bacteria* with high antagonistic activity in relation to fish pathogens. On their basis there was generated a probiotic preparation, developed the technological process of its production and application for prevention and treatment of bacterial diseases of cyprinoid fishes.

Key words: *Bacillus subtilis*, fish pathogens, probiotic, sporogenous bacteria.

Введение. Эффективность рыбоводства существенно снижается из-за гибели рыб вследствие инфекционных заболеваний, возбудителями которых являются патогенные бактерии различных таксономических групп [1].

Использование антибиотиков приводит к формированию антибиотикорезистентности у возбудителей болезней рыб, а также к накоплению остаточных количеств препаратов в продукции рыбоводства. Современные требования к качеству и безопасности рыбной продукции инициируют исследования по созданию экологически безопасных средств для профилактики и лечения болезней рыб. Наиболее рациональным способом в борьбе с возбудителями бактериозов является использование пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* [2]. Бациллы характеризуются высокой биологической эффективностью, способностью повышать специфическую и неспецифическую резистентность организма рыбы, оказывать противоаллергенное действие, регулировать и стимулировать пищеварение. Применение пробиотических добавок в кормлении рыб способствует физиологическому ускорению их роста, сокращению сроков откорма и затрат на корм.

В связи с вышеуказанной задачей настоящего исследования является разработка основ создания экологически безопасного пробиотического препарата для рыбоводства, включающая следующие этапы: скрининг штаммов бактерий рода *Bacillus* с высокой антимикробной активностью к патогенной и условно-патогенной микрофлоре рыб, отбор и изучение наиболее активных культур, характеризующихся высокой антагонистической активностью в отношении патогенных и условно-патогенных бактерий – возбудителей инфекционных заболеваний рыб, а также ферментативной (протеазной, ксиланазной, эндогликоконазной) активностью, разработка на их основе технологии получения и применения пробиотического препарата для профилактики и лечения бактериальных болезней рыб.

Материалы и методы. В работе использовали штаммы спорообразующих бактерий рода *Bacillus* с антимикробной активностью в отношении возбудителей болезней рыб. Бактерии-антагонисты выделяли из почвенных образцов, а также из образцов воды и ила прудов рыбоводческих хозяйств. В качестве тест-объектов использовали патогенные и условно-

патогенные бактерии, вызывающие бактериальные болезни рыб - *Aeromonas sp.*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Sphingobacterium multivorum* и др., предоставленные РУП «Институт рыбного хозяйства».

Глубинное культивирование бактерий-антагонистов рода *Bacillus* проводили при температуре 30°C в колбах Эрленмейера на качалке (180-200 об/мин), в ферментерах объемом 10 и 100 л (интенсивность аэрации 1,0 л воздуха/л среды·мин, скорость вращения мешалки 200-220 об/мин) на питательной среде с мелассой в качестве источника углерода. Для засева питательной среды использовали 1-2-суточный вегетативный посевной материал в количестве 10% об. При отработке условий культивирования бактерий в ферментерах варьировали режимы аэрации (0,8-1,2 л воздуха на 1 л среды в минуту) при скорости перемешивания 200 об/мин.

При определении титра клеток бактерий применяли метод предельных разведений [3]. Концентрацию спор оценивали аналогичным методом после прогревания бактериальной суспензии при 80°C в течение 10 мин.

Первичный отбор антагонистов проводили методом точечного тестирования [4]. Для оценки антагонистической активности препарата использовали метод лунок [4]. Результаты учитывали после 24-48 ч инкубирования при температуре 30°C по диаметру зон задержки роста тест-культур.

Протеазную активность бактерий оценивали методом Ансона в модификации Петровой и Винцюнайте, основанном на ферментативном гидролизе казеината натрия [5]. Активность эндо-1,4-β-глюконазы (Сх-фермента) определяли вискозиметрическим методом [6] в модификации Н.А.Ушаковой и соавт. по снижению вязкости раствора натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы [7]. Ксиланазную активность определяли по ГОСТ 353047-2008 [8].

Испытания эффективности действия пробиотика при скармливании в составе комбикормов проведены в лабораторных условиях РУП «Институт рыбного хозяйства», а также в рыбоводных хозяйствах республики.

Полученные результаты подвергали статистической обработке с помощью программы Microsoft Excel. При статистической обработке результатов экспериментов проводили определение средних арифметических и их доверительных интервалов для уровня вероятности 95% [9].

Результаты и обсуждение. Выделенные культуры бактерий (около 900 изолятов) были проверены на способность ингибировать рост и развитие патогенных и условно-патогенных бактерий родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*. Согласно данным первичного отбора около 5% культур проявляли антагонистическую активность к испытанным тест-объектам. Для дальнейшей работы методом лунок отобраны культуры, наиболее активно подавляющие рост испытанных бактериальных тест-объектов, из которых максимальной антагонистической активностью обладали 2 изолята - 54 и 355 (табл. 1).

Таблица 1. – Сравнительная оценка антагонистической активности изолятов

Изолят	Диаметр зоны подавления роста тест-культур, мм		
	<i>Aeromonas sp.</i> 40	<i>Aeromonas sp.</i> 56	<i>Ps. putrefaciens</i> 62
38	23,0±0,3	26,5±0,4	27,0±0,5
44	23,0±0,2	25,0±0,3	30,0±0,4
50	26,0±0,4	31,0±0,5	21,0±0,4
52	23,0±0,2	25,0±0,3	29,0±0,4
54	25,0±0,3	31,0±0,4	32,0±0,5
67	22,0±0,2	23,5±0,3	28,0±0,3
130	24,0±0,2	25,5±0,2	21,5±0,3
133	25,0±0,2	31,0±0,2	20,0±0,3
146	24,0±0,6	30,0±0,4	27,0±0,2
355	27,0±0,7	32,0±0,5	32,5±0,3
359	26,0±0,6	28,0±0,3	31,0±0,5

В соответствии с морфологическими, культуральными, физиолого-биохимическими свойствами изоляты 54 и 355 были предположительно идентифицированы как *Bacillus subtilis* (табл. 2). Принадлежность отобранных изолятов к виду *B. subtilis* была подтверждена на основе ПЦР-анализа нуклеотидных последовательностей 16sРНК.

Таблица 2. – Физиолого-биохимические свойства отобранных изолятов бактерий

Физиолого-биохимические свойства	Изоляты	
	54	355
Окраска по Граму	+	+
Образование спор	+	+
Каталаза	+	+
Образование ацетиметилкарбинола (реакция Фогес-Проскауэра)	+	+
О/Ф тест по Хью-Лейфсону	«F» реакция	«F» реакция
Кислотообразование из сахаров:		
D-глюкозы	+	+
L-арабинозы	-	-
D-ксилозы	+	+
D-маннита	+	+
$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$	+	+
Утилизация цитрата	-	-
Гидролиз:		
крахмала	+	+
казеина	+	+
желатина	+	+
Рост в присутствии:		
5% NaCl	+	+
7% NaCl	+	+
10% NaCl	-	±
Деградация тирозина	±	-

По результатам ветеринарно-токсикологических испытаний, проведенными сотрудниками УО «Гродненский государственный аграрный университет», установлено, что исследуемые культуры *B. subtilis* 54 и *B. subtilis* 355 являются непатогенными и безвредными для лабораторных животных, не

обладают токсичностью, аллергенностью и токсигенными свойствами и могут использоваться в ветеринарной практике.

Штаммы *B. subtilis* 54 и *B. subtilis* 355 депонированы в коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси.

Изучена антимикробная активность отобранных бактерий в отношении более широкого спектра патогенной и условно-патогенной микрофлоры рыб. Установлено, что диаметр зоны задержки роста испытанных тест-объектов достигает 24,0-34,0 мм (табл. 3).

Таблица 3. – Спектр антимикробной активности отобранных штаммов в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры рыб

Тест-объект	Диаметр зоны задержки роста тест-объекта штаммом-антагонистом, мм	
	<i>B. subtilis</i> 54	<i>B. subtilis</i> 355
<i>Aeromonas</i> sp. 40	25,0±0,3	27,0±0,7
<i>Aeromonas</i> sp. 54	28,0±0,4	29,0±0,4
<i>Aeromonas</i> sp. 56	31,0±0,4	32,0±0,5
<i>Aeromonas sobnia</i> 61	27,5±0,6	28,0±0,3
<i>Aeromonas hydrophila</i> 63	26,0±0,3	24,0±0,2
<i>Pseudomonas putrefaciens</i> 62	31,5±0,5	32,5±0,3
<i>Sphingobacterium multivorum</i> 60	34,0±0,6	28,0±0,5

Полезным свойством штаммов, составляющих основу пробиотика, является наличие у них комплекса ферментов, разлагающих крахмал, пектин, целлюлозу, жиры, протеины и обеспечивающих более полное усвоение рыбами компонентов комбикормов. Синтезируемые бактериями протеазы оказывают также стимулирующее влияние на регенерационные процессы организма животных и рыб, обладают тромболитическим действием. В связи с вышеуказанным, представляло интерес оценить гидролазную активность исследуемых штаммов.

В ходе исследований установлено, что бактерии характеризуются высокой протеазной, эндоглюконазной, ксиланазной активностями, причем, по уровню активности штамм *B. subtilis* 355 превосходит *B. subtilis* 54 (табл. 4).

Таблица 4. – Гидролазная активность штаммов *B. subtilis* – антагонистов патогенов рыб

Исследуемая культура	Гидролазная активность, ед/мл		
	протеазная	эндогликоконазная	ксиланазная
<i>B. subtilis</i> 54	10,2±0,05	0,886±0,00055	2,29±0,008
<i>B. subtilis</i> 355	18,0±0,162	0,908±0,00058	3,54±0,02

Однако, учитывая то обстоятельство, что в отношении некоторых патогенов (*A. hydrophila* 63 и *S. multivorum* 60) штамм *B. subtilis* 54 проявляет более высокую активность, было решено включить оба штамма в состав препарата. Для подтверждения целесообразности данного решения методом лунок оценена совместимость отобранных штаммов бактерий *B. subtilis*. В ходе исследований показано отсутствие перекрестной антагонистической активности культур, что свидетельствует о возможности их совместного использования.

Таким образом, по результатам проведенных исследований показано, что отобранные бактерии рода *Bacillus* с взаимодополняющими свойствами обладают высокой антагонистической активностью в отношении различных патогенных и условно-патогенных бактерий – возбудителей болезней рыб, а также гидролазной активностью, что свидетельствует о перспективности их использования в качестве основы комплексного пробиотического препарата для профилактики и лечения бактериальных болезней рыб.

В основу технологии получения пробиотического препарата с использованием двух штаммов спорообразующих бактерий *B. subtilis* положен глубинный способ культивирования, обеспечивающий возможность всестороннего контроля за развитием штаммов-продуцентов. Проведены исследования по оптимизации питательных сред и параметров культивирования бактерий в ферментационных аппаратах различного типа. Установлено, что оптимальные условия для роста и накопления культурами антимикробных метаболитов в опытно-промышленных условиях достигаются при интенсивности аэрации 1 л воздуха/л среды мин, температуре 30°C,

скорости вращения мешалки 200 ± 20 об/мин с использованием питательной среды с мелассой в качестве источника углерода на 48 ч роста (табл.5.).

Таблица 5. – Динамика роста и антимикробной активности бактерий *B. subtilis* в оптимизированных условиях при глубинном культивировании в ферментере емкостью 100 л

Длительность культивирования, ч	Титр, КОЕ/мл		Диаметр зон подавления роста <i>Aeromonas sp. 56</i>	
	<i>B. subtilis</i> 54	<i>B. subtilis</i> 355	<i>B. subtilis</i> 54	<i>B. subtilis</i> 355
0	$2,5 \times 10^7$	$2,7 \times 10^7$	12,0	12,0
4	$3,1 \times 10^7$	$2,9 \times 10^7$	12,5	12,0
8	$4,2 \times 10^7$	$3,6 \times 10^8$	16,0	15,0
12	$7,4 \times 10^8$	$1,8 \times 10^9$	18,5	15,5
16	$1,3 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	21,5	22,0
20	$1,4 \times 10^9$	$1,4 \times 10^9$	24,5	23,5
24	$1,6 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	29,5	29,5
30	$2,0 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	30,5	29,0
36	$2,5 \times 10^9$	$2,1 \times 10^9$	30,0	29,5
42	$2,6 \times 10^9$	$2,3 \times 10^9$	31,0	28,5
48	$3,1 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	31,0	29,0

Проведенные исследования по оптимизации условий глубинного культивирования бактерий позволяют получить культуральную жидкость (КЖ) бактерий с титром $2,4-3,1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл и высокой антагонистической и ферментативной активностями (диаметр зоны задержки роста тест-культуры 29-31 мм; зона гидролиза целлюлозы – 18-20 мм).

Важным этапом работ по созданию пробиотического препарата, наряду с отработкой параметров глубинного культивирования бактерий-антагонистов, является поиск рациональной препаративной формы, так как она в значительной мере обеспечивает эффективность его использования. Пробиотики выпускают в виде сухих или жидких препаратов, лиофильно-высушенных микроорганизмов в чистом виде или технической форме с

питательной средой. В качестве наполнителей используют сухое молоко, сахарозу, кукурузную, рыбную или другую муку. Последние более удобны при скармливании рыбе и животным.

Конечный этап получения пробиотического препарата на основе двух штаммов спорообразующих бактерий *B.subtilis* включал приготовление смеси КЖ бактерий, добавление к ней наполнителя (пшеничной муки) и высушивания полученной смеси до влажности 5% с использованием распылительной или лиофильной сушки.

Для оценки безвредности препарата проведены ветеринарно-токсикологические испытания на лабораторных животных (белых мышах) и рыбах. Установлено, что исследуемый пробиотический препарат не является токсичным и по степени воздействия на организм животных согласно ГОСТ 12.1.007-76 относится к 4 классу опасности – вещества малоопасные. Эмилин не является также патогенным и токсичным для рыб. При испытаниях не зарегистрировано отрицательного влияния на организм рыб, проявлений острой и хронической токсичности. Гематологические показатели рыб, получавших препарат, были в пределах физиологической нормы.

Лабораторные испытания пробиотического препарата на рыбах (сеголетках карпа) показали его эффективность при введении per os как для профилактики, так и для лечения аэромоноза у рыб. Минимальной дозой, при введении которой в организм рыбы наблюдается положительный эффект, является доза $1,1 \times 10^7$ КОЕ/кг живого веса.

Проведены исследования по оценке эффективности действия препарата при применении в составе корма в лабораторных условиях, а также в рыбоводных хозяйствах. Препарат использован в дозе $1,4 \times 10^8$ КОЕ/кг (200 г/т).

В первой серии лабораторных опытов кормление пробиотиком предшествовало заражению рыб аэромонадами (смыв бактериальной культуры *Aeromonas hydrophyla* (штамм Aer-64) задавали рыбам per os) – таким образом определяли профилактическую эффективность препарата. Во второй серии опытов кормление начинали после заражения и начала развития клинических

признаков аэромоноза (терапевтическая эффективность пробиотика). Рыба из контрольных групп препарат с кормом не получала. Наблюдение за подопытной рыбой осуществляли в течение 18 суток.

После кормления рыбы пробиотиком в течение 5 дней из расчета $1,4 \times 10^8$ КОЕ/кг и последующего заражения штаммом аэромонад у рыб из опытных групп в течение всего периода наблюдения не отмечено развития инфекционного процесса и гибели. У рыбы из контрольной группы, которая получала комбикорм без препарата, инфекционный процесс развивался бурно: на 2-й день эксперимента отмечено развитие клинических признаков, к утру 3-го дня погибло 70 % подопытных рыб, к утру 4-го дня - остальные 30%. Для них было характерно вздутие брюшка, экзофтальмия, при вскрытии обнаружено наличие кровянистого экссудата в полости тела.

Во второй серии опытов развитие клинических признаков аэромоноза началось у подопытных карпов на 2-е сутки. Сразу начали кормление пробиотиком. У рыб из всех опытных групп отмечено легкое покраснение основания плавников и ануса, дальнейшего развития клинических признаков заболевания не наблюдалось. Указанные признаки наблюдались у 100 % подопытных рыб, а у 15 %, кроме того, отмечено ерошение чешуи в передней части туловища и легкая экзофтальмия. Однако на 3 день кормления пробиотиком клинические признаки начали исчезать, и уже на 5 день они не отмечались у 60% рыб из опытных групп. Спустя сутки после окончания кормления рыба в опытных аквариумах была жива, активна и клинически здорова.

В контрольном аквариуме в течение 6 суток погибло 80% рыб. У оставшихся экземпляров болезнь перешла в хроническую форму: язвы у основания плавников, которые в течение 18 сут. наблюдения постепенно зарубцевались. При посевах из внутренних органов оставшихся в живых рыб были реизолированы в большом количестве патогенные бактерии Aer-64, что подтверждено при помощи тест-системы Api 20E.

В производственных условиях ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» Березовского р-на Брестской области испытания проводились на двухлетках карпа общим весом 1600 кг, размещенных на садковой линии отделения «Белоозерск». Экспериментально установлено, что пробиотик благотворно влияет на жизнестойкость рыб, уровень контаминации внутренних органов условно-патогенной и сапрофитной микрофлорой остается стабильно сниженным. Рыба, прокормленная препаратом, не болеет бактериальными инфекциями, начинает раньше и активнее питаться. У нее выше выход из зимовки (на 8%) и навеска (на 10%), чем у рыбы, не получавшей пробиотика.

По результатам производственных испытаний разработана инструкция по применению пробиотического препарата для профилактики и лечения бактериальных болезней (аэромоноз, псевдомоноз и др.) прудовых рыб, в соответствии с которым препарат применяют перорально в смеси с кормом: 200 г/т комбикорма один раз в день на протяжении 5 суток (суточная норма лечебного корма - 5% от массы рыбы). Рекомендовано также применение препарата в виде лечебных ванн из расчета 10 г/м³ с прекращением водообмена на 20 минут (один раз в сутки в течение 5 дней). Побочных действий после применения препарата прудовым рыбам указанными способами в рекомендуемых дозах не установлено.

Заключение. В результате проведенных исследований создан экологически безопасный пробиотический препарат для профилактики и лечения бактериозов рыб семейства карповых, разработана технология его получения в опытно-промышленных условиях, а также рекомендации по применению. Использование пробиотика в рыбоводных хозяйствах Беларуси позволит улучшить эпизоотическую ситуацию на всех этапах выращивания рыбы, получать жизнеспособный посадочный материал и качественную товарную рыбопродукцию.

Список использованных источников

1. Радько, М.М. Борьба с болезнями рыб - актуальная задача рыбоводства Беларуси / М.М.Радько, Э.К.Скурат, С.М.Дегтярик,

М.В.Якубовский, А.И.Чигир, В.Г.Лысый // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 2 (78).

2. Скурат, Э.К. Пробиотики для профилактики бактериальных инфекций у рыб / Э.К. Скурат, В.А. Сиволоцкая, Т.А. Говор // Аналит. и реф. инф. Сер.: Болезни гидробионтов в аквакультуре. – 2001. – № 2 – С.30–32.

3. Лысак В.В. Микробиология. / В.В. Лысак, Р.А. Желдакова.- Методические рекомендации к лабораторным занятиям, контроль самостоятельной работы студентов. БГУ, Минск, 2002. – 54 С.

4. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии.– Й. Сэги. М.: Колос, 1983. – 253 С.

5. Петрова, И.С. Определение протеолитической активности ферментных препаратов микробиологического происхождения / И.С. Петрова, М.М. Винцюняйте // Прикл. биохим. и микробиол. –1980. –Т.2, вып. 2. – С.322-327.

6. Синицин, А.П., Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов / А.П.Синицын.- М.: Изд-во МГУ, 1995. –С. 146-147.

7. Изучение механизмов пробиотического действия штамма *Bacillus subtilis* 8130 /Н.А.Ушакова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология.- 2006. – Т.42, №3. – С.285-291.

8. Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности ксиланазы. ГОСТ Р 53047–2008; 30.06.2009.

9. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере.– М.: ИНФА-М.– 1998.– 544 С.

Требования к оформлению статей для публикации в сборнике «Вопросы рыбного хозяйства Беларуси»

Статьи объемом не более 12 страниц (включая список литературы) машинописного текста (формат А4), использовать редактор Word, шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал полуторный, поля – по 2 см, выравнивание по ширине, интервал от названия статьи до введения статьи – одинарный.

Код УДК – без отступа, шрифт обычный. Название статьи заглавными буквами, шрифт – жирный, ниже – инициалы и фамилии автора(-ов) – шрифт не жирный. Далее через интервал печатается полное название учреждения, адрес, страна и e-mail, шрифт – курсив.

Название статьи, фамилии авторов и название организации дублируются на английском языке (оформление – как и на русском).

Резюме на русском языке объемом не более 10 строк, резюме на английском языке объемом не более 10 строк.

Таблицы следует представлять в тексте с номерами и заголовками. Графики оформляются в редакторе Excel (черно-белые), рисунки – в формате jpg, tif.

Ссылки на литературные источники в тексте указываются в квадратных скобках по порядковому номеру в списке литературы, ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Оформление – в соответствии с приложением 2 к Инструкции ВАК по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации.

Текст статьи (за исключением обзорной) должен содержать разделы: **Введение, Материалы и методы, Результаты исследований и обсуждение, Заключение, Список использованных источников.**

Название файла должно включать фамилию первого автора, например Ivanov.doc.

При подаче статьи необходимо наличие подписей всех авторов и рекомендация к публикации (выписка из протокола заседания Ученого совета и т.п.).

Ответственность за достоверность приведенных данных, изложение и оформление текста несут авторы.

Материалы, не соответствующие требованиям к тематике и оформлению, не принимаются к публикации!

**ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА
БЕЛОРУССКИХ ПОПУЛЯЦИЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

*С.В. Свенторжицкий, М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич,
Л.С. Тентевицкая, Е.П. Глеб*, Е.С. Гук**

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Учреждение образования «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь,
e-mail: versa@tut.by*

**PHENOTYPICAL CHARACTERISTICS OF JUNIOR REPLACEMENT FOR
BELORUSSIAN POPULATIONS OF DONALDSON TROUT**

*S. Sventorzhitzki, M. Kniga, E. Tarazevich, L. Vashkevich, L. Tentevitskaya,
E. Gleb*, E. Guk**

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

**Educational Establishment "Polessky State University",
Pinsk, Republic of Belarus,
e-mail: versa@tut.by*

Резюме

Ключевые слова

Abstract

Key word

Введение

Материалы и методы

Результаты исследований и обсуждения

Заключение

Список использованных источников

Научное издание

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1957 году

Выпуск 32

Ответственный редактор Г.И. Корнеева
Компьютерная верстка Н.Л. Иващенко
Дизайн обложки Н.А. Чистая

Подписано в печать 01.12.2016 г. Формат 60x84 /16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать цифровая. Усл. печ. л. 16,8. Уч.-изд. л. 12.
Тираж 100 экз.

Издатель

Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства»
Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии
наук Беларуси по животноводству»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/453 от 19.12.2014 г.
220024, г. Минск,
ул. Стебенева, д. 22.

Отпечатано в ЧИУП «Логвинов»
220005, г. Минск, пр. Независимости, 37а.