

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
«РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»
Республиканское дочернее унитарное предприятие
«Институт рыбного хозяйства»

ВОПРОСЫ

РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов
Основан в 1957 году

э

Выпуск 36

Минск

РУП «Институт рыбного хозяйства»

2020

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, профессор В.Ю. Агеец (гл. редактор),
канд. биол. наук, доцент В.Г. Костоусов (зам. гл. редактора),
канд. биол. наук Г.И. Корнеева (отв. секретарь),
д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И.П. Шейко,
д-р биол. наук, академик НАН Беларуси, профессор В.Н. Решетников,
д-р биол. наук, академик НАН Беларуси, профессор, Н.А. Ламан,
д-р техн. наук, профессор В. Я. Груданов

Рецензенты:

д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И.П. Шейко,
д-р с.-х. наук, доцент Е.В. Таразевич,
канд. биол. наук, доцент Б. В. Адамович,
канд. ветеринарных наук, Е.И. Гребнева

Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 36/ Под общ. ред. ^{B74}
В.Ю. Агееца. - Минск, 2020. - 283 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. Отражены некоторые стратегии продвижения научно-технической информации.

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)

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS
REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE
«SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS
FOR ANIMAL HUSBANDRY»
Republican Daughter Unitary Enterprise
«Fish Industry Institute»**

BELARUS FISH INDUSTRY PROBLEMS

Collection of Scientific Papers
Founded in 1957

36th issue

**Minsk
RUE «Fish Industry Institute»
2020**

Editorial board:

Dr. U. Aheyets, professor (editor-in-chief),
Ph.D.V. Kostousov (vice editor-in-chief),
H. I. Karneyeva (vice editor-in-chief, executive secretary),
Dr. I. Sheiko, professor, member of the NAS of Belarus,
Dr. V. Reshetnikov, professor, member of the NAS of Belarus,
Dr. N. Laman, professor, member of the NAS of Belarus,
Dr. V. Grudanov, professor

Reviewers:

Dr. I. Sheiko, professor, member of the NAS of Belarus,
Dr. D. E. Tarazevich,
Ph. B., D. Adamovich,
Ph. E. Grebneva

Belarus Fish Industry Problems: Collected transactions. 36nd Issue/ Under general
B74 editorship of U. Aheyets. - Mn., 2020. – 283 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. Some strategies for promoting scientific and technical information are reflected.

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

UDC 639.2/3(476)(082)

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

<i>Т.А. Сергеева, Д.А. Жмойдяк, Е.А. Савичева, Т.Ф. Войтюк, М.В. Книга, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, И. А. Орлов, Е.В. Таразевич.</i> Сравнительная характеристика биохимического состава тела сеголетков и годовиков двухпородных кроссов карпа.....	8
<i>Т.А. Сергеева, И. А. Орлов, Д. А. Жмойдяк, М.В. Книга, Е.В.Таразевич.</i> Характеристика фенотипических признаков разновозрастных групп линя.....	28
<i>Е.А. Савичева, Т.А. Сергеева, С.В. Кралько, Е.В.Таразевич.</i> Физиолого-биохимические показатели сыворотки крови сеголетков селекционного белорусского зеркального карпа, выращенных с разной плотностью зарыбления.....	38
<i>Е.А. Савичева, Т.А. Сергеева, Д.А. Жмойдяк, М.В. Книга, Т.Ф. Войтюк, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, И. А. Орлов, О.В. Маханько, Е.В.Таразевич.</i> Сравнительная характеристика физиолого-биохимических показателей сеголетков и годовиков межпородных кроссов карпа.....	48
<i>С.В. Кралько, Т.А. Сергеева, Таразевич Е.В.</i> Сравнительная характеристика результатов инкубации амурского сазана ханкайской популяции из коллекционного стада СПУ «Изобелино».....	63
<i>А.М. Слуквин, Н.А. Балашенко, С.Е. Дромашко, Н.В. Барулин, А.Е. Барминцева.</i> Результаты исследований молекулярно-генетических, морфометрических и половых характеристик ремонтно-маточного стада белуги (<i>huso huso</i> L., 1758), выращиваемого в тепловодной аквакультуре Республики Беларусь.....	73

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

<i>Г.П. Воронова, О.М. Таврыкина, С.И. Ракач, Д.С. Павлович.</i> О возможности использования отходов крахмального производства (картофельной мезги) в рыболоводных прудах.....	86
<i>Г.П. Воронова, О.М. Таврыкина, С.И. Ракач, Д.С. Павлович.</i> Применение отходов крахмального производства для увеличения продуктивности рыболоводных прудов.....	93

<i>О.М. Таврыкина, М.Ф. Степура, Г.В. Слободницкая, Д.С. Павлович, С.И. Ракач, А.Г. Литвинова.</i> Агрохимическая характеристика осадков сбросных каналов отдельных рыбохозяйственных предприятий республики.....	99
<i>А.Г. Литвинова, О.М. Таврыкина, Г.П. Воронова.</i> Показатели развития организмов зоопланктона прудов ОАО «Рыбокомбинат «Любань».....	112
<i>О. С. Смольская, А. А. Жукова, Б. В. Адамович.</i> Содержание sestона и его автотрофной компоненты в прудах и отдельных водоемах, используемых для рыбоводства.....	121

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ

<i>В.Г. Костоусов.</i> Состояние промыслового рыболовства и мониторинг запасов рыб в рыболовных угодьях Беларуси.....	132
<i>В.Г. Костоусов, Т.Л.Баран, Т.И. Попиначенко, В.Д.Сенникова.</i> Оценка гидроэкологического состояния участка реки Виляя в зоне строительства Белорусской АЭС.....	146
<i>Г.П. Прищепов.</i> Пути повышения рыбопродуктивности водоемов Беларуси.....	159
<i>В.К. Ризевский, В.Г.Костоусов*, Д.Ф. Кунццкий, В.В. Колтунов, А.С.Поletaев.</i> Проблема сохранения европейского угря (<i>anguilla anguilla</i> L.).....	170
<i>В.И. Головенчик, Е.С. Гайдученко, В.К. Ризевский, А.М. Романь, Т.П. Липинская</i> Определение видовой принадлежности представителей рода <i>Proterorhinus</i> , обитающих в водных объектах Беларуси молекулярно-генетическими методами.....	180
<i>В.К. Ризевский, И.А. Ермолаева, А.В. Леценко, А.П. Григорчик.</i> Биотопическая приуроченность представителей семейства бычковые (gobiidae) на белорусском участке центрального инвазионного коридора.....	191
<i>В.И. Головенчик, Е.С. Гайдученко, В.К. Ризевский, Т.П. Липинская.</i> Генетический полиморфизм популяции бычка-песочника (<i>neogobius fluviatilis</i> (pallas, 1814)) в водных объектах Беларуси на основании анализа последовательностей гена <i>soi</i>	203

<i>Т.М. Михеева.</i> Сравнительные исследования количественного развития фитопланктона, биоразнообразия и трофического статуса озер сарочанской группы в бассейне реки Вилии (Беларусь)	212
<i>Т.М. Михеева.</i> Таксономический состав фитопланктона сарочанской группы озер (Беларусь), бассейн реки Вилии.....	235

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

<i>А.В. Беспальный, С.М. Дегтярик.</i> Эффективность различных методов применения препарата «Диплоцид» в производственных условиях.....	256
---	-----

СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

<i>Г.И. Корнеева, А.С. Григорьева.</i> Актуальность виртуальных выставок в условиях пандемии.....	264
<i>Г.И. Корнеева, В.Т. Коротких, А.С. Григорьева.</i> Патентные исследования в РУП «Институт рыбного хозяйства».....	273

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

УДК 639.31.04; 639.3.07

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ ДВУХПОРОДНЫХ КРОССОВ КАРПА

Т.А. СЕРГЕЕВА, Д.А. ЖМОЙДЯК, Е.А. САВИЧЕВА, Т.Ф. ВОЙТЮК,
М.В. КНИГА, Ю.М. РУДЫЙ, С.В. КРАЛЬКО, И. А. ОРЛОВ, Е.В. ТАРАЗЕВИЧ *

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

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE BODY OF FINGERS AND ANNEALS OF TWO-STANDED CARP CROSSES

T. SERGEEVA, D. ZHMOJDIAK, E. SAVICHEVA, T. VOYTUK,
M. KNIGA, Y. RUDYI, S. KRALKO, I. ORLOV, E. TARAZEVICH *

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

** UO «Belarusian State Agrarian Technical University»*

Статья поступила 29.10.2020 г.

Реферат. В статье представлены результаты исследования содержания сухого вещества, влаги, жира, минеральных веществ и протеина у сеголетков и годовиков двухпородных кроссов карпа. В результате сравнительной оценки состава тела сеголетков и годовиков кроссов карпа установлены отдельные кроссы и группы кроссов, которые обладают преимуществами по сумме показателей биохимического состава тела и изменения их за зимовку.

Ключевые слова: карп, порода, кросс, сеголеток, годовик, биохимический состав тела.

Введение. Повсеместно нарастающий интерес к исследованию биохимии рыб определяется их огромным хозяйственным значением в качестве источника

пищевого белка и для человека и сельскохозяйственных животных. Традиционным объектом культуры прудового рыбоводства в Республике Беларусь служит карп (*Cyprinus carpio* L.) [1]. Происхождение пород карпа, разводимых в республике, различно. В рыбоводстве, как и в других отраслях сельского хозяйства, находит все более широкое применение явление гетерозиса, благодаря которому происходит значительное увеличение выхода конечного продукта без вложения дополнительных затрат [2, 3]. Создание коллекционного генофонда карпа белорусской и зарубежной селекции позволило проводить работы по исследованию проявления эффекта гетерозиса и использованию его в рыбоводных хозяйствах республики [4, 5]. Поскольку организм является целостной системой, его биохимические особенности не могут не оказать влияние на итоговый результат выращивания рыбы. Норма биологических показателей с возрастом меняется, зависит от погоды, сезона, особенностей технологического процесса [6, 7]. Следовательно, необходимо проводить постоянный мониторинг физиологического состояния, рассматривать полученные результаты во временной динамике и во взаимосвязи с другими рыбоводно-биологическими показателями. Известно, что эффект гетерозиса проявляется не только по признакам, характеризующим продуктивность кроссов, но и по физиолого-биохимическим показателям, в частности по сбалансированности биохимического состава тела на этапе выращивания рыбопосадочного материала [8, 9].

Материал и методы исследований. Формирование коллекционного генофонда карпа белорусской и зарубежной селекции, получение опытных кроссов и их исследование по комплексу рыбоводно-биологических признаков проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

У сеголетков и годовиков двухпородных кроссов, полученных от скрещивания линий белорусской селекции с производителями четвертого поколения пород зарубежной селекции из коллекционного генофонда, исследовали биохимический состав тела.

Технологические приемы выращивания младших возрастных групп кроссов (сеголетки и годовики) соответствовали общепринятым методам [10, 11]. Годовики двухпородных кроссов после серийного механического мечения размещали на зимовку совместно в один пруд [12].

Химический состав тела определяли по общепринятой методике Иванова А.П.[13]: содержание сухого вещества – методом высушивания до постоянного веса при температуре 100-105 ° С, содержание золы – путем сжигания в муфельной печи, жир – по способу Рушковского в аппарате Сокслета, белок – «по разности» (содержание белка, % = сухое вещество, % - жир, % - зола, %).

Объем выборки для определения состава тела составлял по 10 экз. из каждого кросса.

Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам. При определении достоверности различий использовании критерии значимости: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$ [14].

Обсуждение результатов исследований. Для зимостойкого сеголетка считают нормативным содержание сухого вещества 24,0-28,0 %, в течение зимовки происходит закономерное снижение этого показателя и для годовиков нормативные значения составляют около 20,0 %. Соответственно содержание влаги в теле сеголетков должно составлять 72,0-76,0 % (не более 78,0 %), а у годовиков около 80,0 % (но не менее 75,0 %).

Средний уровень содержания сухого вещества в теле сеголетков двухпородных кроссов в среднем составил 25,1 %, с колебаниями этого показателя от 21,7 % у кросса смесь зеркальная х баттерфляй до 27,2 % у сочетания фресинет х лахвинский чешуйчатый (табл. 1). У кроссов содержание сухого вещества в теле сеголетков незначительно выше, чем у чистопородных коллекционных форм, выращенных одновременно в одинаковых условиях (25,1 % против 24,1 и 24,8 %).

Таблица 1. – Содержание сухого вещества в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности

Породная принадлежность	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		%	t
1	2	3	4	5	6	7	8
Импортные породы F ₅ :	24,1±0,56	12,7	20,1±0,75	20,4	16,6	4,27	<0,001
Линии белорусской селекции F ₉ :	24,8±0,57	10,2	22,2±0,99	20,0	10,5	2,28	<0,05
<i>Кроссы:</i>							
три прим х югославский	25,5±0,96	11,9	24,1±1,49	19,5	5,5	0,92	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	25,7±0,98	12,1	23,7±1,30	17,3	7,8	1,23	>0,1
<i>Итого (югославский самцы)</i>	25,6±0,69	12,0	23,9±0,98	18,4	6,6	1,42	>0,1
югославский х три прим	25,9±0,84	8,6	24,2±1,11	14,5	6,6	1,22	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	25,5±0,87	10,8	24,1±1,50	19,7	5,5	0,81	>0,1
<i>Итого (югославский самки)</i>	25,7±0,56	9,7	24,1±0,92	17,1	6,2	1,49	>0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	25,2±0,54	6,8	22,1±1,70	24,3	9,1	1,74	≈0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	25,3±0,47	5,9	20,7±1,74	26,6	18,2	2,55	≈0,02

1	2	3	4	5	6	7	8
три прим х фресинет	23,6±0,72	9,6	20,5±1,32	20,4	13,1	2,06	≈0,05
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	24,7±0,33	7,4	21,1±0,91	23,8	14,6	3,72	<0,01
фресинет х три прим	23,7±1,20	16,0	23,4±1,52	20,5	1,3	0,15	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	27,2±0,58	6,7	24,2±1,22	15,9	11,0	2,22	<0,05
фресинет х тремлянский зеркальный	26,5±1,21	14,4	23,9±1,34	17,7	9,8	1,44	>0,1
<i>Итого (фресинет самки)</i>	25,8±0,58	12,4	23,8±0,78	18,0	7,7	2,06	≈0,05
немецкий х лахвинский чешуйчатый	25,8±0,79	9,7	20,4±1,50	23,2	20,9	3,19	<0,01
немецкий х три прим	25,3±1,10	13,7	19,0±1,31	21,8	24,9	3,70	<0,01
немецкий х тремлянский зеркальный	25,1±0,95	11,7	19,6±1,27	20,5	21,9	3,47	<0,01
<i>Итого (немецкий самки)</i>	25,4±0,54	11,7	19,7±0,78	21,8	22,2	6,01	<0,001
Смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	21,7±0,70	10,2	17,6±0,81	14,5	18,9	3,83	≈0,001
<i>Всего кроссы:</i>	<i>25,1±0,22</i>	<i>10,6</i>	<i>22,0±0,37</i>	<i>19,7</i>	<i>12,3</i>	<i>3,93</i>	<i><0,001</i>

У годовиков за зимний период содержание сухого вещества снизилось по сравнению с сеголетками и в среднем составило 22,0 %. Значительных отклонений между средними величинами содержания сухого вещества в теле сеголетков кроссов и коллекционных пород карпа белорусской и зарубежной селекции не установлено. Максимальное количество сухого вещества отмечено у кроссов, полученных при скрещивании югославского карпа и фресинета с лахвинским чешуйчатым карпом (24,2 %), минимальное у сочетания смесь зеркальная х баттерфляй (17,6 %).

Снижение содержания сухого вещества за период зимовки является сильно варьирующим признаком. Установлено, что эта величина колебалась в пределах от 1,3 % (фресинет х три прим) до 24,9 % (немецкий х три прим). Если придерживаться мнения о большей зимостойкости молодежи, проявляющей тенденцию к уменьшению потери сухого вещества в процессе зимовки, преимуществами обладают кроссы, у которых различия по содержанию сухого вещества между годовиками и сеголетками не значительны и статистически не достоверны. В первую очередь это кросс фресинет х три прим, а также сочетания с югославским карпом.

С целью определения относительного качества кроссов по содержанию сухого вещества в теле сеголетков и годовиков провели сравнение показателей каждого кросса со средним арифметическим значением данного признака у всей популяции кроссов (табл. 2).

Таблица 2. – Отклонение содержания сухого вещества в теле сеголетков и годовиков кроссов от среднего популяционного значения

Кросс	0+			1.		
	$\bar{X}_{кр} - \bar{X}_п$	t	P	$\frac{\bar{X}_{кр} - \bar{X}_п}{\bar{X}_п}$	t	P
три прим х югославский	0,4	0,40	>0,1	2,1	1,37	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	0,6	0,60	>0,1	1,7	1,26	>0,1
Итого (югославский самцы)	0,5	0,69	>0,1	1,9	1,81	>0,1
югославский х три прим	0,8	0,92	>0,1	2,2	1,88	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	0,4	0,45	>0,1	2,1	1,36	>0,1
Итого (югославский самки)	0,6	1,00	>0,1	2,1	2,12	<0,05
тремлянский чешуйчатый х фресинет	0,1	0,17	>0,1	0,1	0,06	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	0,2	0,39	>0,1	-1,3	0,73	>0,1
три прим х фресинет	-1,5	-1,99	<0,1	-1,5	1,09	>0,1
Итого (фресинет самцы)	-0,4	-1,01	>0,1	-0,9	0,92	>0,1
фресинет х три прим	-1,4	-1,15	>0,1	1,4	0,88	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	2,1	3,39	<0,01	2,2	1,73	>0,1
фресинет х тремлянский зеркальный	1,4	1,14	>0,1	1,9	1,37	>0,1
Итого (фресинет самки)	0,7	1,13	>0,1	1,8	2,09	=0,05
немецкий х лахвинский чешуйчатый	0,7	0,85	>0,1	-1,6	1,04	>0,1
немецкий х три прим	0,2	0,18	>0,1	-3,0	2,20	<0,05
немецкий х тремлянский зеркальный	0,0	0,00	>0,1	-2,4	1,81	<0,1
Итого (немецкий самки)	0,3	0,51	>0,1	-2,3	2,66	<0,02
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	-3,4	-4,63	<0,001	-4,4	4,94	<0,001

Примечание: $\bar{X}_{кр}$ – среднее содержание сухого вещества отдельного кросса; $\bar{X}_п$ – среднее содержание сухого вещества у всех кроссов

По содержанию сухого вещества только у кросса фресинет х лахвинский чешуйчатый установлено статистически значимое преимущество по сравнению со средним арифметическим значением этого показателя у всех кроссов. Содержание сухого вещества в теле сеголетков кросса смесь зеркальная х баттерфляй наоборот оказалось значительно ниже средней величины, установленное отличие статистически достоверно. Среди годовиков опытных двухпородных кроссов статистически значимое преимущество по сравнению со средним значением рассмотренного показателя, установлено для групп кроссов, полученных от скрещивания самок югославского карпа и фресинета. Ниже средней величины (статистически значимые отклонения) оказались показатели у

кроссов смесь зеркальная х баттерфляй, немецкий х три прим и в целом у группы кроссов, полученных от скрещивания самок немецкого карпа.

Средний уровень содержания влаги у сеголетков двухпородных кроссов составил 75,3 %, у годовиков 78,1 % (табл. 3). Содержание влаги в теле сеголетков чистопородных коллекционных форм пород зарубежной селекции составило в среднем 75,9 %, а белорусской селекции 75,2 %. То есть отклонения средних значений кроссов и чистопородных форм не значительны. Также не установлено значительных отклонений содержания влаги у годовиков кроссов и коллекционных пород, зимовавших совместно в одном пруду (78,1 % против 79,9 и 77,8 %).

Таблица 3. – Содержание влаги в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности

Породная принадлежность	0+		1.		d %	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		t	P
Импортные породы F ₅ :	75,9±0,58	4,2	79,9±0,70	4,8	5,3	4,40	<0,001
Линии белорусской селекции:	75,2±0,54	3,2	77,8±1,01	5,8	3,5	2,27	<0,05
Кроссы:							
три прим х югославский	73,5±0,96	4,1	75,9±1,52	6,3	3,3	1,33	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	74,3±0,98	4,2	76,3±1,38	5,7	2,7	1,18	>0,1
Итого (югославский самцы)	73,9±0,68	4,1	76,1±1,02	6,0	3,0	1,79	<0,1
югославский х три прим	74,1±0,81	3,5	75,8±1,11	4,6	2,3	1,24	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	73,4±0,97	3,7	75,9±1,50	6,2	3,4	1,40	>0,1
Итого (югославский самки)	73,7±0,59	3,6	75,8±0,91	5,4	2,8	1,94	<0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	74,8±0,93	3,9	77,9±1,95	7,9	4,1	1,43	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	74,7±0,97	4,1	79,3±1,88	7,5	6,2	2,47	<0,05
три прим х фресинет	76,4±0,79	3,3	79,7±1,72	6,8	4,3	1,43	>0,1
Итого (фресинет самцы)	75,3±0,52	3,8	79,0±1,07	7,4	4,9	3,11	<0,01
фресинет х три прим	75,3±1,20	5,0	76,7±1,51	6,2	1,9	0,73	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	72,8±0,55	2,6	75,8±1,67	7,0	4,1	1,70	>0,1
фресинет х тремлянский зеркальный	73,5±1,20	5,2	76,1±1,84	7,6	3,5	1,18	>0,1
Итого (фресинет самки)	73,9±0,58	4,3	76,2±0,96	6,9	3,1	2,05	≈0,05
немецкий х лахвинский чешуйчатый	74,2±0,86	3,7	79,6±1,50	6,0	7,3	3,12	<0,01
немецкий х три прим	74,7±1,10	4,7	81,0±1,35	5,4	8,4	3,62	<0,01
немецкий х тремлянский зеркальный	74,9±0,92	4,0	80,5±1,27	5,0	7,5	3,57	<0,01
Итого (немецкий самки)	74,6±0,56	4,1	80,4±0,81	5,5	7,8	5,89	<0,001
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	78,3±0,70	2,8	82,4±0,81	3,1	5,2	3,83	<0,01
Всего кроссы:	75,3±0,25	3,9	78,1±0,40	6,1	3,7	3,16	<0,01

У годовиков обводненность увеличилась по сравнению с сеголетками. Средний уровень содержания влаги у импортных пород составил 79,9 %. Отличия по содержанию влаги между сеголетками и годовиками чистопородных форм и двухпородных кроссов статистически достоверны.

У сеголетков кроссов размах колебаний содержания влаги составил от 72,8 % (фресинет х лахвинский чешуйчатый) до 78,3 % (смесь зеркальная х баттерфляй). Минимальное содержание влаги среди годовиков кроссов отмечено у комбинаций югославский х три прим и фресинет х лахвинский чешуйчатый (75,8 %), максимальное у смесь зеркальная х баттерфляй (82,4 %). Статистически достоверные различия между содержанием влаги у сеголетков и годовиков установлены для всех кроссов, полученных от самок немецкого карпа и комбинаций лахвинский чешуйчатый х фресинет и смесь зеркальная х баттерфляй.

Отклонение содержания влаги в теле сеголетков и годовиков кроссов от среднего статистического значения представлено в табл. 4.

Таблица 4. – Отклонение содержания влаги в теле сеголетков и годовиков кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	$\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}$	t	P	$\frac{\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}}{\bar{X}_{п}}$	t	P
Три прим х югославский	-1,8	1,81	<0,1	-2,2	1,40	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	-1,0	0,99	>0,1	-1,8	1,25	>0,1
Итого (югославский самцы)	-1,4	1,93	<0,1	-2,0	1,83	<0,1
югославский х три прим	-1,2	1,42	>0,1	-2,3	1,95	<0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	-1,9	1,90	<0,1	-2,2	1,42	>0,1
Итого (югославский самки)	-1,6	2,50	<0,05	-2,3	2,31	<0,05
тремлянский чешуйчатый х фресинет	-0,5	0,52	>0,1	-0,2	0,10	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	-0,6	0,60	>0,1	1,2	0,62	>0,1
три прим х фресинет	1,1	1,33	>0,1	1,6	0,91	>0,1
Итого (фресинет самцы)	0,0	0,0	>0,1	0,9	0,79	>0,1
фресинет х три прим	0,0	0,0	>0,1	-1,4	0,90	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	-2,5	4,14	<0,001	-2,3	1,34	>0,1
фресинет х тремлянский зеркальный	-1,8	1,47	>0,1	-2,0	1,06	>0,1
Итого (фресинет самки)	-1,4	2,22	<0,05	-1,9	1,83	≈0,05
немецкий х лахвинский чешуйчатый	-1,1	1,23	<0,1	1,5	0,97	>0,1
немецкий х три прим	-0,6	0,53	>0,1	2,9	2,06	≈0,02
немецкий х тремлянский зеркальный	-0,4	0,42	>0,1	2,4	1,80	<0,1
Итого (немецкий самки)	-0,7	1,14	>0,1	2,3	2,55	≈0,02
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	3,0	4,04	<0,001	4,3	4,76	<0,001

Некоторыми преимуществами, то есть меньшей обводненностью, по сравнению со средним популяционным значением (для кроссов) характеризуется сочетание фресинет х лахвинский чешуйчатый, а также группы кроссов, полученных от скрещивания самок югославского карпа и фресинета. В этих вариантах сравнения отличия статистически достоверны.

Содержание жира в теле рыбы характеризует энергетический обмен. Нормативными считают содержание жира у сеголетков 6,0-8,0 %, у годовиков 3,0-5,0 %. Содержание жира в теле сеголетков коллекционных импортных пород пятого поколения составило в среднем 6,7 %, белорусских 8,0 % (табл. 5). У сеголетков кроссов среднее содержание жира составляет 7,5 %, то есть имеет промежуточное значение между чистопородными группами разного происхождения. В течение зимовки произошло закономерное снижение содержания жира в теле рыбы. Средний уровень этого показателя у годовиков импортных пород составил 2,7 %, белорусских линий и кроссов 4,4 %. То есть выше, чем у коллекционных пород зарубежной селекции. Снижение содержания жира за зимовку, то есть разница между годовиками и сеголетками, составила в среднем для импортных пород 59,7 %, для карпа белорусской селекции 45,0 %, а у кроссов наблюдается тенденция к уменьшению отклонения между сеголетками и годовиками (41,3 %). Все варианты сравнения отклонения средних величин содержания жира сеголетков и годовиков чистопородных карпов и кроссов статистически достоверны.

Таблица 5. – Содержание жира в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности

Породная принадлежность	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	%	t	P
1	2	3	4	5	6	7	8
Импортные породы F ₅ :	6,7±0,38	31,3	2,7±0,14	28,9	59,7	9,88	<0,001
Линии белорусской селекции:	8,0±0,52	29,1	4,4±0,30	30,8	45,0	5,19	<0,001
Кроссы:							
три прим х югославский	4,5±0,41	28,8	3,6±0,36	31,6	20,0	1,65	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	5,7±0,48	26,6	3,2±0,29	28,6	43,9	4,46	<0,001
<i>Итого (югославский самцы)</i>	5,1±0,32	27,7	3,4±0,23	30,1	33,3	4,05	<0,001
югославский х три прим	5,7±0,51	28,3	4,8±0,39	25,7	15,8	0,40	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	9,2±0,69	23,7	6,6±0,61	29,2	28,3	2,82	<0,02

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Итого (югославский самки)</i>	7,4±0,43	26,0	5,7±0,35	27,4	23,0	3,07	<0,01
тремлянский чешуйчатый х фресинет	7,9±0,73	29,2	5,3±0,52	31,0	32,9	2,90	<0,01
лахвинский чешуйчатый х фресинет	5,3±0,48	28,6	4,1±0,37	28,5	22,6	1,98	<0,1
три прим х фресинет	8,5±0,80	29,8	5,5±0,43	24,7	35,3	3,30	<0,01
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	7,2±0,38	29,2	5,0±0,26	28,1	30,5	4,78	<0,001
фресинет х три прим	6,7±0,58	27,4	6,5±0,64	31,1	3,0	0,23	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	10,8±0,69	20,2	6,8±0,57	27,3	38,9	4,49	<0,001
фресинет х тремлянский зеркальный	9,7±0,91	29,7	5,5±0,50	28,7	43,3	4,04	<0,001
<i>Итого (фресинет самки)</i>	9,1±0,43	25,8	6,2±0,33	29,0	31,9	5,35	<0,001
немецкий х лахвинский чешуйчатый	7,6±0,75	31,2	2,3±0,23	31,6	69,7	6,76	<0,001
немецкий х три прим	8,3±0,84	32,0	2,3±0,18	24,7	72,3	6,98	<0,001
немецкий х тремлянский зеркальный	7,5±0,73	30,8	2,7±0,28	32,8	67,0	6,14	<0,001
<i>Итого (немецкий самки)</i>	7,8±0,45	31,3	2,4±0,13	29,7	69,2	11,54	<0,001
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	8,2±0,80	30,8	2,7±0,25	29,3	67,1	6,56	<0,001
<i>Всего кроссы:</i>	7,5±0,18	28,4	4,4±0,11	28,9	41,3	14,69	<0,001

Среди кроссов максимальным содержанием жира в теле сеголетков характеризовалось сочетание фресинет х лахвинский чешуйчатый (10,8 %), минимальным три прим х югославский (4,5 %). У годовиков максимальное содержание жира также отмечено у кросса фресинет х лахвинский чешуйчатый (6,8 %), минимальное (2,3 %) у двух сочетаний с немецким карпом (немецкий х лахвинский чешуйчатый и немецкий х три прим). Относительно более низкими потерями жира за зимовку характеризуются реципрокные сочетания югославского карпа и отводки изобелинского карпа три прим (20,0 и 15,8 %), лахвинский чешуйчатый х фресинет (22,6 %), фресинет х три прим (3,0 %). У указанных кроссов различия по содержанию жира в теле сеголетков и годовиков статистически не достоверны. Выявленные различия при сравнении осенних и весенних показателей остальных кроссов более значительны и статистически достоверны.

Для определения относительного качества кроссов по содержанию жиры в теле сеголетков и годовиков провели сравнение показателей каждого кросса со средним статистическим значением, рассчитанным по всем кроссам (табл. 6).

Таблица 6. – Отклонение содержания жира в теле сеголетков и годовиков кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	$\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}$	t	P	$\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}$	t	P
три прим х югославский	-3,0	6,7	<0,001	-0,8	2,13	<0,001
тремлянский чешуйчатый х югославский	-1,8	3,51	<0,01	-1,2	3,87	≈0,001
<i>Итого (югославский самцы)</i>	-2,4	6,54	<0,001	-1,0	3,92	<0,001
югославский х три прим	-1,8	3,33	<0,01	0,4	0,99	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	1,7	2,38	<0,02	2,2	3,55	<0,01
<i>Итого (югославский самки)</i>	-0,1	0,21	>0,1	1,3	3,54	<0,01
тремлянский чешуйчатый х фресинет	0,4	0,53	>0,1	0,9	1,69	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	-2,2	4,29	<0,001	-0,3	0,78	>0,1
три прим х фресинет	1,0	1,22	>0,1	1,1	2,48	<0,05
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	-0,3	0,71	>0,1	0,6	2,13	<0,05
фресинет х три прим	-0,8	1,32	>0,1	2,1	3,23	<0,01
фресинет х лахвинский чешуйчатый	3,3	4,63	<0,001	2,4	4,13	<0,001
фресинет х тремлянский зеркальный	2,2	2,37	<0,05	1,1	2,15	<0,05
<i>Итого (фресинет самки)</i>	1,9	3,43	<0,01	1,8	5,17	<0,001
немецкий х лахвинский чешуйчатый	0,1	0,13	>0,1	-2,1	8,24	<0,001
немецкий х три прим	0,8	0,93	>0,1	-2,1	9,95	<0,001
немецкий х тремлянский зеркальный	0,0	0,0	>0,1	-1,7	5,65	<0,001
<i>Итого (немецкий самки)</i>	0,3	0,62	>0,1	-2,0	11,74	<0,001
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	0,7	0,85	>0,1	-1,7	6,22	<0,001

Среди сеголетков статистически значимые отклонения от среднего значения в сторону увеличения признака (плюс отклонения) установлены для кроссов югославский х лахвинский чешуйчатый, фресинет х лахвинский чешуйчатый, фресинет х тремлянский зеркальный. Статистически достоверные отклонения в сторону уменьшения признака (минус отклонения) от средней величины установлены для комбинаций скрещиваний три прим х югославский, тремлянский чешуйчатый х югославский, югославский х три прим и лахвинский чешуйчатый х фресинет. Среди групп кроссов, образованных разными

компонентами скрещиваний, статистически достоверно большее содержание жира в теле сеголетков отмечено у сочетаний, где фресинет использован в качестве материнского компонента скрещиваний, меньше – в группе, где югославский карп использован в качестве отцовского компонента скрещиваний. Среди годовиков статистически значимые плюс отклонения от среднего значения установлены для кроссов югославский х лахвинский чешуйчатый, три прим х фресинет, фресинет х три прим, фресинет х лахвинский чешуйчатый, фресинет х тремлянский зеркальный. Статистически достоверны отклонения от среднего уровня содержания жира в сторону увеличения отмечено у групп кроссов, полученных от скрещивания карпа фресинет и югославского карпа, где эти породы являются материнским компонентом скрещивания. Статистически достоверные минус отклонения установлены для кроссов, у которых югославский карп является отцовским компонентом скрещиваний и немецкий карп материнским компонентом скрещиваний.

Содержание минеральных веществ в теле сеголетков импортных пород в среднем составляет 2,8 %, белорусских пород и двухпородных кроссов 2,7 (табл. 7). То есть наблюдаемые отклонения сеголетков разного происхождения не значительны. У годовиков чистопородных коллекционных карпов наблюдалось повышение содержания минеральных веществ, а у кроссов незначительное понижение, наблюдаемое отклонения статистически не достоверно.

Таблица 7. – Содержание минеральных веществ в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа

Породная принадлежность	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		%	t
1	2	3	4	5	6	7	8
Импортные породы F ₅ :	2,8±0,12	24,2	3,1±0,17	30,6	10,7	1,44	>0,1
Линии белорусской селекции:	2,7±0,15	25,4	3,8±0,22	25,5	40,1	4,13	<0,001
Кроссы:							
три прим х югославский	2,8±0,33	26,0	2,7±0,79	32,8	3,6	0,12	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	2,7±0,19	22,2	2,8±0,25	28,2	3,7	0,12	>0,1
<i>Итого (югославский самцы)</i>	2,7±0,14	24,1	2,7±0,18	30,5	0,0	0,0	0,0
югославский х три прим	2,7±0,18	21,1	2,5±0,19	24,0	7,4	0,75	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	2,8±0,22	24,8	2,4±0,25	32,9	14,3	1,21	>0,1
<i>Итого (югославский самки)</i>	2,7±0,14	22,9	2,4±0,15	28,4	11,1	1,46	>0,1

1	2	3	4	5	6	7	8
тремлянский чешуйчатый х фресинет	3,2±0,26	25,7	2,8±0,23	26,0	12,5	1,16	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	2,5±0,23	29,1	2,3±0,24	33,0	8,0	0,68	>0,1
три прим х фресинет	2,8±0,25	28,2	2,9±0,27	29,4	3,6	0,27	>0,1
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	2,8±0,14	27,7	2,7±0,14	29,5	3,6	0,50	>0,1
фресинет х три прим	2,6±0,21	25,5	2,5±0,19	24,0	3,8	0,35	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	2,7±0,18	21,1	2,1±0,20	30,1	22,2	1,86	<0,1
фресинет х тремлянский зеркальный	2,6±0,20	24,3	2,7±0,24	28,1	3,8	0,32	>0,1
<i>Итого (фресинет самки)</i>	2,6±0,13	27,6	2,4±0,12	27,4	7,7	1,14	>0,1
немецкий х лахвинский чешуйчатый	2,8±0,21	23,7	2,6±0,23	28,0	7,1	0,64	>0,1
немецкий х три прим	2,4±0,25	32,9	3,2±0,28	27,7	33,3	2,13	<0,05
немецкий х тремлянский зеркальный	2,6±0,17	20,7	2,6±0,29	34,0	0,0	0,0	>0,1
<i>Итого (немецкий самки)</i>	2,6±0,12	25,8	2,8±0,15	28,9	7,8	1,04	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	2,7±0,15	17,6	2,8±0,23	26,0	3,7	0,36	>0,1
<i>Всего кроссы:</i>	2,7±0,06	25,4	2,6±0,06	28,9	3,7	1,18	>0,1

Средний уровень содержания минеральных веществ у сеголетков кроссов составил 2,7 %, у годовиков 2,6 %. Колебания данного показателя не значительны у сеголетков от 2,4 % (немецкий х три прим) до 3,2 % (тремлянский чешуйчатый х фресинет), у годовиков от 2,1 % (фресинет х лахвинский чешуйчатый) до 3,2 % (немецкий х три прим). Изменения за зимовку данного показателя не значительны. Статистически достоверные различия между осенними и весенними данными установлены лишь для кросса немецкий х три прим.

Отклонения показателей кроссов от средней величины содержания минеральных веществ не значительны и статистически не достоверны (табл. 8). Исключением является кросс фресинет х лахвинский чешуйчатый, у которого содержание минеральных веществ в теле годовиков оказалось ниже среднего уровня этого показателя и кросс немецкий х три прим с более высоким содержанием минеральных веществ у годовиков.

Таблица 8. – Отклонение содержания минеральных веществ в теле сеголетков и годовиков кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	$\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}$	t	P	$\frac{\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}}$	t	P
три прим х югославский	0,1	0,30	>0,1	0,1	0,13	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	0,0	0,0	>0,1	0,2	0,78	>0,1
<i>Итого (югославский самцы)</i>	0,0	0,0	>0,1	0,1	0,53	>0,1
югославский х три прим	0,0	0,0	>0,1	-0,1	0,50	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	0,1	0,44	>0,1	0,2	0,78	>0,1
<i>Итого (югославский самки)</i>	0,0	0,0	>0,1	-0,2	1,24	>0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	0,5	1,87	<0,1	-0,2	0,84	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	-0,2	0,84	>0,1	0,3	1,21	>0,1
три прим х фресинет	0,1	0,39	>0,1	-0,3	1,08	>0,1
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	0,1	0,66	>0,1	0,1	0,66	>0,1
фресинет х три прим	-0,1	0,46	>0,1	0,1	0,50	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	0,0	0,0	>0,1	-0,5	2,39	<0,05
фресинет х тремлянский зеркальный	-0,1	0,48	>0,1	-0,1	0,40	>0,1
<i>Итого (фресинет самки)</i>	-0,1	0,70	>0,1	0,2	1,49	>0,1
немецкий х лахвинский чешуйчатый	0,1	0,46	>0,1	0,0	0,0	>0,1
немецкий х три прим	-0,3	1,17	>0,1	0,6	2,10	≈0,05
немецкий х тремлянский зеркальный	-0,1	0,55	>0,1	0,0	0,0	>0,1
<i>Итого (немецкий самки)</i>	-0,1	0,75	>0,1	0,2	1,24	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	0,0	0,0	>0,1	0,2	0,84	>0,1

Норма содержания протеина в теле сеголетков составляет 11,0 – 14,0 %, годовиков около 16 % (допускаются колебания от 3,0 до 25,0 %, не более 35,0 %). У сеголетков и годовиков чистопородных карпов разной породной принадлежности двухпородных кроссов содержание протеина в целом соответствует нормативным значениям (табл. 9). Отличия между годовиками и сеголетками не значительны и статистически не достоверны.

Таблица 9. – Содержание протеина в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа

Породная принадлежность	0+		1.		d, %	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		t	P
Импортные породы F ₅ :	14,8±0,71	26,3	13,3±0,48	19,7	10,1	1,75	≈0,1
Линии белорусской селекции:	13,7±0,77	25,0	13,0±0,71	24,6	5,1	0,68	>0,1
Кроссы:							
три прим х югославский	15,2±1,46	30,4	15,0±0,69	14,3	1,3	0,12	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	14,8±1,09	23,3	13,5±0,87	20,4	8,8	0,93	>0,1
<i>Итого (югославский самцы)</i>	15,0±0,90	26,8	14,0±0,54	17,3	6,7	0,95	>0,1
югославский х три прим	15,3±1,26	26,0	14,8±0,76	16,2	3,3	0,34	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	14,6±1,30	28,2	14,0±0,69	15,6	4,1	0,41	>0,1
<i>Итого (югославский самки)</i>	15,0±0,91	27,1	14,4±0,51	15,9	4,0	0,48	>0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	14,3±0,79	17,5	14,0±1,05	23,7	2,1	0,23	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	17,5±0,90	16,3	15,6±1,12	22,7	10,9	0,32	>0,1
три прим х фресинет	12,3±1,20	30,8	11,9±0,59	15,7	3,2	0,30	>0,1
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	14,7±0,58	21,5	13,8±0,52	20,7	6,1	1,15	>0,1
фресинет х три прим	14,3±0,88	19,5	12,8±0,75	18,5	10,5	1,30	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	14,7±0,90	19,8	12,3±0,69	17,7	16,3	2,12	<0,05
фресинет х тремлянский зеркальный	14,2±1,04	23,2	12,5±0,84	21,2	12,0	1,28	>0,1
<i>Итого (фресинет самки)</i>	14,4±0,55	20,8	12,5±0,44	19,1	13,2	2,70	<0,02
немецкий х лахвинский чешуйчатый	15,7±1,11	22,4	15,3±1,30	26,9	2,5	0,12	>0,1
немецкий х три прим	14,7±1,20	25,8	13,5±1,05	24,6	8,2	0,75	>0,1
немецкий х тремлянский зеркальный	15,0±0,79	16,6	14,2±1,21	26,9	5,3	0,55	>0,1
<i>Итого (немецкий самки)</i>	15,1±0,59	21,6	14,3±0,68	26,1	5,3	0,89	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	14,3±0,77	17,0	10,9±1,06	30,7	31,2	2,59	≈0,02
<i>Всего кроссы:</i>	14,5±0,29	23,6	13,9±0,23	20,0	4,1	1,62	>0,1

Средний уровень содержания белка у сеголетков кроссов составляет 14,5 % с колебаниями от 12,3 % (три прим х фресинет) до 17,5 % (лахвинский чешуйчатый х фресинет). У годовиков этих же кроссов сохраняются крайние значения содержания белка (15,6 и 11,9 %), только у кросса полученного от

скрещивания отводки смесь зеркальная с завезенными молоками карпа породы баттерфляй снижение содержания белка у годовиков несколько ниже (10,9 %). Средний уровень содержания белка у годовиков кроссов составил 13,9 %. Различия между годовиками и сеголетками по этому показателю в основном статистически не достоверны. Исключением являются сочетания фресинет х лахвинский чешуйчатый, смесь зеркальная х баттерфляй и в целом группа кроссов, полученных от самок карпа фресинет.

Статистически значимые отклонения от среднего арифметического значения установлены у сеголетков для кроссов лахвинский чешуйчатый х фресинет (плюс вариант) и смесь зеркальная х баттерфляй (минус вариант) (табл. 10).

Таблица 10. – Отклонение содержания протеина в теле сеголетков и годовиков кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	$\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}$	t	P	$\frac{\bar{X}_{кр} - \bar{X}_{п}}$	t	P
три прим х югославский	0,7	0,47	>0,1	1,1	1,51	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	0,3	0,27	>0,1	-0,4	0,44	>0,1
<i>Итого (югославский самцы)</i>	0,5	0,53	>0,1	0,1	0,17	>0,1
югославский х три прим	0,8	0,62	>0,1	0,9	1,13	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	0,1	0,08	>0,1	0,1	0,14	>0,1
<i>Итого (югославский самки)</i>	0,5	0,52	>0,1	0,5	0,89	>0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	-0,2	-0,24	>0,1	0,1	0,09	>0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	3,0	3,17	<0,01	1,7	1,49	>0,1
три прим х фресинет	-2,2	-1,78	>0,1	-2,0	3,16	<0,01
<i>Итого (фресинет самцы)</i>	0,2	0,31	>0,1	-0,1	0,18	>0,1
фресинет х три прим	-0,2	-0,22	>0,1	-1,1	1,40	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	0,2	0,21	>0,1	-1,6	2,20	<0,05
фресинет х тремлянский зеркальный	-0,3	-0,28	>0,1	-1,4	1,61	>0,1
<i>Итого (фресинет самки)</i>	-0,1	-0,16	>0,1	-1,4	2,82	<0,02
немецкий х лахвинский чешуйчатый	1,2	1,05	>0,1	1,4	1,06	>0,1
немецкий х три прим	0,2	0,16	>0,1	-0,4	0,37	>0,1
немецкий х тремлянский зеркальный	0,5	0,59	>0,1	0,3	0,24	>0,1
<i>Итого (немецкий самки)</i>	0,6	0,91	>0,1	0,4	0,56	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	-3,6	-3,28	<0,01	0,4	0,50	>0,1

Среди годовиков статистически достоверные отличия от средней величины (в сторону уменьшения) установлены у кроссов три прим х фресинет и фресинет х лахвинский чешуйчатый.

В опытных скрещиваниях при получении двухпородных кроссов в качестве материнских и отцовских компонентов скрещиваний использованы коллекционные породы зарубежной селекции четвертого поколения, выращенные в условиях прудового хозяйства республики. Сравнение отклонений основных биохимических показателей между сеголетками и годовиками у групп кроссов, образованных породами зарубежной селекции, использованными в качестве разных компонентов скрещиваний, представлены на рис. 1.

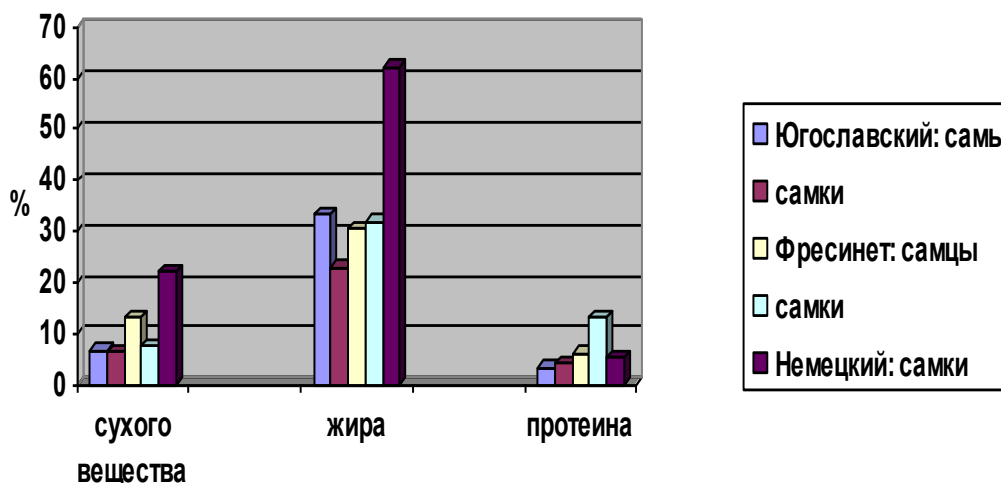


Рисунок 1. — Отклонения средних величин биохимических показателей сеголетков и годовиков групп кроссов, образованных породами зарубежной селекции

Группы кроссов, полученные от скрещивания югославского карпа использованного в качестве материнского и отцовского компонентов скрещиваний, отличаются тенденцией к снижению показателей расхода сухого вещества и протеина. Пониженным уровнем использования запаса жира за зимовку отличалась группа кроссов, полученных от самок югославского карпа. Группа кроссов, полученных от самок немецкого карпа, наоборот отличалась пониженными показателями расхода сухого вещества и жира за зимний период.

С целью установить кроссы, обладающие повышенной устойчивостью биохимических показателей состава тела в процессе зимовки, проведено их ранжирование по уровню различий между сеголетками и годовиками по исследованным признакам (табл. 11).

Таблица 11. – Сравнительная оценка отличия биохимических показателей состава тела у сеголетков и годовиков двухпородных кроссов

Кросс	Ранги отклонения годовиков от сеголетков по содержанию				Сумма рангов	Средний ранг
	сухое вещество	жир	минеральные вещества	протеин		
три прим х югославский	2	3	2	1	8	0,14
тремлянский чешуйчат. х югославский	4	10	3	9	26	0,46
югославский х три прим	3	2	6	5	16	0,29
югославский х лахвинский чешуйчатый	2	5	9	6	22	0,39
тремлянский чешуйчатый х фресинет	5	6	8	2	21	0,37
лахвинский чешуйчатый х фресинет	9	4	7	11	31	0,55
три прим х фресинет	8	7	2	4	21	0,37
фресинет х три прим	1	1	4	10	16	0,29
фресинет х лахвинский чешуйчатый	7	8	10	13	38	0,68
фресинет х тремлянский зеркальный	6	9	4	12	31	0,55
немецкий х лахвинский чешуйчатый	11	13	5	3	32	0,57
немецкий х три прим	13	14	11	8	46	0,82
немецкий х тремлянский зеркальный	12	11	1	7	31	0,55
Смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	10	12	3	14	39	0,70

В результате комплексной оценки изменения показателей биохимического состава тела за период зимовки, установлены кроссы, характеризующиеся повышенной устойчивостью. Минимальными изменениями комплекса биохимических показателей за зимний период отличались кроссы югославский х три прим и фресинет х три прим со средним рангом 0,29. Незначительно уступали этим сочетаниям комбинации скрещиваний тремлянский чешуйчатый х фресинет, три прим х фресинет (средний ранг 0,37) и югославский х лахвинский чешуйчатый (0,39). Очевидно данные комбинации скрещиваний характеризуются повышенной специфической комбинационной способностью.

Ранжирование отклонений биохимических групповых показателей кроссов, образованных разными компонентами скрещиваний (породы зарубежной селекции) от средней популяционной величины всех кроссов указывает на преимущество группы скрещиваний, полученной от самок югославского карпа (рис. 2).

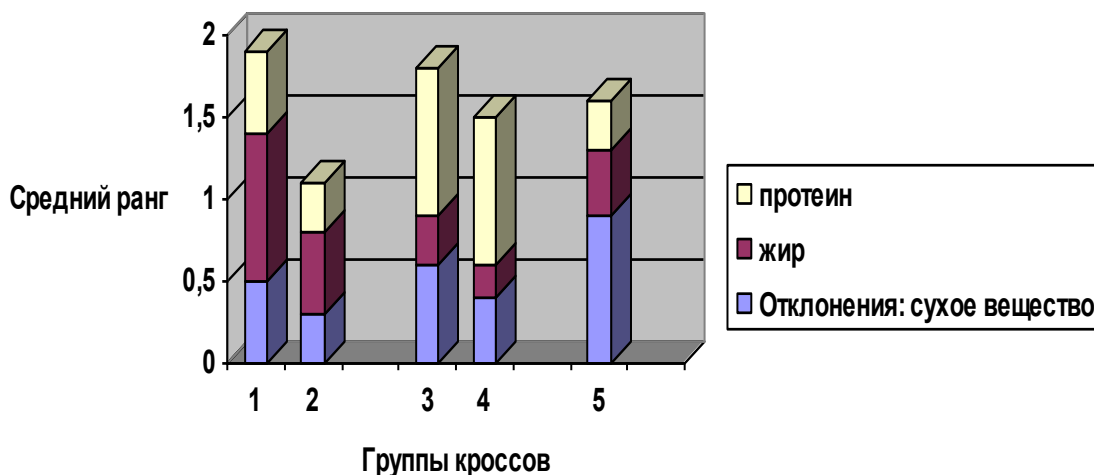


Рисунок 2. – Ранжирование отклонений биохимических групповых показателей кроссов, образованных разными компонентами скрещиваний (породы зарубежной селекции) от средней популяционной величины всех кроссов (югославский: 1 – самки, 2 - самцы; фресинет: 3 – самки, 4 – самцы; немецкий: 5- самки)

Судя по сумме рангов, повышенной общей комбинационной способностью отличался югославский карп, в случае использования его в качестве материнского компонента скрещиваний.

Выводы

1. Биохимический состав тела сеголетков и годовиков двухпородных кроссов, а также коллекционных пород и линий белорусской и зарубежной селекции, выращенных одновременно в одинаковых условиях в основном соответствовали нормативным требованиям. Вариабельность содержания сухого вещества, влаги, минеральных веществ, и жира не значительна. Существенных различий между кроссами, коллекционными линиями белорусской селекции и зарубежной селекции не установлено.

2. За период зимовки происходит снижение содержания сухого вещества, жира, протеина у кроссов карпа и чистопородных форм разного происхождения.

Статистически значимые отклонения установлены по содержанию по содержанию сухого вещества и жира в теле сеголетков и годовиков.

3. Установлены кроссы, характеризующиеся повышенной устойчивостью комплекса биохимических показателей. Минимальными изменениями комплекса биохимических показателей за зимний период отличались кроссы югославский х три прим и фресинет х три прим. Незначительно уступали этим сочетаниям комбинации скрещиваний тремлянский чешуйчатый х фресинет, три прим х фресинет и югославский х лахвинский чешуйчатый.

4. У групп кроссов полученных от скрещивания югославского карпа использованного в качестве материнского и отцовского компонентов скрещиваний, отмечена тенденция к снижению показателей расхода сухого вещества и протеина за зимний период. Пониженным уровнем использования запаса жира за зимовку отличалась группа кроссов, полученных от самок югославского карпа. Группа кроссов, полученных от самок немецкого карпа, наоборот отличалась повышенными показателями расхода сухого вещества и жира за зимний период.

5. По комплексу биохимических показателей состава тела младший ремонтных групп повышенной общей комбинационной способностью отличался югославский карп, в случае использования его в качестве материнского компонента скрещиваний.

Список использованных источников

1. Кончиц, В. В. Современные проблемы развития аквакультуры Беларуси и пути их разрешения / В. В. Кончиц // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития : материалы Междунар. науч.- практ. конф. (п. Рыбное, 3–6 сент. 2002 г.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 2002. – С. 43–46.

2. Гужов, Ю. Л. Возникновение и развитие селекции / Ю. Л. Гужов // Генетика и селекция – сельскому хозяйству / Ю. Л. Гужов. – М., 1984. – Гл. 1. – С. 5–25.

3. Ильев, Ф. И. Межлинейная гибридизация в животноводстве / Ф. И. Ильев. – М. : Колос, 1980. – 115 с.

4. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (9–10 окт. 2008 г.) / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству. – Жодино, 2008. – С. 118–119.

5. Книга, М. В. Гетерозисный эффект у межпородных кроссов карпа / М. В. Книга // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности

: материалы междунар. науч.-практ. конф., 11–13 апр. 2005 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригац. рыбоводства. – М., 2005. – Т. 2. – С. 145–148.

6. Профирьев, И. А. Обмен веществ и продуктивность / И. А. Профирьев // С.-х. биология. Сер. Биология животных. – 2001. – № 2. – С. 27–41.

7. Строганов, Н. С. Роль среды в пластическом обмене у рыб / Н. С. Строганов // Обмен веществ и биохимия рыб : [сб. ст.] / Акад. наук СССР, М-во рыб. хоз-ва СССР, Ихтиол. комис. – М., 1967. – С. 23–30.

8. Дударенко, Л. С. Физиологические показатели селекционируемых линий лахвинского и тремлянского карпов / Л. С. Дударенко, Е. В. Таразевич, А. П. Семенов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 146–150.

9. Кончиц, В. В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства / В. В. Кончиц, М. В. Книга ; Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск : Тонпик, 2006. – 222 с.

10. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; сост.: В. В. Кончиц [и др.] ; под общ. ред. В. В. Кончица. – Минск : Тонпик, 2006. – 332с.

11. Технологическая инструкция получения промышленных помесей местных карпов с породами европейского происхождения / разработ.: Г. А. Прохорчик [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2006. – С. 25–41.

12. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / разработ.: Е. В. Таразевич [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6–20.

13. Иванов, А. П. Химический анализ рыб и кормов : практ. рук. для рыбоводов / А. П. Иванов. – М. : Рыб. хоз-во, 1963. – 36 с.

14. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск, 1973. – Гл. 2. – С. 24–52.

ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ЛИНЯ

Т.А. СЕРГЕЕВА, И. А. ОРЛОВ, Д. А. ЖМОЙДЯК,
М.В. КНИГА, Е.В. ТАРАЗЕВИЧ *

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

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

CHARACTERISTICS OF PHENOTYPICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT AGE LINE GROUPS

T. SERGEEVA, I. ORLOV, D. ZHMOJDIAK,
M. KNIGA, E. TARAZEVICH *

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

** UO «Belarusian State Agrarian Technical University»*

Статья поступила 29.10.2020 г.

Резюме. В статье представлены результаты исследования фенотипических признаков популяции линия СПУ «Изобелино». Проведено сравнение некоторых морфометрические показателей ремонтного стада линия с архивными данными.

Ключевые слова: линь, карповые, плотность.

Abstract. The article presents the results of a study of phenotypic characteristics in the population of Lin SPU "Isabelino". Comparison of some morphometric indicators of repair herd of tench with archival data is carried out.

Key words: lin, carp, density.

Введение. Линь (*Tinca tinca* L.) – известен с давних времен (первые упоминания относятся к IV веку), достигает длины 60 см и массы 7,5 кг [1, 2]. Линь принадлежит семейству карповых, тем не менее, отличается неприхотливостью к качеству воды и способностью обитать в прудах,

непригодных для разведения карпа. Линь – рыба малоподвижная, но, в то же время всеядная, поэтому выгодная для выращивания в пруду [3, 4, 5]. Ареал обитания линя весьма велик. Эта рыба встречается в Сибири (до Енисея), Малой Азии, на Кавказе, почти по всей Европе (кроме Скандинавского и Кольского полуострова) [6, 7]. Линь обладает великолепными вкусовыми качествами, это обеспечило ему в свое время большую популярность. Мясо линя сладковатое на вкус и очень сочное обладает ценным химическим составом, отличается высоким содержанием белка, микроэлементов, средней жирности (3,8%). Однако в настоящее время выращивают его незначительное количество, хотя в России лень известен давно и обитает вместе с карасями и карпами практически во всех водоемах. В естественных водоемах Беларуси молодь растет медленно: к концу первого года достигает длины 2,5-4,0 см и массы около 2 г; у двухлетков длина составляет около 8 см и массы 15 г, трехлетков 6-12 см, четырехлетков 11-17 см, пятилетков 15-23 см, шестилетков 17-26 см, семилетков 20-29 см, восьмилетков 25-32 см. В условиях высокормных прудов с дополнительным кормлением лень может достигать в первый год массы 50 г, на второй – 250 г, на третий – 800 г [8, 9, 10, 11]. Процесс одомашнивания данного вида начат в середине XX века [12].

Материал и методы исследования. Работы по формированию племенного ремонтно-маточного стада линя проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области. В настоящее время работы по формированию племенного генофонда линя находятся на начальном этапе, заключающимся в исследовании популяций линя, имеющих в рыбоводных хозяйствах. Исследование экстерьерных признаков ремонта линя, включающего группы отличающиеся массой тела, ограничились основными показателями, которые применяются при характеристике фенотипических особенностей пород карпа, поскольку именно эти показатели определяют товарные качества выращенной рыбы [1, 2]. Измерения проводили по следующим параметрам: длина тела до конца чешуйного покрова (L), наибольшая высота (H) и ширина тела (Br), наибольший обхват тела (O), длина головы (C). По данным индивидуального взвешивания и измерений рассчитывают относительные показатели коэффициент упитанности ($K_u = m/l^3 \times 100$) и индексы прогонистости (l/H), широкоспинности (Br/l , %), обхвата тела (O/l , %), длины головы (C/l , %) [3, 4]. Данные, характеризующие телосложение линя, в настоящее время имеющегося в СПУ «Изобелино», сравнивали с аналогичными показателями из архивных материалов 1992 г. [5, 6, 7]. Статистическую обработку проводили согласно общепринятым методам, применяемым к малочисленным выборкам [8].

Обсуждение результатов исследований. В СПУ «Изобелино» в настоящее время формируется ремонтно-маточное стадо линя, которое включает

двух-девятигодовиков. Из имеющегося племенного материала, для исследования экстерьерных показателей, отобраны 40 экз. линия массой тела, колеблющейся в пределах от 82 до 1040 г, из которых сформированы 4 весовые группы (табл.1).

Весовые разноразмерные группы линия закономерно статистически достоверно отличаются по массе и длине тела. Величины этих показателей в среднем составляют 374,8 г и 22,57 см. Масса тела характеризуется повышенным уровнем изменчивости в каждой из весовых групп. В соответствии с классификацией Е.С. Слущкого сравниваемые группы линия отличаются средней и сильной степенью изменчивости (9,1 – 23,2 %). Средняя длина тела опытных групп составила от 14,88 до 30,80 см. Внутригрупповые коэффициенты вариации в основном соответствуют низкому уровню изменчивости.

Коэффициент упитанности опытной группы линия составил в среднем 2,64, с колебаниями от 2,39 (группа линия 2) до 2,97 (группа линия 4). То есть, группы линия 4 - со средней массой 94 г и группа линия 1 - со средней массой 789,4 г, отличались более высоким коэффициентом упитанности. В опытных весовых группах данный показатель характеризовался средней степенью вариабельности с коэффициентами изменчивости 9,0-20,8 %. Повышенная вариабельность коэффициента упитанности обусловила отсутствие статистически достоверных отличий между весовыми группами.

Средняя относительная длина головы всей выборки составила 23,71%. Колебания данного показателя у весовых групп не значительны от 23,51 % (группа линия 4) до 24,39 % (группа линия 1). Прослеживается тенденция к увеличению относительной длины головы с увеличением массы тела. Однако установленные различия статистически не достоверны. Этот показатель характеризуется средним уровнем изменчивости (12,1 %) с колебаниями от 9,7 % (группа линия 1) до 14,1 % (группа линия 2).

Относительная высота тела в среднем составила 3,58. Более высокоспинными оказались линии из весовых групп 4 (3,48) и 1 (3,50), менее высокоспинными - из групп 2 (3,67) и 3 (3,68). Данный показатель характеризуется низкой степенью изменчивости, составляющей в среднем 8,3 %. Отличия между весовыми группами статистически не достоверны.

Относительная толщина тела линия в среднем составила 13,01 %. Колебания данного показателя в весовых группах не значительны (12,11-13,51 %). Минимальной относительной толщиной тела отличается группа линия с самой низкой массой. Вариабельность данного показателя низкая и составляет в среднем 8,4 %. Статистически достоверные различия, находящиеся на пятипроцентном уровне значимости, установлены при сравнении весовых групп 3 и 4. Остальные варианты сравнения весовых групп указывают на отсутствие статистически значимых различий.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика экстерьерных показателей линя

Породная принадлежность/ весовая группа	m, г		l, см		Ky		C/l, %		l/H		Br/l, %		h/pl		O/l,%	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv
2019 г. *Линь 1 (613 г – 1040 г, 15 экз.)	789,4 ±37,11	18,2	30,80 ±0,50	6,3	2,71 ±0,12	16,9	24,39 ±0,61	9,7	3,50 ±0,07	7,6	13,43 ±0,20	9,3	0,71± 0,06	33,5	73,46± 1,17	6,1
Линь 2 (562 г – 309 г, 5 экз.)	417,8 ±43,33	23,2	25,88 ±0,70	6,0	2,39 ±0,13	12,0	24,31 ±1,28	11,7	3,67 ±0,13	8,1	13,00 ±0,41	7,1	0,82± 0,10	26,0	71,86± 1,68	5,2
Линь 3 (291 г – 123 г, 17 экз.)	198,1 ±10,83	22,5	19,91 ±0,34	7,0	2,48 ±0,05	9,0	22,62 ±0,77	14,1	3,68 ±0,07	8,1	13,51 ±0,26	8,0	0,54± 0,04	28,8	67,75± 2,68	16,3
Линь 4 (101 г – 82 г)	94,0 ±4,26	9,1	14,88 ±0,72	9,7	2,97 ±0,31	20,8	23,51 ±1,50	12,8	3,48 ±0,16	9,3	12,11 ±0,55	9,0	0,46± 0,08	34,5	48,47± 4,60	19,0
<i>Итого:</i>	<i>37,48 ±10,71</i>	<i>18,3</i>	<i>22,87 ±0,26</i>	<i>7,3</i>	<i>2,64 ±0,60</i>	<i>14,7</i>	<i>23,71 ±0,45</i>	<i>12,1</i>	<i>3,58 ±0,05</i>	<i>8,3</i>	<i>13,01 ±0,17</i>	<i>8,4</i>	<i>0,63± 0,03</i>	<i>30,7</i>	<i>65,39± 1,19</i>	<i>11,7</i>
1992 г. (25 экз.) Линь – I**,	1125,25 ±23,9	23,9	34,96 ±0,89	11,4	2,63 ±0,09	17,6	23,39 ±0,23	4,3	3,07 ±0,03	5,0	-	-	0,80± 0,01	4,5	-	-
Линь – II ***	705,10 ±55,79	35,4	31,18 ±0,82	11,7	2,33 ±0,11	23,5	25,41 ±0,14	2,4	3,37 ±0,02	2,6	-	-	0,80± 0,01	4,4	-	-
Линь – III ****	-		16,47 ±0,92	28,3	-		26,36 ±0,34	6,6	3,07± 0,03	5,1	-	-	0,74± 0,01	6,6	-	-
2019 г. Карп (чешуйчатый)	671,83 ±40,56	13,5	-		3,03 ±0,10	7,0	27,65 ±0,84	6,8	2,64± 0,16	13,5	17,25 ±0,56	7,3	0,88± 0,05	13,7	92,95± 2,29	5,5

Примечания: *2019 г. линь из популяций СПУ «Изобелино» и ХРУ «Вилейка»; 1992 г. **Столбцовское озеро, ***завезенный из России (Волжская Ахтуба), ****данные П.И. Жуков, 1965 г.

Относительная ширина хвостового стебля в популяции, исследованной в 2019 г., отличалась высокой вариабельностью со средним коэффициентом изменчивости 30,7 %, колеблющимся в пределах от 26,0% (группа 2) до 34,5% (группа 4). Поэтому, не смотря на значительные различия по величине данного показателя между рассмотренными весовыми группами, статистически значимые различия установлены лишь при сравнении групп 2 и 3. В целом наблюдается тенденция к увеличению относительной ширины хвостового стебля от 0,46 (группа линия 4) до 0,71 (группа линия 1) по мере увеличения массы тела. Относительный обхват тела в среднем составил 65,39 %. Наблюдается тенденция к увеличению относительного обхвата тела у линия с одновременным увеличением массы от 48,47 % (группа линия 4) до 73,46 % (группа линия 1). Данный показатель характеризуется низкой и средней степенью вариабельности. Статистически значимые различия установлены между крайними вариантами выраженности признака (группы 1-4).

Экстерьерные показатели каждой из весовых групп сравнивали между собой (табл. 2).

Полученные данные по сравнительной характеристике основных экстерьерных показателей, характеризующих товарные качества рыбы, указывают на то, что у групп линия, статистически достоверно отличающихся массой и длиной тела (по Смигу), присутствует положительная тенденция к увеличению относительных высоты, обхвата тела и ширины хвостового стебля одновременно с ростом массы и длины тела. Малое количество рыб, в изученных весовых группах, и сравнительно высокие коэффициенты вариации не позволили установить значительных статистически значимых отличий между разновесовыми группами линия.

Отклонения экстерьерных показателей линия разных весовых групп от средних значений, рассчитанных по всей выборке, представлены в табл. 3.

Первая группа линия, отличающаяся самой большой средней массой тела, одновременно характеризуется более высокими значениями по сравнению со средними величинами следующих показателей всей выборочной совокупности: длина тела (по Смигу), коэффициент упитанности, относительная ширина хвостового стебля, длина головы, толщина и обхват тела. Группа линия (4), отличающаяся самой низкой массой тела, соответственно отклоняется от средних значений (в сторону уменьшения) по следующим показателям: длина тела, коэффициент высокоспинности, относительная ширина хвостового стебля, длина головы, толщина и обхват тела, за исключением - коэффициента упитанности. То есть, между группами линия с максимальной и минимальной массой тела наблюдаются различия по большинству рассмотренных морфометрических показателей.

Таблица 2. – Достоверность различий между весовыми группами линия (2019 г.)

Группы сравнения	m, г		l, см		K _y		C/l, %		l/H		Br/l, %		h/pl		O/l,%	
	T	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Линь: 1 - 2	5,34	<0,001	5,15	<0,001	1,45	>0,1	0,06	>0,1	1,20	>0,1	0,40	>0,1	0,73	>0,1	0,71	>0,1
1 – 3	16,13	<0,001	18,58	<0,001	1,84	>0,1	1,82	<0,1	1,79	<0,1	0,13	>0,1	1,85	>0,1	1,21	>0,1
1 – 4	9,48	<0,001	15,3	<0,001	0,81	>0,1	0,63	>0,1	1,28	>0,1	1,10	>0,1	1,54	>0,1	3,10	<0,02
2 – 3	7,34	<0,001	8,30	<0,001	0,76	>0,1	1,11	>0,1	0,07	>0,1	1,04	>0,1	2,64	<0,05	0,51	>0,1
2 – 4	6,57	<0,001	10,85	<0,001	1,35	>0,1	0,41	>0,1	0,92	>0,1	1,33	>0,1	2,78	>0,1	1,62	>0,1
3 - 4	4,28	<0,01	6,10	<0,001	1,98	<0,1	0,49	>0,1	1,11	>0,1	2,36	<0,05	0,67	>0,1	1,56	>0,1

Таблица 3. – Отклонение средних величин экстерьерных показателей весовых групп линия от средних значений всей выборочной совокупности

Весовая группа	Абсолютные показатели		Относительные показатели					
	m, г	l, см	ед,			%		
			K _y	l/H	h/pl	C/l	Br/l	O/l
1	+415,6	+7,93	+0,07	-0,08	+0,08	+0,68	+0,42	+8,07
2	+48,0	+3,01	-0,25	+0,06	+0,19	+0,60	-0,01	+6,47
3	-176,7	-2,96	-0,16	+0,10	+0,09	-1,09	+0,50	+2,36
4	-280,2	-7,99	+0,33	-0,10	-0,17	-0,20	-0,90	-16,92

Исследование морфометрических признаков лinya из различных популяций проводили в институте рыбного хозяйства в 1992 г. [5]. В предыдущих исследованиях, также как и в современных, были использованы популяции лinya из бассейна реки «Неман». В 1992 г. был завезен племенной материал из России (Волжская Ахтуба), полученные результаты исследования морфометрических признаков сравнивали со справочными данными П.И. Жуков, 1965 г. [6].

Изученные морфометрические признаки лinya (2019 г.) из популяции СПУ «Изобелино» (бассейн реки «Неман»), сравнивали с архивными данными. Материал, использованный в исследованиях, существенно различался по массе и соответственно по длине тела. Установленные различия статистически достоверны (табл. 4).

Таблица 4. – Достоверность различий между средними показателями экстерьера лinya 2019 г. и результатами исследования 1992 г.

Признаки	Группы сравнения					
	*2019 г. - 1992 г. – I **.		*2019 г. - 1992 г. – II ***		*2019 г. - 1992 г. – III ****	
	t	P	t	P	t	P
m	28,65	<0,001	5,81	<0,001	-	-
l	13,04	<0,001	9,66	<0,001	6,69	<0,001
Ky	0,02	>0,1	0,51	>0,1	-	-
С/Л	0,63	>0,1	3,61	<0,01	4,70	<0,001
l/H	8,75	<0,001	3,30	<0,01	8,75	<0,001
h/pl	5,38	<0,001	5,38	<0,001	3,48	<0,001

Примечания: *2019 г. лinya из популяций СПУ «Изобелино» и ХРУ «Вилейка»; 1992 г. **Столбцовское озеро, ***завезенный из России (Волжская Ахтуба), ****данные П.И. Жуков, 1965 г.

Среднее значение коэффициента упитанности, имеющегося ремонта, составил 2,64, что практически совпадает с ранее полученными результатами (Столбцовское озеро – I) и значительно выше, чем у завезенной формы лinya (Волжская Ахтуба – II). Однако выявленные различия статистически не достоверны. По относительному размеру головы лinya из ремонтного стада СПУ «Изобелино» и из ранее изученной белорусской популяции отличались не значительно (23,71 и 23,39 % соответственно). У завезенной формы лinya и по литературным данным относительная длина головы оказалась несколько

выше и составила 25,41 и 26,36 % соответственно. Последние варианты сравнения с современными данными статистически достоверны. Имеющееся ремонтное стадо линия характеризуется прогонистой формой тела с коэффициентом высокоспинности 3,58. По данным предыдущих исследований линь обладал более высокоспинным характером телосложения (3,07-3,37). Установленные различия между современными и ранее полученными данными позволяют сравнить результаты исследования относительной ширины хвостового стебля. В результате исследования линия из ремонтного стада СПУ «Изобелино» установлено, что данная группа характеризуется более узким хвостовым стеблем по сравнению с ранее изученными группами. Имеющиеся различия статистически достоверны. Таким образом, в результате сравнения величин основных экстерьерных показателей, формирующегося в настоящее время ремонтного стада линия (СПУ «Изобелино»), с архивными данными 1992 г. установлены различия по показателям высокоспинности и ширины хвостового стебля (в сторону уменьшения признака) по сравнению с популяцией из Столбцовского озера. По сравнению с ранее завезенным из России (Волжская Ахтуба) материалом и литературными данными, кроме указанных признаков, установлены статистически значимые различия и по относительной длине головы. То есть, современная популяция отличается повышенной прогонистостью, узким хвостовым стеблем и увеличенным размером головы, следовательно, по ряду экстерьерных показателей, характеризующих товарные качества, уступает популяциям линия разного происхождения.

Поскольку фенотипические признаки, в конечном счете, определяют товарные качества рыбы интересно сравнить имеющуюся племенную группу линия с основным объектом прудового рыбоводства – карпом (табл. 5).

Таблица 5. – Достоверность различий между средними показателями экстерьера линия 2019 г. с карпом

Признаки	линь – карп чешуйчатый	
	t	P
m	7,08	<0,001
Ky	0,64	>0,1
C/l	4,13	<0,001
I/H	5,61	<0,001
Br/l	7,24	<0,001
h/pl	4,29	<0,001
O/l	10,68	<0,001

Практически по всем изученным признакам, за исключением коэффициента упитанности, линь уступает двухлеткам карпа. Установленные отклонения статистически достоверны.

Заключение

Полученные данные по сравнительной характеристике основных экстерьерных показателей разных по массе тела групп линя из ремонтного стада СПУ «Изобелино» указывают на то, что между группами линя с максимальной и минимальной массой тела наблюдаются различия по большинству рассмотренных морфометрических показателей. Однако малое количество экземпляров в изученных весовых группах, и сравнительно высокие коэффициенты вариации не позволили установить значительных статистически значимых отличий между разновесовыми группами линя.

Современная популяция линя из СПУ «Изобелино» отличается повышенной прогонистостью, узким хвостовым стеблем и увеличенным размером головы по сравнению с архивными данными 1992 г., включающими характеристику линя из популяций линя из бассейна реки «Неман» (Столбцовское озеро), завезенным племенным материалом из России (Волжская Ахтуба), а также данными П.И. Жукова (1965 г.). Следовательно, по ряду экстерьерных показателей, характеризующих товарные качества рыбы, ремонтное стадо СПУ «Изобелино» уступает изученным ранее популяциям линя разного происхождения.

Поскольку фенотипические признаки, в конечном счете, определяют товарные качества рыбы, имеющуюся племенную группу линя сравнивали с основным объектом прудового рыбоводства – карпом. Практически по всем изученным признакам, за исключением коэффициента упитанности, линь уступает двухлеткам карпа. Установленные отклонения статистически достоверны.

Список использованных источников

1. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич ; Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск : Тонпик, 2009. – 223 с.
2. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств // Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству / Всесоюз. произв. об-ние по рыбоводству. – М., 1986. – Т. 1. – С. 4–105.

3. Богерук, А. К. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Карп (*Cyprinus carpio* L.) / А. К. Богерук, Ю. И. Илясов, Н. И. Маслова // Прудовое и озерное рыбоводство : информ. пакет. – М., 1997. – Вып. 4. – С. 43–52. – (Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура / Всерос. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т экономики, информ. и автоматизир. систем упр. рыб. хоз-ва).

4. Книга, М. В. Оценка качества и бонитировка производителей карпа / М. В. Книга, И. В. Чимбур, Л. М. Вашкевич // Аквакультура. Селекционно-племенная работа с прудовыми рыбами. Биотехника воспроизводства щуки : сб. докл. респ. науч.-практ. семинара / Белорус. науч.-исслед. и проект.- конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – С. 24–30.

5. Разработать рыбоводно-биологические нормы выращивания рыбопосадочного материала линя : отчет о НИР / Ин-т рыб. хоз-ва. – М., 1992. – 34 с. – № 473.

6. Рыбы : популяр. энцикл. справ. / ред. П. И. Жуков. – Минск : Белорус. совет. энцикл. им. П. Бровки, 1989. – 311 с. – (Животный мир Белоруссии).

7. Муратов, В. М. Выращивание посадочного материала линя в прудовых хозяйствах / В. М. Муратов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 84–90.

8. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск, 1973. – Гл. 2. – С. 24–52.

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ
КРОВИ СЕГОЛЕТКОВ СЕЛЕКЦИОННОГО БЕЛОРУССКОГО
ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА, ВЫРАЩЕННЫХ С РАЗНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ
ЗАРЫБЛЕНИЯ**

Е.А. САВИЧЕВА, Т.А. СЕРГЕЕВА, С.В. КРАЛЬКО, Е.В. ТАРАЗЕВИЧ *

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

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD
SERUM OF SEGMENTAL BELARUSIAN MIRROR CARP GROWED WITH
DIFFERENT FISHING DENSITY**

E. SAVICHEVA, T. SERGEEVA, S. KRALKO, E. TARAZEVICH *

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

** UO «Belarusian State Agrarian Technical University»*

Статья поступила 29.10.2020 г.

Реферат. В результате исследования содержания общего белка, холестерина и глюкозы в сыворотке крови у сеголетков селекционного карпа установлены изменения физиолого-биохимических показателей сыворотки крови в зависимости от условий выращивания, обусловленными различными плотностями зарыбления.

Ключевые слова: карп, порода, сеголеток, плотность зарыбления, сыворотка крови, содержание общего белка, холестерина, глюкозы.

Abstract. As a result of the study of the content of total protein, cholesterol and glucose in the blood serum in underyearlings of the selection carp, changes in the physiological and biochemical parameters of blood serum were established depending on the growing conditions, due to different densities of stocking.

Key words: carp, breed, underyearlings, stocking density, blood serum, total protein, cholesterol, glucose content.

Введение. Важными показателями, характеризующими качество линий, отводок, пород карпа, являются их рыбохозяйственные признаки, в первую очередь, средняя масса и выживаемость, особенно у сеголетков и двухлетков [1]. Поскольку организм является целостной системой, его физиолого-биохимические особенности не могут не оказать влияние на итоговый результат выращивания рыбы. Кровь, будучи внутренней средой организма, содержит в плазме белки, углеводы (гликоген, глюкоза и др.) и другие вещества, играющие большую роль в энергетическом и пластическом обмене, в создании защитных свойств. Уровень этих веществ в крови зависит от биологических особенностей рыб и абиотических факторов, а подвижность состава крови позволяет использовать ее показатели для оценки физиологического состояния [2, 3, 4].

Материал и методы исследований. Селекционные работы, направленные на создание новой белорусской зеркальной породы карпа и формирование генофонда с потенциально повышенной плодовитостью проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Объектами исследований являлись сеголетки селекционного карпа, выращенные в трех вариантах выростных прудов, с разной плотностью зарыбления плотностью зарыбления (25,0; 50,0, 80,0 тыс. экз./га). [5].

Сеголеток селекционного карпа, выращенных в разных условиях, сравнивали по комплексу физиолого-биохимических показателей сыворотки крови. Кровь у сеголетков отбирали непосредственно из сердца. Сыворотку крови получали без стабилизации, когда образовался сгусток (фибрин + форменные элементы), путем ее центрифугирования. [6]. Сыворотку хранили в замороженном состоянии. Биохимическое исследование сыворотки крови выполняли на автоматическом анализаторе «Cormay multi». В сыворотке крови определяли содержание общего белка, холестерина и глюкозы. Физиологической нормой для карпа (производители) считают: содержание в сыворотке крови белка не менее 35 г/л, сахар крови (глюкоза – 2,53 - 3,58 ммоль/л), холестерина – 3,04-4,85 ммоль/л [7].

Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятой методике [8, 9]. Достоверность отклонений содержания белка, глюкозы, холестерина в сыворотке крови сеголетков селекционного карпа, выращенных в разных прудах, определяли с помощью нормированного отклонения (t) При определении достоверности различий использовании критерии значимости: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$ [8]. Объем выборки для определения концентрации общего белка в сыворотке крови составляет по 15 экз. сеголетков каждого происхождения.

Обсуждение результатов исследований. Рассмотренные физиолого-биохимические показатели сыворотки крови зеркального и чешуйчатого селекционного карпа относятся к признакам со средней и сильной степенью внутригрупповой изменчивости [10]. Величины коэффициентов вариации колебались от 12,4 до 41,4 % (табл. 1).

Таблица 1. – Физиолого-биохимические показатели сыворотки крови сеголетков селекционного карпа

Породная принадлежность	Содержание					
	протеина, г/л		глюкозы, моль/л		холестерина, моль/л	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv
Селекция зеркальная : *вариант 1	32,5±0,22	21,1	4,57±0,59	38,3	6,26±0,52	31,9
**вариант 2	31,2±0,12	14,8	6,44±0,31	18,8	5,93±0,30	16,1
***вариант 3	26,3±0,10	12,4	2,64±0,30	35,6	4,77±0,35	22,9
\bar{x}	30,0±0,08	16,1	4,48±0,24	30,9	5,65±1,25	23,6
Селекция на плодовитость: * вариант 1	34,6±0,39	35,6	7,06±0,80	35,9	4,05±0,30	20,2
**вариант 2	26,3±0,16	23,1	3,10±0,22	26,5	3,79±0,24	30,0
***вариант 3	29,3±0,23	41,4	5,89±0,41	27,3	3,59±0,28	37,8
\bar{x}	30,1±0,15	33,4	5,53±0,24	29,9	3,81±0,17	29,3

Примечание: * – выращивание в пруду площадью 0,08 га с плотностью зарыбления 25,0 тыс.экз./га;

** - выращивание в пруду площадью 0,08 га с плотностью зарыбления 50,0 тыс.экз./га;

*** - совместное выращивание селекционного зеркального и чешуйчатого карпа в пруду площадью 1,5 га с плотностью зарыбления 80,0 тыс.экз./га.

Содержание белка в сыворотке крови селекционного зеркального карпа в среднем составило 30,0 г/л. У сеголетков, выращенных в разных условиях, то есть с различными плотностями зарыбления величина данного показателя отличалась по величине. При выращивании сеголетков в малом выростном пруду (0,08 га) с плотностью зарыбления 25,0 тыс.экз./га (вариант 1) содержание белка в сыворотке крови оказалось самым высоким и составило 32,5 г/л. При выращивании сеголетков в пруду такой же площади, но с увеличенной плотностью зарыбления (вариант 2) наблюдалось снижение содержания протеина в сыворотке крови сеголетков.

Выращивание сеголетков селекционного зеркального карпа в производственных условиях (вариант 3) с плотностью зарыбления 80,0 тыс.экз./га привело к дальнейшему снижению содержания протеина в сыворотке крови до 26,3 г/л. Установленные отклонения по содержанию

протеина между у вариантами выращивания сеголетков селекционного зеркального карпа статистически достоверны (табл. 2).

Таблица 2. – Оценка статистической достоверности различий физиолого-биохимических показателей сыворотки крови сеголетков селекционного карпа, выращенных с разной плотностью зарыбления

Сравниваемые группы	Содержание					
	протеина		глюкозы		холестерина	
	t	P	t	P	t	P
Белорусский зеркальный: 1-2	5,18	<0,001	2,81	<0,02	0,55	>0,1
1-3	8,82	<0,001	2,92	<0,02	2,38	<0,05
2-3	31,37	<0,001	8,81	<0,001	2,52	<0,05
Селекция чешуйчатая (на плодовитость): 1-2	15,72	<0,001	4,77	<0,001	0,68	>0,1
1-3	9,58	<0,001	2,91	<0,02	1,12	>0,1
2-3	10,71	<0,001	5,99	<0,001	3,14	<0,01
\bar{x} Белорусский зеркальный - \bar{x} селекция на плодовитость (чешуйчатый)	0,59	>0,1	6,18	<0,001	6,09	<0,001

У сеголетков селекционного карпа с потенциально повышенной плодовитостью (чешуйчатого) наблюдается та же тенденция к снижению содержания протеина в сыворотке крови сеголетков с увеличением плотности зарыбления. Средний уровень данного показателя в этой селекционной группе составил 30,1 г/л. При выращивании в условиях разреженной посадки в опытных малых выростных прудах содержание протеина составило 34,6 г/л, при увеличении плотности в два раза 26,3 г/л. В производственном пруду со значительно большей площадью (6,0 га против 0,08-0,09 га), наблюдалось повышение содержания протеина по сравнению с вариантом 2. Установленные отклонения между вариантами выращивания статистически достоверны.

Статистически значимых отклонений между средними значениями содержания протеина в сыворотке крови селекционного зеркального и чешуйчатого карпа не установлено.

Содержание глюкозы у сеголетков селекционного зеркального карпа в среднем составило 4,48 ммоль/л. Близкими к средней величине данного показателя оказались сеголетки из первого варианта выращивания (4,57 ммоль/л). При увеличении плотности зарыбления в два раза (вариант 2) наблюдали увеличение данного показателя до 6,44 ммоль/л. Некоторые авторы считают, что увеличение содержания глюкозы в крови годовиков по сравнению с сеголетками, является неблагоприятным признаком, свидетельствующим о том, что рыба ослаблена и, по-видимому, нуждается в кормлении, так как увеличение содержания сахара в крови наблюдается при усилении углеводного

обмена, когда в кровь поступает глюкоза из запасных депо [11]. В производственном пруду при значительном увеличении не только плотности выращивания, но и площади пруда, за счет которого улучшились условия выращивания, наблюдалось значительное снижение содержания глюкозы в сыворотке крови сеголетков зеркального карпа.

У селекционных сеголетков чешуйчатого карпа содержание глюкозы в сыворотке крови в среднем составило 5,53 ммоль/л, с колебаниями от 3,10 (вариант 2) до 7,06 ммоль/л (вариант 1). Величина данного показателя в производственном пруду оказалась промежуточной (5,89 ммоль/л). Различия содержания глюкозы в сыворотке крови трех вариантов выращивания селекционного зеркального карпа статистически достоверны. Между средними значениями содержания глюкозы в сыворотке крови селекционного зеркального и чешуйчатого карпа установлены статистически достоверные различия в сторону увеличения данного показателя у чешуйчатого карпа.

Содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков селекционного зеркального карпа в среднем составила 5,65 ммоль/л. Максимальное содержание холестерина отмечено в первом варианте опытного выращивания (6,26 ммоль/л). Во втором и третьем вариантах произошло снижение содержания холестерина в сыворотке крови (5,93 и 4,77 ммоль/л). Статистически значимые отклонения установлены при сравнении вариантов выращивания 1-3 и 2-3.

У селекционного чешуйчатого карпа содержание холестерина в среднем составило 3,81 ммоль/л, то есть ниже, чем у селекционного зеркального карпа. По величине содержания холестерина у чешуйчатого карпа, выращенного с разной плотностью зарыбления, также как и у зеркального наблюдается тенденция к снижению уровня данного показателя по мере увеличения плотности зарыбления (от 4,05 ммоль/л до 3,79 и 3,59 ммоль/л). Статистически значимые отклонения по данному показателю установлены лишь при сравнении вариантов выращивания 2-3. Среднее содержание холестерина у сеголетков селекционного зеркального карпа оказалось значительно выше по сравнению с сеголетками селекционного чешуйчатого карпа. Установленные отклонения статистически достоверны.

Различные условия выращивания селекционных сеголетков, полученные за счет разной плотности зарыбления, обусловили существенные отклонения рыбохозяйственных признаков в исследованных вариантах выращивания (табл. 3). Средняя величина массы тела сеголетков и их выживаемость в первом варианте со сниженной плотностью зарыбления оказались самыми высокими. У селекционного зеркального карпа средняя масса составила 32,5 г, выживаемость 37,2 %. У чешуйчатого карпа с потенциально повышенной

плодовитостью 25,7 г и 64,7 %. С увеличением плотности зарыбления в два раза произошло значительное снижение рассмотренных показателей до 7,8 г и 10,9 % у зеркального карпа; 23,7 г и 14,2 % у чешуйчатого. В производственном пруду произошло дальнейшее снижение массы сеголетков до 6,3 г (зеркальный карп) и 9,6 г (чешуйчатый карп). Выживаемость же сеголетков в этом пруду выросла до 21,3 и 23,7 %.

Таблица 3. – Рыбохозяйственные показатели сеголетков селекционных карпов

Породная принадлежность	Плотность, экз./га	Масса средняя, г	Выживаемость, %
Зеркальный карп, III -я генерация, 2-я линия, F ₅	25	32,5	37,2
	50	7,8	10,9
	80	6,3	21,3
Карп с потенциально повышенной плодовитостью, I-я генерация, F ₁	25	25,7	64,7
	50	23,3	14,2
	80	9,6	23,7

Для проведения комплексной оценки опытных вариантов выращивания селекционных сеголетков и определения связи рассмотренных рыбохозяйственных и физиолого-биохимических признаков определили отклонение рассмотренных показателей каждого из опытных вариантов от их средней величины (%) (табл. 4).

Таблица 4. – Отклонение от средней величины рыбохозяйственных и физиолого-биохимических признаков селекционного карпа (%)

Породная принадлежность	Средняя масса	Выживаемость	Содержание		
			протеина	глюкозы	холестерина
Селекция зеркальная :*вариант 1	316,7	43,0	8,3	9,0	5,1
**вариант 2	0,0	-48,6	4,0	43,7	4,9
***вариант 3	-19,2	0,5	12,3	-41,1	-15,6
Селекция на плодовитость: * вариант 1	99,2	148,8	14,9	21,7	6,3
**вариант 2	80,6	-45,4	-12,6	-43,9	-0,5
***вариант 3	-25,6	-8,8	-2,6	6,5	-5,8

Поскольку исследованные показатели опытных вариантов выращивания выражены в относительных единицах, предоставляется возможность графически проследить их взаимосвязь. На рис. 1 отражены отклонения от средней величины массы трех вариантов выращивания и физиолого-биохимических показателей сыворотки крови. Вариант 1 характеризовался относительно более высокими уровнями всех рассмотренных показателей. Во втором варианте одновременно с массой тела происходит и снижение

содержания протеина, глюкозы и холестерина. В третьем варианте снижение массы тела и содержания протеина практически совпадают, а содержание глюкозы и холестерина более значительны, чем предыдущих показателей. В целом прослеживается четкая тенденция прямо пропорциональной зависимости между величиной массы тела сеголетков и уровнем содержания протеина, глюкозы и холестерина в сыворотке крови селекционного зеркального карпа.

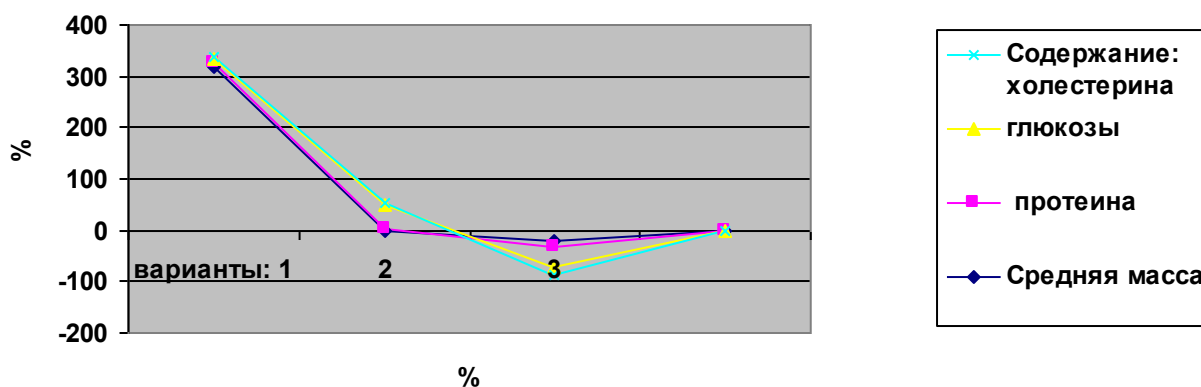


Рисунок 1. – Отклонения массы тела и физиолого-биохимических показателей сыворотки крови опытных групп сеголетков селекционного зеркального карпа

У чешуйчатого карпа с потенциально повышенной плодовитостью наблюдается та же тенденция (рис. 2). При снижении массы тела сеголетков происходит пропорциональное снижение содержания протеина в сыворотке крови и значительное снижение содержания глюкозы и холестерина.

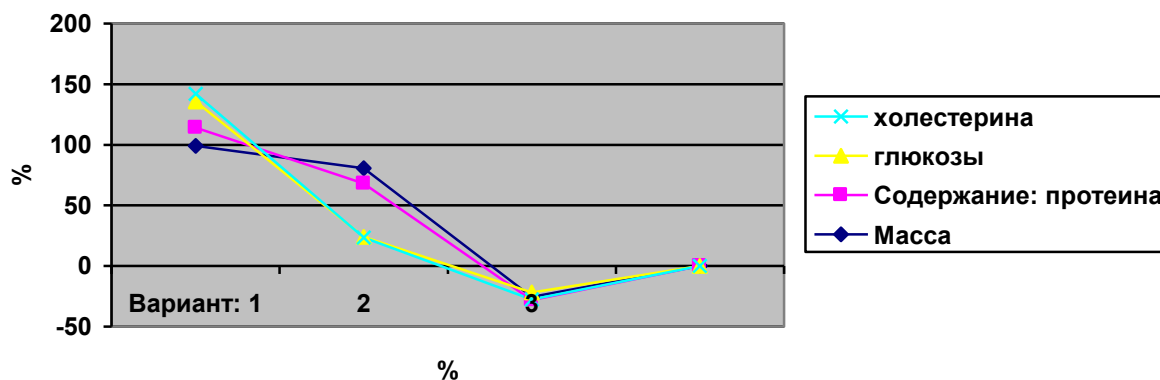


Рисунок 2. – Отклонения массы тела и физиолого-биохимических показателей сыворотки крови опытных групп сеголетков селекционного карпа с потенциально повышенной плодовитостью

Отклонение выживаемости сеголетков зеркального селекционного карпа от средней величины (%) значительно снижается с увеличением плотности

зарыбления в однотипных малых выростных прудах (рис. 3). Прямо пропорционально выживаемости наблюдалось и снижение содержания протеина, глюкозы и холестерина в сыворотке крови сеголетков селекционного зеркального карпа. При промышленном выращивании сеголетков в пруды с большей площадью, несмотря на увеличение плотности зарыбления, происходит одновременное увеличение их выживаемости и рост содержания протеина. Однако содержание глюкозы и холестерина оставались низкими.

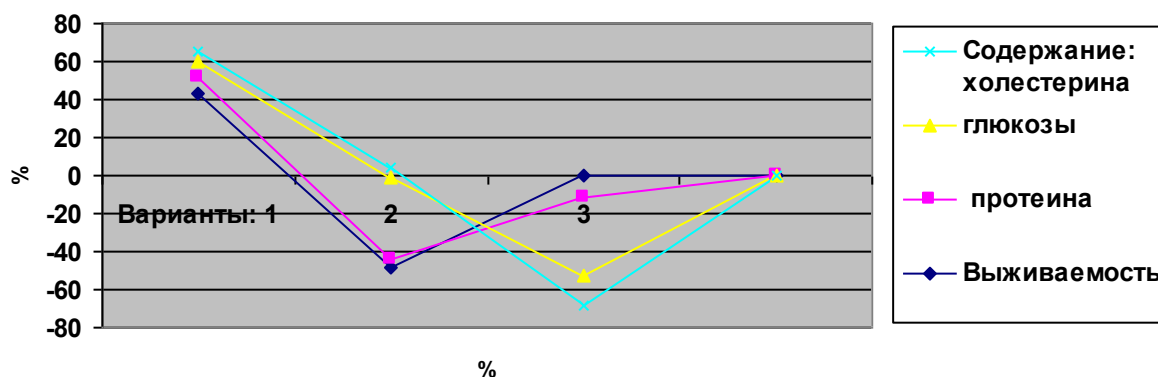


Рисунок 3. – Отклонения выживаемости и физиолого-биохимических показателей сыворотки крови опытных групп сеголетков селекционного зеркального карпа

У сеголетков селекционного чешуйчатого карпа наблюдалось тесная взаимосвязь между плотностью зарыбления и рассмотренными признаками. Одновременно с увеличением плотности происходило пропорциональное снижение выживаемости и рассмотренных физиолого-биохимических показателей (рис.4).

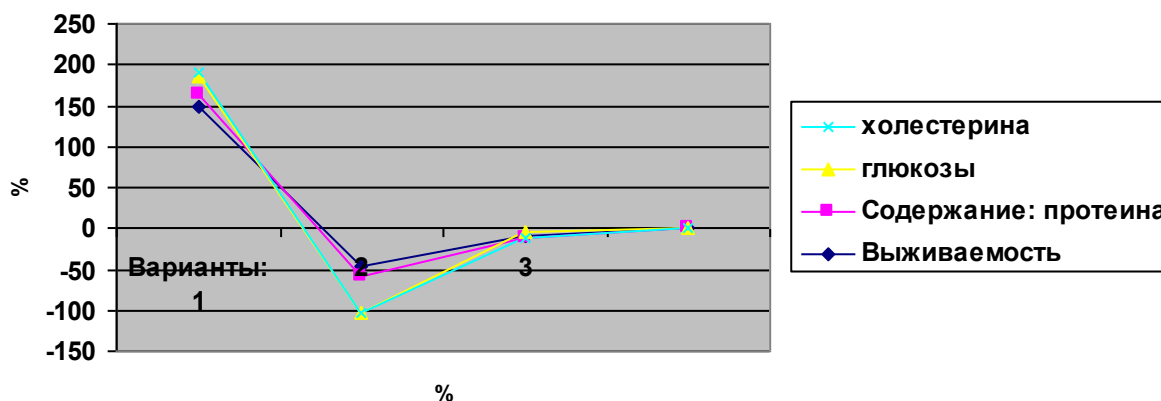


Рисунок 4. – Отклонения выживаемости и физиолого-биохимических показателей сыворотки крови опытных групп сеголетков селекционного карпа с потенциально повышенной плодовитостью

Очевидно, условия выращивания сеголетков в производственном пруду с большей площадью (вариант 3) более благоприятны, чем в малом опытном пруду с увеличенной плотностью (вариант 2). На это указывает некоторое увеличение выживаемости и пропорциональное увеличение содержания протеина, глюкозы и холестерина в сыворотке крови сеголетков.

Выводы

Содержание протеина в сыворотке крови сеголетков селекционного зеркального карпа в среднем составило 30,0 г/л, глюкозы – 4,48 ммоль/л, холестерина – 5,65 ммоль/л. При благоприятных условиях выращивания с низкой плотностью зарыбления (25,0 тыс.экз./га – вариант опытного выращивания 1) установлено повышение содержания протеина до 32,5 г/л. Во втором варианте выращивания с увеличенной плотностью зарыбления наблюдалось повышенное содержание глюкозы – 6,44 ммоль/л и холестерина – 6,26 ммоль/л.

У сеголетков селекционного чешуйчатого карпа с потенциально повышенной плодовитостью содержание белка в сыворотке крови в среднем составило 30,1 г/л, глюкозы – 5,53 ммоль/л, холестерина – 3,81 ммоль/л. Сеголетки селекционного чешуйчатого карпа с потенциально повышенной плодовитостью характеризовались повышенными показателями содержания протеина в сыворотке крови 34,6 г/л, глюкозы – 7,06 ммоль/л, холестерина – 4,05 ммоль/л в первом варианте выращивания.

У всех опытных групп сеголетков содержание протеина оказалось несколько ниже, чем указанная для старших возрастных групп физиологическая норма (35,0 г/л), содержание глюкозы значительно выше (2,53-3,85 ммоль/л). Полученные данные по содержанию холестерина выше нормативных значений (3,04-4,85 ммоль/л) у зеркального карпа и соответствуют чешуйчатому.

У сеголетков селекционного зеркального и чешуйчатого карпа наблюдалась тесная взаимосвязь между плотностью зарыбления и рассмотренными признаками рыбохозяйственными и физиолого-биохимическими признаками. Одновременно с увеличением плотности происходило пропорциональное снижение средней массы тела, выживаемости и рассмотренных физиолого-биохимических показателей. В производственном пруду с большей площадью (вариант 3) условия выращивания сеголетков более благоприятны, чем в малом опытном пруду с увеличенной плотностью (вариант 2). На это указывает некоторое увеличение выживаемости и пропорциональное увеличение содержания протеина, глюкозы и холестерина в сыворотке крови сеголетков.

Наиболее благоприятными для роста и физиолого-биохимического статуса сеголетков являются разреженные посадки, позволяющие снизить конкуренцию в условиях выростного пруда.

Список использованных источников

1. Кирпичников, В. С. Генетические основы селекции рыб / В. С. Кирпичников. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1979. – 391 с.
2. Профирьев, И. А. Обмен веществ и продуктивность / И. А. Профирьев // С.-х. биология. Сер. Биология животных. – 2001. – № 2. – С. 27–41.
3. Аминова, В. А. Физиология рыб : учебник / В. А. Аминова, А.А. Яржомбек. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
4. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб : учеб. пособие / Н. С. Строганов. – [Б. м.] : Изд-во Моск. ун-та, 1962. – Т. 1. – 443 с.
5. Книга, М. В. Схема селекции породы карпа «Белорусский зеркальный» / М. В. Книга // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 37–43.
6. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы : (утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 11.07.84) / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. – М. : ВНИИПРХ, 1984. – 59 с.
7. Временные рекомендации по определению физиологического состояния рыб по физиолого-биохимическим данным / А. А. Яржомбек [и др.] ; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового и рыб. хоз-ва. – М. : [б. и.], 1981. – 53 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск, 1973. – Гл. 2. – С. 24–52.
9. Мастицкий, С. Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTIKA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Мастицкий ; Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск : Ин-т рыб. хоз-ва, 2009. – 76 с.
10. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Изменчивость рыб : [сб. ст.] / под ред. Г. Г. Савостьяновой. – Л., 1978. – С. 3–132. – (Известия / Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва ; т. 134).
11. Герасимова, Т. Д. Оценка физиологического состояния карпа в условиях интенсивного сельскохозяйственного рыбоводства по показателям углеводного обмена / Т. Д. Герасимов // Интенсификация прудового рыбоводства : [сб. ст.] / Моск. рыбовод.-мелиоратив. ст. – М., 1977. – С. 115–128.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГО-
БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ
МЕЖПОРОДНЫХ КРОССОВ КАРПА**

Е.А. САВИЧЕВА, Т.А. СЕРГЕЕВА, Д.А. ЖМОЙДЯК, М.В. КНИГА,
Т.Ф. ВОЙТЮК, Ю.М. РУДЫЙ, С.В. КРАЛЬКО, И. А. ОРЛОВ,
О.В. МАХАНЬКО, Е.В. ТАРАЗЕВИЧ *

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

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD
SERUM OF SEGMENTAL BELARUSIAN MIRROR CARP GROWED WITH
DIFFERENT FISHING DENSITY**

E. SAVICHEVA, T. SERGEEVA, D. ZHMOJDIK, M. KNIGA, T. VOYTYUK,
YU. RUDY, S. KRALKO, I. ORLOV, O. MAKHANKO, E. TARAZEVICH *

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

** UO «Belarusian State Agrarian Technical University»*

Статья поступила 29.10.2020 г.

Реферат. В результате исследования содержания общего белка, холестерина и глюкозы в сыворотке крови у сеголетков и годовиков двухпородных кроссов карпа установлены изменения физиолого-биохимических показателей у годовиков по сравнению с сеголетками. Отмечены преимущества по комплексу физиолого-биохимических показателей отдельных кроссов.

Ключевые слова: карп, порода, кросс, сеголеток, годовик, состав тела, сыворотка крови, общий белок, холестерин, глюкоза.

Abstract. As a result of a study of the content of total protein, cholesterol and glucose in the blood serum of underyearlings and yearlings of two-breed carp crosses, changes in the physiological and biochemical parameters in yearlings compared to underyearlings were

established. The advantages of the complex of physiological and biochemical indicators of individual crosses are noted.

Key words: carp, breed, cross, underyearlings, yearling, body composition, blood serum, total protein, cholesterol, glucose.

Введение. Традиционным объектом культуры прудового рыбоводства в Республике Беларусь является карп (*Cyprinus carpio* L.). В рыбоводстве, как и в других отраслях сельского хозяйства, находит все более широкое применение явление гетерозиса, благодаря которому происходит значительное увеличение выхода конечного продукта без вложения дополнительных затрат [1, 2]. Важными показателями, характеризующими качество линий, отводок, пород карпа, являются их рыбохозяйственные признаки, в первую очередь, средняя масса и выживаемость, особенно у сеголетков и двухлетков [3]. Поскольку организм является целостной системой, его физиолого-биохимические особенности не могут не оказать влияние на итоговый результат выращивания рыбы. Кровь, будучи внутренней средой организма, содержит в плазме белки, углеводы (гликоген, глюкоза и др.) и другие вещества, играющие большую роль в энергетическом и пластическом обмене, в создании защитных свойств. Уровень этих веществ в крови зависит от биологических особенностей рыб и абиотических факторов, а подвижность состава крови позволяет использовать ее показатели для оценки физиологического состояния [4, 5, 6].

Материал и методы исследований. Коллекционный генофонд карпа и исследование комбинационной способности пород и линий белорусской и зарубежной селекции проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Объектами исследований являлись сеголетки и годовики двухпородных кроссов, выращенные одновременно в сходных по гидрохимическим условиям прудах с одинаковым режимом кормления и санитарно-профилактических мероприятий и зимовавших совместно в одном пруду. Всего исследовано 14 кроссов, полученных по схеме сетевых пробных скрещиваний. Перед зимовкой сеголетки каждого кросса были помечены серийными механическими метками. Технологические приемы выращивания младших возрастных групп кроссов, полученных от скрещивания линий белорусской селекции с породами зарубежной селекции из коллекционного стада СПУ «Изобелино» соответствовали общепринятым методам [7, 8, 9].

Кровь у сеголетков и годовиков отбирали непосредственно из сердца. Сыворотку крови получали без стабилизации, когда образовался сгусток (фибрин + форменные элементы), путем ее центрифугирования. [10]. Сыворотку хранили в замороженном состоянии.

Биохимическое исследование сыворотки крови выполняли на автоматическом анализаторе «Cormay multi». В сыворотке крови определяли содержание общего белка, холестерина и глюкозы [11, 12].

Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятой методике. Достоверность различий содержания белка, глюкозы, холестерина в сыворотке крови сеголетков и годовиков определяли с помощью нормированного отклонения (t). При определении достоверности различий использовании критерии значимости: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$ [13]. Объем выборки для определения концентрации общего белка в сыворотке крови составляет по 10 экз. сеголетков из каждой опытной группы.

Результаты исследований и обсуждение. Показатели содержания белка в сыворотке крови в основном соответствуют физиологической норме. Средняя концентрация белка в сыворотке крови у сеголетков кроссов составила 17,29 г/л, с колебаниями от 16,19 г/л (тремлянский чешуйчатый х фресинет) до 22,20 г/л (фресинет х лахвинский чешуйчатый) (табл. 1). Повышенным содержанием белка в сыворотке крови сеголетков характеризуется группа кроссов, полученных от самок карпа породы фресинет. За зимний период наблюдается снижение количества белка в сыворотке крови ($<0,001$). Среднее значение этого показателя у годовиков всех кроссов составило 13,72 г/л, то есть значительно ниже, чем у сеголетков. Установленные различия между сеголетками и годовиками статистически достоверны. Минимальная концентрация белка у годовиков отмечена у кроссов смесь зеркальная х баттерфляй (10,92 г/л) и немецкий х три прим (12,30 г/л), максимальная у сочетания югославский х лахвинский чешуйчатый (16,57 г/л). У годовиков группы кроссов, полученных от самок югославского карпа, наблюдалось повышенное содержание белка.

Таблица 1. – Содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) двухпородных кроссов карпа (г/л)

Породная принадлежность	0+		1.		d		Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	г/л	%	t	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Импортные породы F ₅ :	17,10±0,37	11,8	15,50±0,75	26,6	1,60	9,4	1,91	<0,1
Линии белорусской селекции:	18,83±0,43	10,3	13,3±0,46	15,4	5,53	29,4	8,78	<0,001
Кроссы:								
три прим х югославский	17,37±0,50	9,1	14,05±0,95	21,3	3,32	19,1	3,09	<0,02
тремлянский чешуйчатый х югославский	16,25±0,81	15,8	13,96±1,05	23,8	2,29	14,1	1,72	>0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Итого (югославский самцы)	16,81±0,47	12,4	14,00±0,70	22,5	2,81	16,7	3,33	<0,01
югославский х три прим	18,95±0,93	15,6	16,39±1,32	25,4	2,56	13,5	1,58	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	18,89±1,25	21,0	16,57±1,30	26,0	2,32	12,3	1,28	>0,1
Итого (югославский самки)	18,92±0,77	18,3	16,48±0,95	25,7	2,44	12,9	1,99	>0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	16,19±0,58	11,3	12,61±0,59	14,8	3,58	22,1	4,32	<0,01
лахвинский чешуйчатый х фресинет	19,79±0,72	11,5	12,94±0,82	20,1	6,85	34,6	6,27	<0,001
три прим х фресинет	19,77±0,52	8,3	15,27±0,97	17,9	4,50	22,8	4,08	<0,01
Итого (фресинет самцы)	18,58±0,35	10,4	13,61±0,44	17,6	4,97	26,7	8,83	<0,001
фресинет х три прим	16,90±1,11	20,8	15,28±1,02	21,1	1,62	9,6	1,07	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	22,20±2,02	28,8	13,23±0,64	12,9	8,97	40,4	4,23	<0,01
фресинет х тремлянский зеркальный	19,72±0,84	13,4	12,30±0,61	15,7	7,42	37,6	7,14	<0,001
Итого (фресинет самки)	19,61±0,75	21,0	13,60±0,41	16,6	6,01	30,6	7,03	<0,001
немецкий х лахвинский чешуйчатый	17,40±1,22	22,2	12,95±0,62	14,3	4,45	25,6	3,25	<0,01
немецкий х три прим	17,35±0,93	17,0	12,30±0,61	15,7	29,1	29,1	4,54	<0,01
немецкий х тремлянский зеркальный	19,10±0,57	9,4	15,84±0,73	13,0	3,26	17,1	3,51	<0,01
Итого (немецкий самки)	17,95±0,53	16,2	13,70±0,36	14,3	4,25	23,7	6,63	<0,001
Смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	16,07±0,59	11,6	10,92±0,80	23,3	5,15	32,0	5,18	<0,001
<i>Всего кроссы:</i>	<i>17,99±0,22</i>	<i>15,0</i>	<i>13,72±0,23</i>	<i>20,0</i>	<i>4,27</i>	<i>23,7</i>	<i>13,41</i>	<i><0,001</i>

С целью определения относительного качества кроссов по содержанию белка в сыворотке крови определяли отклонение содержания белка в сыворотке крови кроссов от среднего статистического значения (табл. 2).

Таблица 2. – Отклонение содержания белка в сыворотке крови кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	г/л	t	P	г/л	t	P
три прим х югославский	-0,91	1,64	>0,1	0,15	0,15	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	-2,03	2,40	<0,05	0,06	0,06	>0,1
Итого (югославский самцы)	-1,47	5,70	<0,001	0,10	0,14	>0,1
югославский х три прим	0,67	0,70	>0,1	2,49	1,87	<0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	0,61	0,48	>0,1	2,67	2,03	<0,1
Итого (югославский самки)	0,64	0,79	>0,1	2,58	2,66	<0,05
тремлянский чешуйчатый х фресинет	-2,09	3,33	<0,01	-1,29	2,08	<0,1
лахвинский чешуйчатый х фресинет	1,51	6,29	<0,001	-0,96	0,84	>0,1
три прим х фресинет	1,49	2,60	<0,02	1,37	5,10	<0,001
Итого (фресинет самцы)	0,30	0,71	>0,1	-0,29	0,60	>0,1
фресинет х три прим	-1,38	1,21	>0,1	1,38	1,33	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	3,92	1,93	<0,1	-0,67	1,00	>0,1
фресинет х тремлянский зеркальный	1,44	1,65	>0,1	-1,60	2,50	<0,05
Итого (фресинет самки)	1,33	1,69	>0,1	-0,30	0,66	>0,1
немецкий х лахвинский чешуйчатый	-0,88	0,71	>0,1	-0,95	1,46	>0,1
немецкий х три прим	-0,93	0,97	>0,1	-1,60	2,50	<0,05
немецкий х тремлянский зеркальный	0,82	1,33	>0,1	1,94	2,57	<0,05
Итого (немецкий самки)	-0,33	0,57	>0,1	-0,20	0,49	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	-2,21	3,47	<0,01	-2,98	3,62	<0,01

В целом, установлена тенденция к увеличению содержания белка в сыворотке крови у сеголетков у 7 из 14 опытных кроссов. Максимальные отличия установлены для кроссов, полученных от коллекционной породы зарубежной селекции фресинет: фресинет х лахвинский чешуйчатый (3,92 г/л), фресинет х тремлянский зеркальный (1,44 г/л), лахвинский чешуйчатый х фресинет (1,51 г/л), три прим х фресинет (1,49 г/л). Однако статистически достоверные отличия отмечены лишь для последних двух сочетаний, где фресинет является отцовским компонентом скрещиваний. Значительно ниже среднепопуляционного уровня содержания белка в сыворотке крови отмечено у кроссов тремлянский чешуйчатый х югославский (-2,03 г/л), тремлянский

чешуйчатый х фресинет (-2,09 г/л), смесь зеркальная х баттерфляй (-2,21 г/л). Для этих кроссов отличия от среднего арифметического значения признака статистически достоверны.

Среди годовиков тенденция к увеличению содержания белка в сыворотке крови установлена для 7 кроссов из 14, особенно заметные различия наблюдаются у сочетаний югославский х три прим (2,49 г/л), югославский х лахвинский чешуйчатый (2,67 г/л), фресинет х три прим (1,38 г/л), три прим х фресинет (1,37 г/л), немецкий х тремлянский зеркальный (1,94 г/л). Однако статистически достоверные различия установлены лишь для последних двух кроссов. Статистически значимые отклонения в сторону уменьшения от среднего арифметического значения содержания белка установлено для кроссов фресинет х тремлянский зеркальный (-1,60 г/л), немецкий х три прим (-1,60 г/л), смесь зеркальная х баттерфляй (-3,62 г/л).

Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков разной породной принадлежности колебалось в очень широких пределах от 4,10 ммоль/л до 23,86 ммоль/л (табл. 3).

Таблица 3. – Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) двухпородных кроссов карпа (ммоль/л)

Породная принадлежность	0+		1.		d		Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	г/л	%	t	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Итого импортные породы F ₅ :	13,32±0,73	30,2	11,46±0,62	29,8	1,86	14,0	1,94	<0,1
Итого линии белорусской селекции:	7,87±0,34	19,4	11,09±0,54	21,7	3,22	40,9	5,04	<0,001
Кроссы:								
три прим х югославский	4,31±0,38	27,6	11,97±1,13	29,8	7,66	177,7	6,42	<0,001
тремлянский чешуйчатый х югославский	4,10±0,33	25,6	10,52±0,88	26,5	6,42	158,6	6,83	<0,001
Итого (югославский самцы)	4,20±0,25	26,6	11,24±0,71	28,1	7,04	167,6	9,35	<0,001
югославский х три прим	4,42±0,37	26,8	12,02±1,03	27,1	7,6	171,9	6,94	<0,001
югославский х лахвинский чешуйчатый	21,87±2,21	31,9	16,88±1,40	26,2	4,99	22,8	1,90	<0,1
Итого (югославский самки)	13,14±0,86	29,3	14,45±0,86	26,6	1,31	10,0	1,07	>0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
тремлянский чешуйчатый х фресинет	4,30±0,45	33,4	11,86±1,03	27,4	7,56	175,8	6,72	<0,001
лахвинский чешуйчатый х фресинет	8,88±0,51	16,3	18,78±1,66	27,9	9,90	111,5	5,70	<0,001
три прим х фресинет	4,85±0,45	29,3	10,91±1,03	29,8	6,06	124,9	5,39	<0,001
Итого (фресинет самцы)	6,10±0,29	26,3	13,85±0,74	29,1	7,75	127,0	9,45	<0,001
фресинет х три прим	20,69±1,90	29,0	20,00±1,22	19,2	0,69	3,33	0,30	>0,1
фресинет х лахвинский чешуйчатый	7,20±0,73	31,9	21,66±2,13	31,1	14,46	200,8	6,42	<0,001
фресинет х тремлянский зеркальный	23,86±1,58	21,0	12,85±0,66	16,2	11,01	46,1	6,42	<0,001
Итого (фресинет самки)	17,25±0,86	27,3	18,17±0,74	22,2	0,92	5,30	0,81	>0,1
немецкий х лахвинский чешуйчатый	14,65±0,92	19,7	14,67±1,21	30,7	0,02	0,10	0,01	>0,1
немецкий х три прим	8,91±0,79	28,0	12,55±1,07	27,0	3,64	40,8	2,73	<0,02
немецкий х тремлянский зеркальный	6,17±0,61	31,4	15,03±1,24	26,1	8,86	143,6	6,41	<0,001
Итого (немецкий самки)	9,91±0,48	26,4	14,08±0,72	27,9	4,17	42,1	4,81	<0,001
Смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	13,36±1,08	24,6	16,75±1,65	31,1	3,39	25,4	1,71	>0,1
<i>Всего кроссы:</i>	<i>10,64±0,24</i>	<i>26,7</i>	<i>15,26±0,35</i>	<i>27,5</i>	<i>4,62</i>	<i>43,6</i>	<i>10,88</i>	<i><0,001</i>

Средний уровень содержания глюкозы в сыворотке крови у сеголетков опытных кроссов составил 10,64 ммоль/л, с колебаниями этого показателя от 4,10 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х югославский) до 23,86 ммоль/л (фресинет х тремлянский зеркальный). У годовиков содержание глюкозы в сыворотке крови увеличивалось и в среднем составило 15,26 ммоль/л, с колебаниями от 10,52 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х югославский) до 21,66 ммоль/л (фресинет х лахвинский чешуйчатый). Самые незначительные изменения содержания глюкозы в сыворотке крови у годовиков, по сравнению с сеголетками установлены у кроссов фресинет х три прим (3,33 %), немецкий х лахвинский чешуйчатый (0,10 %), югославский х лахвинский чешуйчатый (22,8

%), смесь зеркальная х баттерфляй (25,4 %). Для этих кроссов установленные различия между сеголетками и годовиками статистически не достоверны.

У 6 кроссов из 14 опытных сочетаний содержание глюкозы у сеголетков выше, чем среднее значение этого показателя (отличия составляют 1,63-13,32 ммоль/л), а у остальных ниже (-1,66 – 6,44 ммоль/л) (табл. 4). Некоторые авторы считают, что увеличение содержания глюкозы в крови годовиков по сравнению с сеголетками, является неблагоприятным признаком, свидетельствующим о том, что рыба ослаблена и, по-видимому, нуждается в кормлении, так как увеличение содержания сахара в крови наблюдается при усилении углеводного обмена, когда в кровь поступает глюкоза из запасных депо [5].

Таблица 4. – Отклонение содержания глюкозы в сыворотке крови кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	моль/л	t	P	моль/л	t	P
три прим х югославский	-6,23	13,86	<0,001	-2,77	2,18	<0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	-6,44	15,78	<0,001	-4,20	4,02	<0,01
Итого (югославский самцы)	-6,34	18,30	<0,001	-3,50	3,83	<0,01
югославский х три прим	-6,12	19,91	<0,001	-2,72	2,31	<0,05
югославский х лахвинский чешуйчатый	11,33	5,10	<0,001	2,14	1,41	>0,1
Итого (югославский самки)	2,60	2,91	<0,02	-0,29	0,28	>0,1
тремлянский чешуйчатый х фресинет	-6,24	12,23	<0,001	-2,88	2,44	<0,05
лахвинский чешуйчатый х фресинет	-1,66	2,94	<0,02	4,04	2,30	<0,05
три прим х фресинет	-5,69	19,80	<0,001	3,83	3,25	<0,01
Итого (фресинет самцы)	-4,44	11,91	<0,001	-0,89	0,95	>0,1
фресинет х три прим	10,15	5,30	<0,001	5,26	3,90	<0,01
фресинет х лахвинский чешуйчатый	-3,34	4,35	<0,01	6,92	3,14	<0,02
фресинет х тремлянский зеркальный	13,32	8,33	<0,001	1,89	2,16	<0,1
Итого (фресинет самки)	6,71	7,51	<0,001	3,43	3,66	<0,01
немецкий х лахвинский чешуйчатый	4,11	4,32	<0,01	-0,07	0,05	>0,1
немецкий х три прим	1,63	1,97	<0,1	-2,19	1,80	>0,1
немецкий х тремлянский зеркальный	-4,37	6,67	<0,001	0,29	0,21	>0,1
Итого (немецкий самки)	-0,64	1,19	>0,1	-0,66	0,72	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	2,82	2,55	<0,05	2,01	1,15	>0,1

Установленные различия с высокой степенью значимости статистически достоверны, за исключением кросса немецкий х три прим. Среди годовиков двухпородных кроссов 8 вариантов скрещиваний имеют повышенное содержание глюкозы по сравнению со средним значением, отклонение составляет от 0,29 ммоль/л (немецкий х тремлянский зеркальный) до 6,92 ммоль/л (фресинет х лахвинский чешуйчатый). Но только для реципрокных кроссов лахвинский чешуйчатый х фресинет, три прим х фресинет, фресинет х три прим и фресинет х лахвинский чешуйчатый установленные различия статистически достоверны. Из кроссов, имеющих пониженное содержание глюкозы у годовиков, по сравнению со средним значением этого показателя статистически достоверные различия установлены для сочетаний тремлянский чешуйчатый х югославский, югославский х три прим и тремлянский чешуйчатый х фресинет.

Среднее содержание холестерина у сеголетков кроссов составило 5,72 ммоль/л с колебаниями от 4,85 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х фресинет) до 10,09 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х югославский) (табл. 5). У годовиков межпородных кроссов содержание холестерина в сыворотке крови в среднем составило 3,96 ммоль/л с колебаниями от 2,69 ммоль/л (смесь зеркальная х баттерфляй) до 5,72 ммоль/л (югославский х лахвинский чешуйчатый). В среднем сеголетки двухпородных кроссов потеряли за зимовку 39,6 % холестерина. Повышенное снижение содержания холестерина в сыворотке крови наблюдалось у кроссов тремлянский чешуйчатый х югославский (50,3 %), лахвинский чешуйчатый х фресинет (47,7 %), три прим х фресинет (49,1 %), немецкий х лахвинский чешуйчатый (44,7 %), смесь зеркальная х баттерфляй (59,7 %). У всех исследованных двухпородных кроссов установленные различия между сеголетками и годовиками по содержанию холестерина в сыворотке крови статистически достоверны.

Таблица 5. – Содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) двухпородных кроссов карпа (ммоль/л)

Породная принадлежность	0+		1.		d		Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	г/л	%	t	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Импортные породы F₅:</i>	6,52±0,27	24,1	3,09±0,13	23,5	3,43	52,6	11,44	<0,001
Линии белорусской селекции:	6,93±0,24	15,6	4,22±0,21	21,9	2,71	39,1	8,49	<0,001
Кроссы:								
три прим х югославский	6,24±0,31	15,8	4,58±0,33	22,7	1,66	26,6	3,66	<0,01

1	2	3	4	5	6	7	8	9
тремлянский чешуйчат. х югославский	10,09±0,99	27,8	5,01±0,40	25,4	5,08	50,3	4,75	<0,001
Итого (югославский самцы)	8,16±0,40	21,8	4,79±0,26	24,0	3,37	41,3	7,06	<0,001
югославский х три прим	6,47±0,33	16,4	3,95±0,26	20,9	2,52	38,9	5,99	<0,001
югославский х лахвинский чешуйчатый	8,04±0,77	30,5	5,72±0,40	21,9	3,32	28,8	2,67	<0,05
Итого (югославский самки)	7,25±0,31	23,4	4,83±0,19	21,4	2,42	33,4	6,65	<0,001
тремлянский чешуйчатый х фресинет	4,85±0,33	21,7	3,25±0,18	17,3	1,60	33,0	4,25	<0,01
лахвинский чешуйчатый х фресинет	6,08±0,44	22,9	3,18±0,30	29,5	2,90	47,7	5,44	<0,001
три прим х фресинет	7,98±0,73	29,1	4,06±0,38	26,6	3,92	49,1	4,76	<0,001
Итого (фресинет самцы)	6,30±0,28	24,6	3,50±0,16	24,5	2,80	44,4	8,68	<0,001
фресинет х три прим	5,51±0,58	33,3	3,30±0,20	19,1	2,21	40,1	3,60	<0,01
фресинет х лахвинский чешуйчатый	7,20±0,37	11,6	4,41±0,33	19,7	2,79	38,7	5,62	<0,001
фресинет х тремлянский зеркальный	6,07±0,49	25,8	3,96±0,36	28,7	2,11	34,8	3,47	<0,01
Итого (фресинет самки)	6,26±0,27	23,6	3,89±0,16	22,5	3,37	37,8	7,55	<0,001
немецкий х лахвинский чешуйчатый	6,82±0,64	29,9	3,77±0,30	25,6	3,05	44,7	4,31	<0,01
немецкий х три прим	5,05±0,47	30,0	3,40±0,25	20,1	1,65	32,7	3,09	<0,02
немецкий х тремлянский зеркальный	7,25±0,34	15,1	5,14±0,41	22,6	2,11	29,1	3,96	<0,01
Итого (немецкий самки)	6,37±0,29	25,0	4,10±0,17	22,8	2,27	35,6	6,75	<0,001
Смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	6,63±0,61	29,2	2,67±0,52	30,2	3,96	59,7	4,94	<0,001
<i>Всего кроссы:</i>	<i>5,72±0,12</i>	<i>24,6</i>	<i>3,96±0,08</i>	<i>24,2</i>	<i>1,76</i>	<i>39,6</i>	<i>12,20</i>	<i><0,001</i>

Семь из исследованных кроссов имеют положительное отклонение содержания холестерина в сыворотке крови от среднего уровня данного

показателя, однако только для сочетаний тремлянский чешуйчатый х югославский и немецкий х три прим эти отклонения статистически достоверны (табл. 6). Статистически значимое уменьшение количества холестерина в сыворотке крови по сравнению со средним значением отмечено лишь для кросса тремлянский чешуйчатый х фресинет. Среди годовиков статистически значимое преимущество по содержанию холестерина отмечено у кроссов тремлянский чешуйчатый х югославский, югославский х лахвинский чешуйчатый, немецкий х тремлянский зеркальный.

Таблица 6. – Отклонение содержания холестерина в сыворотке крови кроссов от среднего статистического значения

Кросс	0+			1.		
	мг/л	t	P	мг/л	t	P
три прим х югославский	-0,49	1,44	>0,1	0,56	1,65	>0,1
тремлянский чешуйчатый х югославский	3,36	10,07	<0,001	0,99	2,43	<0,05
Итого (югославский самцы)	1,43	3,37	<0,01	0,74	2,72	<0,02
югославский х три прим	-0,28	0,72	>0,1	-0,07	0,26	>0,1
югославский х лахвинский чешуйчатый	1,31	1,67	>0,1	1,70	4,17	<0,01
Итого (югославский самки)	0,52	1,53	>0,1	0,81	3,93	<0,01
тремлянский чешуйчатый х фресинет	-1,88	5,24	<0,001	-0,77	3,91	<0,01
лахвинский чешуйчатый х фресинет	-0,65	1,41	>0,1	-0,84	2,70	<0,05
три прим х фресинет	1,25	1,68	>0,1	0,04	0,10	>0,1
Итого (фресинет самцы)	-0,43	1,37	>0,1	-0,52	2,91	<0,02
фресинет х три прим	-1,22	2,04	<0,1	-0,72	3,34	<0,01
фресинет х лахвинский чешуйчатый	0,47	1,19	>0,1	0,39	1,15	>0,1
фресинет х тремлянский зеркальный	-0,66	1,29	>0,1	-0,06	0,16	>0,1
Итого (фресинет самки)	-0,47	1,54	>0,1	-0,13	0,73	>0,1
немецкий х лахвинский чешуйчатый	0,09	0,18	>0,1	0,25	0,80	>0,1
немецкий х три прим	1,68	3,43	<0,01	-0,62	1,71	>0,1
немецкий х тремлянский зеркальный	0,52	1,41	>0,1	1,12	2,68	<0,05
Итого (немецкий самки)	-0,36	1,12	>0,1	0,08	0,43	>0,1
смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	-0,10	0,16	>0,1	-1,35	2,57	<0,05

С целью установить кроссы, обладающие преимуществом по физиолого-биохимическим показателя в процессе зимовки, проведено их ранжирование по

уровню различий между сеголетками и годовиками по исследованным признакам (табл. 7).

Таблица 7. – Сравнительная оценка отличия физиолого-биохимических показателей у сеголетков и годовиков двухпородных кроссов

Породная принадлежность	Ранги отклонения годовиков от сеголетков по содержанию			сумма рангов	средний ранг
	белка	глюкозы	холестерина		
три прим х югославский	6	13	1	20	0,48
тремлянский чешуйчат. х югославский	4	10	13	27	0,64
югославский х три прим	3	11	8	22	0,52
югославский х лахвинский чешуйчатый	2	3	2	7	0,17
тремлянский чешуйчатый х фресинет	7	12	5	24	0,57
лахвинский чешуйчатый х фресинет	12	7	11	30	0,71
три прим х фресинет	8	8	12	28	0,67
фресинет х три прим	1	2	9	12	0,29
фресинет х лахвинский чешуйчатый	14	14	7	35	0,83
фресинет х тремлянский зеркальный	13	6	6	25	0,59
немецкий х лахвинский чешуйчатый	9	1	10	20	0,48
немецкий х три прим	10	5	4	19	0,45
немецкий х тремлянский зеркальный	5	9	3	17	0,40
Смесь зеркальная (изобелинский) х баттерфляй (молоки из России)	11	4	14	29	0,69

По сумме трех физиолого-биохимических показателей наибольшими преимуществами обладают кроссы югославский х лахвинский чешуйчатый (средний ранг 0,17) и фресинет х три прим (0,29). В целом по сумме трех исследованных показателей неплохими качествами характеризуются кроссы три прим х югославский, немецкий х лахвинский чешуйчатый, немецкий х три

прим, немецкий х тремлянский зеркальный со средними рангами от 0,40 до 0,48.

Заключение

1. Средняя концентрация белка в сыворотке крови у сеголетков кроссов составила 17,29 г/л, с колебаниями от 16,19 г/л (тремлянский чешуйчатый х фресинет) до 22,20 г/л (фресинет х лахвинский чешуйчатый). Минимальная концентрация белка у годовиков отмечена у кроссов смесь зеркальная х баттерфляй (10,92 г/л) и немецкий х три прим (12,30 г/л), максимальная у сочетания югославский х лахвинский чешуйчатый (16,57 г/л). Повышенным содержанием белка в сыворотке крови сеголетков характеризуется группа кроссов, полученных от самок карпа породы фресинет, а у годовиков группы кроссов, полученных от самок югославского карпа. За зимний период наблюдается статистически значимое снижение количества белка в сыворотке крови.

2. Средний уровень содержания глюкозы в сыворотке крови у сеголетков опытных кроссов составил 10,64 ммоль/л, с колебаниями этого показателя от 4,10 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х югославский) до 23,86 ммоль/л (фресинет х тремлянский зеркальный). У годовиков содержание глюкозы в сыворотке крови увеличивалось и в среднем составило 15,26 ммоль/л, с колебаниями от 10,52 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х югославский) до 21,66 ммоль/л (фресинет х лахвинский чешуйчатый). Установленные различия по содержанию глюкозы между сеголетками и годовиками с высокой степенью статистически достоверны, за исключением кросса немецкий х три прим.

3. Среднее содержание холестерина в сыворотке крови у сеголетков межпородных кроссов составило 5,72 ммоль/л с колебаниями от 4,85 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х фресинет) до 10,09 ммоль/л (тремлянский чешуйчатый х югославский) У годовиков содержание холестерина в среднем составило 3,96 ммоль/л с колебаниями от 2,69 ммоль/л (смесь зеркальная х баттерфляй) до 5,72 ммоль/л (югославский х лахвинский чешуйчатый). В среднем сеголетки двухпородных кроссов потеряли за зимовку 39,6 % холестерина. У всех исследованных кроссов установленные различия между сеголетками и годовиками по содержанию холестерина в сыворотке крови статистически достоверны.

4. С целью установить кроссы, обладающие преимуществом по комплексу физиолого-биохимических показателей проведено их ранжирование по уровню различий исследованных признаков между сеголетками и годовиками. По сумме трех физиолого-биохимических показателей наибольшими преимуществами обладают кроссы югославский х лахвинский

чешуйчатый (средний ранг 0,17) и фресинет х три прим (0,29). В целом по сумме трех исследованных показателей неплохими качествами характеризуются кроссы три прим х югославский, немецкий х лахвинский чешуйчатый, немецкий х три прим, немецкий х тремлянский зеркальный со средними рангами от 0,40 до 0,48.

Список использованных источников

1. Книга, М. В. Гетерозисный эффект у межпородных кроссов карпа / М. В. Книга // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности : материалы междунар. науч.-практ. конф., 11–13 апр. 2005 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригац. рыбоводства. – М., 2005. – Т. 2. – С. 145–148.

2. Ильев, Ф. И. Межлинейная гибридизация в животноводстве (селекция на гетерозис) : учеб. пособие / Ф. И. Ильев. – М. : Колос, 1980. – 88 с.

3. Кончиц, В. В. Современные проблемы развития аквакультуры Беларуси и пути их разрешения / В. В. Кончиц // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (п. Рыбное, 3–6 сент. 2002 г.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 2002. – С. 43–46.

4. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб : учеб. пособие / Н. С. Строганов. – [Б. м.] : Изд-во Моск. ун-та, 1962. – Т. 1. – 443 с.

5. Аминева, В. А. Физиология рыб : учебник / В. А. Аминева, А. А. Яржомбек. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.

6. Смит, Л. С. Введение в физиологию рыб / Л. С. Смит. – М. : Агропромиздат, 1986. – 164 с.

7. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / разработ.: Е. В. Таразевич [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6–20.

8. Инструкция по серийному мечению племенных производителей карпа органическими проционовыми красителями / разработ.: А. И. Чутаева [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2006. – С. 20–25.

9. Технологическая инструкция получения промышленных помесей местных карпов с породами европейского происхождения / разработ.: Г. А. Прохорчик [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2006. – С. 25–41.

10. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы : (утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 11.07.84) / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. – М. : ВНИИПРХ, 1984. – 59 с.

11. Временные рекомендации по определению физиологического состояния рыб по физиолого-биохимическим данным / А. А. Яржомбек [и др.] ; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. – М. : [б. и.], 1981. – 53 с.

12. Дударенко, Л. С. Физиологические показатели селекционируемых линий лахвинского и тремлянского карпов / Л. С. Дударенко, Е. В. Таразевич, А. П. Семенов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 146–150.

13. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск, 1973. – Гл. 2. – С. 24–52.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНКУБАЦИИ
АМУРСКОГО САЗАНА ХАНКАЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ИЗ
КОЛЛЕКЦИОННОГО СТАДА СПУ «ИЗОБЕЛИНО»**

С.В. КРАЛЬКО, Т.А. СЕРГЕЕВА, ТАРАЗЕВИЧ Е.В.*

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

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE INCUBATION RESULTS
OF THE AMURSKY SAZAN OF THE KHANKAY POPULATION FROM
THE COLLECTION HERD OF SPU «IZOBELINO»**

S. KRALKO, T. SERGEEVA, E. TARAZEVICH *

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

** UO «Belarusian State Agrarian Technical University»*

Статья поступила 29.10.2020 г.

Реферат. В Беларуси начато формирование десятого поколения амурского сазана ханкайской популяции. В статье представлены сравнительные данные по плодовитости самок, а также выживаемости икры амурского сазана из белорусской коллекционной популяции и его помесей, полученных от скрещивания, с молоками завезенными из России.

Ключевые слова: сазан, карп, самка, плодовитость, икра, выживаемость.

Abstract. The formation of the tenth generation of the Amur carp of the Khanka population has begun in Belarus. The article presents comparative data on the fertility of females, as well as the survival rate of the Amur carp eggs from the Belarusian collection population and its hybrids obtained from crossing with milk imported from Russia.

Keywords: carp, carp, female, fertility, caviar, survival.

Введение. Достижения гибридизации, описанные в литературе, выраженные в проявлении эффекта гетерозиса по выживаемости и устойчивости к заболеваниям, особенно у сеголетков и годовиков, полученных при скрещивании

карпа с амурским сазаном [1, 2, 3, 4], явилось основанием для завоза амурского сазана ханкайской популяции в республику. В 1977-78 гг. в одном из хозяйств республики (рыбхозе «Вилейка» Минской области) была создана репродукционная база по разведению амурского сазана ханкайской популяции, завезенного из репродукционного хозяйства «Лисневичи» (база УкрНИИРХ). В первые же годы исследования рыбохозяйственных показателей гибридов, были получены положительные результаты проявления эффекта гетерозиса при зимовке посадочного материала и выращивании товарных двухлетков гибридного происхождения в промышленных условиях [5, 6, 7, 8]. С момента организации репродукционной базы по выращиванию амурского сазана ханкайской популяции систематически проводились работы по воспроизводству и пополнению коллекционного генофонда [9]. При воспроизводстве сазана в искусственных условиях и получении гибридов проводили исследования на ранних этапах развития потомства. Одним из важнейших рыбохозяйственных признаков, отличающим ту или иную породу рыб, являются репродукционные особенности самок и самцов, определяющие общую рыбопродуктивность в пересчете на одну самку [1]. Анализ репродуктивных качеств производителей карпа разных пород и сазана представляет как научный, так и практический интерес.

Материал и методика. В настоящее время сформировано восьмое и девятое поколения коллекционного маточного стада амурского сазана ханкайской популяции на базе СПУ «Изобелино», выращенного в условиях прудового хозяйства Беларуси и начато формирование младших ремонтных групп десятого поколения.

В соответствии с программой обмена генетическим материалом с Россией с целью увеличения генетического разнообразия и снижения эффекта инбридинга амурского сазана белорусской популяции были завезены половые продукты (молоки) амурского сазана российской популяции и проведены скрещивания их с икрой, полученной от самок из белорусской популяции (вариант скрещивания 1). Во втором варианте скрещиваний из общей массы икры от каждой самки (4 экз.) из белорусской популяции отобрали по 200 г, которые объединили и после перемешивания разделили на 5 порции (рис.1).

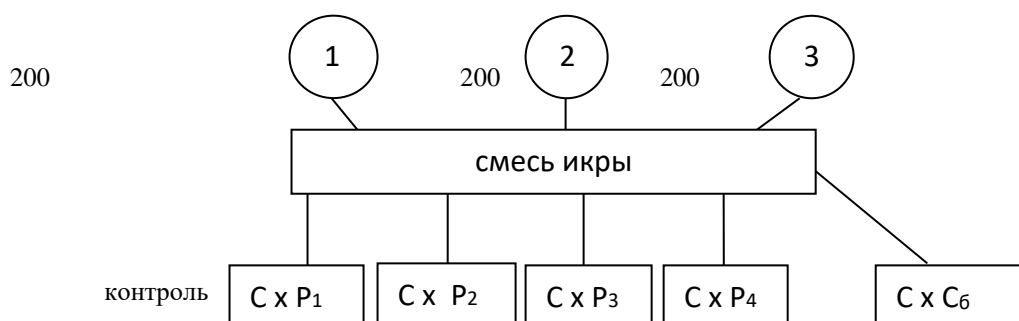


Рисунок 1. – Схема скрещиваний сазана при заводском способе инкубации

Каждую из полученных порций икры оплодотворяли молоками сазана разного происхождения. Четыре порции смеси икры самок сазана из коллекционной белорусской популяции оплодотворяли завезенными молоками (СхР₁...СхР₄) и одну порцию икры молоками сазана из белорусской популяции (СхС₆). Одновременно с сазаном формировали коллекционный генофонд карпа белорусской и зарубежной селекции, что дало возможность сравнить результаты нереста самок сазана и карпа из коллекционного стада.

Воспроизводство амурского сазана из белорусской популяции и чистопородных групп карпа проводили эколого-физиологическим, и заводским (в аппаратах «Вейса») методами, а опытных групп сазана только заводским методом. Гипофизарные инъекции, получение икры и оплодотворение, а также исследование рыбоводно-биологических показателей на ранних этапах онтогенеза проводили в соответствии с общепринятыми методиками [10]. В качестве гормональной стимуляции созревания производителей использовали суспензию ацетонированных гипофизов [11]. Нерестовая кампания проводилась при температуре воды (14-16°C). Поскольку нерест проходил при низких температурах, гормональную стимуляцию производителей проводили дробными дозами (трехкратно) в соответствии с нормативами [11]. Процент оплодотворения подсчитывали через сутки после начала инкубации [10]. В нересте использованы средневозрастные наиболее продуктивные 7-10 годовалые самки сазана. Рабочую плодовитость определяли общепринятым методом [12].

Обсуждение результатов исследований. Воспроизводство амурского сазана девятого поколения из коллекционного стада белорусской популяции проводили трижды эколого-физиологическим методом на протяжении 2016 – 2019 гг. (табл.1).

Таблица 1. – Результаты нереста самок карпа разной породной принадлежности эколого-физиологическим методом

Происхождение	Отобрано, экз.	Отнерестилось, экз.	Доля, %
2016 г. Сазан, F₉	10	8	80,0±1,00
<i>Породы зарубежной селекции F₄:</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	<i>58,8±4,92</i>
<i>Линии белорусской селекции:</i>	<i>26</i>	<i>18</i>	<i>69,2±2,13</i>
2017 г. Сазан, F₉	8	6	75,0±1,87
<i>Породы зарубежной селекции F₄:</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>100,0±0,00</i>
<i>Линии белорусской селекции:</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>67,7±2,19</i>
2019 г. Сазан, F₉	3	3	100,0±0,00
<i>Породы зарубежной селекции F₄:</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>100,0±0,00</i>
<i>Линии белорусской селекции:</i>	<i>14</i>	<i>12</i>	<i>86,1±1,20</i>
\bar{x} Сазан, F₉	21	17	80,9±1,54
\bar{x} породы зарубежной селекции F₄:	28	21	75,0±1,87
\bar{x} линии белорусской селекции:	43	32	74,4±1,90

Доля отнерестившихся самок сазана девятого поколения в среднем составила 80,9 % с колебаниями от 75,0 до 100,0 %.

При формировании первой генерации коллекционного стада сазана десятого поколения доля отнерестившихся самок сазана была значительно выше, чем коллекционных групп карпа белорусской и зарубежной селекции, нерестившихся одновременно (69,2 и 58,8 %).

Во втором варианте (2017 г.) нереста сазана эколого-физиологическим методом доля отнерестившихся самок составила 75,0 %, что несколько выше, чем у коллекционных линий белорусской селекции (67,7 %), но ниже чем у пород зарубежной селекции (100,0 %). В третьем варианте доля отнерестившихся самок сазана и коллекционного карпа зарубежной селекции совпадала и составляла 100,0 %, а у коллекционных самок белорусской селекции величина этого показателя оказалась несколько ниже (80,9 %).

В среднем величина доли отнерестившихся эколого-физиологическим методом самок девятого поколения амурского сазана оказалась несколько выше, чем у коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции, нерест которых проходил одновременно в одинаковых условиях (80,9 % против 74,4 и 75,0 %). То есть существенных преимуществ сазана по сравнению с коллекционным карпом по результатам эколого-физиологического нереста не выявлено.

Для скрещивания с завезенными молоками амурского сазана (вариант скрещивания 1) и получения контрольной группы (сазан из белорусской популяции) использованы две самки, которые отдали икру с большим интервалом во времени (1-я через 4 часа после доставки молок, 2-я через 14 часов). Доля отнерестившихся самок составила 100,0 % (табл. 2), что выше, чем у карпа, нерестившегося одновременно с сазаном. Для искусственного воспроизводства во втором варианте опытных скрещиваний отобраны 4 самки сазана (вариант скрещивания 2), из которых отнерестились 3 экз. или 75,0 %, то есть несколько меньше, чем у карпа.

Таблица 2. – Результаты заводского нереста самок сазана в опытных скрещиваниях и карпа разного происхождения

Признаки	Сазан (самки)		Карп	
	I вариант	II вариант	белорусские линии	импортные породы F ₄
Количество отобранных самок, экз.	2	4	6	5
Количество отнерестившихся самок, экз.	2	3	5	4
Доля отнерестившихся самок, %	100	75	83,0	80,0

Самки сазана девятого поколения из коллекционного генофонда белорусской популяции, использованные для заводского метода получения потомства, отличались массой тела значительно ниже, чем у карпа. Соответственно масса икры, полученной от одной самки, в среднем была также ниже, чем у карпа и составила 390 г (вариант I) и 252 г (вариант II) (табл. 3). В первом варианте получения опытных помесей сазана средняя масса и диаметр икринки сазана оказался ниже, чем карпа, а во втором выше. По величине рабочей и относительной рабочей плодовитости самки сазана, использованные в первом варианте получения опытного потомства, характеризовались повышенными показателями по сравнению с самками, использованными во втором варианте. Рабочая плодовитость самок сазана, использованных в первом варианте, незначительно уступала карпу, а величина относительной рабочей плодовитости оказалась значительно выше, чем у карпа. Аналогичные показатели самок сазана из второго варианта значительно уступали карпу.

Таблица 3. – Плодовитость самок сазана и карпа разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Масса самки, кг	Масса икры, г	Икринка		Плодовитость	
			масса, мг	диаметр, мм	рабочая, тыс.экз.	относительная рабочая, тыс.экз./кг
Вариант I - Сазан F₈	3,1	390	1,22	1,16	317,1	102,3
Импортные породы F ₄ :	4,6	429	1,29	1,18	332,6	72,3
Линии белорусской селекции F ₉ :	6,4	620	1,28	1,20	484,4	75,7
Вариант II - Сазан, F₈	2,9	252	1,40	1,27	172,8	58,8
Импортные породы F ₄ :	4,9	381,6	1,19	1,24	320,7	65,4
Линии белорусской селекции F ₉ :	6,3	591,6	1,04	1,15	568,8	90,3

По величине рабочей и относительной рабочей плодовитости самки сазана, использованные в первом варианте получения опытного потомства, характеризовались повышенными показателями по сравнению с самками, использованными во втором варианте. Рабочая плодовитость самок сазана, использованных в первом варианте, незначительно уступала карпу, а величина относительной рабочей плодовитости оказалась значительно выше, чем у карпа. Аналогичные показатели самок сазана из второго варианта значительно уступали карпу.

Впервые в республике воспроизводство сазана в заводских условиях проводили при получении четвертого поколения от производителей третьего поколения, выращенных в условиях Беларуси [13]. Средняя рабочая

плодовитость самок сазана третьего поколения составила 163,7 тыс. экз. икринок. То есть значительно ниже, чем в первом варианте заводского воспроизводства девятого поколения амурского сазана. Во втором варианте, не наблюдается значительных различий между поколениями по уровню рабочей плодовитости при заводском методе воспроизводства коллекционного амурского сазана (рис.2).



Рисунок 2. – Сравнительная характеристика рабочей плодовитости самок сазана четвертого и девятого поколений

В процессе инкубации исследовали выживаемость икры примерно через сутки после оплодотворения (стадия дробления) и через двое суток (стадия органогенеза). Во всех опытных вариантах определяли долю живой икры на стадиях дробления и органогенеза (табл. 4).

Таблица 4. – Выживаемость икры в процессе инкубации

Происхождение	Доля живой икры, % (стадия развития)		
	оплодотворение (дробление, 1 сутки инкубации), I	органогенез (2 суток инкубации), II	отклонение I - II
1	2	3	4
Вариант I. Сазан: скрещивания с молоками из России, 1	68±4,66	62±4,85	6±2,37
2	75±4,33	69±4,62	6±2,37
Контроль (белорусская популяция) 3	73±4,40	68±4,66	5±2,18
\bar{x}	72±2,59	66±2,73	6±1,37
Линии карпа белорусской селекции	69±4,62	55±4,97	14±3,47
Коллекционные породы зарубежной селекции	63±4,83	54±4,98	8±2,72
Вариант I Сазан: скрещивания с молоками из России, 1	85±3,57	72±4,49	13±3,36
2	85±3,57	72±4,49	13±3,36

	1	2	3	4
3		90±3,00	84±3,67	6±2,37
4		80±7,00	73±4,44	7±2,55
Контроль (белорусская популяция) 5		87±3,36	60±4,90	27±19,71
\bar{x}		85±1,60	72±2,01	13±1,50
Линии карпа белорусской селекции		70±4,58	61±4,74	9±2,86
Коллекционные породы зарубежной селекции		68±4,66	57±4,95	11±3,13

В течение инкубации наблюдается отход развивающейся икры. Процент оплодотворения икры в двух опытных скрещиваниях первого варианта получения опытного потомства амурского сазана из белорусской популяции с завезенными молоками достаточно высокий 68,0 и 75,0 %, что свидетельствует об очень хорошем качестве криоконсервированных завезенных молок, которые сохранили активность в течение 2,5 суток. Выживаемость икры опытных групп сазана не значительно отличается от сазана из белорусской популяции (контроль).

Во втором варианте инкубации икры сазана, у помесей, полученных от четырех опытных скрещиваний с завезенными молоками (пятый вариант оплодотворения (контроль) - самцами из белорусской популяции девятого поколения), повышенной выживаемостью икры характеризовалось опытное скрещивание 3, у которого отмечена повышенная выживаемость на двух стадиях развития и снижен отход в процессе инкубации. Пониженным отходом икры в процессе эмбриогенеза также отличалась икра от скрещивания 4. Существенных отклонений величин выживаемости икры сазана, полученной от опытных скрещиваний и сазана из белорусской популяции, не установлено.

Средний уровень выживаемости икры сазана выше, чем у карпа разного происхождения, причем установленные различия во втором варианте значительно выше, чем в первом (рис. 3).

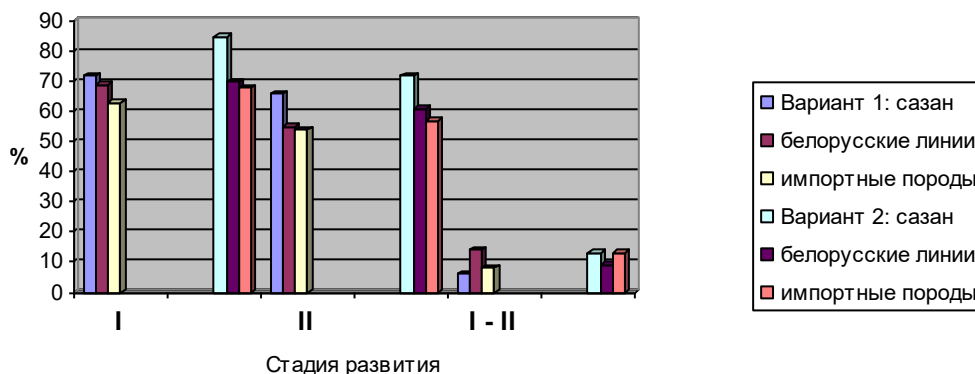


Рисунок 3. – Сравнительная характеристика среднего уровня выживаемости икры сазана

В целом выживаемость икры опытных и контрольных групп сазана в процессе инкубации во втором варианте несколько выше, чем в первом на двух изученных стадиях развития.

Доля оплодотворенных икринок при формировании четвертого поколения коллекционного генофонда амурского сазана составила 81,4 %, что несколько выше, чем в первом варианте, но ниже чем во втором варианте опытных скрещиваний при получении десятого поколения коллекционного сазана. Однако значительных отклонений между четвертым и десятым поколениями не установлено (рис.4).

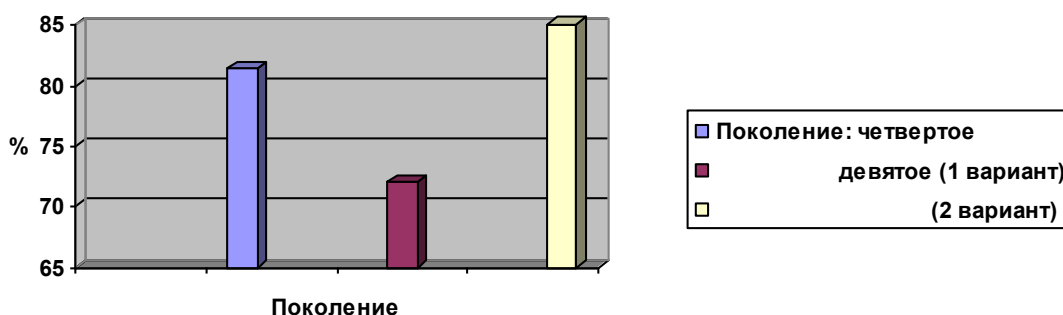


Рисунок 4. – Сравнительная характеристика доли оплодотворенных икринок сазана четвертого и девятого поколений

Выводы

Средняя величина доли отнерестившихся эколого-физиологическим методом самок амурского сазана оказалась несколько выше, чем у коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции (80,9 % против 74,4 и 75,0 %), нерест которых проходил одновременно, в одинаковых условиях.

Помеси сазана, полученные от скрещивания самок сазана из девятого поколения сформированных в Беларуси, с завезенным из России генетическим материалом (молоки) получены в двух вариантах заводским методом (в аппаратах Вейса). Доля отнерестившихся самок в первом варианте составила 100,0 %, что выше, чем у карпа, нерестившегося одновременно с сазаном. Во втором варианте опытных скрещиваний отнерестились и 75,0 %, то есть несколько меньше, чем у карпа.

Рабочая плодовитость самок сазана, использованных в первом варианте, незначительно уступала карпу, а величина относительной рабочей плодовитости оказалась значительно выше, чем у карпа. Аналогичные показатели самок сазана из второго варианта значительно уступали карпу.

Установлены значительные отклонения величины рабочей плодовитости самок амурского сазана девятого поколения в первом и втором вариантах

заводского нереста. При сравнении плодовитости самок девятого и третьего поколений установлены значительные отклонения в первом варианте, а во втором варианте, не наблюдается существенных различий по данному показателю между поколениями.

В двух опытных скрещиваниях первого варианта получения девятого поколения процент оплодотворения икры при получении опытного потомства амурского сазана из белорусской популяции с завезенными молоками достаточно высокий 68,0 и 75,0 %. Выживаемость икры опытных групп сазана не значительно отличается от сазана из белорусской популяции (контроль).

Во втором варианте инкубации икры сазана, у помесей, полученных от четырех опытных скрещиваний с завезенными молоками, повышенной выживаемостью икры характеризовались опытные скрещивания 3, у которого отмечена повышенная выживаемость на изученных стадиях развития и снижен отход икры в процессе инкубации. Пониженным отходом икры в процессе эмбриогенеза также отличалась икра от скрещивания 4. Существенных отклонений величин выживаемости икры сазана, полученной от опытных скрещиваний и сазана из белорусской популяции, не установлено.

Средний уровень выживаемости икры сазана выше, чем у карпа разного происхождения, причем установленные различия во втором варианте значительно выше, чем в первом.

Однако значительных отклонений между четвертым и десятым поколениями по выживаемости икры в процессе инкубации в условиях заводского нереста не установлено.

Список использованных источников

1. Кирпичников, В. С. Генетика и селекция рыб / В. С. Кирпичников ; отв. ред. В. А. Струнников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. – 519 с.

2. Кирпичников, В. С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном и селекция гибридов : докл. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук по совокупности опублик. работ / В. С. Кирпичников ; Зоол. ин-т АН СССР. – Л. : [б. и.], 1967. – 72 с.

3. Андрияшева-Никитина, М. А. Гетерозис и особенности его проявления у гибридов прудовых рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / М. А. Андрияшева-Никитина ; Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва. – Л., 1973. – 29 с.

4. Беляев, Д. К. Генетика и проблемы селекции животных / Д. К. Беляев // Генетика. – 1966. – № 10. – С. 36–38.

5. Состояние и перспективы развития племенной работы с карпом и сазаном в прудовых хозяйствах Белоруссии / Е. В. Таразевич [и др.]. – Минск, 1984. – (Информ. листок / БелНИИТИ ; № 313).
6. Результаты промышленного испытания гибридов изобелинского карпа с амурским сазаном ханкайской популяции / Е. В. Таразевич [и др.]. – Минск, 1980. – (Информ. листок / БелНИИТИ ; № 266).
7. Промышленное выращивание гибрида изобелинского карпа и амурского сазана / А. И. Чутаева [и др.] // Рыб. хоз-во. – 1981. – № 5. – С. 56–57.
8. Таразевич, Е. В. Промышленная гибридизация карпа с амурским сазаном – метод повышения рыбопродуктивности прудов / Е. В. Таразевич, А. И. Чутаева, Э. К. Скурат. – Минск, 1984. – 4 с. – (Информ. листок / БелНИИТИ ; № 15).
9. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей амурского сазана первого и пятого поколений / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск, 2007. – Вып. 23. – С. 281–287.
10. Сравнительная характеристика методов воспроизводства карпа / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 11–14.
10. Воспроизводительная способность карпов белорусской селекции, импортированных пород и различных кроссов / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 2001. – Вып. 17. – С. 65–73.
11. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; под общ. ред. В. В. Кончица. – Минск : Тонпик, 2006. – 332 с.
12. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
13. Создать чистые линии карпа белорусской селекции и разработать схему их промышленной гибридизации с наиболее продуктивными отечественными и импортируемыми породами : отчет о НИР / Ин-т рыб. хоз-ва ; рук. В. С. Башунов. – Минск, 1995. – С. 10–26. – № ГР 1993231.

УДК: 639.311:575.21:575.222.5:575.222.7

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ,
МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И ПОЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА БЕЛУГИ
(*HUSO HUSO L.*, 1758), ВЫРАЩИВАЕМОГО В ТЕПЛОВОДНОЙ
АКВАКУЛЬТУРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**А.М. СЛУКВИН*, Н.А. БАЛАШЕНКО*, С.Е. ДРОМАШКО*,
Н.В. БАРУЛИН**, А.Е. БАРМИНЦЕВА*****

**Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Академическая 27,
e-mail: A.Slukvin@igc.by*

***Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия, Республика Беларусь,
Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина 5,
e-mail: barulin@list.ru*

****Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и
океанографии (ВНИРО), Российская Федерация, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская 17,
e-mail:: bae69@mail.ru*

**STUDY RESULTS OF MOLECULAR-GENETIC, MORPHOMETRIC AND
SEXUAL CHARACTERISTICS OF THE BELUGA (*HUSO HUSO L.*, 1758)
REPLACEMENT BROODSTOCK CULTIVATED IN THE WARMWATER
AQUACULTURE OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**SLUKVIN A.M.*, BALASHENKO N.A. * DROMASHKO S.E. *,
BARULIN N.V.***, BARMINTSEVA A.E. *****

**Republic of Belarus, Institute of Genetics and Cytology of the National Academy
of Sciences of Belarus, Minsk,
e-mail: A.Slukvin@igc.by*

*** Republic of Belarus, Belarusian State Agricultural Academy, Horki,
e-mail: barulin@list.ru*

**** Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia, e-mail::
bae69@mail.ru*

Статья поступила 30.11.2020 г.

Резюме: Методы ДНК – идентификации подтвердили чистоту вида в ремонтно-маточном стаде белуги (*Huso huso* (Linnaeus, 1758)) отделения Белоозерское, ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». При анализе D-петли мтДНК установлена каспийская популяционная принадлежность белуги, выращиваемой в хозяйстве. Установлен более низкий уровень генетического разнообразия в стаде белуги белорусского хозяйства, по сравнению с белугой из осетровых хозяйств РФ. Анализ морфометрических показателей и УЗИ сканирования показал, что условия содержания маточного поголовья белуги в рыбхозе «Селец» должны быть улучшены. Установлено, что стадо белуги, выращиваемое в хозяйстве, представлено в основном самками.

Ключевые слова: аквакультура, белуга, молекулярная генетика, межвидовые гибриды, генетический полиморфизм, морфометрические показатели, самки и самцы белуги, стадии зрелости гонад.

Abstract: DNA identification techniques confirmed the species purity in the Beluga (*Huso huso* (Linnaeus, 1758)) replacement broodstock of Beloozerskoye Branch, OJSC “Experimental Fish Farm “Selets”. mtDNA D-loop analysis established the Caspian population belonging of the Beluga raised on the fish farm. A lower level of genetic diversity was established in the Beluga stock of the Belarusian farm as compared to the Beluga from the sturgeon farms of the Russian Federation. Analysis of morphometric parameters and an ultrasound scan showed that housing conditions of the Beluga breeding stock on the fish farm “Selets” should be improved. It was established that 69.5% of the Beluga stock raised on the farm is represented by females.

Keywords: aquaculture, beluga, molecular genetics, interspecific hybrids, genetic polymorphism, morphometric parameters, females and males of beluga, stages of gonad maturity.

Введение. Белуга (*Huso huso* (Linnaeus, 1758)), а также ряд других видов осетровых (Acipenseridae) внесены в Красный список МСОП как виды, находящиеся под угрозой исчезновения. Они также включены в Приложение II СИТЕС из-за катастрофического сокращения естественной численности популяций [1,2]. Белуга внесена в Красные книги России, Украины и др. стран.

Считается, что сокращение численности дикой белуги связано с незаконным промыслом, нарушением естественной среды обитания и строительством гидротехнических сооружений на нерестовых путях миграции. Последний раз белуга регистрировалась на территории Беларуси в 1907 году в реке Сож (Гомельская область) до строительства каскада Днепровских ГЭС. В 2008 году в целях расширения ассортимента осетровой рыбной продукции и в коммерческих целях в Республику Беларусь из Ростовской области Российской Федерации был импортирован малек белуги средней массой 5 граммов. Рыба выращивалась короткое время в условиях УЗВ на фирме ТМ (г. Минск), а затем была приобретена рыбхозом «Селец» (Брестская область). В хозяйстве часть молоди белуги была размещена на выращивание на тепловодном участке Белоозерское. К 2019 году в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» было сформировано единственное в стране ремонтно-маточное стадо осетра белуги (одиннадцатилетнего возраста) в количестве 877 экз., из них (256 экз.

выращивалось в тепловодной аквакультуре), чья видовая чистота, генетическое разнообразие, морфометрические показатели, половой состав и популяционная принадлежность оставались неизвестными.

Материалы и методы. Объект исследования: ремонтно-маточное стадо белуги 256 экз. (одиннадцати - 2019 г. и двенадцатипятигодовалых - 2020 г.), выращиваемое в бетонных бассейнах в тепловодной аквакультуре. Генетические исследования проведены у 122 экз. белуги. ДНК экстрагировали фенол-хлороформным методом из фрагментов грудных плавников. Фиксацию образцов проводили с использованием 96% этанола (соотношение ткань/этанол, 1:5 по объему). При сборе образцов тканей для генетических исследований проводили индивидуальное чипирование особей с помощью ленточных и электронных меток фирмы Hallprint (Австралия).

Для генетической оценки ремонтно-маточного стада белуги использовалось несколько молекулярно-генетических методов:

1) метод, основанный на известной видоспецифической панели STR-локусов (An20, AoxD161, AoxD165, AfuG41, Aox23, Spl106) с целью проверки чистоты вида и анализа сходства с другими видами осетровых [3-5]. Анализ STR-маркеров проводили с праймерами, представленными в табл. 1.

Таблица 1. – Характеристика 6-ти исследованных микросателлитных локусов у белуги *Huso huso* (n=122)

Температура отжига (°C)	STR локус	Флуоресцентная метка	Последовательность, 5' > 3'	Повтор рисунка	Размеры аллелей, п.о.
56	An20	Hexachlorofluorescein (HEX)	F:AATAACAATCATTACATGAGGCT R:TGGTCAGTTGTTTTTTTATTGAT	(ATCT) _n (TG) _m	145, 149, 161
56	AoxD161	Fluorescein amidite (FAM)	F:GTTTGAAATGATGAGAAAATGC R:TGAGACAGACACTCTAGTTAAACAGC	(CTAT) _n	98, 102
56	AoxD165	Carboxytetramethyl-rhodamine (TAMRA)	F:TTTGACAGCTCCTAAGTGATACC R:AAAGCCCTACAACAATGTAC	(CTAT) _n CTAC (CTAT) _m	178
56	AfuG41	Fluorescein amidite (FAM)	F:TGACTCACAGTAGTATTATTTATG R:TGATGTTTGCTGAGGCTTTTC	(GATA) _n TA (GATA) _m	229, 237, 261, 269
52	Aox23	Carboxytetramethyl-rhodamine (TAMRA)	F:TTGTCCAATAGTTTCCAACGC R:TGTGCTCCTGCTTTTACTGTC	(ATT) _n (ACT) _m (AAT) _p	123, 126,129, 135, 141
56	Spl106	Fluorescein amidite (FAM)	F:CACGTGGATGCGAGAAATAC R:GGGGAGAAAAGTGGGGTAAA	(TAGA) _n ((T/G)AA A) _m	219, 235 243

2) метод проверки чистоты вида (анализ межвидового гибридного присутствия в маточном стаде), основанный на использовании 3-х методик:

а) методика анализа 4 микросателлитных (STR) – маркеров (An20, AoxD161, AoxD165, AfuG41);

б) методика изучения полиморфизма специфичного для белуги единичного нуклеотида (SNP) во 2-м интроне ядерного рибосомного белка S6 (RP2S6) с использованием праймеров RP2S6_huso_F и RP2S6_groupA_R, предложенных в работе Boscarì et al., 2017 [6];

в) методика изучения двух видоспецифичных позиций SNP для белуги и стерляди, используемых в качестве сайтов специфического связывания для диагностических праймеров. Мультиплексная смесь положительных праймеров HH/AR содержала праймеры 153_uni, 247_uni, 153_HHr, 247_ARr. Смесь отрицательных праймеров HH/AR содержала праймеры 153_uni, 247_uni, 153_HHn, 247_ARn [7].

3) метод секвенирования контрольной области 367 п.о. D-петли мтДНК для определения популяционной принадлежности белуги. Амплификацию области 367 п.о. D-петли мтДНК проводили с помощью праймеров LproF и DL651 [8].

Фрагментный анализ выполнен с использованием AppliedBiosystems 3500 GeneticAnalyzer. Длину аллелей определяли с помощью программы GeneMarker 5. Конкретные статистические параметры оценивали с помощью специализированного пакета программ GenAIEx v.6.5. (таблицы 3, 4). Все полученные последовательности нуклеотидов ДНК белуги рыбхоза «Селец» сравнивались с уже известными последовательностями для этого вида, представленными в базах данных ВНИРО (г. Москва) и в GenBank NCBI. Выравнивание и сравнение последовательностей выполнено с использованием программы MEGA X.

Морфометрические измерения у белуги (n=47) выполнены в 2020 г. при весенней бонитировке по 5 параметрам: масса тела (W, кг), длина тела L (см), длина тела l (см), охват тела (O, см), рост (H, см) [9]. Коэффициент упитанности определяли по Фультону.

Исследования по полу и стадиям развития гонад подвергнуты все чипированные особи белуги (n=256). Каждую особь исследовали по полу и с использованием УЗИ сканера польского производства Draminski iScan. Технические данные сканера: режим проецирования изображения - В, частота и тип датчика - электронный линейный 7,5 МГц (от 4 до 9 МГц), диапазон сканирования от 0 до 15 см. Неинвазивное УЗИ экспресс-исследование пола и стадий созревания гонад у белуги проводилось во фронтальной и поперечной плоскостях [10].

Результаты и обсуждение. Тестирование ремонтно-маточного стада белуги в рыбхозе «Селец» на чистоту вида и на наличие межвидовых гибридов.

Видоспецифичные аллельные варианты STR маркеров ДНК для видов осетровых, использованные в ходе проведенного исследования, представлены в табл.2.

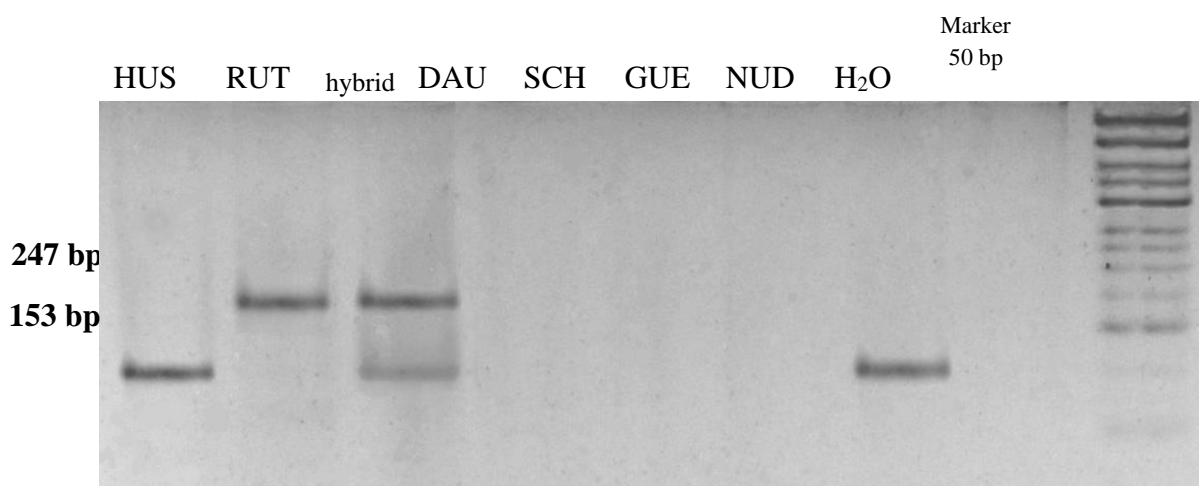
Таблица 2. – Четыре вида аллелей микросателлитных локусов осетровых видов рыб [3]

Название вида, (идентификационный код)	Размеры аллелей, п.о.			
	An20	AoxD161	AoxD165	AfuG41
Аллельные варианты	145, 149, 161	98, 102	178	229, 237, 261, 269
<i>Белуга (Huso huso)</i> (HUS)	145-153, 161-165, 173-177	98-106	174, 178, 182	225-277
<i>Калуга (Huso dauricus)</i> (DAU)	149, 165-169	118-126, 134-142	174, 186, 190, 194, 198, 202, 206, 210, 216	-
<i>Амурский осетр (Acipenser schrenckii)</i> (SCH)	137, 149-153, 161, 169-173	106-142	164, 172, 176, 180, 184, 188, 192, 196, 200, 204	185-213
<i>Русский осетр (Acipenser gueldenstaedtii)</i> (GUE)	137, 145-181	102-138	174-178, 182-198, 202	173, 193-249
<i>Тихоокеанский или зеленый осетр (Acipenser medirostris)</i> (MED)		114-126	182, 186-190, 198, 210, 230-254	193-205, 213-217, 225
<i>Сибирский осетр или ленский осетр (Acipenser baerii)</i> (BAE)	145-173, 185	102-134, 146	176-180, 184, 188, 192, 196, 200, 204, 208	197, 205-249
<i>Севрюга (Acipenser stellatus)</i> (STE)	129-145, 161, 169, 177-181	114-142	148, 152, 168-204, 208	193-233
<i>Стерлядь (Acipenser ruthenus)</i> (RUT)	149-181	102-138	164-168, 172, 176, 180-188, 192, 196	197-253
<i>Шип (Acipenser nudiiventris)</i> (NUD)	149-153, 161-165	114-142	168, 180, 184, 196, 200, 204, 212	201, 213, 229-253
<i>Персидский, или иранский, или южнокаспийский, или куринский осетр (Acipenser persicus)</i> (PER)	161-181	102-142	156, 174-190, 194, 198, 202	173, 193-221, 229-241

При проведении молекулярно – генетических исследований отобранных биопроб (n=122) в ремонтно-маточном стаде белуги не выявили аллельных вариантов, не соответствующих виду – белуга (*Huso huso* L.). Сочетание встречаемости с высокой частотой специфичных для белуги аллельных вариантов (145 п.о. An20, 98 п.о. AoxD161, 178 п.о. AoxD165, 269 п.о. AfuG41) и отсутствия аллельных вариантов, специфичных для других видов осетровых, подтвердил видовую чистоту изученных особей белуги, выращиваемых в рыбхозе «Селец».

Известно, что гибриды белуги со стерлядью – бестер (*Huso huso* ♀ x *Acipenser ruthenus* ♂) являются высокопродуктивными межвидовыми гибридами в осетроводстве. Поэтому ремонтно-маточное стадо белуги в рыбхозе «Селец» в первую очередь было исследовано на наличие бестера в стаде [7] (рис. 1).

Смесь положительных праймеров



Смесь отрицательных праймеров

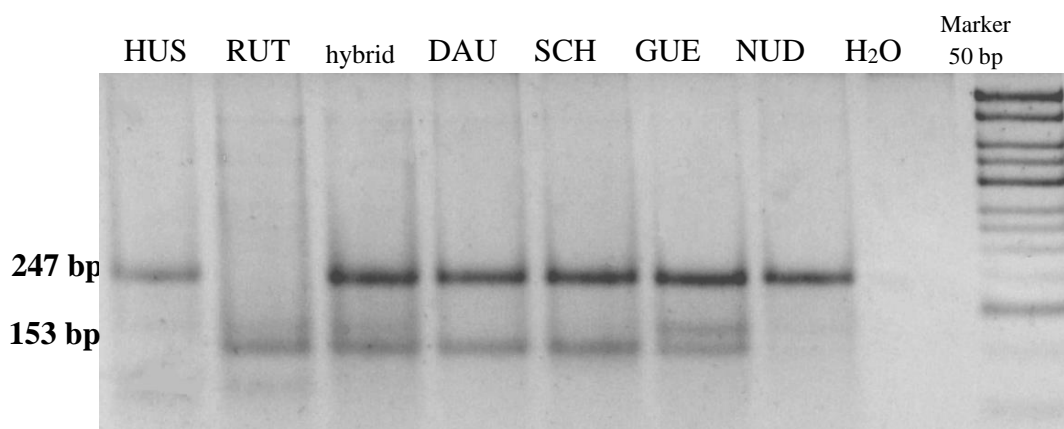


Рисунок 1. – Электрофореграмма образцов продуктов ПЦР осетровых видов рыб с положительными и отрицательными смесями праймеров. Аббревиатура: HUS – *Huso huso*; RUT – *Acipenser ruthenus*; hybrid – *Huso huso* x *Acipenser ruthenus*; DAU – *Huso dauricus*; SCH – *Acipenser schrenckii*; GUE – *Acipenser gueldenstaedtii*; NUD – *Acipenser nudiventris*

Как свидетельствуют данные молекулярно-генетических исследований, представленные на рисунке 1, при использовании смеси положительных праймеров ДНК для исконных (чистых) видов осетровых, в образцах ДНК белуги они амплифицировались с образованием фрагмента длиной 153 п.о., а при использовании смеси отрицательных праймеров - с фрагментом длиной 247 п.о. У стерляди при использовании смеси положительных праймеров образцы ДНК амплифицировались с фрагментом длиной 247 п.о. и при использовании смеси отрицательных праймеров с фрагментом длиной 153 п.о.

В исследовании также были использованы ДНК межвидовых гибридов (*H. huso* x *A. ruthenus*), которые дали два продукта с использованием обеих смесей праймеров.

Получение двух продуктов ПЦР с использованием смеси отрицательных праймеров и отсутствием продуктов амплификации с использованием смеси положительных праймеров является видовым признаком для белуги и стерляди при сравнении с межвидовым гибридом бестером (*H. huso* x *A. ruthenus*) и с другими видами осетровых (например, с: калугой (*H. dauricus*, (DAU), амурским осетром (*A. schrenckii*, (SCH), русским осетром (*A. gueldenstaedtii*), (GUE) (рисунок 1).

Следует отметить, что данный метод не дал возможности корректного сравнения для двух видов: белуги (*H. huso*, HUS) и шипа (*A. nudiventris*, NUD).

Анализ мтДНК

Чтобы установить популяционную принадлежность ремонтно-маточного стада белуги в рыбхозе «Селец», была секвенирована область 367 п.о. митохондриальной D-петли с использованием праймеров LproF и DL651 [8]. Исследования были проведены у 36 экз. белуги.

Установленные в ходе секвенирования нуклеотидные последовательности соответствовали гаплотипу 3 для белуги по классификации внутренней базы данных ВНИРО (данные представлены к.б.н. А.Е. Барминцевой). Этот гаплотип соответствовал каспийской популяции белуги. Установлено, что полученные последовательности нуклеотидов также соответствовали последовательности (*Huso huso caspicus voucher* nC12 D-loop, partial sequence), представленной в GenBank AY846650.1 [11].

Изучение генетического разнообразия в маточном стаде белуги рыбхоза «Селец»

По результатам молекулярно-генетических исследований белуги (n=122) с использованием 6 STR маркеров были получены следующие аллельные варианты (табл.3).

Таблица 3. – Аллельные варианты, частоты и размеры аллелей для шести микросателлитных локусов ДНК белуги в рыбхозе «Селец»

Размеры аллелей, п.о.	Частота аллелей
An20	
145	0,4918
149	0,2664
161	0,2418
AoxD161	
98	0,74
102	0,26
AoxD165	
178	1
AfuG41	
229	0,0041
237	0,4754
261	0,2049
269	0,3156
Aox23	
123	0,2377
126	0,2787
129	0,0041
135	0,2746
141	0,2049
Spl106	
219	0,2541
235	0,4918
243	0,2541

Результаты, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что пять из шести микросателлитных локусов ДНК у изученных особей белуги оказались полиморфными. Следует отметить, что аллели 229 п.о. (AfuG41) и 129 п.о. (Aox23) были зарегистрированы только у одной самки.

Рассчитанные с использованием модели Харди-Вайнберга ожидаемые частоты генотипов в популяции белуги представлены в табл. 4.

Таблица 4. – Ожидаемые величины критерия Хи-квадрат (χ^2) по модели Харди-Вайнберга

Локус	DF	χ^2	Prob	Statistically significant
An20	3	35,184	0,000	P<0.001
AoxD161	1	15,423	0,000	P<0.001
AoxD165	Мономорфный			
AfuG41	6	36,666	0,000	P<0.001
Aox23	10	116,266	0,000	P<0.001
Spl106	3	30,534	0,000	P<0.001

Сокращения: DF, степень свободы = $[Na(Na-1)]/2$; Prob - вероятность случайного отклонения наблюдаемых чисел от ожидаемых значений; Statistically significant – степень достоверности

Представленные в табл. 4 результаты свидетельствуют о существенном различии между наблюдаемым и ожидаемым числом аллельной дисперсии. Учитывая тот факт, что основное разнообразие аллельных вариантов в анализируемой группе было ограничено 1-4, вероятно, что большинство особей белуги, являются потомками, полученными при нересте одной пары производителей, а, следовательно, обладают низкой степенью генетического полиморфизма. Дополнительно степень генетического разнообразия маточного стада белуги в рыбхозе «Селец» была оценена путем сравнения с популяциями domesticированной белуги, выращиваемой в осетровых хозяйствах РФ. Результаты статистической обработки полученных данных о генетической структуре популяции белуги в рыбхозе Селец и domesticированной белуги в осетровых хозяйствах РФ, представлены в табл. 5.

Таблица 5. – Результаты сравнительного анализа генетической структуры популяций белуги в рыбхозе «Селец» (РБ) и в ряде осетровых хозяйств РФ

Образец	Белуга в рыбхозе «Селец», Республика Беларусь				Domesticированная белуга в осетровых хозяйствах Российской Федерации			
	Аn20	АохD16 1	АохD16 5	АfuG41	Аn20	АохD161	АохD16 5	АfuG41
Na	3	2	1	4	12	5	8	14
Ne	2,693	1,631	1,000	2,720	4,036	2,008	2,664	9,640
I	1,045	0,575	0,000	1,065	1,950	1,005	1,303	2,433
Ho	0,746	0,525	0,000	0,795	0,577	0,327	0,442	0,788
He	0,629	0,387	0,000	0,632	0,752	0,502	0,625	0,896
uHe	0,631	0,389	0,000	0,635	0,760	0,507	0,760	0,905
F	-0,186	-0,356	-	-0,257	0,233	0,349	0,292	0,120

*Сокращения: Na = № разных аллелей; Ne = № эффективных аллелей = 1 / (Sum pi^2); I = информационный индекс Шеннона = -1 * Sum (pi * Ln (pi)); Ho = наблюдаемая гетерозиготность = No. of Hets / N; He = ожидаемая гетерозиготность = 1 - Sum pi^2; uHe = непредвзятый ожидаемый тип гетерозиготности = (2N / (2N-1)) * He; F {FCT} = мера дифференциации популяции, обусловленная генетической структурой, которая оценивается по данным генетического полиморфизма, как частный случай F- статистики Райта. (= (He - Ho) / He = 1 - (Ho / He).*

Сравнительный анализ популяций белуги в белорусском хозяйстве и российских осетровых хозяйствах по величинам ряда изученных генетических критериев (табл. 5) указывает на недостаточное генетическое разнообразие генофонда в ремонтно-маточном стаде белуги рыбхоза

“Селец”. Ряд выявленных аллельных вариантов (Na) у белуги в рыбхозе “Селец” к доместичированной белуге (/) выглядит следующим образом: An20 3/12, AoxD161 2/5, AoxD165 1/8, AfuG41 4/14. Установлено, что белуга в рыбхозе «Селец» имеет отрицательные величины по данным генетического полиморфизма в отличие от положительных величин аналогичного показателя для доместичированной популяции белуги, выращиваемой в осетровых хозяйствах в РФ. Полученные результаты свидетельствуют, что в популяции белуги рыбхоза “Селец” наблюдается смещение генетического баланса в сторону избытка гетерозигот и показывает на неравномерное распределение аллелей в популяции, что еще раз подтверждает тесное родство в маточном стаде. Проведение скрещивания изученных особей в будущем может приводить к снижению гетерозиготности, что увеличивает вероятность возникновения рецессивных генетических аномалий у их потомства.

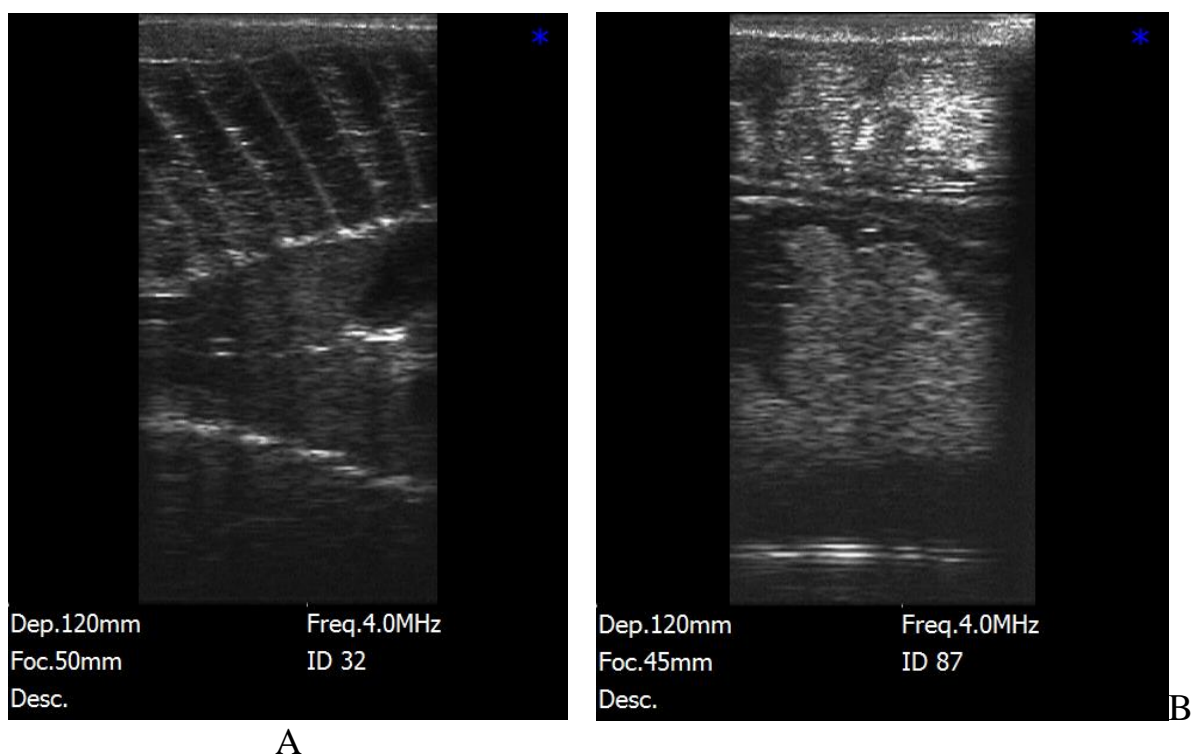
Морфометрический анализ

Морфометрический анализ белуги осетровой (n=47) из маточного стада рыбхоза “Селец” выявил их неудовлетворительное физиологическое состояние после зимовки и в период кормления. Сравнительно высокая вариабельность (Cv) массы тела (18,3%), коэффициента упитанности по Фультону (27,2%) и изученных внешних меристических признаков может быть следствием неблагоприятных условий кормления, поскольку генетические данные свидетельствуют о низкой аллельной вариабельности в ремонтно-маточном стаде белуги в рыбхозе «Селец».

УЗИ сканирование ремонтно-маточного стада по полу

С помощью ультразвукового сканирования в ремонтно-маточном стаде белуги в рыбхозе «Селец» (n=256) было установлено, что маточное поголовье белуги в рыбхозе представлено на 69,5% из самок (178 шт. ♀) и на 30,5% из самцов (78 шт. ♂). Ультразвуковое исследование у одиннадцати - и двенадцатигодовиков белуги проводилось на портативном ультразвуковом сканере соавтором статьи Барулиным Н.В. При проведении исследований определения пола и состояния гонад в маточном стаде белуги были установлены следующие стадии зрелости гонад: II, III и IV стадии у самцов; II, II полужирные, II жирные, II-III стадии у самок. Начиная со II-ой стадии зрелости, генеративная ткань хорошо просматривалась на продольных и поперечном срезах гонад (рис. 2).

На рис. 2 видно (А), что семенник гиперэхогенный, с четкими краями. Жировая часть недоразвита или слабо развита с медиальной стороны и практически не видна. Края гонады плавно изогнуты, при этом отчетливо была видна яркая гиперэхогенная оболочка семенников.



А

В

Рисунок 2. – Ультразвуковые изображения фронтальных срезов самца (А) и самки (В) белуги на II стадии зрелости

На III стадии зрелости эхогенность генеративной ткани значительно возрастала. На эхограммах семенники представляли собой однородную структуру светло-серого (в некоторых случаях белого) цвета с отчетливыми гиперэхогенными краями. В некоторых случаях были хорошо различимы две четкие гиперэхогенные линии, края гонад и слизистая оболочка брюшины. Семенники IV стадии выглядели как яркие, гиперэхогенные, мелкозернистые однородные структуры с четкими краями и четко очерченными оболочками. Гиперэхогенность семенников достигла максимума на IV стадии. Состояние зрелости и готовность самцов к нересту оценивали по яркости изображения семенников.

На эхограмме ткань яичника (стадия II) у самки (рис. 2, Б) представляла собой зернистую «облачную» структуру смешанной эхогенности с неровными границами. Жировая часть яичника была небольшой и визуализировалась в виде более темных участков в отличие от более светлой ткани яичника.

На II полужирной стадии зрелости единичные яйценосные пластинки проявлялись как участки с более высокой эхогенностью, чередующиеся с гипоехогенными (темными) жировыми участками. Таким образом, яйценосные пластинки «разрастались» от латеральной к медиальной части гонады. На II жировой стадии зрелости, в отличие от предыдущих стадий, соотношение видимой гипер- и гипоехогенных участков было другим. Ткань

яичника была окружена жиром, как с медиальной, так и с латеральной стороны (темные области). Между мышцами и гонадами хорошо различался темный анэхогенный жировой слой.

На II-III стадии зрелости яичник, видимый на эхограмме, имел умеренную эхогенность. Яйцеклеточные пластинки «проникали» в тело гонады и представляли собой вертикальную структуру («коралловидную» или «бахромчатую» по форме) более высокой эхогенности, распространяющуюся на темную гипоехогенную область (жировую ткань).

Заключение

1. Установлена чистота вида в ремонтно-маточном поголовье белуги (*Huso huso* L.) в рыбхозе “Селец” (Брестская область, Республика Беларусь).

2. Отсутствие межвидовых гибридов и видовая чистота в исследуемой группе белуги были подтверждены тремя молекулярно-генетическими методами. Гибридов в ремонтно-маточном стаде белуги, выращиваемом в хозяйстве, не обнаружено.

3. Последовательность 367 п.о. в области D-петли мтДНК была идентифицирована как гаплотип № 3, соответствующий каспийской популяции белуги (по классификации ВНИРО).

4. Результаты молекулярно-генетических исследований белуги в рыбхозе «Селец» свидетельствуют о близком родстве проанализированных особей. Сравнительный анализ генетического разнообразия белуги в рыбхозе «Селец» с генофондами одомашненных осетровых белуги ряда осетровых рыбоводных хозяйств РФ показал, что генофонд белуги в белорусском хозяйстве беднее, чем в хозяйствах РФ. Рекомендуются в дальнейшем приобретение биологического материала белуги из других осетровых хозяйств.

5. УЗИ сканирование белуги в рыбхозе “Селец” показало, что у самцов гонады находятся на II, III и IV, у самок на II, II полужировой, II жировой, II-III стадиях.

6. Коэффициенты вариации морфометрических параметров и результаты УЗИ сканирования свидетельствуют о необходимости улучшения условий кормления и содержания маточного поголовья белуги в рыбхозе “Селец”.

7. Маточное поголовье белуги в рыбхозе “Селец” представлено в основном самками, превышающими в 2,3 раза по численности самцов.

8. Ряд чипированных самцов белуги, по результатам УЗИ сканирования, могут быть рекомендованы для гибридизации со стерлядью и сибирским осетром.

Список использованных источников

- 1 Raymakers C. CITES, the Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora: its role in the conservation of Acipenseriformes // J. Appl. Ichthyol. – 2006. – Vol. N 22(1). P. 53–65.
- 2 Birstein V.J., Bemis W.E., Waldman J. The threatened status of Acipenseriform species: a summary in Sturgeon Biodiversity and Conservation. // Dordrecht: Kluwer Academic Publishers – 1997. P. 427–435.
- 3 Барминцева А.Е., Н.С. Мюге. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (*Acipenseridae*) и выявления особей гибридного происхождения // Генетика животных – 2013. – Т. 49. №9. – С. 1093–1105.
- 4 King, T.L., B.A. Lubinski, A.P. Spidle. Microsatellite DNA variation in Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) and cross-species amplification in Acipenseridae // Journal of Conservation Genetics – 2001. – Vol. 2. P. 103–119.
- 5 Fopp-Bayat, D., Kuciński M., Liszewski T., Teodorowicz T., Łaczyńska B., Lebeda I. Genetic protocol of Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus* (L.) fry for restocking the Vistula river, Poland // Journal of Survey in Fisheries Sciences – 2015. – Vol. 2 (1). P. 1–10.
- 6 Boscari, E. Species and hybrid identification of sturgeon caviar: a new molecular approach to detect illegal trade. / E. Boscari [et al.] // Mol. Ecol. Resour. – 2013. – Vol. 14. – N 3. P. 489–498.
- 7 Havelka, M. Nuclear DNA markers for identification of Beluga and Sterlet sturgeons and their interspecific Bester hybrid / M. Havelka [et al.]. Scientific Reports – [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01768-3> (дата обращения: 13.01.2020).
- 8 Н.С. Мюге, А. Е. Барминцева, С. М. Расторгуев, В. Н. Мюге, В. А. Барминцев. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов // Генетика. – 2008. – Т. 44. №7. – С. 913–919.
- 9 Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (с акцентом на пресноводных рыбах). М.: Пищевая промышленность. 1966. – 376 с.
- 10 М.С. Чебанов и Е.В. Галич. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. – Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. №558. 2013. 370 с.
- 11 Doukakis, P., Birstein, V.J. and De Salle, R. Intraspecific structure within three caviar producing sturgeons (*Acipenser gueldenstaedtii*, *A. stellatus*, and *Huso huso*) based on mitochondrial DNA analysis // Journal of Applied Ichthyology – 2005. – Vol. 21. P. 457-460.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

УДК 639.311:631.8

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ КРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА (КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГИ) В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ

Г.П. ВОРОНОВА, О.М. ТАВРЫКИНА, С.И. РАКАЧ, Д.С. ПАВЛОВИЧ

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

ABOUT THE POSSIBILITY OF USING STARCH PRODUCTION WASTE (POTATO PULP) IN FISH PONDS

G. VORONOVA, O. TAVRYKINA, S. RAKACH, D.PAVLOVICH

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 22.06.2020 г.

Аннотация. Изучена возможность использования отходов крахмального производства для удобрения рыбоводных прудов. Показано, что по своему химическому составу, воздействию на кормовой зоопланктон для рыб картофельную мезгу можно использовать в качестве органического удобрения. Выявлены оптимальные разовые дозы внесения мезги в пруды.

Ключевые слова. картофельная мезга, химический состав, деструкция органического вещества, прирост ракообразных.

Annotation. The possibility of using starch production of the wastes fertilize fish ponds has been studied. It is shown that in terms of their chemical composition and the effect on fodder zooplankton for fish, potato pulp can be used as an organic fertilizer. The optimal single doses of pulp making application in ponds was determined.

Keywords. potato pulp, chemical composition, destruction of organic matter, growth of crustaceans.

Введение. В последнее время, в связи с ростом цен на минеральные удобрения прудовые хозяйства республики сократили, а в отдельных случаях

полностью исключили удобрение прудов, что привело к ухудшению условий выращивания как товарной рыбы, так и посадочного материала (низкая навеска, недостаточная упитанность и жизнестойкость и т.д.). Поэтому особую актуальность приобретает использование в рыбоводстве новых дешевых форм удобрений в виде вторичных сырьевых ресурсов перерабатывающей промышленности, которые содержат необходимые для функционирования экосистемы пруда органические вещества, соединения азота, фосфора, калия.

Исследованиями, проведенными на рыбоводных прудах Беларуси, показано, что применение отходов пивоваренного и спиртового производства (барды, дробины, остаточных пивных дрожжей), побочных продуктов мясокомбинатов (технического альбумина) приводило к увеличению естественной рыбопродуктивности прудов в условиях II и III рыбоводных зон на 50-90%, при сокращении расхода минеральных удобрений до 50%, способствовало снижению затрат комбикормов на единицу прироста рыбы до 13% [1-4]. При этом наиболее целесообразно было использовать отходы заводов, находящихся на расстоянии до 50 км от рыбоводных хозяйств [5].

Применение в рыбоводстве новых форм дешевых удобрений в виде вторичных сырьевых ресурсов актуально, так как позволяет увеличить продуктивность прудов за счет естественной пищи, снизить или вообще отказаться от дорогостоящих минеральных удобрений, уменьшить себестоимость выращиваемой рыбы, решить проблему утилизации отходов перерабатывающей промышленности, способствовать экологизации выращивания рыбы в республике.

Целью настоящей работы было выявить возможность использования картофельной мезги в качестве органического удобрения для рыбоводных прудов.

Материалы и методы исследования. Химический состав картофельной мезги, отобранной на Толочинском крахмальном заводе: массовую долю влаги, сырой золы, фосфора, азота, органического вещества, калия, кальция, магния, рН определяли по общепринятым методикам, применяемых в комбикормовой и пищевой промышленности [6-11]. Деструкция планктона при разных дозах внесения картофельной мезги от 0,025 до 0,40 г/л оценивалась скляночным методом по БПК₁ и БПК₅ при 20°C [12].

Влияние отходов на развитие кормовых ракообразных изучали в модельных опытах на планктонном рачке *Moina rectirostris* Leydig при концентрации мезги от 0,025 г/л до 0,400 г/л, температуре 20°C в течение 17 суток). Опыты проводили в 3-х литровых сосудах на отстоянной, аэрированной водопроводной воде, обогащенной зелеными водорослями из родов *Chlorella* и *Ankistrodesmus* в концентрации 9,2 тыс. кл./мл. Первоначальная концентрация

рачков в опыте составляла 20 экз./л. Мезгу вносили в среду модельных опытов раз в 5 суток. Каждые 5 суток определяли содержание растворенного в воде кислорода и рН среды [13].

Результаты исследований и их обсуждение. Картофельная мезга представляет собой остаток растертого картофеля после извлечения из него крахмала. Она обладает высокой влажностью – до 90% и более, содержит сырой протеин, жир, клетчатку, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), сахара и крахмал, микро- и макроэлементы, фосфор, кальций, калий, магний, обладает значительным аминокислотным составом [14,15]. Химический состав картофеля и отходов производства достаточно широко освещен в справочной литературе с точки зрения использования его для скота [16]. При этом данные химического состава, представленные в литературе, значительно варьируют.

При использовании картофельной мезги в качестве органического удобрения для рыбоводных прудов необходимо в первую очередь знание биогенного состава картофельной мезги, содержания азота, фосфора, калия, органического вещества, микроэлементов, оказывающих стимулирующие действие на развитие гидробионтов.

Как показали исследования химического состава картофельной мезги, она обладает высокой влажностью – 93,6-97,6%, сухой вес не превышает 6,4%. Массовая доля органических веществ в сухой массе составляет 2,24-3,80%. Содержание биогенных элементов, таких как фосфор, азот, калий, находилось в пределах от 0,24% до 1,85% в пересчете на сухой вес (табл. 1). Кислотность мезги (рН) составила 3,9-4,9 ед.

По своему химическому составу картофельную мезгу можно использовать как органическое удобрение для рыбоводных прудов.

Таблица 1. – Химический состав картофельной мезги

Наименование показателя	Норма мезги картофельной для удобрения прудов, % к сухой массе
Массовая доля влаги	93,60-97,60
Массовая доля сухого вещества	2,40-6,40
Массовая доля золы	2,40 -3,82
Массовая доля фосфора, P ₂ O ₅	0,24-0,76
Массовая доля общего азота	1,37-1,85
Массовая доля органического вещества	2,24-3,80
Массовая доля калия в водной вытяжке	0,46-0,63
Массовая доля кальция в водной вытяжке	0,15-0,20
Массовая доля магния в водной вытяжке	0,05-0,06
Кислотность, рН ед.	3,90-4,90
Посторонние примеси	Не допускаются

При использовании органических удобрений в прудах обязательным является поддержание на нормативном уровне растворенного в воде кислорода. В связи с чем необходимым условием является определение деструкционной активности планктона при разных дозах внесения картофельной мезги в водную среду в течение суток (БПК₁) и пяти суток (БПК₅). Как показали наши исследования, деструкция легкоокисляемого органического вещества в течение одних и пяти суток при использовании мезги в дозах, различающихся в 16 раз, была в пределах нормативных значений для карповых прудов в поликультуре [17] (табл. 2).

Таблица 2. – Деструкция легкоокисляемого органического вещества при использовании картофельной мезги

Вариант	Концентрация мезги, г/л	БПК ₁ , мгО ₂ /л	%	БПК ₅ , мгО ₂ /л	%
1	0,025	0,59	268	7,42	115
2	0,050	1,28	582	7,90	122
3	0,100	2,30	1045	8,56	132
4	0,150	2,06	936	8,72	135
5	0,200	1,97	895	8,80	136
6	0,300	1,77	804	9,13	141
7	0,400	1,97	895	9,62	149
8 (контроль)	–	0,22	100	6,47	100
Норма		1,0-6,0		4,0-15,0	
Допустимые значения не более		8,0		20,0	

Полученные данные по влиянию деструкции планктона на концентрацию в воде кислорода при внесении разных доз мезги были подтверждены опытами с планктонным рачком *Moina rectirostris*. В течение 17 суток при 4-х разовом внесении мезги в концентрациях от 0,025 до 0,400 г/л в опытную среду модельных опытов содержание в воде кислорода находилось в пределах 7,3-8,6 мгО₂/л. Внесение в водную среду картофельной мезги в концентрациях от 0,025 до 0,400 г/л и ее разложение при температуре 20°C не оказывало отрицательного воздействия на содержание растворенного в воде кислорода.

Применение удобрений в рыбоводных прудах в первую очередь направлено на стимулирование развития естественной кормовой базы. Доля естественной пищи в рационе двухлетков карпа должна составлять не менее 15-25% [18-20]. Снижение естественной пищи в рационе рыб ведет к уменьшению усвоения комбикормов, их перерасходу, отставанию в росте рыбы, снижению рыбопродуктивности.

Использование мезги в модельных опытах в концентрациях от 0,025 до 0,400 г/л на фоне создания в водной среде концентрации зеленых водорослей из расчета 9,2 тыс.кл./мл приводило к увеличению концентрации рачков по сравнению с контролем за период опыта в 1,9-5,9 раз. При этом суточный прирост рачков по сравнению с контролем увеличился в 2,5-9,8 раз. Максимальный прирост рачков наблюдался при внесении мезги в разовой дозе 0,3-0,4 г/л, что соответствует 3,0-4,0 т/га (табл. 3).

Таблица 3. – Прирост *Moina rectirostris* при использовании картофельной мезги в опыте, март 2019 (продолжительность опыта 17 суток)

Вариант	Концентрация мезги(с), г/л	Количество рачков в начале опыта		Количество рачков в конце опыта		Прирост рачков (Р)		
		N ₀ , экз/л	B ₀ , мг/л	N _t , экз	B _t , мг/л	За 17 суток, мг/л	За сутки, мг/л	%
1	0,025	20	0,60	78	2,34	1,74	0,10	250
2	0,050	20	0,60	83	2,40	1,89	0,11	275
3	0,100	20	0,60	90	2,70	2,10	0,12	300
4	0,200	20	0,60	125	3,75	3,15	0,18	450
5	0,300	20	0,60	187	5,61	5,01	0,29	725
6	0,400	20	0,60	244	7,32	6,72	0,39	975
7 (контроль)	–	20	0,60	41	1,23	0,63	0,04	100

Полученные в модельных опытах данные по приросту кормовых рачков при применении разных доз картофельной мезги были использованы для стимуляции развития естественной кормовой базы и увеличения естественной рыбопродуктивности экспериментальных прудов при выращивании двухлетков карпа в поликультуре с растительными рыбами.

Заключение

Проведенными исследованиями установлено, что по своему химическому составу мезгу картофельную можно использовать как органическое удобрение для рыбоводных прудов.

Выявлено, что внесение мезги в водную среду в пределах концентрации от 0,025 до 0,400 г/л не оказывает влияние на содержание кислорода в воде. Деструкция легкоокисляемого органического вещества (БПК₁ и БПК₅) находилось в пределах норматива для летних карповых прудов.

Показано положительное влияние мезги картофельной на прирост кормового рачка *Moina rectirostris*. Применение мезги в разовой дозе 0,3-0,4 г/л

раз в 5 суток приводило к увеличению прироста рачков по сравнению с контролем в 7-9 раз.

Сделан вывод о возможности использования картофельной мезги в качестве органического удобрения для стимуляции естественной кормовой базы в концентрации от 2,0 до 4,0 т/га.

Список использованных источников

1. Воронова, Г. П. Использование в рыбоводстве нетрадиционных видов удобрений / Г. П. Воронова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству. – Минск, 2011. – Вып. 27. – С. 42–49.

2. 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. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 152–160.

3. Использование нетрадиционных органических удобрений для повышения продуктивности выростных прудов / Г. П. Воронова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 160–168.

4. Закономерности формирования естественной кормовой базы прудов и продукции сеголетков при использовании отходов пищевой промышленности / Г. П. Воронова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству. – Минск, 2008. – Вып. 24. – С. 55–59.

5. Эффективность использования отходов пищевой промышленности в рыбоводстве / Г. П. Воронова [и др.] // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии : тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., 27–28 сент. 2007 г., Гродно / Гродн. гос. ун-т [и др.] ; редкол.: А. И. Свириденко [и др.]. – Гродно, 2007. – С. 98–100.

6. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения влаги : ГОСТ 13496.3-92. – Введ. 01.01.93. – М. : Стандартиформ, 2011. – 6 с.

7. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 134496.4-93. – Введ. 01.01.95. – М. : Стандартиформ, 2011. – 18 с.

8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания сырой золы : ГОСТ 26226-95. – Введ. 01.01.97. – Минск : Белстандарт, 1997. – 7 с.

9. Комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения общей кислотности : ГОСТ 13496.12-98. – Введ. 01.07.00. – М. : Стандартиформ, 2011. – 6 с.
10. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания фосфора : ГОСТ 26657-97. – Введ. 01.01.99. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.
11. Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия, цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии : ГОСТ 32343-2013. – Введ. 01.07.15. – М. : Стандартиформ, 2014. – 20 с.
12. Винберг, Г. Г. Первичная продукция водоемов / Г. Г. Винберг ; Ин-т биологии Акад. наук БССР. – Минск : Изд-во Акад. наук БССР, 1960. – 328 с.
13. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин [и др.]. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – 269 с.
14. Технология переработки картофеля при производстве сухого концентрата и крахмала / З. В. Ловкис [и др.] // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2015. – № 3. – С. 14–22.
15. Изучение химического состава и показателей безопасности отходов картофельного производства [Электронный ресурс] / Л. С. Дышлюк [и др.] // Современ. проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13587>. – Дата доступа: 04.10.2020.
16. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование) : справочник / гл. ред. А. Е. Юрченко. – М. : Экономика, 1984. – 327 с.
17. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. – Введ. 01.08.09. – Минск : Госстандарт, 2009. – 10 с.
18. Шпет, Г. И. Соотношение вносимых кормов и естественной кормовой базы при высокоуплотненных посадках карпа / Г. И. Шпет, Н. Н. Харитонова // Рыбное хозяйство : респ. межведомств. темат. науч. сб. / Укр. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Киев, 1970. – Вып. 10. – С. 46–49.
19. Минц, А. Г. К вопросу о роли естественной пищи и искусственных кормов в образовании продукции карповых рыбоводных прудов / А. Г. Минц, К. С. Христенко // Материалы Всесоюзного совещания «Формирование и регулирование естественной кормовой базы искусственных водоемов» : тез. докл., 18–22 сент. 1973 г. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового и рыб. хоз-ва. – М., 1973. – С. 7–8.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ КРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

Г.П. ВОРОНОВА, О.М. ТАВРЫКИНА, С.И. РАКАЧ, Д.С. ПАВЛОВИЧ

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

APPLICATION OF THE STARCH WASTE TO INCREASE PRODUCTIVITY OF FISH PONDS

G. VORONOVA, O. TAVRYKINA, S. RAKACH, D. PAVLOVICH

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 22.06.2020 г.

Резюме. Разработаны разовые нормы внесения картофельной мезги в пруды для увеличения их продуктивности. Показано, что одноразовое внесение мезги из расчета 2-4 т/га приводит к увеличению общей и естественной рыбопродуктивности при снижении затрат кормов и минеральных удобрений.

Ключевые слова: пруды, картофельная мезга, рыбопродуктивность.

Abstract. One-time rates for the use of potato pulp were determined for ponds to increase their productivity. It was shown that a single application of pulp at the rate of 2-4 t/ha led to increase total and natural fish productivity while reducing the cost of fish feed and mineral fertilizers.

Key words: ponds, potato pulp, fish productivity.

Введение. В решении проблемы ресурсосбережения в рыбоводстве особое место занимает использование дешевых форм удобрений в виде отходов перерабатывающей промышленности, которые содержат необходимые для развития кормовой базы прудов и повышения рыбопродуктивности органические и минеральные компоненты.

В Республике Беларусь ежегодно при производстве крахмала образуется 60-70 тысяч тонн мезги, смешанной с картофельным соком, которая полностью не используется в народном хозяйстве страны.

Цель работы – отработать нормы внесения мезги в пруды и изучить ее влияние на рыбопродуктивность.

Материалы и методы исследований. Отработку норм применения картофельной мезги проводили на 6 экспериментальных прудах с независимым водоснабжением, используемых под товарное выращивание поликультуры рыб. Отрабатывались нормы внесения мезги от 2,0 до 4,0 т/га, которую вносили однократно, в литоральную зону прудов в начале вегетационного сезона. Минеральные удобрения в виде аммиачной селитры вносили в пруды по биологической потребности [1]. Пруды зарыбляли годовиками и двухгодовиками поликультуры рыб (каarp, пестрый толстолобик, белый амур) из расчета 3486 экз./га. Кормление рыбы осуществляли комбикормом К-111 со второй декады мая. Вегетационный период при выращивании товарной рыбы составлял 180 суток.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе проведения опыта по использованию мезги в рыбоводных прудах было установлено, что все гидрохимические показатели в экспериментальных прудах за исследуемый вегетационный период не превышали нормативных значений для летних карповых прудов [2] (табл.1).

Таблица 1. – Гидрохимический режим экспериментальных прудов в рыбхозе «Вилейка» при применении картофельной мезги, 2019 (среднесезонные показатели)

№ п.п	Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант
		2,0 т/га	4,0 т/га	контроль
1	Кислород растворенный, мгО ₂ /л	10,5	10,6	11,2
2	Насыщение кислородом, %	115,2	117,7	123,3
3	Водородный показатель, рН	7,20	7,22	7,35
4	Свободная углекислота, мг/л	2,23	0,86	2,85
5	Гидрокарбонаты, мг/л	1,44	1,38	1,47
6	Температура, °С	20,3	20,6	20,4
7	Прозрачность, м	0,50	0,48	0,51
8	Аммонийный азот, мгN/л	0,37	0,42	0,41
9	Нитраты, мгN/л	0,032	0,025	0,028
10	Нитриты, мгN/л	0,005	0,005	0,005
11	Фосфор минеральный, мгP/л	0,09	0,10	0,08
12	Окисляемость перманганатная ,мгО/л	16,6	16,4	17,3
13	Хлориды, мг/л	9,9	10,7	9,9
14	Общая жесткость, мг-экв/л	2,7	2,6	2,8
15	Кальций, мг/л	38,8	37,5	38,7
16	Магний, мг/л	9,1	9,2	9,5
17	Железо общее, мг/л	0,12	0,14	0,12

При внесении картофельной мезги в пруды отмечалось закономерное увеличение в воде фосфатов. По сравнению с контролем на 8,4-20% (от 0,083 до 0,090 - 0,100 мг P/л).

Концентрация в воде общего минерального азота (сумма нитратного, нитритного, аммонийного) в среднем за сезон во всех группах прудов была практически одинаковой (0,41-0,45 мг N/л). Содержание органического вещества в среднем за сезон находилось в пределах технологической нормы для карповых прудов [2]. Отмечено накопление легкоокисляемого органического вещества к концу вегетационного сезона до 26–29 мг O/л, что было вызвано интенсивным развитием водорослей в этот период. Прозрачность воды в первой декаде сентября по белому диску Секки не превышала 15-20 см.

Отмечено увеличение содержания хлоридов и общего железа в воде по мере увеличения внесенной мезги до 2 и 4 т/га, соответственно, на 8 и 17%.

Внесение в пруды минеральных и органических удобрений стимулирует образование первичной продукции и увеличивает биопотенциал экосистемы прудов в целом. Как показали исследования, совместное применение мезги и аммиачной селитры способствовало поддержанию валовой первичной продукции в течение летнего периода на уровне 2,37-5,60 г O₂/м²·сут⁻¹, в среднем составив 3,47-3,76 г O₂/м²·сут⁻¹, что характерно для средних по продуктивности водоемов [3].

Применение картофельной мезги на фоне незначительного использования аммиачной селитры (150 кг/га за сезон) способствовало поддержанию биомассы фитопланктона на оптимальном уровне для летних карповых прудов [4], в пределах 24,94-27,60 г/м³ (табл.2). Разовое применение мезги в дозе 4 т/га, способствовало увеличению биомассы и продукции водорослей по сравнению с контролем на 9 и 4 %, соответственно.

Таблица 2. – Количественные и функциональные показатели основных компонентов естественной кормовой базы экспериментальных нагульных прудов при внесении картофельной мезги (средние показатели за вегетационный период, 180 суток)

Вариант	Внесено мезги, т/га	Фитопланктон		Зоопланктон		Зообентос	
		Биомас-са г/м ³	Продук-ция г/м ³ .сут ⁻¹	Биомас-са г/м ³	Продук-ция г/м ³ .сут ⁻¹	Биомас-са г/м ²	Продук-ция г/м ² .сут ⁻¹
1	2,0	24,94	11,97	2,67	0,40	0,19	0,003
2	4,0	27,60	12,42	1,66	0,30	0,09	0,003
3 контр.	–	25,40	11,94	1,63	0,29	0,09	0,003

Основное участие в формировании биомассы фитопланктона принимали зеленые (49,7-52,3%) и синезеленые водоросли (32,1-33,5%).

Биомасса зоопланктона в прудах в среднем за сезон не превышала 1,63-2,67 мг/л. Применение в прудах мезги из расчета 2 т/га увеличивало концентрацию зоопланктона по сравнению с контрольными прудами на 63,8%. Биомассу зоопланктона в опытных прудах формировали коловратки (51,7-63,1%) и молодь копепод (29,4-44,8%), при этом доля коловраток возрастала по мере увеличения дозы внесения мезги по сравнению с контролем на 11-22 %, что свидетельствует о накоплении в прудах мелкодисперсных органических фракций. С другой стороны преобладание в зоопланктоне коловраток и молоди копепод при снижении клadoцер свидетельствует о значительном прессе рыб на зоопланктон, когда крупные формы зоопланктона выедались.

Наибольший прессинг со стороны рыбы испытывал макрозообентос, который на протяжении сезона практически полностью изымался карпом. В отдельных прудах во время вегетационного периода встречались личинки стрекоз, единично олигохеты и хирономиды. Несмотря на обеспеченность карпа комбикормом, высокие плотности посадки поликультуры рыб (3,5 тыс. экз./га) на фоне значительных температур воды в мае и июне (до 22-24 °С) привели к интенсивному изъятию основных компонентов кормовой базы прудов.

Расчет естественной рыбопродуктивности, исходя из продукции за сезон фито-, зоопланктона, зообентоса с учетом кормовых коэффициентов (для фитопланктона –50, зоопланктона – 7, бентоса–6) и процента потребления рыбой фитопланктона (40%), зоопланктона (70%), зообентоса (70%), [5] показал, что применение картофельной мезги совместно с ограниченным количеством минеральных удобрений (30% нормы) позволило увеличить естественную рыбопродуктивность по сравнению с контролем на 4-9% до 233,4-245,0 кг/га (табл. 3).

Таблица 3. – Естественная рыбопродуктивность опытных прудов при использовании картофельной мезги, 2019 (за вегетационный сезон 180 суток)

Вариант	1	2	3 (контроль)
Естественная рыбопродуктивность, кг/га	245,0	233,4	224,7

Анализ рыбоводных данных показал, что применение картофельной мезги для стимуляции развития естественной кормовой базы позволило увеличить рыбопродуктивность по сравнению с контрольной группой прудов на 11-42% (таблица 4). Наибольшая рыбопродуктивность до 11,77 ц/га была

отмечена в группе прудов, где применяли мезгу в разовой дозе 4,0 т/га. Во всех группах прудов выявлен высокий выход карпа (92-95%) и пестрого толстолобика (77-100%), и относительно низкий выход белого амура (24-41%).

Средняя масса товарных двухлетков карпа находилась в пределах 300-425г, и только в группе прудов 2 варианта, где применяли мезгу в количестве 4 т/га, конечная навеска превышала норматив на 15% [6]. В пределах норматива была навеска по двухлетку белого амура, в то время как по трехлетку пестрого толстолобика норматив превышался только в группе прудов первого варианта, где дополнительно применяли мезгу в разовой дозе 2 т/га.

При кормлении карпа комбикормом К-111 составляющим 92,2%, и зерном пшеницы на 7,8%, применение мезги из расчета 2,0-4,0 т/га с ограниченной дозой минеральных удобрений (30% нормы) позволило снизить затраты корма по сравнению с контролем на 9-30% (с 4,3 до 3,9-3,0 ед.) (табл. 4).

Исследованиями установлено, что наиболее эффективным способом увеличения рыбопродуктивности прудов при снижении затрат на корма и минеральные удобрения является использование картофельной мезги в качестве органического удобрения рыбоводных прудов в разовой дозе 4,0 т/га.

Таблица 4. – Рыбопродуктивность экспериментальных нагульных прудов рыбхоза «Вилейка» при использовании картофельной мезги

Вариант	Внесено мезги, т/га	Вид рыбы	Плотность посадки, экз/га	Сред. масса рыбы, г	Рыбопродукция ц/га	Сред. масса рыбы, г	Рыбопродуктивность, ц/га	Затраты корма ед.
1	2,0	карп	3000	25	8,75	307	8,04	
		п.толст.	70	150	0,50	693	0,39	
		бел.амур	416	20	0,65	382	0,62	
		щука	-	-	0,17	305	0,17	
		Всего	3486	-	10,07±1,73		9,22±0,38	3,9±0,6
2	4,0	карп	3000	25	11,83	425	11,14	
		п.толст.	70	150	0,27	422	0,17	
		бел.амур	416	20	0,43	344	0,41	
		щука	-	-	0,05	332	0,05	
		Всего	3486	-	12,58±1,12		11,77±1,12	3,0±0,3
3 (К)	-	карп	3000	25	8,50	300	7,80	
		п.толст.	70	150	0,27	500	0,19	
		бел.амур	416	20	0,34	338	0,32	
		щука	-	-	-	-	-	
		Всего	3486	-	9,12±1,17		8,31±0,4	4,3±0,3

Заключение

Изучено влияние картофельной мезги на гидрохимический режим и естественную рыбопродуктивность прудов. Выявлено, что при внесении мезги в количестве 2,0-4,0 т/га основные показатели гидрохимического режима находились в пределах нормативных значений для карповых прудов. Отмечено повышение в воде фосфатов с увеличением вносимых доз мезги на 8,4-20%.

Установлено, что разовое применение картофельной мезги из расчета 2,0-4,0 т/га совместно с ограниченным количеством минеральных удобрений (30% нормы) увеличивает естественную рыбопродуктивность по сравнению с контролем на 4-9%, составив 233,4-245,0 кг/га.

Оценена рыбопродуктивность прудов при разных дозах внесения мезги. Показано, что применение мезги из расчета 2-4 т/га позволяет увеличить рыбопродуктивность на 12-42% (с 8,17 до 9,15-11,64 ц/га), при этом снизить кормовые затраты по сравнению с контролем на 9-30% (с 4,3 до 3,0 ед.).

Определены разовые дозы внесения мезги в пруды, которые составили 4 т/га.

Список использованных источников

1. Инструкция по применению минеральных удобрений в рыбоводных прудах различных почвенно-климатических зон СССР / сост.: В. П. Ляхнович [и др.]; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыб. хоз-ва. – М.: [б. и.], 1974. – 38 с.
2. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. – Введ. 11.02.09. – Минск : Госстандарт, 2009. – 10 с.
3. Винберг, Г. Г. Первичная продукция водоемов / Г. Г. Винберг ; Ин-т биологии Акад. наук БССР. – Минск : Изд-во Акад. наук БССР, 1960. – 328 с.
4. Технология производства рыбы в прудовых хозяйствах СССР / под общ. ред. В. И. Федорченко, В. П. Михеева. – М.: ВНИИПРХ, 1986. – 161 с.
5. Морузи, И. В. Определение величины естественной рыбопродуктивности прудов / И. В. Морузи, Е. В. Пищенко, П. В. Белоусов // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2016. – № 2. – С. 50–52.
6. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси / В. В. Кончиц [и др.]. – Минск : [б. и.], 2008. – 119 с.

**АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДКОВ СБРОСНЫХ
КАНАЛОВ ОТДЕЛЬНЫХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
РЕСПУБЛИКИ**

О.М. ТАВРЫКИНА¹, М.Ф. СТЕПУРО², Г.В. СЛОБОДНИЦКАЯ¹,
Д.С. ПАВЛОВИЧ¹, С.И. РАКАЧ¹, А.Г. ЛИТВИНОВА¹

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

2. РУП «Институт овощеводства»,
ул. Ковалёва, 2, 223013, Минская обл., Минский р-н,
аг. Самохваловичи,
e-mail: office@belniio.by

**AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEDIMENTS OF DISCHARGE
CHANNELS OF INDIVIDUAL FISHERIES OF THE REPUBLIC**

O.TAVRYKINA¹, M. STEPURO², G. SLOBODNITSKAYA¹,
D. PAVLOVICH¹, S. RAKACH¹, A. LITVINOVA¹

1. RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by

2. RUE "Institute of Vegetable Growing",
st. Kovaleva, 2, 223013, Minsk region, Minsk district,
at. Samokhvalovichi,
e-mail: office@belniio.by

Статья поступила 11.08.2020 г.

Аннотация. Приводится характеристика агрохимических показателей осадков сбросных каналов рыбоводных прудов, отобранных из наиболее типичных подстилающих грунтов рыбохозяйственных предприятий республики. Дана оценка обеспеченности осадков сбросных каналов макро- и микроэлементами в соответствии с градацией агрохимических показателей, применяемой для почв, определены запасы биогенных элементов в осадках.

Установлено, что осадки сбросных каналов, намытые из торфяных донных отложений прудов, высоко обеспечены элементами минерального питания, органическим веществом и могут быть использованы в отрасли растениеводства при возделывании сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: осадки сбросных каналов, агрохимическая характеристика, рыбоводные пруды, рыбохозяйственные предприятия, органоминеральное удобрение

Annotation. The characteristic of agrochemical indicators of discharge channels sediments of fishponds, selected from the most typical underlying soils of fishery enterprises of the republic, is given. The provision of discharge channels sediments with macro- and microelements available for plants, the correspondence of agrochemical parameters to the gradations used for soils, were estimated. The reserves of biogenic elements in sediments were calculated.

It was found that the discharge channels sediments of the ponds washed up from peat bottom sediments are highly supplied with mineral nutrition elements, organic matter and can be used as an additive for the crop cultivation.

Keywords: sediments of waste channels, agrochemical characteristics, fish ponds, fishery enterprises, organic fertilizer.

Введение. Одну из неотъемлемых частей рыбоводных прудов составляют их донные отложения. Основные показатели донных отложений (рН, содержание органического вещества, азота, фосфора, калия, кальция и т.п.) являются важнейшими факторами, влияющими на рыбопродуктивность прудов [1]. При внесении мелиорантов и кормов в пруды донные отложения дополнительно обогащаются биогенными элементами и органическим веществом.

Сбросные каналы, служащие для сброса воды из прудов и отвода ее в водоприемник, представляют собой места, где происходит осаждение поступающих с водой веществ и накопление их в виде осадка. При заключительном облове прудов сброс воды сопровождается взмучиванием донных отложений, содержащих аккумулярованные биогенные элементы, которые впоследствии оседают на ложе сбросных каналов и накапливаются там. Поскольку осадок намывается из донных отложений прудов, являющихся "концентрированным депо элементов минерального питания", то, соответственно, значительная часть накопленных в прудах биогенных элементов будет содержаться и в осадках сбросных каналов.

Регулярное удаление осадков сбросных каналов необходимо для обеспечения приемлемых условий для выращивания рыбы в системе аквакультуры.

Рядом исследователей показана высокая ценность донных отложений прудов при использовании в качестве удобрения для производства сельскохозяйственных культур, для улучшения физических свойств почвы, в

составе субстратов в питомниках, тепличных хозяйствах, в грибоводстве, на пастбищах, в садоводстве и т.д. [2-8].

В зависимости от многих факторов, таких как исходная характеристика подстилающих грунтов, вид и возраст выращиваемой рыбы, обеспечение ее кормами, проведение мелиоративных работ и внесение удобрений в пруды, состав и свойства осадков сбросных каналов будут существенно различаться. В литературе представлены обширные данные по элементному составу донных отложений, их использованию как в виде отдельного органоминерального удобрения, так и в сочетании с различными компостами, при этом материал по осадкам сбросных каналов отсутствует [9-12]. Элементный состав донных отложений в каждом водоеме различен, количество органического вещества может колебаться от 20 до 70%, содержание азота, фосфора, калия в среднем составляет 1,5-2,5% сухой массы. Количество микроэлементов иногда превышает их содержание в хорошо разложившемся навозе [13]. Так, содержание азота в донных отложениях рыбоводных прудов Польши составляет 1,08-7,03 г/кг, фосфора – 0,22-2,07 г/кг, магния – 0,62-2,93 г/кг, калия – 0,62-2,25 г/кг, органического вещества – 0,76-3,2 т/га [3]. Минеральная ценность осадка пруда площадью 1 га при выращивании молоди тилапии была эквивалентна 6,26 т мочевины и 1,96 т суперфосфата [14].

В литературе приводятся данные об эффективном использовании донных отложений прудов для выращивания сельскохозяйственных культур. Применение донных отложений прудов в дозе 60 кг/м² способствовало увеличению урожайности шпината на 82%, полностью обеспечивало потребность растений в фосфоре, улучшало физические свойства почвы, способствовало увеличению ее устойчивости к эрозии [7]. В интегрированных системах при совместном выращивании рыбы, а затем – сельскохозяйственных культур на осушенном ложе прудов урожайность пшеницы достигала 3,0-4,0 т/га, ячменя – 3,5-4,0 т/га, кукурузы – более 5,0 т/га, бобовых – 3,0 т/га, подсолнечника – 3,0 т/га [13].

Ценное качество изучаемого удобрения по сравнению со многими другими видами органических удобрений – отсутствие возбудителей болезней, вредителей и семян наземной сорной растительности [10]. При этом ил как удобрение обладает чрезвычайно ценной особенностью: урожайность возрастает не только в год внесения, но и в течение 2-3 последующих лет [15].

В целом, донные отложения выростных прудов, находящиеся под водой 6-7 месяцев в году, накапливают за 10 лет в среднем от 3 до 7% гумуса. При интенсивной рыбохозяйственной эксплуатации прудов

накопление органических веществ на ложе происходит уже через 4-5 лет [13]. При этом процессе минерализация органических веществ на дне прудов практически отсутствует, гидрохимический режим постепенно ухудшается, снижается уровень естественной рыбопродуктивности.

Проведенные ранее исследования донных отложений рыбоводческих прудов республики показали их высокую обеспеченность основными элементами минерального питания и органическим веществом [16-17]. Было установлено, что запасы биогенных элементов в донных отложениях прудов гораздо выше, чем в торфяно-болотных и дерново-подзолистых почвах. Так, содержание общего азота в 10-сантиметровом слое составило 30-60 ц/га, фосфора – 10-15 ц/га, калия – 0,7-1,7 ц/га.

Анализ мировых тенденций развития земледелия показывает, что в перспективе будет происходить постепенная замена минеральных удобрений органоминеральными, и во второй половине столетия они вероятнее всего станут доминирующей формой. Применение минеральных удобрений принесло человечеству не только выгоды и блага, но вместе с тем и множество глобальных проблем – загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, растениеводческой продукции соединениями азота, фосфора, калия и сопутствующими примесями, аккумуляция в обрабатываемом слое почвы кадмия, урана и других тяжелых металлов, возникновение локальных избыточных концентраций солей, оказывающих стрессовое воздействие на растения и почвенную биоту и др. [18].

С учетом вышесказанного, мобилизация биогенных элементов донных отложений и осадков сбросных каналов рыбоводных прудов, вовлечение их в биологический круговорот с целью повышения рыбопродуктивности и урожайности сельскохозяйственных культур приобретает важное значение для хозяйств АПК. Этот вид интеграции обеспечивает долговременную устойчивость как аквакультуры, так и сельскохозяйственного производства.

В этой связи целью исследований явилась оценка агрохимических свойств осадков сбросных каналов, намываемых из разных типов подстилающих грунтов прудов рыбохозяйственных предприятий республики, для возможного использования их в сельскохозяйственном производстве.

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлись осадки сбросных каналов, отобранные на разных типах подстилающих грунтов. Отбор проведен в 2019-2020 годах в следующих рыбоводных хозяйствах: хозрасчетный рыбоводный участок "Вилейка" Вилейского района Минской области, ОАО "Рыбокомбинат "Любань" Любанского района Минской области, ОАО "Рыбхоз "Волма" Червенского

района Минской области, селекционно-племенной участок "Изобелино" Молодечненского района Минской области.

Нагульные пруды ХРУ "Вилейка" расположены в основном на песчаных и супесчаных почвах, рыбокомбината "Любань" – на супесчаных заиленных, песчано-глинистых, торфяно-илистых почвах, рыбхоза "Волма" – на торфяных почвах, в подстилающей породе прудов СПУ "Изобелино" преобладают торфяные и торфяно-илистые отложения [17], что закономерно отразилось и на агрохимической характеристике осадков сбросных каналов.

Отбор образцов осадков проводился в соответствии с ГОСТ 28168-89. Из точечных проб, отобранных из отвалов осадков сбросных каналов, относящихся к нагульным прудам, составляли объединенную пробу. В ХРУ "Вилейка" образцы были отобраны из отвалов нагульного четвертого пруда – Н-4, в ОАО "Рыбхоз "Волма" – из нагульных прудов №6, 7 и 8 (Н-6, Н-7, Н-8), в ОАО "Рыбокомбинат "Любань" – из нагульных прудов №4, 5 и 6 (Н-4, Н-5 и Н-6). В СПУ "Изобелино" образцы были отобраны из отвалов нагульного нулевого пруда – Н-0, маточного первого М-1 и выростного одиннадцатого В-11. Общее количество проб составило $n=40$.

Осмотр отобранных осадков показал, что в образцах из ОАО "Рыбхоз "Волма", ОАО "Рыбокомбинат "Любань" и СПУ "Изобелино" грунт состоял из минерализованного торфа с примесью песка в большем или меньшем количестве, пробы из ХРУ "Вилейка" были светлее, в них было больше песчаной фракции.

Определение агрохимических показателей в осадках выполнено по общепринятым методикам: обменная кислотность (pH_{KCl}) – потенциометрически (ГОСТ 26483-85), содержание подвижных форм фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91), содержание гумуса – по Тюрину (ГОСТ 26213-91), обменный кальций и обменный магний – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26487-85), обменный марганец – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26486-85), обменный аммоний – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26489-85), нитраты – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488-85), гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91). Подвижные формы меди и цинка определены по Пейве-Ринькису в модификации БелНИИПА (ОСТ 0147 - 88), бор – по Бергеру и Труогу в модификации ЦИНАО (ОСТ 10150-88).

Результаты исследований и их обсуждение. Значения обменной кислотности (pH_{KCl}) в осадках сбросных каналов, отобранных из разных рыбхозов, отличались незначительно и были равны: 6,1 (ХРУ "Вилейка"), 6,4-6,6 (ОАО "Рыбхоз Волма"), 6,0-6,5 (ОАО Рыбокомбинат "Любань"), 6,2-6,9 (СПУ "Изобелино") (табл. 1).

Таблица 1. – Агрохимическая характеристика осадков сбросных каналов из разных типов подстилающих грунтов прудов рыбхозов республики

Показатель	ХРУ "Вилейка"	ОАО "Рыбхоз Волма"			ОАО "Рыбокомбинат "Любань"			СПУ "Изобелино"		
	Н-4	Н-6	Н-7	Н-8	Н-4	Н-5	Н-6	М-1	Н-0	В-11
рН _{КСl}	6,1	6,6	6,5	6,4	6,5	6,2	6,0	6,2	6,5	6,9
Н _г , ммоль (экв)/ 100 г почвы	1,4	3,1	3,1	1,9	3,3	3,9	3,8	3,5	2,7	0,8
Органи- ческое вещество , %	6,4	35,2	42,2	12,1	44,2	16,7	52,1	58,4	63,1	64,4
Обмен- ный NH ₄ ⁺ , мг/кг	16,3	29,6	24,5	32,8	82,2	48,6	38,3	9,1	7,0	9,8
Нитраты NO ₃ ⁻ мг/кг	5,8	8,3	14,4	9,5	15,3	11,1	17,3	6,2	5,1	8,6
Подвиж- ный P ₂ O ₅ , мг/кг	57,5	351,7	129,2	358,3	282,3	200,7	181,7	306,5	105,7	55,0
Подвиж- ный K ₂ O, мг/кг	64,2	233,6	100,0	156,7	258,0	138,0	229,7	202,4	194,0	128,3
Обмен- ный СаО, мг/кг	1821	4223	4902	5145	4002	2081	6802	8750	8820	9726
Обмен- ный MgO, мг/кг	101	773	798	867	506	205	1339	2005	1517	1631

Оптимальной реакцией почвенной среды для большинства растений считается слабокислая и близкая к нейтральной с рН солевой вытяжки 6,1-7,0 [10], таким образом, значения обменной кислотности исследуемых образцов для возделывания культур находились в пределах оптимума.

Гидролитическая кислотность, обусловленная количеством ионов водорода и алюминия, способных обмениваться на катионы гидролитически щелочных солей, в осадках сбросных каналов составила (в ммоль(экв)/100 г почвы): 1,4 (ХРУ "Вилейка"), 1,9-3,1 (ОАО "Рыбхоз "Волма"), 3,3-3,9 (ОАО "Рыбокомбинат "Любань"), 0,8-3,5 (СПУ "Изобелино"), табл. 1.

Среднее содержание органического вещества в осадках каналов ХРУ "Вилейка" оказалось невысоким и составило 6,4%, в то время как в ОАО "Рыбхоз Волма" – 12,1-42,2%, в ОАО "Рыбокомбинат "Любань" – 16,7-52,1%. Наибольшее содержание органического вещества наблюдалось в осадках сбросных каналов в СПУ "Изобелино" – 58,4-64,4%; их, согласно классификации, можно отнести к органическому типу (содержание органического вещества больше 50%) [19].

По сравнению с органической формой, доля минерального азота в почве, как правило, составляет не более 3%, но она является единственной формой, способной усваиваться растениями. По результатам исследований было выявлено, что наибольшим содержанием аммонийного азота отличались осадки сбросных каналов рыбхоза "Любань" – 38,3-82,2 мг/кг, несколько меньшее содержание аммонийного азота было в образцах из Волмы – 24,5-32,8 мг/кг, наименее обеспеченными были осадки СПУ "Изобелино" – 7,0-9,8 мг/кг.

Содержание нитратного азота в образцах СПУ "Изобелино" и ХРУ "Вилейка" было незначительным – 5,1-8,6 мг/кг и 5,8 мг/кг соответственно, в рыбхозе "Волма" несколько выше – 8,3-14,4 мг/кг, в Любани – достигало 11,1-17,3 мг/кг.

Наибольшее содержание подвижного фосфора оказалось в осадках каналов, относящихся к нагульным прудам Н-6 и Н-8 ОАО "Рыбхоз "Волма" – 351,7-358,3 мг/кг и маточного пруда СПУ "Изобелино" – 306,5 мг/кг, осадки в рыбокомбинате "Любань" были обеспечены этим элементом меньше – 181,7-282,3 мг/кг, наименьшим содержанием фосфора отличались осадки ХРУ "Вилейка" – 57,5 мг/кг.

Содержание подвижного калия в исследуемых образцах в целом оказалось невысоким: 64,2 мг/кг в ХРУ "Вилейка", 100,0-233,6 мг/кг в рыбхозе "Волма", 138,0-258,0 мг/кг в рыбокомбинате "Любань", 128,3-202,4 мг/кг в СПУ "Изобелино".

Осадки сбросных каналов оказались высоко обеспеченными обменным кальцием. Его содержание достигало максимальных значений в образцах каналов СПУ "Изобелино" – 8750-9726 мг/кг, в образцах канала пруда Н-8 рыбхоза "Волма" и Н-6 рыбокомбината "Любань"- 5145 и 6802 мг/кг соответственно. Полученные высокие значения по содержанию данного

элемента можно объяснить тем, что в рыбхозах довольно частым мелиоративным мероприятием является проведение известкования.

Осадки сбросных каналов отличались высоким содержанием магния (табл. 1). Так, наибольшее содержание обменного магния оказалось в осадках сбросных каналов прудов М-1, Н-0 и В-11 СПУ "Изобелино" – 1517-2005 мг MgO/кг почвы. В образцах рыбокомбината "Любань" содержание обменного магния составило 205-1339 мг/кг, в образцах рыбхоза "Волма" – 773-867 мг/кг.

Оптимизация питательного режима почвы предполагает сбалансированное питание растений не только макро-, но и микроэлементами. Последние играют многогранную роль в физиолого-биохимических процессах, протекающих в живых организмах, низкая обеспеченность микроэлементами создает барьеры для поглощения растениями отдельных видов макроэлементов [20, 21]. Микроэлементы не могут быть заменены другими веществами, их недостаток в почве является причиной снижения скорости и согласованности протекания процессов, ответственных за развитие растения. Растения могут использовать микроэлементы только в водорастворимой форме (подвижной форме микроэлемента), а неподвижная форма может быть использована растением после протекания сложных биохимических процессов с участием гуминовых кислот почвы. В связи с этим микроэлементный состав почв рассматривается как показатель благополучия эколого-биогеохимической обстановки и как фактор плодородия почв.

Анализ содержания микроэлементов в осадках сбросных каналов показал значительные различия как по рыбхозам, так и по прудам в пределах одного рыбхоза (табл. 2).

Таблица 2. – Содержание микроэлементов в осадках сбросных каналов из разных типов подстилающих грунтов прудов рыбхозов

Содержание элемента, мг/кг	ХРУ "Вилейка"	ОАО "Рыбхоз Волма"			ОАО "Рыбокомбинат Любань"			СПУ "Изобелино"		
	Н-4	Н-6	Н-7	Н-8	Н-4	Н-5	Н-6	М-1	Н-0	В-11
Cu (1M HCl)	1,31	6,98	7,51	1,08	6,44	3,10	13,10	10,90	9,98	8,58
Zn (1M HCl)	4,64	12,2	9,34	4,12	13,95	5,94	23,20	22,30	18,90	15,20
Mn (1M KCl)	3,83	1,64	0,97	3,38	2,43	1,69	0,30	1,68	4,13	5,20
B (H ₂ O)	0,46	1,93	0,73	0,85	1,08	0,83	0,96	0,81	0,90	0,95

Содержание подвижной формы меди в осадках СПУ "Изобелино" в среднем составило 9,82 мг/кг (диапазон значений – lim 8,58-10,90), ОАО "Рыбокомбинат "Любань" – 7,55 мг/кг (lim 3,10-13,10), ОАО "Рыбхоз "Волма" – 5,19 мг/кг (lim 1,08-7,51), в образцах, взятых из канала нагульного пруда Н-4 ХРУ "Вилейка" – 1,31 мг/кг (табл. 2).

Содержание подвижного цинка в осадках по рыбхозам составило (по убывающей): 18,8 мг/кг в СПУ "Изобелино" (lim 15,2-22,3), 14,4 мг/кг (lim 5,94-23,2) в осадках из ОАО "Рыбокомбинат "Любань", 8,56 мг/кг в осадках из ОАО "Рыбхоз "Волма" (lim 5,94-23,2) и 4,64 мг/кг в осадках из ХРУ "Вилейка" (табл. 2).

Содержание обменного марганца в осадках сбросных каналов в целом было невысоким: в образцах из ХРУ "Вилейка" содержалось 3,83 мг/кг Mn, в СПУ "Изобелино" – 3,63 мг/кг Mn (lim 1,68-5,20), в осадках рыбхоза "Волма" – 2,00 мг/кг (lim 0,97-3,38), в образцах рыбокомбината "Любань" – 1,47 мг/кг (lim 0,30-2,43).

Содержание подвижного бора в осадках изменялось незначительно: 1,17 мг/кг (ОАО "Рыбхоз "Волма"), 0,96 мг/кг (ОАО "Рыбокомбинат «Любань»), 0,89 мг/кг (СПУ «Изобелино») и 0,46 мг/кг (ХРУ "Вилейка").

Проведен анализ осадков сбросных каналов по обеспеченности элементами питания в соответствии с градацией, существующей для почв. Оценка содержания минеральных форм азота ($N-NO_3+N-NH_4$) в осадках сбросных каналов показала, что образцы из Изобелино, Вилейки и Волмы отличаются низким и средним содержанием его минеральных форм, составив 12,1-18,4 мг/кг почвы в СПУ "Изобелино", 22,1 мг/кг в ХРУ "Вилейка" и 37,9-42,3 мг/кг в ОАО "Рыбхоз "Волма", в то время как в образцах из Любани содержание минеральных форм азота было значительно выше – 55,6-97,5 мг/кг почвы, что позволяет отнести их к средней и повышенной группам обеспеченности.

Обеспеченность осадков сбросных каналов подвижным фосфором была повышенной и высокой для образцов Изобелино М-1, Любань Н-4, Н-5, Н-6 и Волма Н-6, Н-8, средней – для Изобелино Н-0, Волма Н-7 и очень низкой для Изобелино В-11, Вилейка Н-4.

Повышенным содержанием подвижного калия характеризовались образцы Любань Н-4, Н-6, Изобелино М-1, средним – Волма Н-8 и Изобелино Н-0, низким – Изобелино В-11, Любань Н-5 и Волма Н-7.

Отличительной особенностью осадков сбросных каналов явилось высокое содержание в них кальция и магния, все исследуемые образцы относились к 5-6 группам градации – с высоким и очень высоким содержанием элементов.

Обеспеченность подвижными формами меди и цинка большинства образцов осадков сбросных каналов была высокой и избыточной, обменным марганцем – средней и низкой, подвижным бором – высокой.

На пахотных почвах республики наблюдается заметное снижение запасов подвижных форм бора, меди и цинка, доля площадей, где необходимо внесение удобрений с микроэлементами возрастает, поэтому использование осадков сбросных каналов с высоким содержанием в них микроэлементов будет способствовать восполнению их дефицита в почве, повышению урожайности растений и снижению затрат на применение дорогостоящих импортных микроудобрений.

Рассчитаны запасы органического вещества и биогенных элементов в верхнем 10 см слое осадков сбросных каналов с учетом объемного веса (табл. 3). Наибольшими запасами органического вещества характеризовались осадки сбросных каналов СПУ "Изобелино", биогенных элементов – ОАО «Рыбхоз «Волма» и ОАО «Рыбокомбинат «Любань».

Таблица 3. – Запасы биогенных элементов в осадках сбросных каналов из разных типов подстилающих грунтов прудов рыбхозов, ц/га

Рыбхоз	Органическое вещество	N _{мин}	P ₂ O ₅ _{подв}	K ₂ O _{подв}	CaO _{обм}	MgO _{обм}
ХРУ "Вилейка"	640	0,2	0,6	0,6	18,2	1,0
ОАО "Рыбхоз "Волма"	1492	0,2	1,4	0,8	23,8	4,1
ОАО "Рыбокомбинат "Любань"	2524	0,5	1,5	1,4	28,8	1,9
СПУ "Изобелино"	3718	0,1	0,9	1,0	54,6	10,3

Проведенный агрохимический анализ позволяет сделать заключение, что осадки сбросных каналов рыбхозов, расположенных на песчаных почвах (ХРУ "Вилейка") содержат небольшие запасы органического вещества и макроэлементов, они не рекомендованы для использования в сельскохозяйственном производстве при возделывании культур. Более обеспеченными элементами питания являются осадки каналов, намытые из донных отложений прудов торфяной природы (ОАО "Рыбхоз "Волма", ОАО "Рыбокомбинат "Любань", СПУ "Изобелино"). Они могут быть хорошим материалом как удобрение, являться пролонгированным источником элементов питания растений, резервом органического вещества. Известно, что на почвах, высоко обеспеченных органическим веществом и элементами питания, необходимость внесения минеральных удобрений всегда ниже, чем на почвах с невысокими показателями агрохимических свойств [22].

Использование осадков сбросных каналов позволит расширить ассортимент органоминеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве, увеличить их количество для повышения урожайности культур. Знание состава осадков сбросных каналов позволяет включать их как комплексное удобрение для внесения в почвы с учетом имеющихся в хозяйствах севооборотов и сложившегося плодородия почв.

Таким образом, применение осадков сбросных каналов для возделывания сельскохозяйственных культур позволит решить задачу очистки каналов, предотвратить загрязнение подземных и поверхностных вод, снизить необходимость внесения минеральных удобрений, расширить ассортимент органоминеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве, увеличить их количество для повышения урожайности культур.

Заключение

Исследован агрохимический состав осадков сбросных каналов, расположенных на наиболее типичных для рыбоводных прудов подстилающих грунтах (заиленный торф, песок). Показана высокая и очень высокая обеспеченность осадков сбросных каналов органическим веществом (35,2-64,4%), подвижным фосфором (282,3-358,3 мг/кг), обменным кальцием (4223-9726 мг/кг) и магнием (205-1631 мг/кг), микроэлементами (3,10-13,10 мг/кг Cu, 5,94-23,20 мг/кг Zn, 0,81-1,93 мг/кг B), повышенная – подвижным калием (202,4-258,0 мг/кг), средняя и низкая – обменным марганцем (0,97-3,83 мг/кг).

На основании результатов исследований выявлено, что наибольшими запасами органического вещества и элементов питания характеризовались осадки, намывые из торфяных почв различных стадий трансформации, менее ценными оказались осадки из донных отложений, расположенных на песчаных почвах.

Список использованных источников

1. Маслова, Н. И. Экология и ее роль в прудовом рыбоводстве / Н. И. Маслова, Г. Е. Серветник // Вестн. рос. с.-х. науки. – 2017. – № 2. – С. 62–66.
2. Mizanur, R. Agricultural use of fishpond sediment for enviromental amelioration / R. Mizanur, A. Yakupitiyage, S. Ranamukhaarachchi // Thammasat Intern. J. of Science a. Technology. – 2004. – Vol. 9, № 4. – P. 1–11.
3. Fish pond sediment from aquaculture production – current practices and the potential for nutrient recovery: a review / D. Drozd [et al.] // Intern. Agrophysics. – 2020. – Vol. 34, № 1. – P. 33–41.
4. Boyd, C. E. The role and management of bottom soils in aquaculture ponds / C. E. Boyd, J. F. Queiroz // Infofish Intern. – 2014. – № 2. – P. 22–28.

5. Avnimelech, Y. Sedimentation and resuspension in earthen ponds / Y. Avnimelech, M. Kochva, J. A. Hargreaves // J. of the World Aquaculture Soc. – 1999. – Vol. 30, № 4. – P. 401–409.
6. Wahab, M. A. Nutrient status of bottom soils of two ponds in BAU (bangladesh Agricultural University) Campus / M. A. Wahab, A. K. M. A. Hague, Z. H. Bhuiya // Bangladesh J. of Fisheries. – 1984. – Vol. 6, № 1–2. – P. 1–10.
7. Rahman, M. M. Use of fishpond sediment for sustainable aquaculture-agriculture farming / M. M. Rahman, A. Yakupitiyage // Intern. J. of Sustainable Development a. Planning. – 2006. – Vol. 1, № 2. – P. 192–202.
8. Yang, H. Introduction of Chinese integrated fish farming and major models [Electronic resource] / H. Yang, B. Hu // Integrated fish farming in China / Network of Aquaculture Centres in Asia a. the Pacific. – Bangkok, 1989. – Mode of access: <http://www.fao.org/3/ac264e/AC264E08.htm#ch7>. – Mode of access: 23.09.2020.
9. Мамась, Н. Н. Использование органического компоста с иловыми массами в сельском хозяйстве / Н. Н. Мамась, В. А. Лебедев // Науч.-исслед. публ. – 2014. – № 15 (19). – С. 38–42.
10. Ягодин, Б. А. Агрохимия : учеб. изд. / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Колос, 2002. – 584 с.
11. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : Ураджай, 2001. – 488 с.
12. Александрийская, А. В. Химические свойства почвы прудов и их взаимосвязь с продукционными процессами в условиях интенсивного рыбоводства : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.04 / А. В. Александрийская ; Калинингр. техн. ин-т рыб. пром-сти и хоз-ва. – Калининград, 1974. – 33 с.
13. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никофоров-Никишин, А. Л. Бородин. – М. : МГУТУ, 2004. – 433 с.
14. Rahman, M. M. Ongoing research of European Commission funded POND LIVE Project / M. M. Rahman, A. Yakupitiyage, S. L. Ranamukhaarachchi // Aquaculture and aquatic resource management field of study / Asian Inst. of Technology. – Thailand, 2002.
15. Мамась, Н. Н. Применение речных илов в сельскохозяйственном производстве / Н. Н. Мамась, С. В. Загорулько // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. / Рос. ун-т дружбы народов. – М., 2014. – Вып. 16. – С. 151–155.
16. Воронова, Г. П. Агрохимическая характеристика грунтов рыбоводных прудов отдельных хозяйств республики / Г. П. Воронова, Л. А. Куцко, В. В. Супранович // Вопросы рыбного хозяйства : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва,

Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству. – Минск, 2012. – Вып. 28. – С. 59–66.

17. Цыганков, И. В. Почвенное обследование прудов и гидрохимического режима водоисточников рыбхозов БССР : отчет по теме № 51 / И. В. Цыганков. – Минск : Ин-т рыб. хоз-ва, 1979. – 164 л.

18. Бамбалов, Н. Н. Неизбежность замены минеральных удобрений органоминеральными / Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // Повышение плодородия почв и применение удобрений : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 14 февр. 2019 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т почвоведения и агрохимии ; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2019. – С. 18–19.

19. Удобрения органические. Сапропели. Общие технические условия : ГОСТ Р 54000-2010. – Введ. 01.01.12. – М. : Стандартинформ, 2011. – 18 с.

20. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник ; Акад. наук СССР, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – Л. : Наука, Ленингр. отделение, 1974. – 324 с.

21. Ягодин, Б. А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека / Б. Я. Ягодин, А. М. Ермолаев // Химия в сел. хоз-ве. – 1995. – № 2–3. – С. 24–26.

22. Лапа, В. В. Ресурсосберегающие технологии применения удобрений под сельскохозяйственные культуры в Республике Беларусь / В. В. Лапа // Повышение плодородия почв и применение удобрений : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 14 февр. 2019 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т почвоведения и агрохимии ; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2019. – С. 3–5.

ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМОВ ЗООПЛАНКТОНА ПРУДОВ ОАО «РЫБОКОМБИНАТ «ЛЮБАНЬ»

А.Г. ЛИТВИНОВА, О.М. ТАВРЫКИНА, Г.П. ВОРОНОВА

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

DEVELOPMENT RATE OF ZOOPLANKTON ORGANISMS OF FISH PONDS «LYUBAN»

A. LITVINOVA, O. TAVRYKINA, G. VORONOVA

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 11.11.2020 г.

Аннотация. Были изучены показатели развития зоопланктона трех рыбоводных прудов. На основании среднесезонных значений полученных показателей установлена степень кормности и трофности прудов. По биопродуктивности один пруд отнесен к мезотрофному среднекормному уровню, два – к низкокормному олиготрофному уровню.

Ключевые слова. Рыбоводные пруды, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, продукция, биопродуктивность, трофность водоемов.

Annotation. Zooplankton development rates of three fish ponds were studied. Based on determined average season values, the feeding degree and the level of ponds trophiness were established. According to their bioproductivity, one pond is mesotrophic and has secondary level of feeding degree, two ponds are oligotrophic and have low level of feeding degree.

Keywords. Fish ponds, zooplankton, composition of species, numbers, biomass, produce, bioproductivity, trophicity of water bodies.

Введение. Для увеличения рыбной продукции традиционно в рыбхозах республики применяются уплотненные посадки рыб и увеличение расхода комбикормов, которые составляют более 50% себестоимости товарной рыбы и рыбопосадочного материала. При этом применяемые в товарном рыбоводстве корма зачастую являются неполноценными по аминокислотному составу и плохо усваиваются, что приводит к нарушению обмена веществ и замедлению темпов роста рыбы [1].

В новых экономических условиях одним из направлений деятельности для прироста рыбной продукции является увеличение естественной кормовой базы прудов, то есть организмов зоопланктона и зообентоса. Оценка биоценотической роли планктонного сообщества водных объектов показывает высокую значимость зоопланктона в качестве корма для рыб, особенно на первых этапах постэмбрионального периода [2]. Кроме того, зоопланктон прудов служит функциональным критерием процессов трансформации вещества и энергии в них, количественные показатели его развития позволяют характеризовать биологическую продуктивность водоемов, качество их воды и экологическое состояние [3].

В связи с этим важно проводить хозяйственную оценку зоопланктона крупнейших рыбоводных прудов Беларуси в период выращивания рыбопосадочного материала и товарной рыбы.

Материалы и методы. Рыбоводное хозяйство «Рыбокомбинат «Любань», расположенное в г. Любань Минской области, является одним из крупнейших в Республике Беларусь предприятий по производству карпа. В общей сложности в любанском рыбокомбинате насчитывается более 40 прудов, из которых исследованиями были охвачены три производственных пруда. Их краткая характеристика приведена ниже:

Пруд 1. Площадь 47,3 га, грунт торфянистый.

Пруд 2. Площадь 77,0 га, дно песчаное.

Пруд 3. Площадь 58,3 га, дно песчаное.

Как фоновое удобрение, во все три пруда был внесен навоз из расчета 1т/га. Плотность посадки рыб в водоемах составила около 2 тыс. шт./га.

Пробы зоопланктона отбирались в рыбоводных прудах по общепринятой методике. Сбор производился фильтрацией 20 л воды через планктонную сеть с диаметром ячеек 45 мкм в прибрежной зарослевой зоне. Сезонный период: начало марта – конец сентября 2020 г. Периодичность сборов составляла примерно 1 раз в месяц. За 2020 год был произведен 6-кратный отбор проб.

Лабораторная обработка проб осуществлялась в счетной камере Богорова под бинокулярным микроскопом АУ-10 с увеличением $\times 140$. Проводился тотальный учет в пробе представителей трех основных групп зоопланктона: веслоногих ракообразных (П/Кл. Copepoda), коловраток (Тип Rotifera) и ветвистоусых ракообразных (П/Отр. Cladocera). При определении видового состава и таксономической принадлежности гидробионтов пользовались определителями зоопланктонных организмов [4, 5]. Биомассу зоопланктона определяли исходя из значений индивидуальных весов составляющих его видов. Продукцию зоопланктона рассчитывали по биомассам и известным из литературы Р/В коэффициентам.

Результаты исследований. *Общий видовой состав.* Ниже в табл. 1 представлен список видов зоопланктона исследованных любанских прудов. Видовое богатство зоопланктона составило 41 вид в первом, 34 вида во втором и 32 вида – в третьем водоеме. Наиболее разнообразной по числу видов была группа коловраток, насчитывающая в разных прудах от 26 до 29 видов. На втором месте по численности видов были ветвистоусые ракообразные (5–11 видов), а группа веслоногих ракообразных на момент исследований, приуроченный к теплomu периоду, была представлена преимущественно незрелыми копеподитными стадиями развития.

Таблица 1. – Видовой состав и таксономическая структура зоопланктона исследованных любанских прудов

Пруд 1	Пруд 2	Пруд 3
1	2	3
Rotifera		
<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Anuraeopsis fissa</i>
<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Bdelloidea (Dissotrocha macrostyla?)</i>
<i>Bdelloidea (Dissotrocha macrostyla?)</i>	<i>Bdelloidea (Dissotrocha macrostyla?)</i>	<i>Brachionus angularis angularis</i>
<i>Brachionus angularis angularis</i>	<i>Brachionus angularis</i>	<i>Brachionus budapestinensis</i>
<i>Brachionus bennini</i>	<i>Brachionus budapestinensis</i>	<i>Brachionus diversicornis</i>
<i>Brachionus budapestinensis</i>	<i>Brachionus forficula</i>	<i>Brachionus forficula</i>
<i>Brachionus forficula</i>	<i>Collotheca pelagica</i>	<i>Collotheca pelagica</i>
<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Colurella sp.</i>
<i>Cephalodella ventripes</i>	<i>Dicranophorus sp.</i>	<i>Conochilus unicornis</i>
<i>Collotheca pelagica</i>	<i>Euchlanis dilatata</i>	<i>Euchlanis dilatata</i>
<i>Colurella uncinata</i>	<i>Filinia longiseta</i>	<i>Filinia major</i>
<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
<i>Dicranophorus sp.</i>	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	<i>Keratella cochlearis tecta</i>
<i>Euchlanis dilatata</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	<i>Lecane bulla</i>	<i>Lecane closterocersa</i>
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	<i>Lecane closterocersa</i>	<i>Lepadella patella</i>
<i>Keratella quadrata</i>	<i>Polyarthra remata</i>	<i>Lophocharis oxysternon</i>
<i>Lecane bulla</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Polyarthra remata</i>
<i>Lecane closterocersa</i>	<i>Pompholux sulcata</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>
<i>Lecane lunaris</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Pompholux sulcata</i>
<i>Polyarthra major</i>	<i>Synchaeta stylata</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>
<i>Polyarthra remata</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>	<i>Synchaeta stylata</i>
<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Trichocerca pusilla</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>

1	2	3
<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Trichocerca rattus</i>	<i>Trichocerca pusilla</i>
<i>Trichocerca cylindrica</i>	<i>Trichocerca similis</i>	<i>Trichocerca rattus</i>
<i>Trichocerca pusilla</i>	<i>Trichotria pocillum pocillum</i>	<i>Trichocerca similis</i>
<i>Trichocerca rattus</i>		<i>Trichocerca tenuior</i>
<i>Trichocerca similis</i>		
<i>Trichocerca tenuior</i>		
29	26	27
Copepoda		
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	<i>Thermocyclops crassus</i>	
Cladocera		
<i>Acroperus harpae</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Acroperus harpae</i>
<i>Alona rectangula</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
<i>Alonella nana</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>
<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Daphnia cucullata</i>	<i>Daphnia longispina</i>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Daphnia longispina</i>	<i>Pieuroxus aduncus</i>
<i>Daphnia cristata</i>	<i>Diaphanosoma brachiurum</i>	
<i>Daphnia cucullata</i>	<i>Moina micrura</i>	
<i>Daphnia longispina</i>		
<i>Daphnia pulex</i>		
<i>Diaphanosoma brachiurum</i>		
<i>Simocephalus vetulus</i>		
11	7	5
Σ41	Σ34	Σ32

Для сравнения степени видового сходства зоопланктонных сообществ исследованных прудов использовался индекс видового сходства Сёренсена-Чекановского (K_s), рассчитанный по формуле:

$$K_s = \frac{2c}{a+b};$$

где a и b – число видов зоопланктона, обнаруженных в каждом из попарно сравниваемых прудов, c – число общих для них видов.

Полученные значения коэффициента Чекановского-Серенсена при попарном сравнении зоопланктона прудов составили: $K_{s\ 1-2}=0,747$; $K_{s\ 1-3}=0,676$; $K_{s\ 2-3}=0,727$. Они свидетельствуют о достаточно высокой степени сходства видового состава зоопланктона исследованных прудов.

Показатели численности и биомассы. Кроме фаунистического состава, нами были изучены показатели количественного развития организмов зоопланктона. В табл.2 представлены значения численности, биомассы и

продукции зоопланктона, их сезонные изменения и среднее значение за исследованный период.

Таблица 2. – Сезонная динамика общей численности (N), биомассы (B) и продукции (P) сообществ зоопланктона исследованных прудов рыбхоза «Любань»

Показатель	Пруд	03.03.	04.06.	25.06.	30.07.	27.08.	22.09.	Среднее
N, экз./дм ³	1	105	128	41	52	234	146	118
	2	99	64	199	243	246	300	192
	3	102	26	234	309	96	53	137
B, мг/ дм ³	1	1,276	1,954	0,596	0,653	6,940	0,594	2,002
	2	1,014	0,579	0,323	0,804	1,264	0,636	0,770
	3	1,065	0,309	0,523	2,073	0,250	0,417	0,773
P, мг/дм ³ *сут ⁻¹	1	0,368	0,275	0,086	0,113	0,788	0,131	0,294
	2	0,291	0,096	0,060	0,153	0,182	0,126	0,151
	3	0,310	0,056	0,089	0,342	0,035	0,059	0,149

Показатели численности изменялись от 41 до 309 экз./л и имели практически одинаковое среднесезонное значение в первом и третьем прудах. Максимум численности в первом пруду отмечался 27.08., во втором – 22.09. и 27.08., в третьем – 25.06. и 30.07.2020 г. Более высокое среднесезонное значение численности зоопланктона второго пруда было обусловлено массовым развитием в нем в июне-августе коловраток *Synchaeta pectinata*, *Conochilus unicornis* и *Brachionus budapestinensis*.

В первом пруду величина биомассы зоопланктона за исследованный период колебалась довольно выражено. В весенний период и в начале лета она имела более высокие показатели (1,3–2 мг/л), чем во второй половине летнего период, когда значения биомассы находились в районе 0,6–0,7 мг/л. Наиболее высокую биомассу в конце лета (6,94 мг/л) обусловило бурное развитие циклопных копеподитов и зрелых циклопов. После этого к концу сентября показатель биомассы снизился в 11,7 раза.

Во втором пруду за обследованный период биомасса колебалась не так значительно (0,32–1,26 мг/л). Пики биомассы также были отмечены весной и в конце лета (1–1,3 мг/л), а минимум отмечен в первой половине летнего сезона. После августовского максимума было зафиксировано двухкратное снижение биомассы зоопланктона в осенний период.

В третьем пруду, наоборот, максимум биомассы был достигнут ближе к середине лета (2,07 мг/л), он был обусловлен развитием босмины. В первой половине лета и к концу летне-сезонного периода биомасса имела низкие показатели, в 2–4 раза ниже обследованного весеннего (приблизительно 1,1 мг/л) периода. В конце сентября биомасса снова несколько увеличилась по сравнению со сбором, проведенным в конце августа.

Среднесезонное значение биомассы зоопланктона (2,002 мг/ дм³) в первом пруду оказалось в 2,6 раза выше по сравнению с остальными исследованными прудами. По данному показателю первый пруд соответствует среднепродуктивному уровню природных водоемов, второй и третий пруды, в которых биомасса зоопланктона составила порядка 0,770 мг/ дм³, – низкопродуктивному уровню [3].

Полученные различия в развитии зоопланктона исследованных прудов, на наш взгляд, можно объяснить динамикой развития в них организмов фитопланктона. На рис. 1 отражен весенний всплеск развития, вызванный массовым доминированием во всех трех прудах представителей диатомовых водорослей *Cyclotella sp.*, *Melosira varians* и *Asterionella formosa*, для которых свойственен низкотемпературный оптимум.

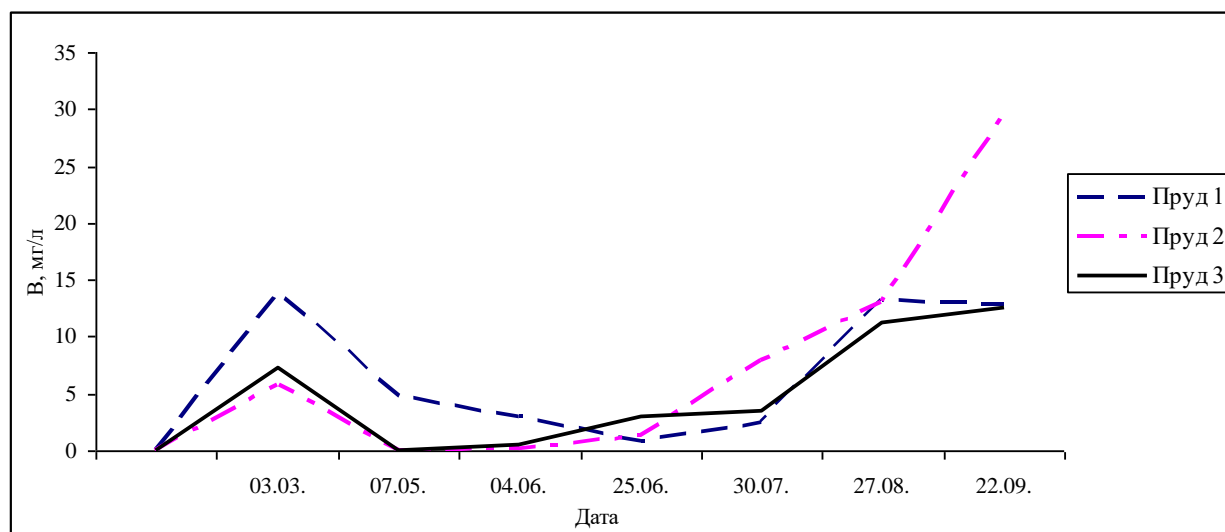


Рисунок 1. – Сезонная динамика развития фитопланктона в исследованных прудах рыбхоза «Любань»

Данный пик численности фитопланктона соответственно обусловил весенний пик численности зоопланктона, представленного преимущественно коловратками (*Asplanchna priodonta* и *Trichocerca pusilla*) и науплиусами. Следующая вспышка фитопланктона в прудах пришла на конец августа. В первых двух прудах она была обусловлена массовым развитием синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa* (первый пруд – 8,75 млн. клеток или 4,73 мг/л, второй пруд – 114,13 млн. клеток или 6,85 мг/л), в третьем кроме

Microcystis aeruginosa (43,5 млн клеток или 2,61 мг/л) в составе доминантов отмечалась зеленая водоросль *Scenedesmus quadricauda* (8,3 млн клеток или 2,32 мг/л). Кроме того, в третьем пруду зафиксирована промежуточная вспышка фитопланктона, пришедшаяся на середину летнего сезона и обусловленная доминированием высококормной водоросли *Scenedesmus quadricauda* (6,16 млн клеток или 1,73 мг/л). Вероятно, с ней связан максимум численности и биомассы зоопланктона в данном пруду, пришедшийся на конец июля.

На рис. 2 представлен среднесезонный процентный вклад в биомассу зоопланктона представителей трех изученных групп зоопланктона (В, %).

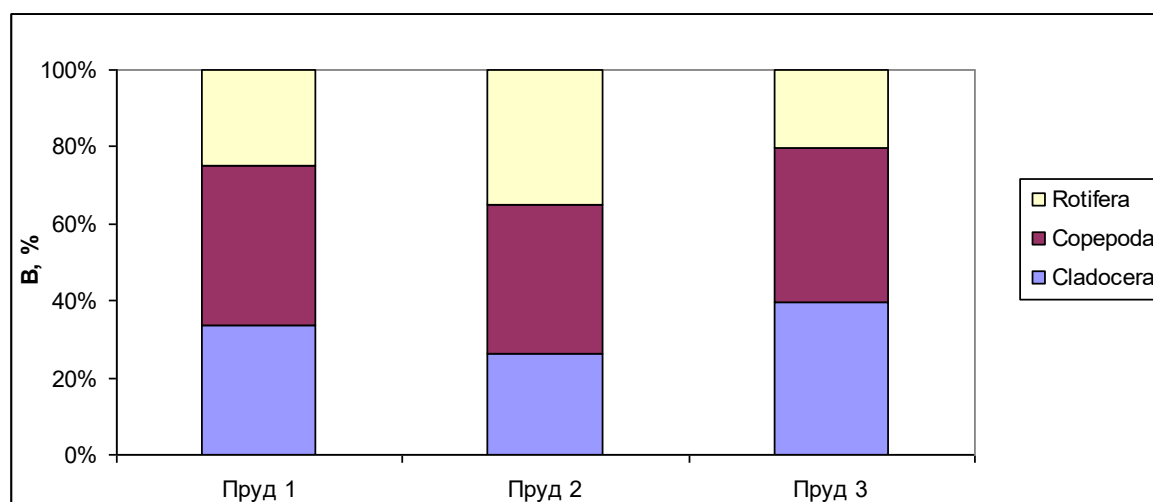


Рисунок 2. – Таксономическая структура зоопланктона прудов (по % биомассы), среднее за исследованный период

Во всех прудах доминирующей группой животных по биомассе являлись веслоногие ракообразные, опять же за счет развития копепоидитных стадий, их процентный вклад практически во всех трех прудах составлял около 40 %. В первом и третьем прудах на втором месте по вкладу в биомассу находились ветвистоусые ракообразные (1 водоем – 33,7%, второй – 39,6%). Во втором пруду все три группы планктонных организмов имели практически равноценный вклад в создание биомассы, в сравнении с двумя другими исследованными прудами здесь несколько возросла доля в биомассе коловраток.

Продукционные показатели. Представленные в табл. 2 значения продукции зоопланктонных сообществ свидетельствуют об аналогичной тенденции с двукратным преобладанием среднего за изученный теплый сезон показателя в первом пруду ($0,294 \text{ мг/л} \cdot \text{сут}^{-1}$) по сравнению со вторым ($0,151 \text{ мг/л} \cdot \text{сут}^{-1}$) и третьим ($0,149 \text{ мг/л} \cdot \text{сут}^{-1}$) прудами.

В формировании продукции, как и биомассы соответственно, первого пруда было отмечено несколько максимумов. Это весенний 03.03., когда доминировала *Asplanchna priodonta*; в начале лета 04.06., когда копеподы (биомасса копеподитов – 1 мг/л, суммарная продукция копепод 0,12 мг/л*сут⁻¹) и кладоцеры (*Bosmina longirostris* – 0,43 мг/л и *Simocephalus vetulus* – 0,15 мг/л, суммарная продукция кладоцер 0,15 мг/л*сут⁻¹) вносили примерно равноценный вклад в создание биомассы и продукции, а также пик, отмеченный 27.08. В этот период в пруду отмечено максимальное значение продукции и биомассы за весь исследованный период, значительно превышающее значения в двух других прудах. Оно было обусловлено циклопными копеподитами, биомасса которых составила 6,73 мг/л, а суммарная продукция группы копепод составила 0,74 мг/л*сут⁻¹ или 94% всей продукции зоопланктона.

Максимальная величина продукции во втором пруду отмечена весной 03.03., когда биомассу и продукцию формировали коловратки, преимущественно хищная *Asplanchna priodonta*, а ее биомасса составила 0,99 мг/л.

Максимум биомассы и продукции в третьем пруду отмечен 30.07., его обусловило бурное развитие босмины (*Bosmina longirostris*), биомасса которой составила около 1,5 мг/л, а продукция – 0,27 мг/л*сут⁻¹.

Таким образом, в соответствии с полученными за исследованный сезон величинами биомассы зоо- и фитопланктона, а также продукции зоопланктона по показателю трофности первый исследованный пруд рыбхоза «Любань» является мезотрофным, а второй и третий – олиготрофными.

Выводы

Все три исследованных пруда отличались близким видовым составом организмов зоопланктона с преобладанием в таксономической структуре по числу видов группы коловраток. Представители коловраток также вносили и максимальный вклад в численность зоопланктона во всех трех исследованных прудах (44–77 % численности в среднем за исследованный период). Второй пруд отличался самым высоким значением среднесезонной численности зоопланктона, хотя в целом показатель по всем трем прудам варьировал незначительно.

Среднесезонные показатели биомассы и продукции зоопланктонного сообщества имели максимальные значения в первом пруду и практически вдвое превышали величину показателя во втором и третьем прудах. Это можно объяснить его меньшей площадью и, соответственно, более высокой

естественной продуктивностью, а также локализацией вблизи него источника зерноотходов.

За исследованный вегетационный период в водоемах отмечались два пика численности зоопланктона. В первых двух исследованных прудах они пришлись на весенний и позднелетний период, в третьем они отмечены весной и в середине лета.

В целом, экосистема первого рыбоводного пруда является средnekормной мезотрофной, а второй и третий рыбоводные пруды по биопродуктивности приближаются к низкокормному олиготрофному уровню.

Список использованной литературы

1. Аквакультура юга России, перспективы развития / В. Я. Складов [и др.] // Труды ВНИРО / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 2013. – Т. 150. – С. 50–56.

2. Станковская, Т. П. Анализ структуры зоопланктона рыбоводных прудов / Т. П. Станковская // Вестн. Нижегород. гос. с.-х. акад. – 2012. – Т. 1. – С. 295–299.

3. Калуга, И. А. Видовой состав фито- и зоопланктона рыбных прудов в условиях Южного Урала / И. А. Калуга, Р. Р. Фаткуллин // Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства : сб. ст. по материалам Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (11 апр. 2019 г.) / Кург. гос. с.-х. акад. ; под общ. ред. С. Ф. Сухановой. – Курган, 2019. – С. 291–295.

4. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria / Л. А. Кутикова. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1970. – 744 с. – (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР ; вып. 104).

5. Вежновец, В. В. Ракообразные (Cladocera, Copepoda) в водных экосистемах Беларуси : каталог : определ. табл. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т зоологии. – Минск : Беларус. наука, 2005. – 85 с.

СОДЕРЖАНИЕ СЕСТОНА И ЕГО АВТОТРОФНОЙ КОМПОНЕНТЫ В ПРУДАХ И ОТДЕЛЬНЫХ ВОДОЕМАХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ РЫБОВОДСТВА

О. С. СМОЛЬСКАЯ, А. А. ЖУКОВА, Б. В. АДАМОВИЧ

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: sylimova_1991@mail.ru*

THE CONTENTS OF SESTON AND AUTOTROPHIC COMPONENT IN PONDS AND SEPARATE RESERVOIRS USED FOR FISHING

V. SMOLSKAYA^A, N. ZHUKAVA^A, B. ADAMOVICH

^a*Belarusian State University, Nezavisimosti avenue, 4,
220030, Minsk, Republic of Belarus
e-mail:: sylimova_1991@mail.ru*

Статья поступила 02.11.2020 г.

Резюме. Исследования проб воды проводили в прудах рыбоводческих хозяйств и отдельных цветущих водоемах с целью выявления количественных и качественных характеристик развития фитопланктона. Содержание хлорофилла-ав исследованных водных объектах изменялось от 3 до 425 мкг/л, содержание сестона варьировало чуть меньше – от 2 до 210 мг/л. Во всех пробах отмечалась невысокая доля феопигментов, составившая в среднем 18 %, удельное содержание хлорофилла-а в сестоне колебалось около 0,3 %. Показано, что для характеристики важных показателей структуры фитопланктона в прудах с успехом могут применяться пигментные индексы. Выявлена тесная обратная связь индекса E_{450}/E_{480} и доли цианобактериот в общей биомассе фитопланктона ($r=-0,81$), и, напротив, положительная корреляция данного индекса с долей зеленых водорослей ($r=0,77$).

Ключевые слова: сестон; хлорофилл-а; феопигменты; пигментные индексы; пруды.

Abstract. Studies of water samples were carried out in ponds of fish farms and separate blooming reservoirs aimed to identify quantitative and qualitative characteristics of phytoplankton development in them. The content of chlorophyll-a in sampled water bodies varied from 3 to 425 $\mu\text{g/l}$, the content of seston varied slightly less – from 2 to 210 mg/l . In all the samples, a low proportion of pheopigments was noted, constituting in average 18%, the specific chlorophyll-a content in seston was close to 0,3%. It has been shown that pigment indices can be used to characterize the important structural parameters of phytoplankton in ponds. A close interrelation was found between the index E_{450}/E_{480} and the share of cyanobacteria in the total phytoplankton

biomass ($r=-0,81$), and, on the contrary, there was the positive correlation of this index with the share of green algae ($r=0,77$).

Key words: seston; chlorophyll-*a*; pheopigments; pigment indices; fishponds.

Введение. Основной принцип прудового рыбоводства – использование искусственных водоемов для разведения рыбы. Поскольку в таких условиях рыбы не имеют возможности использовать только естественные корма, важным при выращивании остается обеспечение ее качественными, сбалансированными по основным питательным веществам комбикормами. При этом необходимо помнить, что внесение удобрений и дополнительных кормов в пруды стимулирует рост фитопланктона и может привести к «цветению» водоемов и ухудшению качества воды. Именно поэтому так важен сезонный мониторинг прудов по интегральным показателям качества воды, среди которых удобными и информативными являются содержание в воде взвешенных веществ, концентрация хлорофилла-*a* и феопигментов, а также важную дополнительную информацию может дать более детальный анализ спектров поглощения экстрактов пигментов [1].

Рыбоводческие пруды могут служить сжатой во времени, удобной моделью изучения многих структурных и функциональных особенностей водных сообществ в условиях легко регулируемых пресса хищников и биогенной нагрузки. Несмотря на малые глубины, пруды по величине первичной продукции на единицу поверхности не уступают высокопродуктивным озерам, а по величине фотосинтеза в поверхностном слое их превосходят. Повышение рыбопродуктивности с помощью кормления рыб достигается не только потреблением рыбами искусственного корма, но также и благодаря влиянию на естественную кормовую базу. Несмотря на незначительную роль обмена веществ рыб в трансформации вещества и энергии в экосистеме, они заметно влияют на направленность этих процессов путем изменения таксономической структуры и размерного состава популяций потребляемых видов. Таким образом, вследствие применения удобрений и других интенсификационных мероприятий биомасса водорослей может достигать в прудах чрезвычайно высоких величин [2].

Интенсивное развитие фитопланктона в рыбоводческих прудах может стать фактором вторичного загрязнения водоемов и крайне негативно сказаться на выращивании рыбы. В условиях повышенных температур и притока органического вещества и биогенных элементов в фитопланктоне прудов могут интенсивно развиваться цианопрокариоты. Опасность их чрезмерного развития в прудах связана не только с возможным поглощением кислорода в период

массового отмирания, но и продуцированием некоторыми видами этих организмов опасных токсических веществ [3].

Влияние токсинов цианопрокариот на рыб может быть прямым или опосредованным через воздействие на предыдущие звенья трофической пирамиды (фитопланктон, зоопланктон, зообентос). Непосредственно в организм рыб токсины могут попадать с пищей, так как цианопрокариоты являются обычным компонентом питания карповых рыб. Токсины могут накапливаться в пищевой цепи и представлять опасность для конечных потребителей, в том числе и человека [4].

Таким образом, целью данного исследования является оценка содержания сестона и хлорофилла-*a* в высокопродуктивных водоемах, а также применения в них пигментных индексов с целью идентификации степени развития цианопрокариот и отдела зеленых водорослей.

Материалы и методы исследования. Пробы воды отбирали в течение летнего периода 2014 и 2016–2017 гг. (всего 48 проб) из выростных, нагульных и зимовальных прудов, земляных садков и каналов 5 рыбоводческих хозяйств («Изобелино», «Вилейка», «Свислочь», отделения «Центральное» и «Белоозерск» рыбоводческого хозяйства «Селец»), а также двух прудов в Смолевичском районе и некоторых других цветущих водоемах, не принадлежащих рыбоводческим хозяйствам, но в которых осуществляется разведение рыбы.

Для экстракции пигментов из проб воды использовали 90%-ный ацетон, принятый в качестве растворителя во многих методиках [5]. Для определения содержания хлорофилла-*a* и феопигментов в общем экстракте использовали спектрофотометрический метод. Для прописывания спектров поглощения пигментов фитопланктона измеряли оптическую плотность ацетоновых экстрактов взвеси, осажденной на ядерные мембранные фильтры диаметром пор 1 мкм при фильтрации нативной воды. Промеры проводили с помощью приложения *Scan* спектрофотометра Cary 50 в диапазоне длин волн 350–800 нм с шагом 1 нм [6].

Пигментные индексы, рассчитанные на основании анализа спектров поглощения ацетоновых экстрактов первичных продуцентов, представляют собой соотношение значений на определенных длинах волн: в областях длинно- и коротковолнового максимумов поглощения света хлорофиллом-*a* (664, 665 и 430 нм) и коротковолновых максимумов для каротиноидов (430, 450 и 480 нм) [6; 7]. Полученные величины являются важной характеристикой состояния первичных продуцентов, а также индикатором чистоты приготовленного экстракта пигментов в пробах из природного водоема или водотока [8].

Для оценки в водных сообществах содержания каротиноидов по отношению к хлорофиллу-*a* использовали индекс E_{480}/E_{664} , повышение значений которого свидетельствует об ухудшении физиологического состояния фитопланктона и увеличении его пигментного разнообразия [9]. Идентификацию отдельных групп водорослей, отличающихся по составу пигментов, проводили на основании анализа их спектра поглощения, так индекс E_{450}/E_{480} характеризуется величинами выше 1 для дополнительных хлорофиллов и каротиноидов диатомовых и зеленых водорослей, а минимальные значения (около 1,0) характерны для желтых пигментов цианопрокариот. Пигментный индекс E_{430}/E_{664} отражает количественное соотношение между суммой общих каротиноидов и хлорофиллом-*a* в синей области спектра и хлорофиллом-*a* в красной. При старении популяций фитопланктона и при неблагоприятных условиях среды, способствующих деградации хлорофилла-*a*, величина данного индекса возрастает [9]. Для более корректной оценки содержания каротиноидов в водных сообществах был рассчитан скорректированный индекс $E_{480}/1,7E_{665k}$, учитывающий долю феопигментов в суммарном светопоглощении. Индекс E_{430}/E_{412} [10] также отображает изменения, которые происходят с молекулами хлорофилла при деградации – сдвиг синего максимума спектра поглощения в более коротковолновую область. Соотношение оптических плотностей экстракта E_{430}/E_{412} соответствует отношению хлорофиллов и феофитинов. С целью контроля чистоты экстракта пигментов и правильности прописывания спектра их поглощения были также рассчитаны следующие индексы: E_{664}/E_{530} , E_{430}/E_{530} , E_{530}/E_{720} , E_{664}/E_{720} , E_{430}/E_{720} , отражающие соотношение поглощения на пиках и спадах пигментного спектра [1].

В отобранных пробах воды оценивали количественное развитие фитопланктона и долевого вклад основных отделов водорослей в общую численность и биомассу прямым микроскопическим методом [11].

При обработке количественных данных использовали статистические методы с применением персонального компьютера и программных пакетов *Microsoft Excel* и *Statistica Trial 13*. В таблицах и по тексту приведены рассчитанные средние значения \pm стандартное отклонение (SD), а также коэффициент вариации (Cv). Для изучения взаимозависимости исследованных параметров проводили корреляционный анализ (r) по Пирсону, связь считали статистически значимой при $p \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждения. С целью определения количественного развития фитопланктона и наличия в нем потенциально токсичных цианопрокариот был произведен отбор проб в высокопродуктивных искусственных и естественных водоемах, предназначенных для разведения

рыбы (каrp). В собранных образцах были определены основные гидроэкологические показатели, связанные с уровнем развития фитопланктона (табл. 1).

Таблица 1. – Содержание сестона и хлорофилла-*a* в исследованных водоемах

Место отбора	Содержание сестона, мг/л	Содержание хлорофилла- <i>a</i> , мкг/л	Доля феопигментов, %	Доля хлорофилла- <i>a</i> в сестоне, %
р/х «Свислочь»				
1	2	3	4	5
2-ой нагульный пруд	14,8±1,7	78,6±5,7	12,4±1,2	0,53
1-ый нагульный пруд	23,1±3,5	81,2±1,4	19,9±0,8	0,35
р/х «Вилейка»				
9-ый выростной пруд	12,0±0,6	23,3±5,2	63,1±4,9	0,19
8-ой выростной пруд	10,0±3,4	17,5±0,6	16,9±2,1	0,17
7-ой зимовальный пруд	46,9±5,3	71,2±6,2	15,6±5,3	0,15
1-ый маточный пруд	30,7±2,1	153,8±5,2	1,3±0,8	0,50
3-ый маточный пруд	56,7±6,0	139,1±7,1	9,9±1,3	0,25
Водохранилище	33,4±0,3	38,4±1,3	19,2±1,3	0,11
9-ый канал	4,4±0,1	4,7±0,3	17,9±1,7	0,10
7-ой канал	4,8±0,1	8,0±0,9	32,0±3,7	0,17
6-ой канал	15,4±0,4	6,8±1,1	17,4±4,0	0,04
9-ый нагульный	23,4±1,4	31,0±1,42	18,8±2,3	0,13
р/х «Изобелино»				
Сбросной канал	2,3±0,3	2,9±1,0	8,8±5,8	0,12
25-ый нагульный пруд	41,1±1,9	69,0±1,7	12,9±1,6	0,17
2-ой нагульный пруд	22,7±9,5	33,3±1,6	10,9±1,7	0,15
2-ой нагульный пруд	23,4±5,0	213,1±4,9	5,9±2,3	0,91
р/х «Новинки»				
1-ый пруд	60,0±6,0	196,5±8,5	28,1±2,5	0,33
3-ий пруд	37,8±1,0	109,8±2,0	55,3±1,5	0,29
4-ый пруд	66,7±0,0	337,4±8,6	14,5±2,1	0,51
р/х «Селец», отделение «Центральное»				
13-ый нагульный пруд	10,3±1,2	15,2±1,2	25,2±4,5	0,15
14-ый нагульный пруд	26,8±2,7	206,2±1,5	0,5±0,4	0,77
1-ый нагульный пруд	27,6±2,9	53,6±6,2	30,0±6,7	0,19
13-ый нагульный пруд	33,6±3,7	94,9±6,9	17,8±2,6	0,28
Водопадающий канал	19,6±1,2	35,5±4,3	6,6±4,4	0,18
1-ый нагульный пруд	40,1±1,5	144,0±7,3	15,1±3,1	0,36
2-ой нагульный пруд	48,3±2,2	240,9±7,8	6,2±2,4	0,5
Земляной садок № 17	53,2±5,6	50,2±5,2	16,9±1,2	0,09
13-ый нагульный пруд	69,1±1,6	170,9±1,6	8,9±3,1	0,25
р/х «Селец», отделение «Белоозерск»				
Тепловодный канал	16,4±0,3	91,6±5,1	16,4±0,4	0,56
3-ий нагульный пруд	36,1±1,2	94,1±3,7	18,0±3,4	0,26
10-ый пруд	22,5±3,9	14,0±1,7	26,1±1,6	0,06
Водопадающий канал	32,0±3,2	85,2±1,4	12,5±2,4	0,27

1	2	3	4	5
Водопадающий канал	11,5±0,4	35,3±4,7	12,5±2,5	0,31
3-26 пруд	28,2±3,0	77,4±4,1	5,9±1,6	0,27
3-44 пруд	27,5±0,5	100,3±8,7	3,6±2,4	0,36
3-42 пруд	26,3±0,5	116,4±6,3	2,1±0,7	0,44
Прочее				
оз Слюдцы	2,1±0,2	4,0±0,8	60,5±4,4	0,19
оз Болюты	23,5±5,1	65,6±6,3	29,1±1,2	0,28
Лукомское озеро ТЭЦ	14,9±1,2	20,4±2,8	31,3±1,3	0,14
Лукомское озеро ТЭЦ 2	12,2±0,6	22,1±1,6	28,0±3,2	0,18
Новолукомское ГРЭС	29,8±0,9	116,8±6,5	10,8±2,0	0,39
Пруд (Смолевичский р-н, у д. Слобода)	166,7±2,0	228,4±8,0	5,3±2,7	0,14
Пруд Черницкий (Смолевичский р-н, у д. Черница)	59,3±3,8	74,8±6,1	21,8±3,7	0,13
Пруд (д.Красная Слобода)	210,2±9,1	425,1±8,3	4,5±1,3	0,2
Водопадающий канал (д.Красная Слобода)	27,7±0,5	151,3±5,1	6,9±0,5	0,55
20-выростной пруд (д.Красная Слобода)	84,2±1,5	339,1±8,7	18,5±1,7	0,40
Гулевичи 1А (Белое)	60,0±0,0	240,2±9,1	3,1±0,9	0,40
Гулевичи 3А (Белое)	30,4±0,7	110,9±6,8	9,8±0,1	0,36

За исследованный период трофический статус водоемов, определенный по содержанию хлорофилла-*a*, различался от мезотрофного до гиперэвтрофного. Осредненные данные и показатели варибельности содержания сестона и хлорофилла-*a* (без поправки на присутствие феопигментов) в водоемах, а также удельного содержания хлорофилла-*a* в сестоне и доли феопигментов в суммарном форбине сведены в табл. 2.

Таблица 2. – Содержание сестона и хлорофилла в исследованных водоемах (n=48)

Показатель	Содержание сестона, мг/л	Содержание хлорофилла- <i>a</i> , мкг/л	Доля феопигментов в суммарном форбине, %	Удельное содержание хлорофилла- <i>a</i> в сестоне, %
Среднее значение	37,1	104,7	17,7	0,28
Медиана	27,6	79,9	15,9	0,25
SD	37,3	94,6	13,3	0,16
25 ^й – 75 ^й процентиля	16,0–43,9	32,1–147,1	7,6–20,1	0,15–0,37
Минимум-максимум	2,1–210,2	2,9–425,1	0,5–63,1	0,04–0,77
Cv, %	100	91	79	63

Таким образом, исследованные водоемы характеризовались высокой варибельностью исследованных показателей и большим размахом колебаний. Содержание сестона существенно различалось в разных водоемах на

протяжении вегетационного сезона: диапазон колебаний составил 2–80 мг/л (существенно выделяются пробы прудов д. Слобода, где содержание сестона очень высокое – 210 и 166 мг/л) [1].

Содержание хлорофилла-*a* изменялось в широких пределах: минимальное значение отмечено в рыбоводческом хозяйстве «Изобелино» – 2,9 мкг/л, максимальное содержание – 425 мкг/л в пруду д. Слобода. Содержание хлорофилла-*a* в сестоне имеет схожие средние и медианные значения, а также наименьшее стандартное отклонение и коэффициент вариации среди рассмотренных показателей. Доля феопигментов в суммарном форбине варьировала довольно сильно, при этом в большей части исследованных высокопродуктивных водоемов отмечены невысокие значения – до 50 %, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии и активном развитии фитопланктона в период сбора проб (в мертвых клетках хлорофилл быстро разлагается до феофитина).

Значения индексов контроля чистоты экстракта пигментов и индексов, отражающих состояние первичных продуцентов в высокопродуктивных водоемах представлены в табл. 3. Проанализировав массив данных по высокопродуктивным водоемам, было сделано заключение о верхнем пределе значения индексов контроля чистоты экстракта. Так, если содержание хлорофилла-*a* в воде менее 100 мкг/л, то значения индекса E_{530}/E_{720} не должно быть выше 15, E_{430}/E_{720} не должно превышать 100, E_{664}/E_{720} – 75. Когда концентрация хлорофилла-*a* выше 100 мкг/л и соответствует гиперэвтрофному статусу водоема, работа с индексами усложняется, так как увеличивается погрешность определения хлорофилла и проба требует разведения [1].

Таблица 3. – Пигментные индексы исследованных водоемов

Индексы состояния первичных продуцентов					
Показатель	E_{450}/E_{480}	E_{430}/E_{664}	E_{480}/E_{664}	E_{430}/E_{412}	$E_{480}/1,7E_{665к}$
Общее по всем (48)					
Среднее значение	1,4	1,9	1,0	1,1	0,9
Медиана	1,3	1,9	1,0	1,1	0,8
SD	0,2	0,3	0,2	0,1	0,5
25 ^й -75 ^й перцентили	1,2–1,6	1,7–2,1	0,824–1,1	1,0–1,1	0,7–0,9
Минимум–максимум	1,0–1,9	1,3–2,3	0,5–1,4	0,9–1,3	0,2–3,2
Cv, %	20	15	20	10	50
Индексы контроля чистоты экстракта					
Показатель	E_{664}/E_{720}	E_{430}/E_{720}	E_{530}/E_{720}	E_{430}/E_{530}	E_{664}/E_{530}
Среднее значение	69	138	15	8	4
Медиана	45	98	9	9	4
SD	85	168	21	4	2
25 ^й -75 ^й перцентили	3–90	6–193	2–14	4–12	2–6
Минимум–максимум	1–326	2–681	1–101	1–16	1–8
Cv, %	120	120	140	50	50

Индексы состояния первичных продуцентов имеют практически аналогичные среднее значения и медианы, что свидетельствует о симметричном распределении значений относительно средних. Индекс E_{430}/E_{412} показывает сильную отрицательную связь с долей феопигментов в суммарном форбине – коэффициент корреляции составил $r=-0,82$ ($n=45$). В обследованных высокопродуктивных водоемах не выявлено связи между суммарным содержанием хлорофилла и индексом E_{430}/E_{664} , что вероятно связано с небольшим диапазоном трофности. Индекс E_{450}/E_{480} в среднем составил 1,3, что свидетельствует о содержании дополнительных хлорофиллов и каротиноидов, присущих диатомовым и зеленым водорослям и отсутствующих у цианопрокариот (для которых значения индекса близки к 1).

На некоторых станциях отбора проб было определено содержание биомассы фитопланктона. Проведенный корреляционный анализ для индекса E_{450}/E_{480} и структурных характеристик фитопланктона выявил сильную отрицательную связь $r=-0,81$ ($n=19$) индекса E_{450}/E_{480} с долей синезеленых водорослей (цианопрокариот) в общей биомассе (рис. 1), и положительную связь $r=0,77$ для этого индекса с долей зеленых водорослей в общей биомассе фитопланктона.

Сопоставив данные по биомассе водорослей и индексу E_{450}/E_{480} , в отдельных исследованных водоемах была выявлена потенциальная опасность для разведения рыбы (особенно это было заметно в 2014 г.). Таким образом, пигментные индексы можно использовать как экспресс-метод для быстрой диагностики цветения цианопрокариот и благодаря оперативному мониторингу с использованием такого подхода минимизировать опасность токсического цветения в прудах путем применения технологических мероприятий.

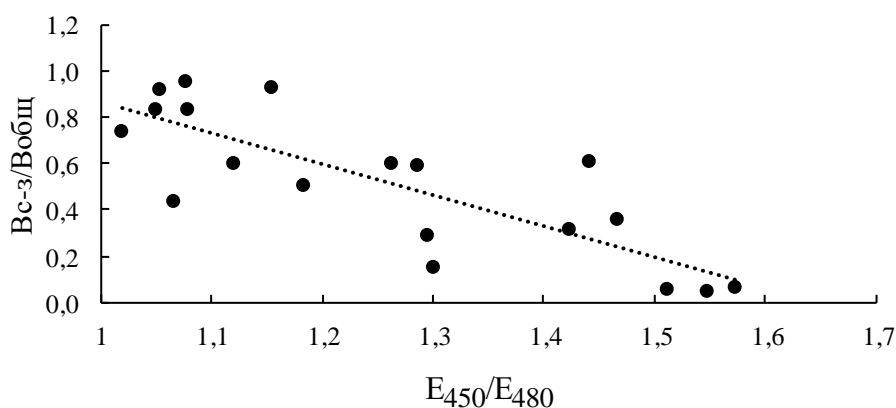


Рисунок 1. – Связь индекса E_{450}/E_{480} с долей цианопрокариот в общей биомассе фитопланктона ($V_{c-3}/V_{общ}$)

Хотелось бы отметить, что индексы могут быть применимы не только для прудов, но также и для других типов водоемов, что подтверждается нашими

данными[1; 8; 12]. Так, увеличение индекса E_{430}/E_{664} свидетельствует об возрастании относительного вклада каротиноидов в светопоглощение и, соответственно, ухудшении физиологического состояния фитопланктона.

Вспомогательные индексы E_{430}/E_{530} и E_{664}/E_{530} отражают соотношение максимального поглощения в синей и красной области спектра соответственно к минимальному значению в центральной области видимой части спектра. Причем, проанализировав данные, видно, что индекс E_{430}/E_{530} дает в 2 раза большее значение, чем индекс E_{664}/E_{530} для всех исследованных высокопродуктивных водоемов. Индексы E_{664}/E_{720} и E_{430}/E_{720} показывают максимальное поглощение в синей и красной области спектра в привязке к минимальному (фоновому) значению в красной области спектра. Индекс E_{530}/E_{720} показывает соотношение минимального значения в зелено-голубой области спектра к минимальному (фоновому) значению в красной области спектра, пределы изменения этого индекса в нашем исследовании – от 0,4 до 35,0.

Заключение

Таким образом, можно заключить, что содержание сестона и хлорофилла-*a* является важным диагностическим показателем состояния водных экосистем, тесно связанным с уровнем загрязнения водоемов органическими и неорганическими веществами, которые можно успешно применять и для прудовых хозяйств. Для сопоставления естественных изменений экосистем с изменениями, происходящими под влиянием антропогенной нагрузки, необходимо иметь представление о сезонной и межгодовой динамике их основных гидроэкологических показателей. В этом плане содержание сестона и хлорофилла-*a* может быть удобным, полезным и оперативным индикатором для оценки мутности воды, степени развития фитопланктона, трофического статуса, а также степени эвтрофикации и интенсивности процессов самоочищения вод.

В исследованных водоемах содержание сестона и хлорофилла-*a* изменялось в широких пределах, составив в среднем 37 мг/л и 105 мкг/л соответственно. На основании полученных данных по содержанию хлорофилла-*a*, трофический статус исследованных водных объектов определен от мезо- до гиперэвтрофного.

Выявлено, что значения пигментных индексов (E_{480}/E_{664} , E_{430}/E_{664}) могут использоваться как показатели физиологического состояния водорослей: повышение этих индексов свидетельствует об ухудшении состояния фитопланктона и увеличении его пигментного разнообразия и наоборот. По анализу представленных данных можно говорить в общем о благоприятных

условиях развития фитопланктона в прудах. Пигментные индексы можно применять как дополнительный информативный критерий для оценки качества воды и быстрого отслеживания происходящих в ней изменений. На основании данных о биомассе фитопланктона была подтверждена высокая диагностическая ценность индекса E_{450}/E_{480} , по значениям которого можно сделать вывод о доминирующей группе фитопланктона (цианопрокариоты либо зеленые водоросли) и своевременно выявить потенциальную опасность для разведения рыбы.

Список использованных источников

1. Смольская, О. С. Пигментные индексы, содержание сестона, хлорофилла-*a* и феопигментов в прудах рыбоводных хозяйств Беларуси / О. С. Смольская // Шестая международная научная конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых сети центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ) : сб. материалов конф., Горки, 28 нояб. – 1 дек. 2017 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. [и др.] ; редкол.: Н. Барулин, С. Лендел. – Горки, 2018. – С. 55–57.
2. Винберг, Г. Г. Первичная продукция водоемов / Г. Г. Винберг ; Ин-т биологии Акад. наук БССР. – Минск : Изд-во АН БССР, 1960. – 329 с.
3. Адамович, Б. В. Фитопланктон рыбоводческих прудов Беларуси: необходимость создания единой базы данных / Б. В. Адамович, А. М. Лях // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Науч.-практ. центра Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2011. – Вып. 27. – С. 203–210.
4. Fisher, W. Pathological and biochemical characterization of MC-induced hepatopancreas and kidney damage in carp (*Cyprinus carpio*) / W. Fisher, D. Dietrich // Toxicology a. Appl. Pharmacology. – 2000. – Vol. 164, № 1. – P. 73–81.
5. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла : ГОСТ 17.1.4.02-90. – Введ. 01.01.91. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 12 с.
6. Lorenzen, C. J. Determination of chlorophyll and phaeopigments : spectrophotometric equations / C. J. Lorenzen // Limnology a. Oceanography. – 1967. – Vol. 12, № 2. – P. 343–346.
7. Jeffrey, S. W. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton and natural phytoplankton / S. W. Jeffrey, G. F. Humphrey // Biochemie u. Physiologie der Pflanzen. – 1975. – Vol. 167, № 2. – P. 191–194.
8. Смольская, О. С. Спектральные пигментные индексы фитопланктона в разнотипных водных объектах Беларуси / О. С. Смольская, А. А. Жукова // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. – 2018. – № 1. – С. 113–123.

9. Сигарева, Л. Е. Хлорофилл в донных отложениях волжских водоемов / Л. Е. Сигарева. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 217 с.
10. Moss, B. A spectrophotometric method for the estimation of percentage degradation of chlorophylls to pheo-pigments in extracts of algae / B. Moss // *Limnology and Oceanography*. – 1967. – Vol. 12, № 2. – P. 335–340.
11. Михеева, Т. М. Методы количественного учета нанофитопланктона (обзор) / Т. М. Михеева // *Гидробиол. журн.* – 1989. – Т. 25, № 4. – С. 3–21.
12. Связь спектральных характеристик пигментного состава и структурных показателей фитопланктона р. Свислочь / Т. М. Михеева [и др.] // *Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология*. – 2018. – № 4. – С. 42–51.

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ

УДК 639.2.052.2: 639.21.053.7

СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВОГО РЫБОЛОВСТВА И МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ РЫБ В РЫБОЛОВНЫХ УГОДЬЯХ БЕЛАРУСИ

В.Г. КОСТОУСОВ

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

STATE OF FISHERIES AND MONITIRING OF FISH STOCKS IN THE FISHING GROUNDS OF BELARUS

V. KOSTOUSOV

*RUE «Fish Industry Institute»,
Stebeneva str., 22, Minsk, 220 024, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 09.11.2020 г.

Реферат: Проанализировано состояние промыслового рыболовства и рыбных ресурсов естественных водоемов и водотоков Республики Беларусь. Представлены сведения по аренде рыболовных угодий и динамике промыслового вылова рыб. Уточнены величины запасов рыбы по категориям промысловых угодий и возможных объемов вылова в современных условиях. Анализируются причины снижения промысловых запасов рыб.

Ключевые слова: Рыболовство, рыбные ресурсы, рыболовные угодья, допустимый вылов.

Abstract: The state of commercial fishing and fish resources of natural reservoirs and watercourses of the Republic of Belarus has been analyzed. The information on the lease of fishing grounds and the dynamics of commercial fish catch is presented.

The values of fish stocks by categories of commercial grounds and possible catch volumes in modern condition have been clarified. The reasons for the decline in commercial fish stocks are analyzed.

Key words: fishery, fish resources, fishing grounds, allowable catch.

Введение. Промысловое рыболовство на внутренних водоемах – одно из направлений ведения рыбного хозяйства в Республике Беларусь, которое занимается добычей рыбного сырья. Задачи промыслового рыболовства непосредственно связаны не только с процессом вылова, но и с проблемами управления промыслом и рыбными ресурсами. Развитие промыслового рыболовства на базе рыбных ресурсов естественных рыболовных угодий должно быть направлено на организацию рационального режима эксплуатации, основанного на знании состояния ресурсной базы и допустимой степени ее эксплуатации. Основное требование к ведению рыболовства – устойчивое использование существующих ресурсов, подразумевающее получение максимально возможной рыбопродукции при сохранении биологического (видового) разнообразия рыб и возможности видовых популяций к восполнению промысловой и естественной убыли. Планирование объемов вылова и устойчивое использование природных ресурсов возможно только при условии наличия соответствующей оценки состояния рыбных ресурсов и разработки режимов их эксплуатации.

Работами прежних лет заложены принципы рационального природопользования на реках, озерах и водохранилищах, основывающиеся на рыбохозяйственной классификации и оптимальной норме изъятия. В 1996 г. проведена инвентаризация рыболовных угодий, завершена разработка схемы рыбохозяйственной классификации и системы рационального рыбохозяйственного использования водоемов Беларуси [1], в 2005 г. – работа по оценке состояния запасов рыб во внутренних водоемах, определению перечней водоемов, пригодных для ведения рыболовного хозяйства и разработке форм государственной отчетности в области рыболовства [2]. Было установлено, что величины запасов рыб в однотипных водоемах в значительной степени зависят как от площади водного зеркала, так и от природно-климатических факторов, соответственно, могут отличаться по регионам.

Кроме того, расчеты, построенные на использовании различных по селективности орудий лова, могут существенно отличаться, т.к. не учитывают ресурсы рыб, не улавливаемые применяемыми орудиями. Следует учитывать, что ихтиофауна водоемов Беларуси представлена преимущественно видами с непродолжительной или средней продолжительностью жизни. Колебания численности генераций таких видов имеют цикличность, не превышающую 10 лет. Кроме того, изменилась структура рыбного промысла: от преимущественно неводного лова рыбозаготовители перешли к преимущественно сетному. Сетной промысел отличается повышенной селективностью по отношению к определенным видам и размерным группам рыб, соответственно все прочие не улавливаются и не учитываются, хотя и

входят в промысловый комплекс. По этой причине и, поскольку последние исследования по оценке запасов рыб проводились более 10 лет назад, возникла необходимость повторения этих работ с учетом реального состояния рыболовства.

Материал и методики исследований. Собраны и подвергнуты анализу материалы промысловой статистики за последний период по объемам и структуре годового вылова рыбы из рыболовных угодий, количеству арендаторов, изменению арендуемой (переданной в пользование) площади рыбопромысловых водоемов и водотоков, изменению структуры промысла и интенсивности рыболовства по орудиям лова. Расчеты по определению интенсивности рыболовства, промысловой смертности и величинам запаса промыслового стада приведены по стандартным методикам [3,4].

В соответствии с методическими подходами промысловый запас облавливаемого рыбного стада является частным от деления достигнутой промысловой рыбопродукции на показатель промысловой смертности рыб. Последний количественно равен коэффициенту вылова, который рассчитывают по показателям интенсивности рыболовства. Имея среднегодовые показатели интенсивности рыболовства и достигнутую среднегодовую рыбопродукцию по классифицируемым группам водоемов за последний пятилетний период, рассчитаны средневзвешенные величины промыслового запаса облавливаемого рыбного стада по категориям водоемов. Среднегодовые показатели интенсивности рыболовства применительно конкретной группе по рыбохозяйственной классификации и привязке по областям, установлены по ряду облавливаемых водоемов на основании данных тоневых журналов, анализов уловов и проведенных контрольных ловов. На основании полученных величин запасов представлены усредненные показатели промыслового запаса рыбного стада для водоемов различных категорий. Для определения средних величин промысловой смертности использованы имеющиеся данные за предыдущий пятилетний период и проведены дополнительные расчеты по 75 разнотипным водоемам и 41 участку водотоков.

Состояние промыслового рыболовства, аренда и пользование рыболовными угодьями. Промысловое рыболовство в Республике Беларусь субъекты хозяйственной деятельности осуществляют на основании договора-аренды рыболовных угодий и при наличии соответствующей лицензии. Количество арендаторов, как и арендуемая ими площадь, постоянно изменяются, что связано как с особенностями осуществления промыслового рыболовства, так и со стремлением арендодателей (райисполкомов) обеспечить передачу в аренду как можно большего числа водоемов. Кроме аренды, часть рыболовных угодий передано в безвозмездное пользование Национальным

паркам и учреждениям Управления делами президента Республики Беларусь в соответствии с Распоряжением Президента Республики Беларусь № 156рп от 03.06.2008 г. Изменение численности арендаторов/пользователей рыболовных угодий и эксплуатируемых площадей по годам за период с проведения предыдущих исследований (2004-2005гг.) представлено в табл. 1. Анализ данных табл. 1 показывает о тенденции снижения числа арендаторов и общей площади облавливаемых рыболовных угодий. Так, с 2004г. площадь рыболовных угодий, находящихся в аренде/пользовании одного субъекта хозяйствования не превышала 400 га[2]. В связи с общим уменьшением числа арендаторов/пользователей и некоторым перераспределением облавливаемых угодий в пользу оставшихся, по ситуации 2017 г. площадь рыболовных угодий, приходящаяся на одного арендатора/пользователя, возросла до 608 га. Изменение в соотношении облавливаемых площадей и численности рыбозаготовителей в большей степени отразилось на величине, чем на составе уловов.

Таблица 1. – Аренда/пользование рыболовных угодий Республики Беларусь для ведения промыслового лова рыбы

Годы	Количество арендаторов/пользователей	Площадь (протяженность) арендуемых угодий			Вылов рыбы, ц
2005	257	88422,3	18106,8	1796,1	5926,8
2008	135	90752,6	1120,0	-	8092,9
2009	152	84694	101,5	1803,7	8254,6
2010	147	92705,8	1120,0	1080,0	8961,4
2011	133	83585,6	1045,0	2230,5	11191,4
2012	134	82754,3	1079	2424,4	9334,3
2013	82	61924	1095,2	-	6588,1
2014	100	65733	1251,2	-	763,99
2015	142	72348	10852	1100,0	8721,5
2016	116	63903,2	9068,7	-	6870,4
2017	109	53453,8	12850,1	677,8	7757,0
2018	108	61166,0		576,7	7851,2

Применительно территориального деления, 58,5 % площади арендуемых озер приходится на Витебскую область, 20,1 % - на Минскую и 11,5 % - на Брестскую области. На долю Гомельской, Гродненской и Могилевской областей в сумме приходится 9,9 %. Из площади арендованных водохранилищ 45,3 % приходится на Брестскую, 29,9 % - на Минскую и 14,1 % на Могилевскую области. Соответственно, на долю Витебской, Гродненской и

Гомельской областей приходится всего 10,7 %. Более всего рыбопромысловых участков рек передано в аренду в Гомельской (51,1%) и Брестской (33,4%) областях. На долю остальных четырех областей (Витебской, Гродненской, Минской и Могилевской) приходится всего 15,5 %. Связано это со структурой водного фонда в областях и его доступностью для промысловых орудий лова. Установлено, что за период с 2013 по 2017гг. количество арендаторов рыболовных угодий по Витебской и Минской областям возросло (по Витебской на 110 %, по Минской на 22,2 %), по Могилевской соответственно снизилось (на 17 %). При росте числа арендаторов облавливаемая площадь по Витебской обл. возросла на 70 %, тогда как по Минской и Могилевской областям – уменьшилась (на 36 и 4,1 % соответственно) – табл. 2.

Таблица 2. – Число арендаторов/пользователей рыболовных угодий и арендуемые площади в разрезе областей (на 01.01.2018 г.)

Показатели	Область					
	Витебская	Минская	Могилевская	Брестская	Гомельская	Гродненская
По ситуации на 2013 год						
Количество арендаторов/пользователей	20	9	6	17	28	1
Арендуемая площадь/протяженность угодий, га/км	22934/ 43,12	21450,5/ 7,5	1757,9/ 191,5	8736,1/ 239,6	7001,0/ 641,0	44,4/0,0
По ситуации на 2017 год						
Количество арендаторов/пользователей	42	11	5	17	30	1
Арендуемая площадь/протяженность угодий, га/км	39132,1/ 57,91	13071,7/ 9,5	1659,9/ 170,5	14780,2/ 86,0	4769,5/ 652,4	44,4/0,0

Поскольку основные облавливаемые площади рыбопромысловых водоемов и водотоков в Витебской и Минской обл. закреплены за крупными пользователями – национальными парками, изменение площадей идет в основном за счет изменения числа арендаторов. За тот же период, количество арендаторов рыболовных угодий по Брестской и Гродненской областям осталось на прежнем уровне, по Гомельской несколько возросло (на 7 %).

При сохранении числа арендаторов облавливаемая площадь водоемов по Брестской обл. возросла на 69 %, тогда как протяженность облавливаемых

водотоков сократилась (в 2,8 раза). По Гомельской области площадь облавливаемых рыболовных угодий сократилась (на 32 %), но протяженность облавливаемых водотоков несколько возросла (на 1,7 %). По Гродненской обл. облавливаемая площадь осталась без изменений. Поскольку основные облавливаемые площади рыбопромысловых водоемов и водотоков в Брестской и Гомельской обл. закреплены за крупными пользователями – рыбхозами и национальными парками (ОАО «Селец», ОАО «Полесье», ГПУ НП «Беловежская пуща» и ГПУ НП «Припятский»), изменение площадей идет в основном за счет изменения числа и арендуемой площади прочих арендаторов. В Гродненской обл. за указанный период осуществляет деятельность, связанную с промысловым рыболовством только один арендатор, арендуемые площади которого, остаются неизменными. Интенсивность рыболовства и величины улова определяются не только наличием соответствующих рыбных и водных ресурсов, но и развитием материально-технической базы рыболовства.

Производственная база рыболовства представлена орудиями лова, плавсредствами и механизмами. По состоянию на 01.06.2004 г. в шести областях на промысле было задействовано 142 невода различной конструкции и длины, 83,7 тыс. м сетей и 1 тыс. шт. ловушек. Сведений по фактическому наличию орудий лова у арендаторов и пользователей рыболовных угодий к настоящему времени не имеется, но отмечена устойчивая тенденция снижения доли неводного лова в общем объеме вылова рыбы в пользу сетного (рис. 1).

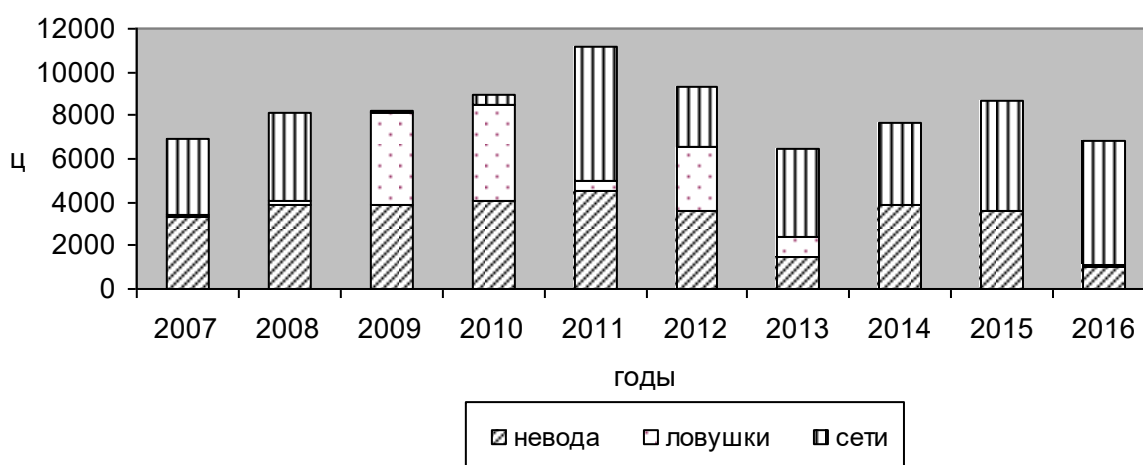


Рисунок 1. – Динамика промыслового вылова рыбы с учетом вылова по орудиям рыболовства

За период, прошедший с момента предыдущих исследований, промысловые уловы в целом стабилизировались на уровне 0,7-1,1 тыс. тонн, при некотором росте долевого значения вылова из водоемов на фоне снижения относительной доли вылова из водотоков (табл. 3).

Таблица 3. – Динамика вылова рыбы по категориям рыболовных угодий

Годы	Озера		Водохранилища		Реки		Всего	
	тонн	%	тонн	%	тонн	%	тонн	%
2007	370,79	53,9	115,64	16,8	201,50	29,3	687,93	100
2008	489,97	60,5	162,25	20,1	156,81	19,4	809,29	100
2009	493,59	59,8	151,40	18,3	180,47	21,9	825,46	100
2010	494,28	55,2	195,35	21,8	206,51	23,0	896,14	100
2011	680,21	60,8	217,52	19,4	221,41	19,8	1119,14	100
2012	515,83	55,3	214,02	22,9	203,58	21,8	933,43	100
2013	354,83	53,9	117,25	17,8	186,72	28,3	658,81	100
2014	481,51	63,0	148,98	19,5	133,50	17,5	763,99	100
2015	532,14	61,0	210,37	24,1	129,64	14,9	872,15	100
2016	410,75	59,8	148,54	21,6	127,74	18,6	687,04	100
2017	420,25	54,2	226,93	29,2	128,87	16,6	776,05	100
2018	489,86	62,3	181,16	23,0	115,13	14,7	786,15	100

В то же время, в структуре вылова сохраняется достаточно стабильная картина, отмечаемая постепенным ростом доли вылова ценных видов за счет снижения доли вылова малоценных (табл. 4).

Так, доленое значение ценных видов рыб (угря, сиговых и «крупного частика» куда, наряду с лещом, входят еще 10 видов рыб) в уловах к 2005 г. выросло по сравнению с предшествующим периодом и составляло от 30 до 42 %, после 2008 г. практически сравнялось, а в последние четыре года превысило суммарный улов мелкочастиковых видов рыб. Причиной этого можно считать два фактора: массированное зарыбление нагуливающимися видами в середине 2000-х гг. и переход к более селективному сетному лову.

Из общего числа видов, отмечаемых в настоящее время в составе ихтиофауны Беларуси (67) [5], определенное промысловое значение имеют не более 20 (таблица 6). Анализ статистических данных за 2011-2015 гг. показал, что в группе сортов «крупный частик» преобладающим видом стал лещ (в среднем 27,0 %), в группе сортов «мелкий частик» – карась (24,9 %). Значение плотвы, которая ранее определяла основу промыслового вылова (до 37 %), за рассматриваемый период снизилось до 12,7 %, уступив более высокую позицию густере (13,4 %). На долю сиговых рыб ранее приходилось около 1 %, в настоящее время - менее 0,01 %, угря – 2,73 и 1,0 % соответственно. Также следует отметить вылов нагуливающих карповых рыб прудового комплекса (каarp, толстолобики, белый амур без учета карася). Зарыбление этими видами рыболовных угодий в рамках выполняемых мероприятий по росту рыбопродуктивности рыболовных угодий способствовало тому, что их суммарная доля в уловах, которая на рубеже 2000 гг. составляла всего 2,5 %, к 2010г. возросла в среднем до 12,2 %, а к 2015 г. – до 15,2 %, к настоящему времени составила 15,7%. Причины указанных изменений лежат как в не останавливающейся трансформации экосистем водоемов, так и в области организации промысла (табл. 5).

Таблица 4. – Структура промысловых уловов рыбы по товарным сортам, %

Товарные сорта	Годы													
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Угорь	2,2	1,4	1,3	1,2	1,0	3,4	0,8	1,3	1,4	0,8	0,3	1,1	1,8	0,7
Сиговые	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<0,1	0	0	0
Крупный частик	37,0	37,3	42,8	46,7	49,2	51,5	49,4	49,5	49,2	54,0	59,3	67,0	64,8	56,8
Мелкий частик	60,8	61,3	55,9	52,1	49,8	45,1	49,8	49,2	49,4	45,2	40,4	31,9	33,4	42,5
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 5. – Степень промыслового использования рыболовных угодий по категориям и областям

Область	Классифицируемые группы водоемов									
	сигово-сетковые		лещево-судачьи		лещево-щучье-плотвичные		окунево-плотвичные		карасево-линевые	
	облавливаемая площадь, га	% от общей	облавливаемая площадь, га	% от общей	облавливаемая площадь, га	% от общей	облавливаемая площадь, га	% от общей	облавливаемая площадь, га	% от общей
Брестская	-	-	-	-	3713,46	53,3	3349,7	43,1	5393,44	53,7
Витебская	3724,42	43,8	19318,86	72,1	8051,14	23,4	838,84	4,9	1752,92	18,8
Гомельская	-	-	-	-	929,0	49,4	78,0	1,7	3935,6	34,7
Гродненская	-	-	-	-	0	0	44,4	1,6	0	0
Минская	0	0	1780,0	17,0	5573,8	32,9	69,9	1,5	376,0	7,7
Могилевская	-	-	-	-	0	0	211,5	5,8	1190,0	33,8

Отмечаемый переход к преимущественно лову пассивными орудиями, привел к заметному снижению интенсивности рыболовства (кратности облова), которая по облавливаемым водоемам Брестской области составила около 0,5, тогда как по угодьям Гомельской области – не более 0,3. Минимальная интенсивность рыболовства отмечена для эксплуатируемых речных участков – в среднем около 0,1. По облавливаемым водоемам Витебской области интенсивность рыболовства снизилась в среднем до 0,28, Минской области – до 0,57. Таким образом, снижение интенсивности рыболовства напрямую сказывается на расчетных величинах запаса через увеличение естественной смертности и перестройку структуры популяции облавливаемого стада рыб. Наблюдаемые ранее различия в качественном составе уловов по отдельным категориям рыболовных угодий (реки, озера, водохранилища) в настоящее время сивелированы, что связано с уменьшением загрязненности речных акваторий.

Расчет промыслового запаса рыб по отдельным категориям рыболовных угодий. Изменение интенсивности рыболовства напрямую сказывается на расчетных величинах запаса через увеличение естественной смертности и перестройку структуры популяции облавливаемого стада рыб [2,4,6-8]. Расчетные величины промыслового запаса рыбы по ряду хозяйственно значимых рыбопромысловых водоемов Брестской обл. поддерживаются регулярным зарыблением, по этой причине существенного различия по сравнению с данными на начало 2000-х гг. не наблюдается [2]. Запасы рыбы колеблются по категориям водоемов от 65,7 до 131,1 кг/га и в основном определяются накоплением ихтиомассы нагульных видов (толстолобики, карась, карп). Расчетные запасы по 14 рыбопромысловым озерам Витебской обл. снизились по сравнению с данными на начало 2000-х гг. на 10-22% и колеблются по категориям водоемов от 41,5 до 67,5 кг/га. Аналогичные расчеты, сделанные по 6 рыбопромысловым озерам Минской области также показали тенденцию к снижению (в пределах 40,5-80,0 кг/га) (табл. б) водоемов от 41,5 до 67,5 кг/га. Аналогичные расчеты, сделанные по 6 рыбопромысловым озерам Минской области также показали тенденцию к снижению (в пределах 40,5-80,0 кг/га) (табл. б).

Таблица 6. – Среднегодовые расчетные данные по промысловому запасу рыбного стада отдельных категорий водоемов по областям

Область	Группа по р/х классификации	Интенсивность вылова	Промысловая рыбопродукция, кг/га	Промысловый запас, кг/га
1	2	3	4	5
Брестская	лещево-щучье-плотвичные	0,07-0,47	5,3-51,7	62,4-110,0
	карасево-линевые	0,17-0,30	12,4-19,7	56,9-65,7

1	2	3	4	5
	окунево-плотвичные	0,08-0,29	5,3-12,0	41,7-62,4
Витебская	сигово-внетковые	0,01-0,11	0,8-1,1	50,0-55,0
	лещево-судачьи	0,04-0,13	1,9-8,2	41,5-75,4
	лещево-щучье-плотвичные	0,06-0,16	1,0-12,6	53,8-101,8
	окунево-плотвичные	0,01-0,10	0,6-5,7	46,3-62,0
	карасево-линевые	0,07-0,31	2,5-13,5	35,3-43,2
Гомельская	лещево-щучье-плотвичные	0,05-0,22	4,0-18,6	80,0-84,5
	карасево-линевые	0,12-0,24	10,1-32,1	83,9-131,1
Гродненская	лещево-щучье-плотвичные	0,09	6,9	78,6
Минская	лещево-судачьи	0,09	5,2	57,8
	лещево-щучье-плотвичные	0,02-0,18	0,9-14,7	40,5-81,5
	карасево-линевые	0,01-0,14	0,2-10,4	38,3-90,6
	окунево-плотвичные	0,01-0,11	0,5-1,6	47,8-88,4
Могилевская	лещево-щучье-плотвичные	0,10-0,16	7,9-11,7	71,0-82,4
	карасево-линевые	0,21	9,3	43,4
	окунево-плотвичные	0,04	3,0	69,0

Расчеты величин интенсивности вылова и промыслового запаса облавливаемого рыбного стада отдельных участков водотоков представлены в табл. 7.

Таблица 7. – Среднегодовые расчетные данные по промысловому запасу рыбного стада отдельных категорий водотоков

Категория водотока	Количество проанализированных участков	Интенсивность вылова	Промысловая рыбопродукция, кг/га	Промысловый запас, кг/га
		пределы колебаний		
I	29	0,006-0,33	0,15-28,4	23,8-213,1
II	7	0,005-0,14	0,05-7,5	33,8-53,0
III	2	0,001-1,67	0,04-60,2	36,0-38,0
IV	3	0,15-0,21	2,3-3,8	15,3-18,3

Анализируя данные ведения промыслового рыболовства на реках, можно отметить, что для облавливаемых водотоков I категории, протекающих в направлении север-юг (Днепр, Сож, Березина) отмечено существенное изменение рыбопродуктивности по отдельным участкам (в пределах областей), тогда как для р.Припять, протекающей в направлении запад-восток, этого не отмечается (табл. 8) [9]. Возможно, это связано с условиями развития русловой части водотоков, что требует дополнительного осмысления.

Таблица 8. – Величины промыслового запаса рыб на разных участках протекания рек I категории

Область	Промысловый запас по участку реки, кг/га			
	Днепр	Сож	Березина	Припять
Брестская				81,0
Витебская	36,1			
Минская			45,5	
Могилевская	48,0	79,4	61,2	
Гомельская	76,8	83,3	74,0	80,9

На основании полученных величин запасов могут быть представлены усредненные показатели промыслового запаса рыбного стада для отдельных категорий водоемов и водотоков в разрезе областей (табл. 9-11).

Таблица 11. – Параметры рыбопромысловых водотоков и средние величины промыслового запаса ихтиофауны относительно установленных категорий

Категория реки	Ширина русла, м колебания	Ширина русла средняя, м	Средняя площадь участка протяженностью 1 км, га	Промысловый запас	
				кг/га	кг/км
I	55-425	110,1	11,01	60,7	668
II	12-100	37,2	3,7	50,0	185
III	10-85	23,1	2,3	37,0*	85
IV	2-8	4,5	0,45	16,8*	8

* без учета мигрирующего угря

Сравнивая результаты, полученные при обработке новых материалов с аналогичными, полученными ранее (табл. 10) [2], можно отметить некоторое снижение величин запаса по отдельным категориям угодий. На наш взгляд это связано, в первую очередь, с изменением структуры рыболовства, во-вторых, со снижением общего числа облавливаемых участков и, как следствие, с низкими показателями интенсивности, закладываемыми в расчеты. На снижении расчетных величин расчетного промыслового запаса сказалась переориентация промысла на селективные пассивные орудия, вследствие чего часть рыбных ресурсов просто выпала из сферы рыболовства по причине селективности орудий лова и снижения спроса на такую продукцию рыболовства. На основании полученных величин запасов и видовой структуры промысловых уловов определены актуализированные допустимые объемы вылова и степень эксплуатации ресурсов для каждой из анализируемых областей (табл. 9).

Таблица 9. – Величины запасов, нормы вылова и степень эксплуатации рыбных ресурсов по состоянию на 2014-2018 гг.

Область	Классифицируемые группы водоемов														
	сигово-сетковые			лещево-судаачьи			лещево-щучье-плотвичные			окунево-плотвичные			карасево-линевые		
	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %
Брестская	-	-	-	-	-	-	97,5	27,3	100,7	58,7	16,4	105,4	73,5	20,6	73,8
Витебская	53,3	14,9	6,4	84,0	23,5	25,0	73,6	20,6	20,7	69,3	19,4	30,4	71,8	20,1	36,8
Гомельская	-	-	-	-	-	-	76,5	21,4	40,4	62,0	17,4	26,7	75,4	21,1	96,0
Гродненская	-	-	-	-	-	-	86,2	24,1	28,6	58,9	16,5	71,4	-	-	-
Минская	37,6	10,5	30,8	83,3	23,3	33,6	63,0	17,6	53,4	57,6	16,1	50,9	39,8	11,1	66,0
Могилевская	-	-	-	-	-	-	70,9	19,8	59,0	82,4	23,1	123,4	36,0	10,1	76,0

Таблица 10. – Величины запасов, нормы вылова и степень эксплуатации рыбных ресурсов по состоянию на 2004-2005 гг. [2]

Область	Классифицируемые группы водоемов														
	сигово-сетковые			лещево-судаачьи			лещево-щучье-плотвичные			окунево-плотвичные			карасево-линевые		
	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %	пром. запас, кг/га	допуст. вылов, кг/га	степень экспл., %
Брестская	-	-	-	-	-	-	70,0	19,6	78,6	77,1	21,6	25,0	41,3	11,6	106,9
Витебская	57,5	16,1	9,3	72,8	20,4	34,3	65,2	18,2	11,5	45,4	12,7	13,4	53,0	14,8	6,8
Гомельская	-	-	-	-	-	-	89,7	25,1	107,6	81,4	22,8	25,0	45,7	12,8	53,9
Гродненская	-	-	-	-	-	-	81,0	22,7	2,2	62,0	17,4	29,9	33,0	9,2	14,1
Минская	81,8	22,9	3,9	80,0	22,4	20,5	81,9	22,9	21,0	55,4	15,5	3,6	44,4	12,4	3,2
Могилевская	-	-	-	-	-	-	59,6	16,7	18,6	64,3	18,0	20,0	78,7	22,0	26,8

Заключение

Изменение интенсивности рыболовства напрямую сказывается на расчетных величинах запаса облавливаемого стада рыб. Запасы рыбы колеблются по категориям водоемов, рост величин в ряде случаев определяются накоплением ихтиомассы нагульных видов. Промысловый запас рыбного стада в водотоках в значительной мере зависит от морфометрических параметров данного вида угодий, что необходимо учитывать при выделении в аренду рыбопромысловых участков.

С учетом проведенных исследований предлагается внести изменения в Приложение 1 Правил ведения рыболовного хозяйства и рыболовства, в части уточнения нормативов допустимого вылова по всем категориям рыболовных угодий.

Список использованных источников

1. Система рационального рыбохозяйственного использования водоемов Беларуси, предусматривающая оптимальное промышленное и любительское рыболовство : справ. пособие / В. Г. Костоусов [и др.] ; Акад. наук Респ. Беларусь, БелНИИрыбпроект. – Минск : [б. и.], 1997. – 122 с.

2. Костоусов, В. Г. Состояние рыбного промысла в Республике Беларусь: ресурсная база, проблемы и задачи по увеличению эффективности / В. Г. Костоусов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 68–73.

3. Федоров, В. А. Методика оценки рыбных запасов озер Беларуси: определение оптимального коэффициента их промыслового использования на основе прироста рыбного стада / В. А. Федоров // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 179–195.

4. Методические рекомендации по определению запасов рыб в водоемах Беларуси / сост. В. Г. Костоусов ; Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси, Гос. инспекция охраны растит. и живот. мира. – Минск : [б. и.], 2004. – 24 с.

5. Жуков, П. И. Общая характеристика экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков // Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков. – Минск, 1988. – С. 7–25.

6. Маркин, В. А. Методы рационального рыболовства на малых озерах / В. А. Маркин // XIX научная конференция по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии : тез. докл. [г. Минск, 11–13 мая 1977 г.] / Ихтиол. комис. М-ва рыб. хоз-ва СССР [и др.] ; редсовет: В. К. Домбровский [и др.]. – Минск, 1977. – С. 107–108.

7. Руденко, Г. П. Методы определения ихтиомассы, прироста рыб и рыбопродукции / Г. П. Руденко // Продукция популяций и сообществ водных организмов и методы ее изучения : [сб. ст.] / Акад. наук СССР, Урал. науч. центр. – Свердловск, 1985. – С. 111–138.

8. Руденко, Г. П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер Северо-Запада и их классификация / Г. П. Руденко ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рос. Федерации, Департамент науки и техн. прогресса, Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва. – М. : ГосНИОРХ, 2000. – 220 с.

9. Прищепов, Г. П. Состояние популяций рыб в Днепре в условиях антропогенного воздействия / Г. П. Прищепов, Г. П. Воронова // Проблемы воспроизводства аборигенных видов рыб : науч. сб. / А. С. Качный [и др.]. – Киев, 2005. – С. 137–142.

ОЦЕНКА ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА РЕКИ ВИЛИЯ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА БЕЛОРУССКОЙ АЭС

В.Г. КОСТОУСОВ, Т.Л. БАРАН, Т.И. ПОПИНАЧЕНКО, В.Д. СЕННИКОВА

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

ASSESSMENT OF THE HYDROECOLOGICAL STATE OF THE SECTION OF VILIA RIVER IN THE AREA OF THE BELARUSIAN NPP CONSTRUCTION

V. KOSTOUSOV, T. BARAN, T. POPINACHENKO, V. SENNIKOVA

*RUE «Fish Industry Institute»,
Stebeneva str., 22, Minsk, 220 024, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 09.11.2020 г.

Аннотация Рассмотрены некоторые гидроэкологические показатели (гидрохимический режим, состав и степень развития сообществ гидробионтов) состояния участка р. Вилия в зоне строительства Белорусской АЭС, которые могут служить в качестве параметров мониторинга антропогенного воздействия на экосистему реки.

Ключевые слова: гидрология, среда, биогены, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, количественные показатели.

Abstract. Some hydrological indicators (hydrochemical regime, composition and degree of development of hydrobiont communities) of the state of the Viliya river section in the construction area of the Belarusian nuclear power plant, which can serve as parameters for monitoring the anthropogenic impact on the river ecosystem, are considered

Key words: hydrology, environment, biogen, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, quantitative indicators.

Введение Речные водные системы испытывают негативное воздействие хозяйственной деятельности человека, связанное с гидротехническим строительством, попаданием загрязнителей и токсикантов со сточными водами, сельскохозяйственным освоением и урбанизацией территории водосборов, ростом рекреационной (рыболовной) нагрузки, влекущие изменение условий обитания ряда аборигенных видов рыб, изменение видового статуса на

угрожаемый или исчезающий, сокращение биологического разнообразия. Не маловажное значение приобретает и тепловое загрязнение, сопровождающее эксплуатацию энергетических объектов с использованием в качестве охладителей поверхностных водоемов. В связи с этим, для сохранения уникального биологического разнообразия р. Виля в период строительства и последующей эксплуатации АЭС, имеется потребность в осуществлении постоянного наблюдения (мониторинга) за состоянием экосистемы, включая структуру рыбного населения, гидрохимический режим и изменение кормовой базы и, в случае выявления неблагоприятных изменений, в разработке и реализации соответствующих адекватных компенсационных мероприятий.

Актуальность исследований подтверждается и тем фактом, что на участке наблюдения в реке и ее притоках расположены единственные в Беларуси места размножения диадромных лососевых рыб (атлантический лосось и кумжа), внесенных в Красную Книгу Республики Беларусь [1].

Материалы и методы исследований. Объектом исследований служил участок протекания р. Виля в пределах Островецкого р-на Гродненской обл. на двух створах: выше места планируемого забора воды (участок протяженности от д. Сорговцы до д. Маркуны) и ниже места планируемого сброса воды (участок от д. Нидяны до д. Тартак)), которые подвержены воздействию работ по строительству водозабора технической воды и выпуска продувочных вод Белорусской АЭС при её вводе в эксплуатацию (рис. 1). Сбор и обработку материала по характеристике качества среды и развитию основных групп гидробионтов осуществляли по стандартным методикам гидроэкологических исследований [2-4].

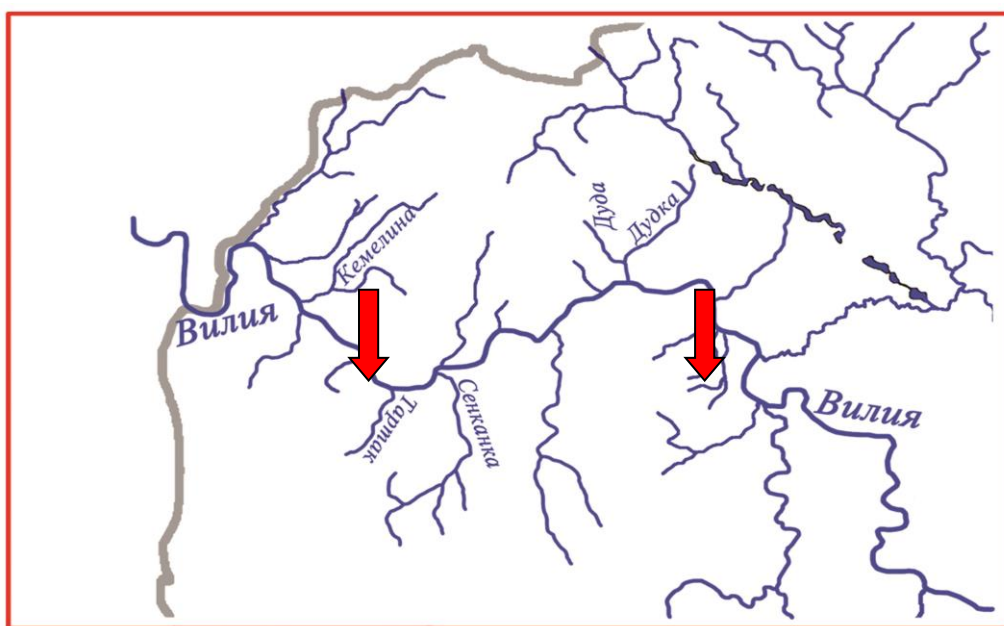


Рисунок 1. – Схема расположения точек мониторинга на р. Виля

Результаты исследований и обсуждение. Характеристика гидрохимического режима участка р. Вилия. По солевому составу вода на исследуемом участке р.Вилия относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, средней минерализации. Минерализация минимальна в период весеннего паводка (57-99 мг/л), достигая максимума в меженные периоды: летом 272-302 мг/л, зимой 241-319мг/л.

Прозрачность воды в меженный период в среднем составляет около 1,5 м, температурная стратификация отсутствует. Активная реакция воды во все фазы водного режима изменяется в пределах рН=6,9-8,8. Газовый режим благоприятный – содержание растворенного кислорода в среднем составило 9,60 мг/л, что соответствует насыщению воды кислородом 96 % и на протяжении периода измерений изменяется незначительно. Гидрохимическая характеристика реки за период наблюдения по анализируемым створам представлена в табл. 1.

Вода на исследуемом участке реки - средней жесткости, с преобладанием катионов кальция и магния, которые соотносятся как 3:1. По сравнению с данными 2018 г., в воде к моменту последних измерений несколько снизилось содержание ионов кальция (примерно в 1,3 - 1,4 раз), но во столько же увеличилось содержание катионов магния, поэтому в целом жесткость воды остается средней (4,2 – 4,5 мг-эquiv./л). На изменении содержания основных щелочноземельных металлов могли сказаться изменения текущего года в уровне водности и количестве осадков в апреле-мае 2018, в результате чего могло измениться соотношение источников питания между грунтовыми водами и поверхностным стоком. Восстановление режима питания в период осенней межени способствовало и восстановлению содержания и среднесуточного соотношения этих катионов в воде.

Концентрация общего железа невысока (0,04 мг/л), находится на уровне природного фона и не претерпела сильных колебаний за период наблюдений.

Основными биогенными элементами в ионном составе воды считаются соединения азота и фосфора, характеризующие продукционные возможности водной экосистемы, а также степень ее загрязнения.

Концентрация нитритной формы азота в воде невелика (в среднем 0,010 мгN/л), остается на уровне измерений 2018 г. и соответствует "достаточно чистым" водам по гидробиологической классификации [5]. При этом в воде повышено содержание аммонийной формы азота – до 0,46 – 0,48 мгN/л, что соответствует классу «умеренно загрязненных» вод [5], и может быть связано с поверхностным стоком с сельскохозяйственного и урбанизированного водосбора. Значительно повышена концентрация нитрат-ионов – в среднем 1,40 мгN/л ("сильно загрязненная" вода).

Таблица 1. – Показатели качества воды р. Вилия по исследуемым створам (2018- 2020 гг.)

Показатели	Единицы измерения	июнь 2018 г.		май-июнь 2019г.		октябрь 2019г.		май 2020г.		сентябрь 2020г.		Интегрированная величина по двум створам	Характеристика водной массы по гидробиол классификации [4]
		створ выше забора воды	створ ниже сброса воды	створ выше забора воды	створ ниже сброса воды	створ выше забора воды	створ ниже сброса воды	створ выше забора воды	створ ниже сброса воды	створ выше забора воды	створ ниже сброса воды		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Прозрачность	м	1,8	1,8	1,5	1,5	1,2	1,2	1,5	1,5	1,3	1,3	1,5	
Температура	°С	19,1	19,0	14,5	13,0	10,0	8,0	17,0	17,0	14,6	17,1	-	в пределах нормы
Водородный показатель (рН)	ед.	7,2	7,3	8,6	7,8	8,8	8,6	8,7	7,7	8,6	8,5	8,2	в пределах нормы
Концентрация O ₂	мг/л	10,18	8,94	9,9	9,2	9,84	9,97	-	-	8,68	10,13	9,6	в пределах нормы
Содержание O ₂	% насыщ.	109	96,5	107	97	87	84	-	-	85,4	105	96,4	-
Концентрация NH ₄ ⁺	мгN/л	0,20	0,23	0,43	0,48	0,46	0,48	0,42	0,75	0,31	0,28	0,40	слабо загрязненная

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
-//-NO ₂ ⁻	- // -	0,010	0,011	0,005	0,010	0,014	0,009	0,014	0,008	0,011	0,008	0,010	доста- точно чистая
-//-NO ₃ ⁻	- // -	2,56	1,65	0,85	0,90	0,86	0,92	0,98	0,92	1,96	2,44	1,40	сильно загряз- ненная
-//-Р _{мин.}	мгР/л	0,089	0,096	0,054	0,080	0,046	0,050	0,025	0,024	0,034	0,048	0,055	слабо загряз- ненная.
-//-Fe _{общ}	мг/л	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	в пределах нормы
Жесткость общая	мг- экв./л	4,6	4,7	4,2	4,5	4,3	4,4	4,7	4,6	4,7	4,3	4,5	средняя
Концен- трация Са ²⁺	мг/л	63,1	64,1	44,0	50,0	56,0	58,0	66,0	60,0	64,0	58,0	58,3	в пределах нормы
-// - Mg ²⁺	мг/л	17,6	18,2	24,3	24,3	18,0	18,0	17,0	19,5	18,0	17,0	19,19	в пределах нормы
Окисляе- мость перман- ганатная	мгО/л	9,08	8,72	9,33	11,09	7,23	6,91	11,57	12,84	8,83	8,10	9,37	слабо загряз- ненная

Это также может быть связано с поступлением дополнительных количеств нитратов с водосбора, поскольку их растворимость велика, а также свидетельствует о полном протекании реакции нитрификации, в результате которой образуется дополнительное количество нитратов (рис. 2-3).

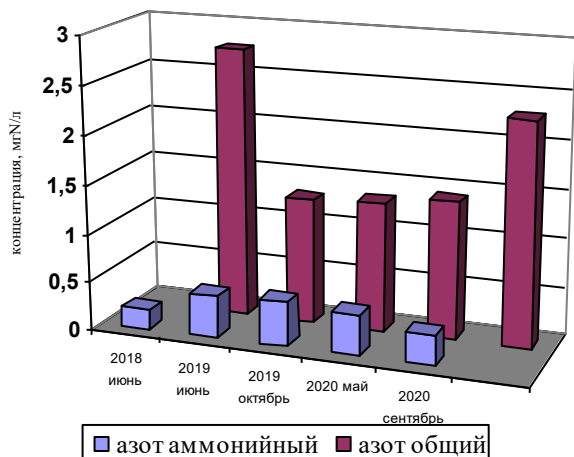


Рисунок 2. – Концентрация минеральных форм азота, створ выше забора воды

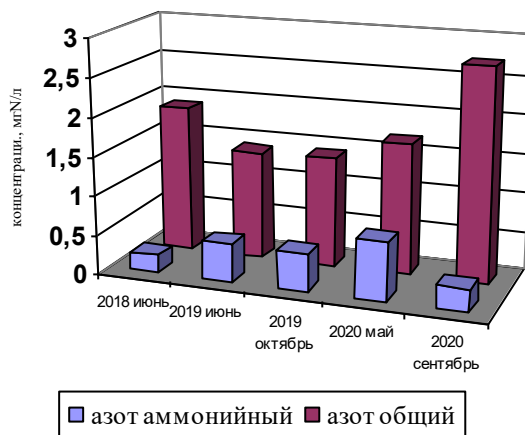


Рисунок 3. – Концентрация минеральных форм азота, створ ниже сброса воды

Содержание в воде минеральных форм фосфора несколько превышает нормируемые значения для поверхностных природных вод (0,066 мг/л) и находится в пределах 0,024 - 0,096 мгР/л, что указывает на имеющееся слабое загрязнение воды [6]. С приведенными данными соотносится и несколько повышенная величина перманганатной окисляемости исследуемой воды (в среднем 9,37 мгО/л), что соответствует классу вод "слабо загрязненные" по гидробиологической классификации [5] и является, главным образом, следствием сноса растворенных органических веществ с водосбора (рис. 4-5).

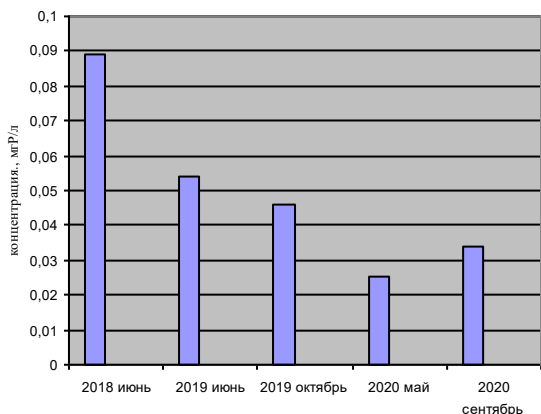


Рисунок 4. – Концентрация фосфора минерального, створ выше забора воды

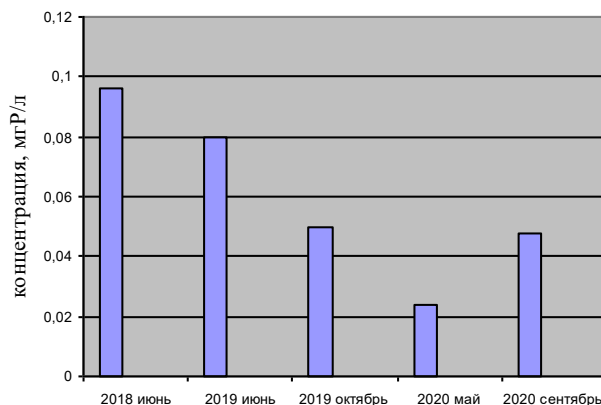


Рисунок 5. – Концентрация фосфора минерального, створ ниже сброса воды

Следует отметить, что определенные показатели качества воды находятся в пределах колебаний ранее установленных средних величин и не выходят за границы величин, лимитирующих условия обитания рыб [5]. Наблюдаемые отличия (превышение содержания нитратов) объясняется сезонным характером, сопровождаемым интенсивными процессами денитрификации органического вещества. Наблюдаемые различия в минерализации (по ионам щелочно-земельных металлов) могут объясняться различиями в поступлении объемов минерализованных вод из подземных источников и притоков, ими питаемых.

В целом воды анализируемого участка р. Вилия по солевому составу соответствуют «эвтрофному» типу, характеризуются как «слабо-загрязненные» по содержанию аммонийной формы азота и минерального фосфора, и «сильно загрязненные» по содержанию нитратов [5], с удовлетворительным газовым режимом, отвечающие основным жизненным требованиям большинства туводных видов рыб [7].

Фитопланктон. Сообщество планктонных водорослей по изучаемым створам р. Вилия за период наблюдений было представлено 20 таксонами, относимыми к 6 отделам. В 2019 г. диатомовые водоросли доминировали по численности 8,13 млн. экз./л (95,5 %) и биомассе 24,94 мг/л (96,0 %) в створе выше места забора воды и ниже места сброса воды - 0,46 млн. экз./л (67,7 %) и 2,84 мг/л (63,9 %) соответственно. В 2020 г. уже сине-зеленые водоросли лидировали по биомассе, составляя от 48,9 до 80,8 % от общей (табл. 2).

Таблица 2. – Качественный состав фитопланктона участка р. Вилия

Группы организмов	2019 г				2020 г			
	Численность		Биомасса		Численность		Биомасса	
	млн.экз./л	%	мг/л	%	млн.экз./л	%	мг/л	%
Створ выше места забора воды								
Зеленые	0,19	2,2	0,11	0,4	0,06	16,2	0,14	13,5
Сине-зеленые	-	-	-	-	0,25	67,6	0,84	80,8
Диатомовые	8,13	95,5	24,94	96,0	0,06	16,2	0,06	5,8
Пирофитовые	0,06	0,7	0,405	1,6	-	-	-	-
Золотистые	0,13	1,5	0,12	0,4	-	-	-	-
Эвгленовые	0,01	0,1	0,41	1,6	-	-	-	-
Итого	8,52	100,0	26,00	100,0	0,37	100,0	1,04	100,0
Створ ниже сброса воды								
Зеленые	0,06	8,8	0,87	19,5	0,16	9,4	0,86	19,3
Сине-зеленые	0,07	10,3	0,21	4,7	0,66	38,8	2,18	48,9
Диатомовые	0,46	67,7	2,84	63,9	0,88	51,8	1,42	31,8
Пирофитовые	0,02	2,9	0,35	7,8	-	-	-	-
Эвгленовые	0,07	10,3	0,18	4,1	-	-	-	-
Итого	0,68	100,0	4,44	100,0	1,70	100,0	4,46	100,0

В целом по качественному развитию микроводорослевого сообщества р. Виля на участке мониторинга характеризуется эвтрофным статусом с различной (высокой и невысокой) биологической продуктивностью [8].

В системах гидробиологической классификации качества поверхностных вод планктонные водоросли используют в качестве видов-индикаторов уровней сапробности. Установленный на момент обследования перечень таксонов водорослей (табл. 3) не отражает видовую и систематическую принадлежность, но и возможность их использования в таксации качества вод. В частности, в табл. 3 выделены виды, выявленные в процессе двухлетнего наблюдения, часть из которых может служить индикаторами сапробности [5,7]. Изменение перечня установленных видов-индикаторов или рост их удельного значения в составе общей биомассы может являться более ранним сигналом направления изменений в экосистеме реки в целом, нежели это можно сделать по её результатам ихтиологического мониторинга.

Таблица 3. – Качественный состав фитопланктона р. Виля

Вид и отдел водорослей	Створ выше места забора воды	Створ ниже сброса воды
Зеленые		
<i>Didimocystis</i> sp.	+	-
<i>Ankistrodesmus angustus</i>	+	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i>*	-	+
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>	-	+
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	-	+
<i>Oocystus lacustris</i>*	-	+
Диатомовые		
<i>Navicula</i> sp.	+	+
<i>Nitzshia</i> sp.	+	-
<i>Nitzshia acicularis</i>	+	+
<i>Stephanodiscus astraea</i>	+	+
<i>Asterionella formosa</i>*	+	+
<i>Cyclotella comta</i>	+	+
<i>Pinnularia</i> sp.	+	-
<i>Amphora ovalis</i>	+	-
<i>Melosira granulate</i>*	+	-
<i>Synedra acus</i>*	+	+
Пирофитовые		
<i>Peridinium</i> sp.	+	-
<i>Cryptomonas marssonii</i>*	+	-
<i>Rhodomonas puilla</i>	-	+
Золотистые		
<i>Dynobryon</i> sp.	+	-
Эвгленовые		
<i>Phacus</i> sp.*	+	-
Всего таксонов	16	11
Итого по двум створам	20	

Примечание - * виды индикаторы-сапробности [5, 8]

Зоопланктон. Сообщество планктонных беспозвоночных в исследуемых створах в силу особенностей гидродинамического режима участка реки (высокая скорость течения при низкой развитости русловой части) не отличалось большим разнообразием видов. Существенного различия концентрации организмов в рипальной и русловой зонах не выявлено. В 2019 г. в створе выше места забора воды веслоногие ракообразные доминировали как по численности - 19,8 тыс. экз./м³ (60 % от общей), так и по биомассе - 0,08г/м³ (80 % от общей) (табл. 4). Численность коловраток составила 13,2 тыс.экз./м³ (40 % от общей), биомасса – 0,02 г/м³ (20,0 % от общей). В створе ниже места сброса воды по биомассе также доминировали веслоногие ракообразные- 63,6 %, по численности – коловратки 57,1 % (табл. 4). В 2020 г. в створе выше забора воды ветвистоусые ракообразные доминировали по биомассе - 0,02 г/м³ (99,5 % от общей), их численность – 2,1 тыс. экз./м³ (50 % от общей). В створе ниже места сброса воды биомасса зоопланктона составила всего 0,01 г/м³, численность - 23,2 тыс. экз./м³ (табл. 4).

Средняя суммарная биомасса зоопланктона р.Вилия по двум створам в 2019 г. составила 0,16 г/м³, при средней численности организмов 51,5 тыс.экз./м³; в 2020 г. – 0,016 г/м³ и 13,7 тыс.экз./м³ соответственно, что характеризует водоток как малокормный [8].

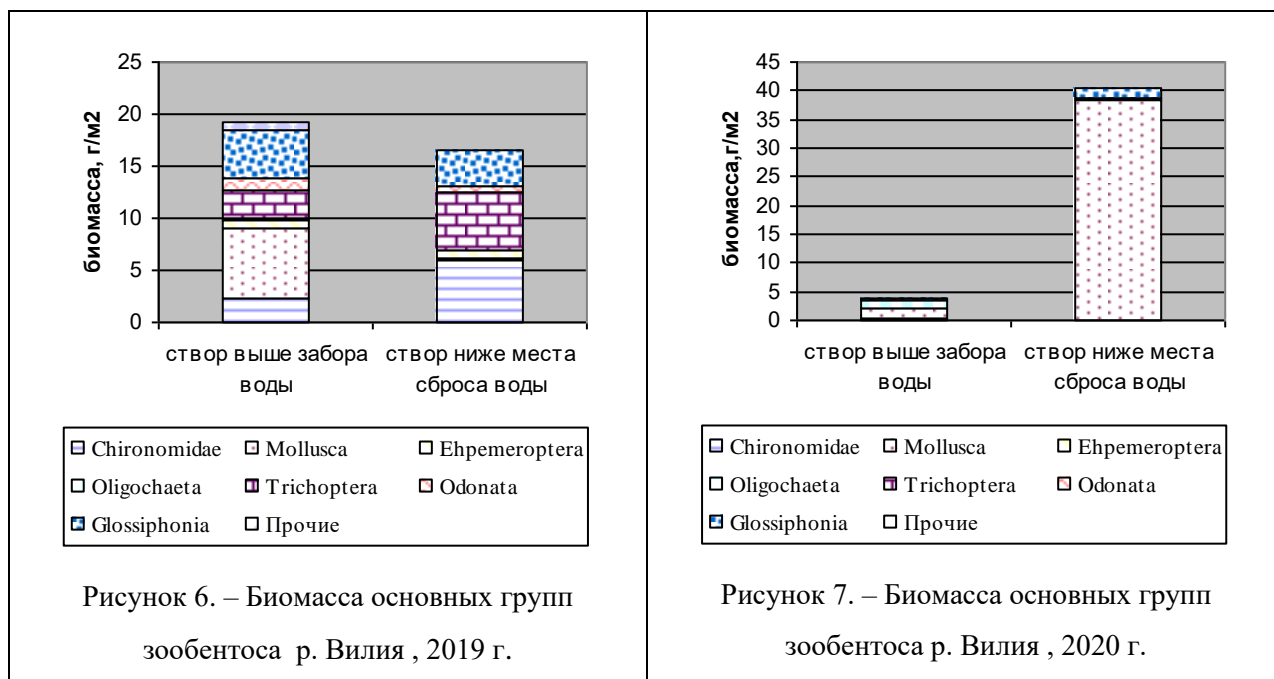
Таблица 4. – Показатели развития зоопланктона р. Вилия по створам

Группы организмов	2019 г				2020 г			
	Численность		Биомасса		Численность		Биомасса	
	тыс. экз./м ³	%	г/м ³	%	тыс. экз./м ³	%	г/м ³	%
Створ выше места забора воды								
Коловратки	13,2	40,0	0,02	20,0	2,1	50,0	0,001	0,5
Ветвистоусые	-	-	-	-	2,1	50,0	0,02	99,5
Веслоногие	19,8	60,0	0,08	80,0	-	-	-	-
Всего	33,0	100	0,10	100	4,2	100	0,021	100
Створ ниже места сброса воды								
Коловратки	40,0	57,1	0,08	36,4	23,2	100	0,010	100
Ветвистоусые	-	-	-	-	-	-	-	-
Веслоногие	30,0	42,9	0,14	63,6	-	-	-	-
Всего	70,0	100	0,22	100	23,2	100	0,010	100

Малый спектр отмеченных видов зоопланктона и низкие показатели его количественного развития обусловлены гидрологическими условиями (высокие скорости течения при неразвитости придаточной системы как рефугиума планктонных организмов). Выделение видов–индикаторов среди зоопланктеров по этой причине не имеет биологического смысла, поскольку не предполагает

разнообразия экотопов, способствующих формированию таких сообществ или популяций.

Зообентос. Организмы бентоса являются хорошими маркерами качества вод и служат индикаторами антропогенного загрязнения [7]. Видовой состав и плотность заселения макробентоса тесно увязана с гранулометрическим составом грунтов. По обоим створам в рипальной зоне преобладают пески с разной степенью заиления, переходящие в иловые отложения только среди зарослей надводной макрофитной растительности. В русловой части доминирующим типом являются каменистые и галечные грунты, часто с наличием обрастателей (перифитона). Плотность и биомасса организмов максимальна на каменистых грунтах, обросших мхом. Этот же биотоп является избираемым в первую очередь амфибиотическими насекомыми - личинками поденок (*Ephemeroptera*), ручейников (*Trichoptera*), хирономид (*Chironomidae*). В галечно-песчаных грунтах без обрастаний предсказуемо доминировали представители *Ephemeroptera*, *Mollusca* и *Oligochaeta* [9]. Грунты створов выше забора воды и ниже места сброса преимущественно каменисто-песчаные, с некоторыми обрастаниями. В исследуемых створах преобладали реофильные виды ручейников (р. *Halesus*, *Limnophilus polimus*), хирономид (р.р. *Crycotopus*, *Ortocladius*), пиявки, моллюски (рис. 6 и 7).



Расселение гидробионтов происходит в полном соответствии с их адаптациями к различным условиям среды обитания (главным образом, к содержанию в воде кислорода и органических веществ). Опосредованно по разнообразию брюхоногих моллюсков можно судить о количестве

растворенного в воде кислорода, а также о содержании органики и биогенов. К оксифильным видам-индикаторам среди брюхоногих моллюсков относят *Bithynia leachi*, *Viviparus piscinalis*, *V.viviparus*, *Theodoxus fluviatilis*, которые и были зафиксированы на анализируемых участках р. Вилия.

В створе выше забора воды доминирующее положение по биомассе занимают моллюски, упомянутые выше и единично *Dreissena polymorpha*. Их численность в 2019 г. достигала 104 экз./м² (8,0 %), биомасса – 6,85 г/м² (35,7 %); в 2020 г - 64 экз./м² (7,0 %), биомасса – 1,56 г/м² (40,9 %) (табл. 5).

Таблица 5. – Показатели основных групп зообентоса р. Вилия

Группа организмов	2019 г				2020 г			
	Численность		Биомасса		Численность		Биомасса	
	экз./м ²	%	г/м ²	%	экз./м ²	%	г/м ²	%
Створ выше места забора воды								
сем. Chironomidae	832	63,9	2,26	11,8	588	64,8	0,5	13,1
отр. Odonata	13	1,0	1,3	6,8	-	-	-	-
отр. Ephemeroptera	104	8,0	0,62	3,2	44	4,8	0,02	0,5
сем. Trichoptera	52	4,0	2,69	14,0	-	-	-	-
Mollusca	104	8,0	6,85	35,7	64	7,0	1,56	40,9
отр. Plecoptera	46	3,6	0,38	2,0	-	-	-	-
кл. Oligochaeta	59	4,5	0,18	0,9	168	18,5	1,47	38,6
сем. Glossiphonidae	78	6,0	4,65	24,2	44	4,8	0,26	6,8
сем. Tabonidae	13	1,0	0,27	1,4	-	-	-	-
Всего	1301	100	19,20	100,0	908	100	3,81	100
Створ ниже места сброса воды								
сем. Chironomidae	3094	92,8	5,92	35,9	-	-	-	-
Mollusca	13	0,4	0,18	1,1	242	61,3	38,5	95,4
кл. Oligochaeta					21	5,3	0,1	0,2
отр. Ephemeroptera	91	2,7	0,82	5,0	-	-	-	-
отр. Odonata	7	0,2	0,65	3,9	-	-	-	-
сем. Trichoptera	65	1,9	5,59	33,9	-	-	-	-
сем. Glossiphonidae	65	1,9	3,34	20,2	132	33,4	1,76	4,4
Всего	3335	100,0	16,5	100,0	395	100	40,36	100

Семейства ручейников *Polycentropodidae* и *Rhyacophilidae* используют для тестирования высокого содержания количества кислорода в водоеме. Из оксифильных видов ручейников участка в р. Вилии отмечены представители прр. *Lepidostoma*, *Polycentropus*, зафиксированные на обоих исследуемых створах. Представители р. Nalesus (ручейники), предпочитающие воду с условно средней концентрацией кислорода и органических веществ (мезооксифилы), отмечены только в створе выше забора воды. Биомасса ручейников в этом створе в 2019 г достигала 2,69 г/м² (14,0 % от общей), численность – 52 экз./м² (4,0 %). В 2019 г второе значение по биомассе принадлежит пиявкам (4,65 г/м² (24,2 %), в 2020 г - олигохетам (1,47 г/м² (38,6 %)), что может свидетельствовать о некотором загрязнении органическим веществом (табл.5).

Из хирономид следует отметить доминирование личинок р.р. *Crycotopus* и *Ortocladius*, предпочитающих каменисто-песчаные грунты. Данная группа организмов доминировала по численности как в 2019, так и в 2020 гг. (63,9 % и 64,8 % соответственно), но их биомасса составила всего 11,8 % и 13,1 % от общей, что объясняется мелкими индивидуальными размерами (табл. 5). В створе выше забора воды отмечен оксифильный вид поденок *Ephemera vulgata*, адаптированный к условиям заметного дефицита кислорода (эта проблема решается за счет увеличения жаберной поверхности, что позволяет увеличивать поглощение кислорода). В 2019 г. численность поденок достигала 104 экз./м² и биомасса - 0,62 г/м², в 2020 г - 44 экз./м² и биомасса - 0,02 г/м² соответственно. Общая численность организмов зообентоса по данному створу составила в 2019 г. 1301 экз./м², биомасса – 19,2- г/м², в 2020 г. - 908 экз./м² и 3,81 г/м² соответственно (табл. 5).

В створе ниже места сброса в 2019 г. как по численности, так и по биомассе доминировали личинки хирономид - 3094 экз./м² (92,8 %) и 5,92 г/м² (35,9 %). В этой группе организмов преобладающее значение имел *Trichocladium gr. Lacidus* и представители р. *Crycotopus*. По развитию биомассы по-прежнему доминировали личинки ручейников (33,9 % от общей биомассы). Высокие показатели биомассы отмечены и для пиявок (20,2 %). Общая численность организмов зообентоса в створе ниже места сброса воды в 2019 г составила 3335 экз./м², биомасса – 16,5- г/м² (табл. 5). В 2020 г. моллюски лидировали по численности и биомассе (61,3 % и 95,4 % соответственно). Общая численность организмов зообентоса в створе ниже места сброса воды в 2020 г составила 395 экз./м², биомасса – 40,36 г/м² (табл. 5).

Средняя численность зообентоса анализируемых участков р. Вилии в 2019 г составила 2318 экз./м², биомасса – 17,85 г/м²; в 2020 г – 651,5 экз./м² и 22,08 г/м² соответственно, что характеризует водоток как весьма высококормный [8].

Заключение

1. Гидрохимический режим на точках мониторинга участков р. Вилия за наблюдаемый период не претерпел существенного изменения. Отмеченные отличия по створам могут объясняться поверхностным стоком с водосбора и носят скорее сезонный характер.

2. Видовая структура и количественное развитие фитопланктона подтверждают эвтрофный тип вод реки. В составе фитопланктона выделено около 10 видов, которые могут быть использованы как индикаторы сапробности (α - и β - сапробы).

3. Структура зоопланктона представлена ограниченным перечнем организмов с малыми величинами развития. Преобладающее значение получили

эврибиотические формы, по причине чего выделение индикативных видов по анализируемым створам р. Виля не целесообразно.

4. Структура зообентоса представлена широким числом видов разных таксономических групп, среди которых имеется достаточное количество оксифильных видов, которые могут быть использованы в качестве видов-индикаторов теплового или химического загрязнения. Количественное развитие организмов бентоса на момент обследования было достаточно высоким.

Список использованных источников

1. Костные рыбы // Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды, Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2004. – С. 181–195.

2. Жадин, В. И. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора / В. И. Жадин, С. В. Герд. – М. : Учпедгиз, 1961. – 599 с.

3. Унифицированные методы анализа воды СССР / Гос. ком. гидрометеорологии и контроля природ. среды СССР, Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике. – Л. : [б. и.], 1978. – Вып. 1. – 144 с.

4. Жадин, В. И. Методика гидробиологических исследований : учеб. пособие / В. И. Жадин. – М. : Высш. шк., 1960. – 191 с.

5. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксенок [и др.] // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.

6. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды, 30 марта 2015 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21732141_1497992400.pdf. – Дата доступа: 04.11.2020.

7. Унифицированные методы исследования качества вод / СЭВ, Совещ. руководителей водохозяйств. органов стран-членов СЭВ. – М. : [б. и.], 1977. – Ч. 3 : Методы биологического анализа вод. – 371 с.

8. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М. Л. Пидгайко [и др.] // Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР : [сб. ст.] / под ред. Ц. И. Иоффе. – Л., 1968. – С. 205–228. – (Известия / Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва ; т. 67).

9. Барышев, И. А. Реофильные сообщества донных беспозвоночных притоков Онежского озера и Белого моря : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 ; 03.00.08 / И. А. Барышев. – Петрозаводск, 2001. – 146 л.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОЕМОВ БЕЛАРУСИ

Г.П. ПРИЩЕПОВ

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

WAYS TO INCREASE FISH PRODUCTIVITY OF BELARUS'S WATER BODIES

G. PRISCHEPOV

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 22.05.2020 г.

Резюме. Методы подготовки водоемов к переводу их на режим пастбищного выращивания рыбы.

Ключевые слова: водный фонд, водоемы, рыболовство, ихтиофауна, поликультура, пастбищное выращивание, перифитон, сестон, детрит, фитопланктон, зообентос, макрофиты.

Abstract. Methods of preparing water bodies for their transfer to the regime of grazing fish.

Keywords: water resources, water bodies, fishing, ichthyofauna, polyculture, pasture cultivation, periphyton, seston, detritus, phytoplankton, zoobenthos, macrophytes.

Введение. В экономических условиях настоящего периода, при высокой стоимости комбикормов и их нехватке, рыбоводные хозяйства Беларуси вынуждены переводить часть рыбоводных площадей под пастбищное рыбоводство. Эта форма ведения рыбоводства представляет практический интерес не только для арендаторов рыбохозяйственных угодий, но и для различных организаций и структур не специализирующихся на рыбоводстве.

Материалы и методы. По данным справочника «Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье». Т.5, 4.1. (1971 г), в Беларуси насчитывается 10780 озер и озероподобных водоемов (табл. 1).

Таблица 1. – Количество и распределение озёр по бассейнам основных рек

Градации площадей, га	Бассейны рек				Всего	
	Зап. Двина	Неман	Зап. Буг	Днепр	единиц	%
до10	1875	984	318	6252	9429	87,5
11-25	360	-	1	184	545	5,0
26-50	229	24	11	66	330	3,1
51-100	154	23	2	18	197	1,8
101-500	168	15	15	19	217	2,0
501-1000	23	4	3	4	34	0,3
1001-1500	6	2	1	1	10	0,1
1501-2000	4	-	1	-	5	0,2
2001-2500	2	1	1	1	5	
2501-3000	1	-	-	1	2	
3001-4000	2	-	-	-	2	
4001-6000	2	-	-	1	3	
6001-8000	-	1	-	-	1	
Итого	2836	1054	354	6547	10780	100

В 2017-2018 гг. на рыбохозяйственных водоемах Беларуси (далее водоемы), производится промысловый лов, платное любительское рыболовство и промысловое + любительское рыболовство. Распределение арендаторов по областям, ведущих рыбохозяйственную деятельность на водоемах, приведено в табл. 2.

Таблица 2. – Распределение арендаторов по областям

Область	Число арендаторов	Промысловый лов	Платное любительское р - во	Промысловый + любительский р-во	Площадь, га	Протяжённость, км
		га	км	га	км	
Могилёвская	4	1190	-	2002	-	15,2
Гродненская	3	-	-	293	-	44,4
Брестская	21	1850	104	12429	-	488,2
Минская	13	80	25,6	10605	-	8774,8
Витебская	60	971	15	2828,48	33,7	1371,6

Результаты исследований. Ихтиофауна Беларуси состоит из обычного комплекса рыб, из которых наиболее широко представлены лещ, судак, щука, карась, уклея, окунь, ерш. К наиболее ценным из промысловых видов относятся: лещ, язь, линь, судак, щука, сом, а также вселяемые виды рыб: карп, сазан, серебряный карась, сиговые, угорь, растительоядные – белый амур и толстолобики. Основу улова, до 70 %, составляют мелкие малоценные виды рыб, которые не могут дать качественной продукции – плотва, густера, красноперка, уклея, окунь, ерш и др., в основном состоящие из неохраняемых видов рыб и допустимого прилова охраняемых. Эти виды рыб не могут в достаточной степени эффективно использовать кормовую базу озер, тугорослые и обладают невысокими вкусовыми качествами. Вследствие этого рыбопродукция большинства водоемов очень низкая и не превышает в среднем 12 кг/га. Но, располагая потенциальными кормовыми возможностями, рост уловов в озерах и получение ассортиментно более качественной рыбопродукции для удовлетворения нужд арендаторов водного фонда возможен по линии организации рыбного хозяйства, включающего:

- вселение в водоемы быстрорастущих видов рыб, высоко оплачиваемых потребляемых ими корм;
- формирование в водоемах поликультуры «столовой» рыбы;
- введение новых форм «платного рыболовства»;
- более полное использование водного фонда.

Увеличение получения качественной рыбопродукции возможно в случае вселения в водоемы комплекса рыб, максимальный прирост которых возможен за счет утилизации основных звеньев пищевой цепи (перифитон, сестон, детрит, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты, воздушные насекомые, малоценные рыбы и амфибии), недоиспользуемых аборигенными рыбами.

На основании научного анализа современного состояния озерных экосистем и прогноза развития основных групп кормовых организмов, культивируемый в водоемах комплекс должен состоять из следующих видов рыб: лещ – потребитель зообентоса глубоководных зон (глубже 3 м); карась, линь – потребители детрита, нитчатых водорослей, перифитона, придонного зоопланктона и зообентоса сильно заиленных и заболоченных зон с низким содержанием кислорода; судак, щука, сом – потребители малоценных рыб, моллюсков и амфибий. Целенаправленно, с предварительным расчетом норм посадки, озера можно зарыблять карпом – потребителем зообентоса мелководных зон (глубина до 3 м); серебряным карасем; белым амуром – потребителем макрофитов; белым толстолобиком - потребителем

фитопланктона и взвешенного детрита; пестрым толстолобиком - потребителем зоопланктона; стекловидным и пигментированным угрем и сомом – потребителями малоценной части ихтиофауны.

Из перечисленных видов поликультуры, с учетом биологии размножения рыб, только лещ, карась, линь, судак, сом и щука при соответствующем покровительстве со стороны человека могут обеспечить оптимальную промысловую численность в водоемах за счет естественного воспроизводства.

Промысловая численность остальных видов предлагаемой номенклатуры может поддерживаться в озерах только за счет зарыбления их жизнестойкой молодью. Иными словами, речь идет о рациональной эксплуатации водоемов с освоением всех кормовых ниш путем вселения разновозрастных интродуцентов с соответствующим спектром питания.

Руководствуясь известной теорией биологической классификации водоемов и последующими ее уточнениями [1, 2, 3, 4], нами в перечне водоемов для зарыбления выделено семь типов водоемов в соответствии с уровнем их трофности (табл. 3).

Сотрудниками ГосНИОРХ [5] установлено, что обычно, за редким исключением, генетический тип водоемов (по трофности) находится в четкой корреляции с их кормностью. Исходя из этой закономерности, мы подразделяем зарыбляемые водоемы на следующие группы, по степени их кормности (табл.3).

Анализируя представленные сведения, следует вывод о том, что 1, 6, и 7 группы, характеризующиеся как малокормные и очень малокормные, фактически или малопригодны для зарыбления (1-я группа), или совершенно непригодны (6-я и 7-я).

Для определения запасов кормовой базы в водоемах, определенных для зарыбления, классифицируем их по генетическому типу и развитию в них кормовой базы (табл. 3). Как видно из приведенных в табл. 3 данных, продукция зоопланктона в зарыбляемых водоемах на порядок превышает продукцию зообентоса при незначительных запасах планктоноядных рыб. Конечно, часть зоопланктонной продукции, на уровне 10 % естественных запасов, используют бентоядные рыбы в возрасте 1,5-2 месяцев и те взрослые формы, пищевой рацион которых примерно на 5 % состоит из зоопланктеров [6].

Исследования Н.М. Крючковой [7] показали, что элиминация зоопланктона за счет естественной смертности и выедания хищными беспозвоночными может находиться в пределах 40 % их среднесезонной продукции

Таблица 3. – Схема классификации зарыбляемых водоемов по генетическому типу и развитию в них кормовой базы рыб

Генетическая группа	Классификация по развитию кормовой базы (кормности)	Общая площадь водоемов, га	Средняя глубина, м	Зоопланктон				Запасы планктонных рыб, кг/га	Зообентос				Запас типично бентоядных рыб, кг/га -	Допустимый предел выедания продукции, %
				Биомасса, г/м ³	Производство, г/м ³	Производство, кг/га	Общая продукция, т		Биомасса, г/м ²	Производство, г/м ²	Производство, кг/га	Общая продукция, т		
1.Мезотрофные глубокие с признаками олиготрофии	малокормные	1150	15	1,0	20,0	3000	3456	9,0	3,0	10,0	100	115	-	60
2.Мезотрофные среднеглубокие	среднекормные	2587,2	7	2,0	40,0	2800	283	9,0	4,0	12,0	120	12	-	60
3.Эвтрофные среднеглубокие	выше средней кормности	870	7	3,5	70,0	4900	21031	10,0	6,5	26,0	260	1115	25,0	60
4.Эвтрофные неглубокие	высококормные	9471	5	7,5	150,0	7500	3398	14,0	12,0	48,0	480	217	42,0	60
5.Эвтрофные мелководные	весьма высококормные	734,4	2	10,0	200,0	4000	2272	16,0	15,0	60,0	600	341	63,0	60
6.Дистрофирующие мелководные	малокормные	-	0,8	1,0	-	-	-	7,0	3,0	-	-	-	15,0	50
7.Дистрофирующие низкоминерализованные	очень малокормные	-	1,2	0,1	-	-	-	4,0	0,5	-	-	-	11,0	35

Таким образом, по состоянию сообщества зоопланктона и его потреблению, в водоемах остается значительный резерв неиспользованной продукции, которую могут утилизировать вселяемые рыбы-планктофаги с получением дополнительной рыбопродукции. Но в связи с весьма ограниченным количеством получаемого рыбопосадочного материала планктоноядных рыб (сиг, пелядь, ряпушка, пестрый толстолобик) и растительноядных (белый толстолобик и белый амур) на данном этапе, мы не можем вести речь о зарыблении этими ценными видами естественных водоемов Беларуси в расчетном количестве.

Исходя из сказанного выше, более реальной задачей является вселение в наши водоемы карповых бентоядных рыб, растительноядных и хищников, хотя возможности зообентосной части кормовой базы во многих водоемах более ограничены по сравнению с зоопланктоном.

Объяснение этому видится в следующем. По данным статистичности промысловых уловов, в последние десятилетия уловы бентоядных рыб составляли более 50 % всей рыбопродукции, при этом подавляющая ее часть приходилась на долю плотвы, являющейся типичным бентофагом. Исходя из этого, можно заключить, что только одна плотва может выедать всю продукцию зообентоса, не говоря о том, что есть и другие бентоядные рыбы, например, многочисленная популяция густеры. Поэтому вопрос о вселении бентоядных рыб (каarp-сазан, карась) в мезотрофные озера, в расчете на потребление ими только зообентоса, отпадает полностью. Что же касается типично эвтрофных озер, то прогнозы на их зарыбление более оптимистичны, основные аспекты которых становятся видны при анализе данных, представленных в табл. 4.

Таблица 4. – Схема рационального использования продукции зообентоса при вселении в водоемы Беларуси рыб-бентофагов

Тип водоемов, их кормность	Запасы типично бентоядных рыб, кг/га	Потребление ими зообентоса, кг/га	Потребление зообентоса хищными б/п, кг/га	Предел допустимого потребления бентоса, кг/га
Эвтрофные, выше средней кормности	25,1	201	39	182
Эвтрофные, высококормные	42,5	340	72	336
Высокоэвтрофные, весьма высококормные	63,0	504	90	420

Как видно из представленных здесь данных, естественные запасы бентоядных рыб, хотя и являются доминирующими в общей ихтиомассе того или иного водоема, все же ненамного превышают потребление ими допустимых пределов зообентоса. В отличие от приведенных данных по зоопланктону, потребление зообентоса хищными беспозвоночными в озерах разного типа невелико, и обычно, по утверждению Гаврилова С.И. [9], не превышает 15 % общей продукции бентофауны, что и отражено в таблицах 3 и 4.

Из вышеприведенного следует, что кормового резерва зообентоса во всех типах водоемов не остается. Но обычно в практике рыбохозяйственного использования водоемов не учитываются такие группировки кормовых гидробионтов, как придонный зоопланктон и микрозообентос, хотя роль их трофической цепи экосистемы, как показали исследования В.П. Бабицкого [10] и Л.М. Лукьяновича [11], весьма значительна.

Установлено, что по своей биомассе они составляют соответственно не менее 10 % всего зоопланктона и всего зообентоса. Учитывая темпы биологического развития этих групп животных, состоящих из некоторых представителей ветвистоусых рачков (алона, алонела и др.), части сугубо донных коловраток, многих видов простейших, в особенности инфузорий, ракушковых рачков и др., можно с уверенностью констатировать, что Р/В-коэффициент для всех этих животных должен быть не ниже 20. Тогда их продукционные возможности, использование хищниками и бентоядными рыбами можно представить в виде следующей таблицы (табл. 5).

Таблица 5. – Схема рационального использования продукции микрозообентоса и придонного зоопланктона при вселении рыб-бентофагов

Тип водоемов, их кормность	Общая продукция микрозообентоса и придонного зоопланктона кг/га	Потребление микрозообентоса и придонного зоопланктона хищными б/п, кг/га	Предел потребления микрозообентоса и придонного зоопланктона, кг/га	Возможное потребление микрозообентоса и придонного зоопланктона бентоядными рыбами, кг/га	Возможное количество рыбопродукции за счет вселенцев, кг/га
1	2	3	4	5	6
Мезотрофные с признаками олиготрофии, малокормные	340	51	204	153	17
Мезотрофные, Среднекормные	360	54	216	162	19

1	2	3	4	5	6
Эвтрофные, среднеглубокие, выше средней кормности	620	94	372	278	33
Эвтрофные, неглубокие, высококормные	1290	194	780	586	67
Эвтрофные, мелководные, весьма высококормные	700	105	420	315	37
Дистрофирую- щие, малокормные	80	12	48	36	4,3

Как видно из приведенных данных, продукционные возможности микрозообентоса и придонного зоопланктона очень значительны, и вполне достаточны для получения приведенного количества рыбопродукции по карасю и карпу (сазану). При этом мы не переходили грани предельно допустимого потребления этой части кормовой базы (60 %) и учитывали ее выедаемость существующим стадом аборигенных бентоядных рыб (не менее 20 %).

Зарыбление водоемов желательно производить по следующей рыбоводной схеме: один год озеро зарыбляется – второй год «отдыхает»; в последующие годы цикл повторяется. Для стабильного получения дополнительной рыбопродукции за счет вселяемых рыб-бентофагов, предложенная схема рыбоводства должна неукоснительно соблюдаться, в противном случае чрезмерная нагрузка на обычный зообентос (или микрозообентос) неизбежно приведет к разбалансировке трофической цепи экосистемы, чего допускать нельзя. Наши исследования показали, что такая схема действенна и года «отдыха» от зарыбления вполне достаточно для того, чтобы зообентосная кормовая база рыб полностью восстановилась, и даже в некоторой степени превысила свои исходные первоначальные показатели. Происходит эффект своеобразной биологической стимуляции.

Комплекс нагуливаемых рыб, в связи с разбивкой водоемов на группы по способу содержания и выращивания рыбы, должен иметь несколько вариантов. Нормативы посадки, промыслового возврата и возможная рыбопродукция нагуливаемых видов рыб, выращиваемых в водоемах I группы (до 500 га) по цикличному способу, приведены в табл. 6.

Таблица 6. – Нормативы посадки, промыслового возврата и возможная рыбопродукция по вселенным видам рыб для озер I группы (S до 500 га)

Виды рыб	Максимальная глубина на озер, М	Возрастная категория посадочного материала	Средняя масса вселяемых особей, г	Плотность посадки, экз./га	Промысловый возврат, %	Средняя масса товарной рыбы, Г	Возможный прирост годовой рыбопродукции, кг/га
Карп	до 5-6	2-х летки	150-200	60-100	на 1-мг. 60-70	500-700	13
Серебряный карась	-//-	2-х летки	40	200-300	10-25	180-250	7-10
Белый амур	до 6	2-х летки	> 300	40-50	60-70	750-1000	12
Угорь	2 и более	стекловидный	0,4	400 через год	до 8	750-800 (8+ - 10+)	до 10
Судак	5-8 и более	личинка	0,8	1000	0,028	650-700 (5+ - 6+)	до 5
Щука	3-7	личинка сеголеток	1,2 7,5	1500-2000 20-50	0,26 2,2	420-570 (5+ - 6+)	до 4
Сом	3-10	личинка	1,5	150-500	0,35	1,2-1,8 кг (2+ - 3+)	до 2

Для более крупных водоемов, площадью свыше 500 га целесообразно применять **поточный метод** выращивания рыбы. При этом способе зарыбление полной нормой осуществляется один раз, а в последующие годы водоемы дозарыбляются на 25-50 % полной нормы с учетом промысловой и естественной убыли рыб.

Заключение

Таким образом, в плане разработки мероприятий по увеличению рыбопродуктивности водоемах и реконструкции ихтиофауны, произведена

классификация их по генетическому типу с определением параметров основных трофических звеньев (зоопланктона и зообентоса) и их производных для каждого типа. Определен видовой состав вселяемых видов рыб и резервные возможности кормовой базы по каждому из генетических типов. Рекомендованы схемы зарыбления водоемов различной площади, нормативы посадки, промыслового возврата и возможный прирост годовой рыбопродукции.

Полученные данные могут служить прикладным руководством для перевода водоемов различных типов на режим пастбищных технологий выращивания рыбы.

Список использованных источников

1. Thienemann, A. F. Der Produktionsbegriff in der Biologie / A. F. Thienemann // Arch. für Hydrobiologie. – 1931. – Bd. 22. – S. 616–622.
2. Баранов, И. В. Лимнологические типы озер СССР / И. В. Баранов. – Л. : Гидрометеиздат, 1962. – 217 с.
3. Якушко, О. Ф. География озер Белоруссии : учеб. пособие / О. Ф. Якушко. – Минск : Выш. шк., 1967. – 213 с.
4. Система рационального рыбохозяйственного использования водоемов Беларуси, предусматривающая оптимальное промышленное и любительское рыболовство : справ. пособие / В. Г. Костоусов [и др.] ; ред. В. Г. Костоусов ; Акад. аграр. наук Респ. Беларусь, БелНИИрыбпроект. – Минск : [б. и.], 1997. – 122 с.
5. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М. Л. Пидгайко [и др.] // Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР : [сб. ст.] / под ред. Ц. И. Иоффе. – Л., 1968. – С. 205–228. – (Известия / Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва ; т. 67).
6. Десятик, И. И. Особенности восстановления кормовой базы некоторых малых озер Белоруссии после прекращения их интенсивного зарыбления / И. И. Десятик, И. И. Оношко, Г. И. Полякова // Биологические и рыбохозяйственные исследования водоемов Прибалтики : тез. докл. XXI науч. конф. по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии, Псков, сент. 1983 г. : в 2 т. / Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва, Псков. отд-ние ; отв. ред.: Т. Я. Дорожкина, Л. Г. Перминов. – Псков, 1983. – Т. 1. – С. 99–101.
7. Крючкова, Н. М. Роль зоопланктона в процессах самоочищения водоемов : автореф. ... дис. канд. биол. наук / Н. М. Крючкова ; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 1968. – 25 с.
8. Питание и рост рыб при интенсификации рыбоводства на озерах / И. И. Десятик [и др.] // Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии :

тез. докл. XX науч. конф. : в 2 т. / Акад. наук Латв. ССР, Ин-т биологии ; редкол.: Г. П. Андрушайтис, О. Л. Качалова, Р. А. Лиєпа. – Рига, 1979. – Т. 1. – С. 82–85.

9. Гаврилов, С. И. Продуктивность зообентоса некоторых промысловых озер Белоруссии : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 105 / С. И. Гаврилов ; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 1969. – 20 с.

10. Бабицкий, В. П. Микрозообентос и зоопланктон в придонном слое озер разного типа: (озера Нарочь, Мястро, Баторин) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.18 / В. А. Бабицкий ; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 1979. – 23 с.

11. Лукьянович, Л. М. Биопродукционная роль инфузорий в разнотипных водоемах Белоруссии : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.18 / Л. М. Лукьянович ; Одес. гос. ун-т. – Одесса, 1977. – 28 с.

**ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО УГРЯ (*ANGUILLA
ANGUILLA L.*)**

**В.К. РИЗЕВСКИЙ, В.Г. КОСТОУСОВ*, Д.Ф. КУНИЦКИЙ, В.В. КОЛТУНОВ,
А.С. ПОЛЕТАЕВ**

*«НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
220072, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27,
e-mail: zoology@biobel.by*

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

**PROBLEM OF CONSERVATION OF THE EUROPEAN EEL (*ANGUILLA
ANGUILLA L.*)**

**V. RIZEVSKY, U. KOSTOUSOV*, D. KUNITSKI, V. KOLTUNOV,
A. POLETAEV**

*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
Akademicheskaya str., 27, 220072 Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: zoology@biobel.by*

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

Статья поступила 06.11.2020 г.

Резюме. Европейский угорь – аборигенный катадромный вид фауны рыб Беларуси. Естественный возврат угря на участок трофического ареала в пределы Беларуси существенно ограничен по ряду причин. Поддержание устойчивой популяции угря возможно только путем интродукции его молоди. В настоящее время Республика Беларусь обеспечивает пропуск в транзитные водотоки не менее 40% мигрирующего угря в соответствии с Постановлением Совета Европейского Союза от 18.09.2007 г. № 1100/2007, но из-за введенных ограничений со стороны ЕС не имеет возможности пополнения нагуливающих стад. Сохранение запрета на поставки стекловидного угря в Республику Беларусь может привести к тому, что мировая популяция европейского угря лишится части производителей, мигрирующих из данной части его ареала, что снизит ее резервные возможности.

Ключевые слова: угорь европейский, сохранение, восстановление.

Abstract The European eel is species of the native fish fauna of Belarus. Natural eel recruitment to the part of its trophic areal in Belarus is significantly limited for reasons outside of country's control. Maintenance of natural eel population is only possible by means of re-stocking with elvers. The Republic of Belarus guarantees the pass to the transit water courses not less than 40% of migrating eel in accordance with the EU Council Regulation dated 18.09.2007 № 1100/2007. Maintaining a ban on the supply of the stocking material to the Republic of Belarus may result in the fact that the global population of the European eel will lose part of its brood-fishes migrating for spawning from this fishing area.

Key words: European eel, conservation, recovery.

Во взрослом состоянии европейский угорь *Anguilla anguilla* L. обитает в реках и озерах Европы от Печоры до Черноморского бассейна. Обычен он и в пресных водах по берегам Средиземного моря (Марокко, Алжира, Италии и Франции), на Канарских, Азорских и Фарерских островах, Мадейре, в Британии, Ирландии и Исландии. Внутренние водоемы Республики Беларусь являются участком трофического ареала угря, куда ранее он заходил естественным путем из акватории Балтийского моря по рекам Западная Двина, Неман и Западный Буг [1]. Физиологически созревшие особи совершают катадромную миграцию в Саргассово море, где на значительной глубине происходит их нерест. В ходе миграции производители способны преодолевать расстояние в несколько тысяч километров.

Европейский угорь, как и прочие речные угри, является моноциклическим видом: после нереста все взрослые особи погибают. Первоначально личинка угря (лептоцефал) полупрозрачная, плоская, имеет форму ивового листа; до 1983 г. её принимали за отдельный вид. Морская миграция личинок обратно к берегам Европы и Северной Африки обусловлена течением Гольфстрим. В период морской миграции происходит метаморфоз личинок: постепенно лептоцефалы меняют форму тела на угревидную, теряют прозрачность и превращаются в стекловидных угрей (мальков). Достигнув берегов Европы, молодь угря совершает анадромную миграцию (движется по рекам вверх) к нагульным водоемам. По мере взросления начинает меняться цвет угрей. У неполовозрелых особей бока желтые, а у взрослых – серебристо-белые с металлическим блеском. По достижении половой зрелости взрослые особи (серебристый угорь) скатываются из нагульных водоемов в моря и далее мигрируют в Саргассово море.

Проблема сохранения европейского угря как биологического вида и устойчивого использования его ресурсов приобрела особую актуальность к концу XX – началу XXI века ввиду значительного сокращения численности производителей, достигающих мест нереста в Саргассовом море и

участвующих в естественном воспроизводстве. Основной причиной этого процесса является антропогенная трансформация путей миграции рыб к местам нагула и нереста, и, в том числе, загрязнение вод Мирового океана, а также континентальных водоемов. Зарегулирование стока рек Европы привело к значительному сокращению числа особей, достигающих мест нагула и, соответственно, снижению его вылова, а также затруднению миграции взрослых особей к местам нереста. Существенную роль в сокращении запасов этой ценной рыбы играет также избыточное изъятие взрослого угря, что сокращает его возврат к нерестилищам в Саргассовом море. Косвенной причиной могла послужить и реализация молоди на стадии стекловидного угря для дальнейшего выращивания за пределы его естественного ареала (в страны Восточной Азии), исключавшая существенную часть выловленной молоди из дальнейшего воспроизводства мировой популяции вида.

Сложность восстановления запасов европейского угря связана с отсутствием в настоящее время технологии его размножения в искусственных условиях. В отличие от большинства других видов рыб, эффективные методы искусственного воспроизводства европейского угря до сих пор не разработаны. В связи с этим стратегия повышения запасов этого вида рыб базируется на устранении естественных и связанных с деятельностью человека преград на путях миграции молоди и покнатного угря, а также регулировании вопросов эксплуатации ресурсов.

Внутренние водоемы Беларуси являются участком трофического ареала угря, куда ранее он заходил естественным путем из Балтийского моря до зарегулирования стока рек Балтийского морского бассейна. В результате посадок молоди угря (стекловидные личинки и подрощенная молодь) в настоящее время он встречается на территории Беларуси в озерных водоемах бассейнов рек Западная Двина и Неман.

Достоверных сведений о южном коридоре захода угря на территорию Беларуси нет. Вероятно, в прошлом бассейн р. Днепр мог служить естественным местообитанием угря, косвенным подтверждением чему служат периодические находки угря в бассейне р. Днестр [2]. Однако, в условиях зарегулирования стока р. Днепр, а также сокращения захода молоди угря в Черное море, естественная миграция в нагульные водоемы в настоящее время невозможна. Зарыбление водоемов бассейна Днепра молодью угря также не проводили. Единичные случаи поимки мигрирующего угря в р. Припять, скорее всего, объясняются миграцией угря из Шацкой озерной системы (Украина), отдельные водоемы которой были зарыблены молодью этого вида. Ранее молодь угря заходила в р. Западный Буг (бассейн р. Висла), где угорь был обычным видом. В настоящее время в ихтиофауне реки вид не отмечен.

Водоемы бассейна р. Западный Буг молодью угря не зарыбляли и они не являются нагульными водоемами для этого вида.

С постройкой каскада водохранилищ на реках Западная Двина и Неман, естественный заход молоди европейского угря по этим рекам в нагульные водоемы страны практически прекратился. Единственным возможным путем миграции как молоди, так и покатного угря в Республике Беларусь остается р. Вилия, впадающая в р. Неман ниже по течению от плотины Каунасской ГЭС, являющейся нижней границей зарегулированного участка Немана (рис. 1).



Рисунок 1. – Пути миграции угря из водоемов бассейна р. Вилия

Исследования литовских коллег показали, что естественный заход угря в р. Неман не носит массового характера [3]. На литовском побережье Балтийского моря, Куршского залива и в низовьях рек стекловидные угри не встречаются, несмотря на то, что угрей ловили в Куршском заливе и внутренних водоемах много десятилетий назад. Не исключено, что угри приходили к берегам Литвы в стадии стекловидного угря в начале XX века, однако последние два сообщения об обнаружении стекловидных угрей в реках у побережья Литвы были сделаны в середине пятидесятых годов [3].

Зарыбление водоемов на территории нынешней Республики Беларусь угрем проводилось еще в первой половине XX века, однако его промысловое стадо было сформировано за счет зарыбления стекловидным угрем и

подрощенной молодь, которое началось в 50-е годы прошлого столетия. Всего в водоемы Беларуси за этот период было выпущено более 70 млн. штук молоди угря. Наибольшие объемы зарыбления приходились на Нарочанскую и Браславскую (Дривятскую) группы озер (рис. 2, 3).

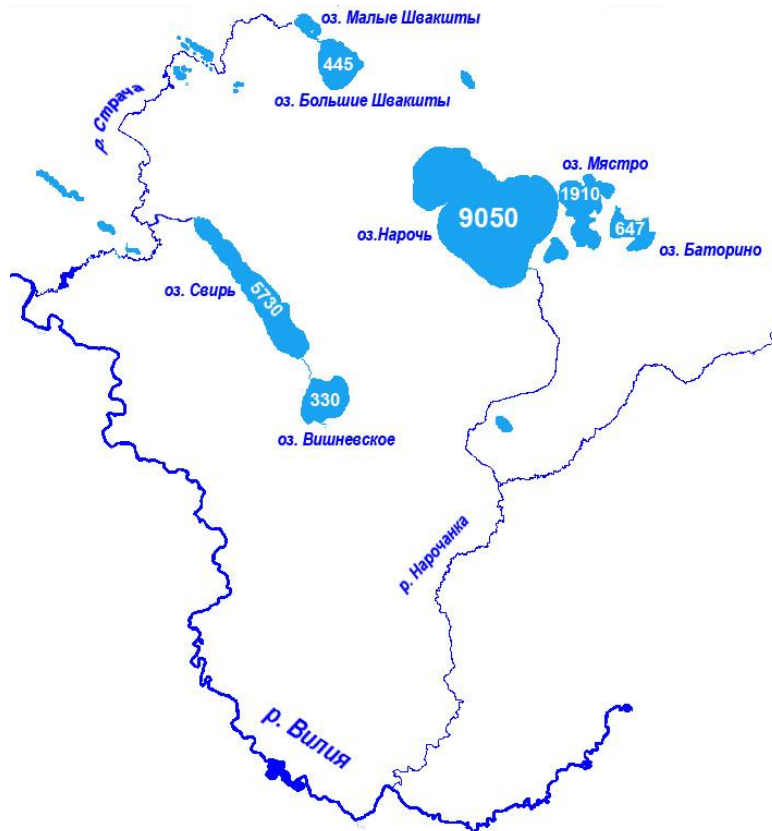


Рисунок 2. – Зарыбление Нарочанских озер молодь угря за период с 1956 по 2008 год (тыс. экз.)

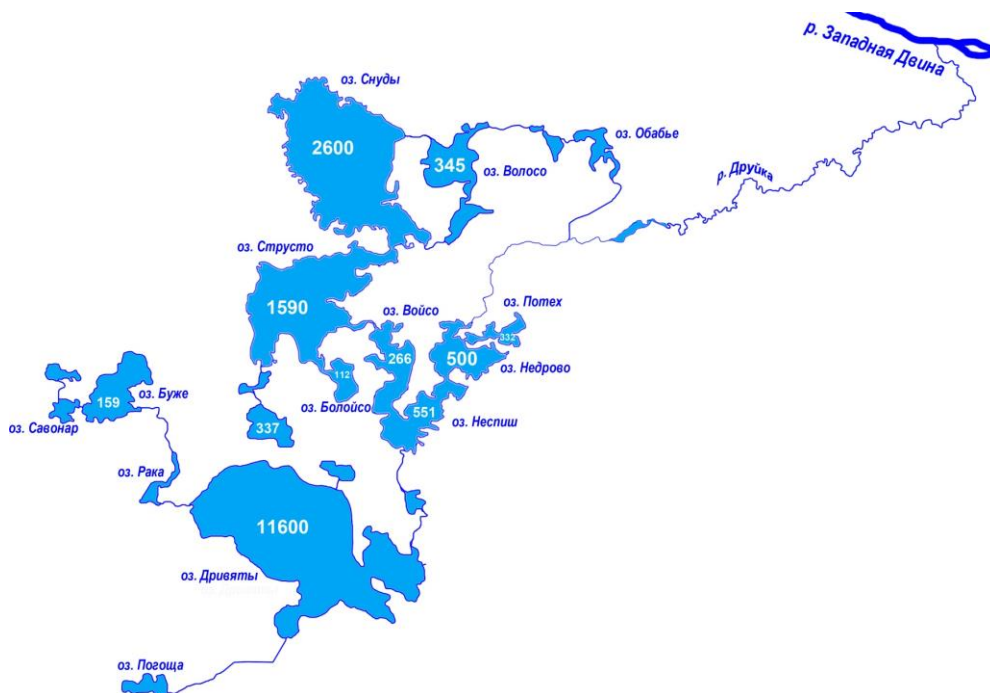


Рисунок 3. – Зарыбление Браславских озер молодь угря за период с 1956 по 2008 год (тыс. экз.)

В уловах из водоемов Беларуси в настоящее время встречается угорь, вселенный после 1985 г. Всего в период с 1985 по 2008 год были зарыблены 23 озера, из них 5 в бассейне р. Неман и 18 – в бассейне р. Зап. Двина (рис. 4). Промысловый возврат угря в водоемах Беларуси в разные годы оценивался долей от 1,5 до 8,5% [4], в то время как для бессточных водоемов Западной Европы он составляет 20-30% при посадках стекловидного угря, и до 40-60% при зарыблении подрощенной молодью [5]. В среднем для всех водоемов Беларуси величина промыслового возврата угря составляла 4 % [6].

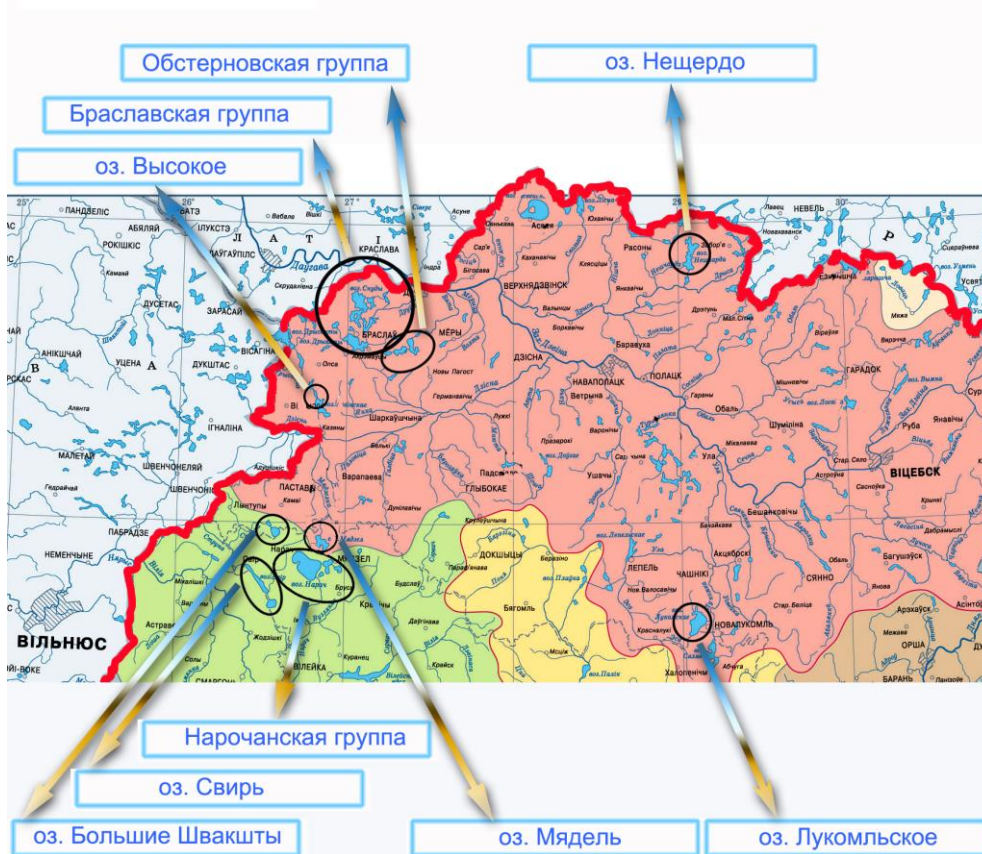


Рисунок 4. – Водоемы и группы озер, зарыбленные молодью угря после 1985 года

Скат угря из водоемов Беларуси к границам Евросоюза проходит по рекам Западная Двина и Неман (рисунок 5). Установлено, что основной ход мигрирующего угря наблюдается в весенний период. Количество мигрирующего угря в осенний период не превышает 13,5 % весеннего хода. Учитывая зарегулированность стока рек Неман и Западная Двина, лишь небольшая доля мигрирующих рыб в состоянии преодолеть турбины ГЭС. Считается, что средняя смертность угрей от удара турбины колеблется от 15 до 38%, однако при этом не учтена смертность из-за застревания в защитных крыльях турбины [7].

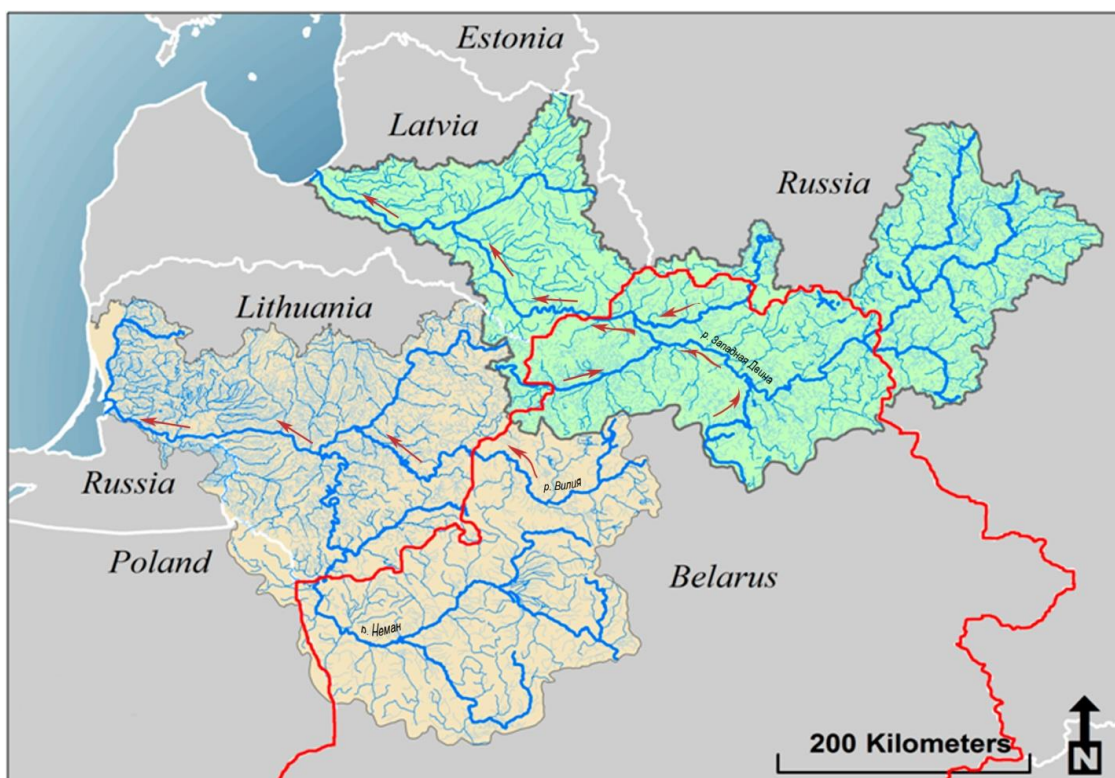


Рисунок 5. – Схема путей кададромной миграции угря из водоемов Беларуси

Лов мигрирующего угря в Беларуси осуществляется только во время весенней миграции. Для промыслового лова нагуливающегося и мигрирующего угря применяют активные – невода закидные с размером ячеи 18-22-26 мм, специализированные переносные ловушки – мережи и венгеря – с минимальным размером ячеи 16 мм и стационарные угреловушки струйного, забойного и перегораживающего типа с минимальным размером ячеи 16 мм орудия лова. Иные сетные орудия лова (ставные сети) при промысле угря не используют, применение же крючковых снастей (переметы) должного распространения не получило.

Промысловыми орудиями лова изымают достигших промысловой меры (50 см) рыб (желтые угри). Рыбы, не достигшие промысловой меры, в соответствии с действующими Правилами ведения рыболовного хозяйства и рыболовства подлежат выпуску в водоем. Промысловая мера на вылов мигрирующего серебристого угря в настоящее время не устанавливается [8]. Поскольку максимальные размеры самцов и самок серебристых угрей в водоемах Беларуси существенно различаются (соответственно 45-54 и 60-100 см и более), можно утверждать, что значительная часть самцов беспрепятственно мигрирует в реки. Выявлено, что применяемые в настоящее время переносные угреловушки по своим функциональным особенностям не

позволяют полностью отлавливать мигрирующего угря (коэффициент уловистости 0,22) [9, 10].

Поскольку промысловый лов скатывающегося угря в Республике Беларусь разрешен только в весенний период, весь мигрирующий осенью из водоемов НП «Нарочанский» серебристый угорь беспрепятственно достигает рек Виляя и Неман (по рекам Нарочанка, Свирица и Страча), а далее и Балтийского моря. По расчетным данным, при годовом вылове покатного угря из озер Нарочанской группы в 2014 г. 2087 экз., общее количество мигрирующего угря составило более 8700 экз. При этом из оз. Большие Швакшты, где специализированный лов мигрирующего угря не ведется, весь угорь беспрепятственно скатывается по р. Страча в р. Виляя. Угорь из озер других групп (за исключением озер бассейна р. Друйка, где функционирует Браславская ГЭС) беспрепятственно мигрирует по р. Западная Двина до границы с Латвийской республикой, на территории которой функционируют 3 гидроэлектростанции, препятствующие миграции угря в Балтийское море.

С учетом вышеизложенного, в 2014 г. пропуск угря из водоемов НП «Нарочанский» в трансграничные речные бассейны для миграции к местам нереста и участия в естественном воспроизводстве составил не менее 80 % от общего количества мигрирующего. В целом в водоемах и водотоках национальных парков «Нарочанский» и «Браславские озера» в 2014 г. было выловлено 5341,9 кг, а скатилось 9049,8 кг. угря (около 7000 особей). С учетом вылова из других водоемов Беларуси скат серебристого угря в 2014 г. составил не менее 50% от общего количества мигрирующего угря. Таким образом, в настоящее время Беларусь соблюдает одно из требований Евросоюза, обеспечивая пропуск не менее 40 % мигрирующего угря к местам его нереста, и тем самым вносит свою лепту в дело поддержания численности мировой популяции европейского угря.

В настоящее время ведется подготовка проекта совместного трансграничного плана управления ресурсами европейского угря (Беларусь-Литва), что позволит проводить скоординированную политику охраны и использования запасов европейского угря в бассейне р. Неман. С целью обеспечения выполнения Регламента Совета Евросоюза № 1100/2007 от 18.09.2007 [11] представляется целесообразным реконструкция или строительство стационарных угреловушек на миграционных путях в бассейне р. Западная Двина для полного изъятия серебристого угря с последующей транспортировкой 40 % производителей к водотокам, имеющим прямой выход в Балтийское море, а также организовать регулярное зарыбление водоемов бассейна р. Виляя, обеспечивающих беспрепятственный скат не менее 40 % мигрирующего угря до р. Неман.

Необходимо провести исследования по определению генетического статуса угря, обитающего на территории Беларуси, его генетического полиморфизма с использованием молекулярных маркеров. Данные исследования позволят провести анализ филогенетических связей и генетического разнообразия белорусских популяций угря и сравнить их с существующими европейскими популяциями на основе сходства гаплотипов.

Не вызывает сомнений, что дальнейший запрет на поставки посадочного материала в Республику Беларусь может привести к тому, что в ближайшее десятилетие мировая популяция европейского угря лишится части производителей, мигрирующих на нерест из данной области его ареала.

Список использованных источников

1. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков ; ред. П. А. Дрягин. – Минск : Наука и техника, 1965. – 421 с.

2. Khudyi, O. Fish biodiversity of the Dniester, Prut and Siret Drainage systems within western region of Ukraine / O. Khudyi // Академику Л. С. Бергу – 140 лет : сб. ст. / Междунар. асоц. хранителей реки «Есо-TIRAS», Образоват. фонд им. Л. С. Берга, Бендер. историко-краевед. музей ; подгот. И. Тромбицкий ; ред. совет: И. К. Тодераш [и др.]. – Бендеры, 2016. – С. 557–561.

3. Report from the commission to the European parliament and the council on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans [Electronic resource] // European Commission. – Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52012DC0670>. – Date of access: 05.11.2020.

4. Костюченко, А. А. Промысловый возврат угря из озер Белоруссии и определяющие его факторы / А. А. Костюченко, Г. П. Прищепов // Вопр. ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 6. – С. 1064–1072.

5. Müller, H. Produktions biologische möglichkeiten der intensivierung und steigerung der aalproduktion in natürlichen gewässern / H. Müller // Dt. Fischerei-Ztg. – 1969. – Bd. 16, nr. 1. – S. 231–236.

6. Петухов, В. Б. Пресноводные угри Anguillidae: репродуктивная биология и аквакультура : дис. д-ра биол. наук : 03.00.08 / В. Б. Петухов. – Минск, 2004. – 337 л.

7. Report of the 2007 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels [Electronic resource] / Europ. Inland Fisheries Advisory Commiss., Food a. Agriculture Organization of the UN. – Rome : FAO ; Copenhagen : Intern. Council for the Exploration of the Sea, 2008. – Mode of access: www.fao.org/docrep/012/a1584e/a1584e.pdf. – Date of access: 05.11.2020.

8. Об определении мест и условий промыслового вылова угря без промысловой меры в рыболовных угодьях в 2020 году [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 11 марта 2020 г., № 3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W22035165_1584651600.pdf. – Дата доступа: 05.11.2020.

9. Состояние популяций и величина ската европейского угря из водоемов Беларуси / М. В. Плюта [и др.] // Зоологические чтения – 2017 : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. К. М. Ельского, Гродно, 15–17 марта 2017 г. / Гродн. гос. ун-т ; редкол.: О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2017. – С. 181–183.

10. Оценка количества годового ската европейского угря из водоемов Беларуси в трансграничные речные бассейны с целью устойчивого использования его ресурсов Беларуси / М. В. Плюта [и др.] // Природные ресурсы и окружающая среда : сб. науч. материалов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования ; ред.: И. И. Лиштван [и др.]. – Минск, 2016. – С. 189–193.

11. Council regulation (EC) № 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel // Offic. J. of the Europ. Union. – 2007. – L 248/17–248/23.

УДК [575.2+ 575.8]:597.5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
РОДА *PROTERORHINUS*, ОБИТАЮЩИХ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ
БЕЛАРУСИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**В.И. ГОЛОВЕНЧИК¹, Е.С. ГАЙДУЧЕНКО¹, В.К. РИЗЕВСКИЙ¹,
А.М. РОМАНЬ^{2,3}, Т.П. ЛИПИНСКАЯ¹**

*¹Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,
220072, г. Минск, ул. Академическая, д.27,
e-mail: vika.golovenchik@mail.ru*

*²Институт гидробиологии НАН Украины, 02000,
г. Киев, пр-т. Героев Сталинграда, д.12,
e-mail: aroman.fish@gmail.com*

*³ООО "Технический университет "Метинвест Политехника",
87524, г. Мариуполь,
ул. Сеченова, д.71-А*

**IDENTIFICATION OF TUBENOSE GOBIES OF THE GENUS
PROTERORHINUS (GOBIIDAE: PISCES) IN BELARUS BY MOLECULAR
METHODS**

**V. GOLOVENCHIK¹, H. GAJDUCHENKO¹, V. RIZEVSKY¹,
A. ROMAN^{2,3}, T. LIPINSKAYA¹**

*¹State Scientific and Production Association "Scientific and Practical Center of the NAS of
Belarus for Bioresources", 220072, Minsk, st. Akademicheskaya, 27,
e-mail: vika.golovenchik@mail.ru*

*²Research Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
04210, Kyiv, av. Geroev Stalingrada, 12,
e-mail: aroman.fish@gmail.com*

*³LLC "Technical university "Metinvest Polytechnic",
87524, Mariupol, st. Sechenova, 71-A*

Статья поступила 09.11.2020 г.

Аннотация. В статье представлены данные о видовой принадлежности представителей рода *Proterorhinus*, обитающих в водотоках Беларуси. Результаты, полученные в ходе молекулярно-генетического анализа гена *cyt b*, позволяют утверждать, что на территории Беларуси род *Proterorhinus* представлен видом *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837), а не *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814), как считалось ранее.

Ключевые слова. *cyt b*, молекулярно-генетический анализ, бычок-цуцик, западный тупоносый бычок, чужеродные виды, инвазивные виды, ихтиофауна Беларуси.

Abstract. The article presents data about the identification of tubenose gobies of the genus *Proterorhinus* in Belarus. Study based on *cyt b* gene analysis showed that *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) established on the territory of Belarus, and was previously identified as *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814).

Key words. *cyt b*, molecular analysis, tubenose goby, western tubenose goby, alien species, invasive species, fish fauna of Belarus.

Введение. Интенсификация процесса глобализации, начавшаяся в 20-м веке, привела к тому, что в середине прошлого столетия остро встал вопрос о процессе биологических инвазий [1]. Согласно данным Г. Копп и др. [2], «инвазия» – это совокупность событий и процессов, связанных с появлением и воздействием на сообщества и экосистемы чужеродных организмов. В свою очередь понятие «чужеродный» относится к видам, подвидам, расам, для которых данный регион не является естественным ареалом, а их расселение на новую территорию прямо или косвенно, случайно или умышленно произошло за счет деятельности человека. Понятие «инвазивный» применимо к тем чужеродным видам, подвидам, расам, которые вызывают значительные изменения в составе, структуре и процессах экосистем, и/или приводят к экономическим потерям.

Понто-Каспийский регион является регионом-донором чужеродных видов для Северного и Балтийского морей [3], а также для системы Великих Американских озер [4]. Расселение видов в бассейн Балтийского и Северного морей происходит по двум инвазионным коридорам [5]: Южному, который включает в себя реки Дунай и Рейн, соединенные каналом Рейн–Майн–Дунай, и Центральному, включающему реки: Днепр, Припять, Вислу, Эльбу и Рейн, соединенные Днепровско-Бугским, Среднегерманским и Дортмунд–Эмс каналами, а также каскадом водохранилищ на Днепре, который включает 6 плотин ГЭС: Каховскую, Днепровскую, Днепродзержинскую, Кременчугскую, Каневскую и Киевскую. По территории Беларуси проходит часть Центрального инвазионного коридора, включающая реки Припять, Пина (приток Припяти, бас. Черного моря) и р. Мухавец (приток р. Зап. Буг, бас. Балтийского моря), соединенные Днепровско-Бугским каналом.

В настоящее время в водотоках Беларуси отмечены 5 Понто-Каспийских видов-вселенцев рыб из семейства Gobiidae: *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)

– бычок-песочник, *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) – бычок-гонец, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) – бычок-кругляк, *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) – звездчатая пуголовка и *Proterorhinus semilunaris* – бычок-цуцик [6]. Последний в водоемах Беларуси впервые обнаружен в 2007 г. и изначально был классифицирован как *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) [7].

К настоящему времени рядом авторов были проведены исследования, убедительно доказывающие, что данный род не монотипичен и генетически неоднороден – включает в себя несколько генетически различающихся линий. В частности, в 2005 и 2006 г.г. был изучен ряд генетических маркеров [8], и обнаружено значительное филогенетическое расхождение, что позволило сделать вывод о наличии в пределах рода *Proterorhinus* нескольких видов, а именно: «морского» *Pr. marmoratus* (Pallas, 1814), обитающего только в Черном море, «пресноводного» *Pr. semilunaris* (Heckel, 1837), обитающего как в Черном море, так и распространившегося в пресноводные водотоки, и «типично пресноводного» вида *Pr. cf. semipellucidus* (Kessler, 1877), обитающего в бассейне Каспийского моря. В 2008 г. Й. Фрейхоф и А. Насека [9], используя морфологические данные, описали еще один вид - *Pr. tataricus* (Freyhof, Naseka, 2008), и пришли к выводу, что в Каспийском море и реках его бассейна обитает вид *Pr. nasalis* (Filippi, 1863). В 2011 г. П. Сорокин с соавторами [10], проведя молекулярно-генетические исследования, получили данные, схожие с данными М. Нельсона [8], однако пришли к выводу, что гипотеза о существовании «пресноводных» и «морских» видов должна быть пересмотрена, и вместо нее они предлагают выделять два отдельных эвригалинных вида: *Pr. marmoratus*, обитающего в западной части Черного моря, и *Pr. semilunaris* – в северо-восточной части Черного моря и в пресноводных водотоках. Наличие вида *Pr. tataricus* авторами подтверждено не было, и был сделан вывод о том, что вид *Pr. tataricus* конспецифичен с *Pr. marmoratus* [10].

Таким образом, видовая принадлежность представителей рода *Proterorhinus*, обитающих в водотоках Беларуси, не соответствует современным представлениям о таксономической структуре данного рода. В свою очередь, корректная идентификация таксономической принадлежности является одним из важнейших аспектов изучения биологического разнообразия в целом и биологических инвазий в частности. Поэтому, целью данного исследования стало уточнение видовой принадлежности представителей рода *Proterorhinus*, обитающих в водотоках Беларуси, с использованием молекулярно-генетических методов.

Материалы и методы. В работе использовали собственный ихтиологический материал, собранный в 2016–2019 гг. на территории Беларуси в реках Днепр, Припять и Пина, а также на территории Украины (в р. Днепр и притоках выше Каневского водохранилища). Для экстракции ДНК из 20 мг ткани рыб использовали набор Genomic DNA Purification with spin column (Jena Bioscience, Германия). Для получения целевых фрагментов гена *cyt b* использовали праймеры, разработанные для семейства Gobiidae: AJG15 – СААААССАТСГТТГТААТТСААСТ и Н5 – GAATTYTRGCTTTGGGAG [8]. Секвенирование провели в Центре Коллективного Пользования «Геном» Государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» на 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, США). Кроме собственных расшифрованных нуклеотидных последовательностей использовали нуклеотидные последовательности гена *cyt b*, представленные в международных генетических базах данных NCBI (табл.1).

Всего для представителей рода *Proterorhinus* было проанализировано 114 образцов (22 получены нами, из них 14 для Беларуси) гена *cyt b* с 24 по 626 нуклеотид полноразмерного гена, всего 603 п.н. Первичный анализ результатов секвенирования, редактирование и выравнивание последовательностей проводили в пакете программ MEGA 7. Для выравнивания последовательностей применяли алгоритм Muscle, с назначенным пенальти за вставку пробелов -400. Филогенетический анализ, построение дендрограмм проводилось с использованием программы MEGA 7. Филогенетическое дерево было построено при помощи метода максимального правдоподобия (ML) по модели НКУ+G для гена *cyt b*, выбор модели для построения дерева производился в программе jModelTest. Надежность ветвления филогенетического дерева была определена при помощи бутстреп-анализа с учетом 1000 псевдореплик. В качестве внешней группы для филогенетического анализа были выбраны другие представители сем. Gobiidae: бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) и бычок-голец (*Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) номера в GenBank KJ654332.1 и EU444667.1 соответственно. Сети гаплотипов строили в программе PopArt.

Результаты исследования и обсуждение. Филогенетическое дерево (рис. 1) построено с использованием всех доступных образцов представителей рода *Proterorhinus* (8 с территории Украины, 14 из Беларуси и 90 последовательностей гена *cyt b*, имеющиеся в международной базе данных GenBank). Эти же образцы были использованы для построения сетей гаплотипов (рис. 1). Всего в ходе анализа использованных последовательностей представителей рода *Proterorhinus* был обнаружен 41 гаплотип.

Таблица 1. – Проанализированные в ходе работы образцы представителей рода *Proterorhinus*

Базы данных	Ген <i>cyt b</i>	Место сбора	Широта	Долгота		
1	2	3	4	5		
<i>Proterorhinus semilunaris</i>						
GenBank	KJ605191.1	р. Дунай, г. Орт	–	–		
	KJ605193.1					
	KJ605190.1	р. Дунай, г. Видин				
	KJ605192.1					
	KJ605194.1					
	KJ605207.1					
	KJ605200.1					
	KJ605198.1	р. Морава				
	KJ605201.1					
	KJ605197.1					
	KJ605199.1	р. Рейн, г. Рес				
	KJ605202.1					
	KJ605203.1					
	EU444613.1	р. Дунай			44.638	21.909
	EU444612.1	р. Днепр, г. Киев			50.490	30.517
	EU444605.1					
	EU444604.1	р. Днестр, г. Могилев-Подольский			48.449	27.778
	EU444658.1–EU444665.1	р. Днестр, г. Беляевка			46.468	30.216
	EU444649.1	Симферопольское водохранилище			44.921	34.155
	EU444651.1					
	EU444650.1					
	EU444625.1	Кучурганское водохранилище			46.600	29.986
	EU444633.1					
	EU444634.1					
	EU444632.1					
	EU444627.1	Мыс Малый фонтан, г. Одесса			46.450	30.766
	EU444628.1					
EU444626.1						
EU444607.1	оз. Супериор	46.666	- 92.200			
EU444609.1	оз. Сэнт Клэр	42.594	- 82.803			
EU444608.1						
EU444606.1						
EU444607.1						

1	2	3	4	5
<i>Proterorhinus marmoratus</i>				
GenBank	EU444623.1	р. Днестр, г. Беляевка	46.468	30.216
	EU444624.1			
	EU444621.1			
	EU444652.1–EU444655.1	Мыс Ланжерон, г. Одесса	46.483	30.755
	EU444635.1			
	EU444623.1			
	EU444624.1			
	EU444621.1			
	EU444617.1			
	EU444624.1			
	EU444637.1–EU444640.1	Черное море, г. Севастополь	44.604	33.540
	EU444646.1–EU444648.1			
	EU444621.1	Тигульский лиман, Черное море	46.690	31.486
	EU444616.1			
	EU444666.1			
	EU444621.1			
	EU444629.1	Сухой лиман, Черноморск	46.326	30.667
	EU444629.1			
	EU444620.1			
	EU444614.1			
	EU444615.1			
	EU444617.1			
	EU444621.1			
	EU444622.1			
EU444641.1–EU444645.1	Мыс Малый фонтан, г. Одесса	46.450	30.766	
EU444621.1				
EU444645.1				
EU444656.1				
EU444657.1				
<i>Proterorhinus semipellucidus</i>				
GenBank	EU444610.1	Рыбинское водохранилище, г. Рыбинск	58.362	38.425
	EU444618.1			
	EU444619.1			

1	2	3	4	5
GenBank	EU444610.1	Карповское водохранилище, п. Ильевка	48.643	43.617
	EU444631.1	Чограйское водохранилище, п. Зунда Толга	45.617	44.211
	EU444630.1			
	EU444611.1	Дельта реки Волга	45.788	47.886
	EU444610.1	р. Волга, перегиб	47.683	46.509
	EU444611.1	р. Волга, Волгоград	48.870	44.660
	EU444611.1	р. Волга, п. Дамчик	45.788	47.886
	EU444611.1	р. Бузулук, п. Алексеевск	50.273	42.182
<i>Proterorhinus sp.</i>				
Образцы, полученные в результате исследования	294	р. Припять, д. Гольцы	52.064	26.185
	295			
	298			
	654	р. Днепр, д. Нижние Жары	51.165	30.342
	663			
	2031			
	2032			
	2033			
	1914	р. Припять, г. Мозырь	52.031	29.152
	1915			
	915	р. Ольшанка	49.125	31.142
	926	р. Супой	50.360	31.391
	928			
	1320	р. Пина	52.096	26.069
	1321			
	1323			
	1324			
	120	Киевское водохранилище, г. Киев	50.436	30.572
	121			
	160			
161				
92	р. Стырь, д. Старая Рафаловка	51.377	25.861	

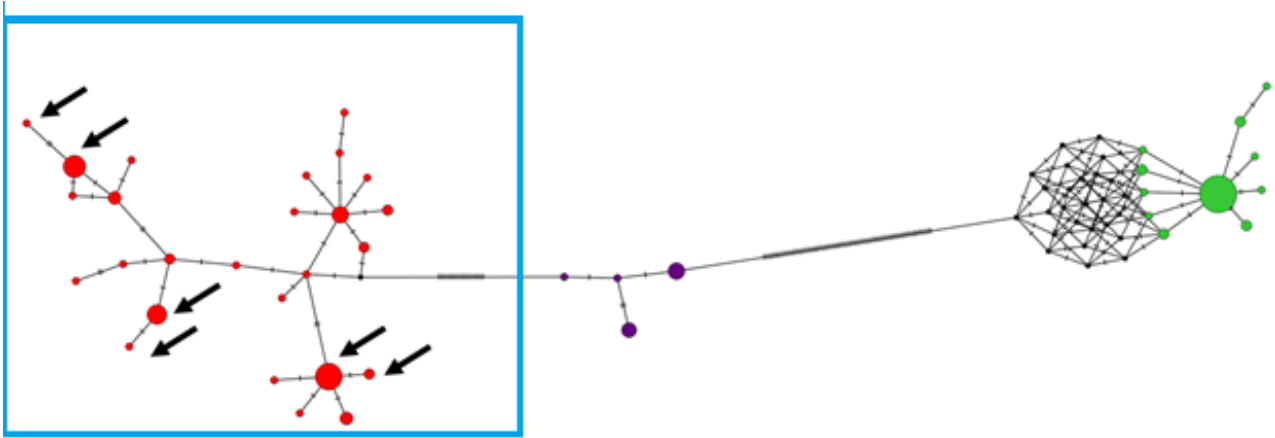


Рисунок 1. – Сеть гаплотипов, построенная для видов рода *Proterorhinus* на основании анализа гена *cyt b*. Красным обозначены гаплотипы, принадлежащие виду *P. semilunaris*, зеленым – *P. marmoratus*, фиолетовым – *P. semipellucidus*. Стрелками указаны гаплотипы, к которым относятся образцы из Беларуси и Украины

Результаты анализа структуры филогенетического дерева (рис. 2), также как и сети гаплотипов, свидетельствуют о том, что все проанализированные последовательности образуют три четких кластера, соответствующие отдельным видам: *Pr. semilunaris* (бутстреп поддержка 98), *Pr. semipellucidus* (бутстреп поддержка 68) и *Pr. marmoratus* (бутстреп поддержка 99). Образцы, отловленные на территории Беларуси и Украины (Киевское водохранилище), и расшифрованные в ходе выполнения данной работы, образуют единый кластер с образцами из США, Канады, стран Европы и Украины (Черное море, район г. Одессы; река Днестр; Кучурганское и Симферопольское водохранилища) и относятся к виду *Pr. semilunaris*. Кластер, соответствующий виду *Pr. marmoratus*, образуют образцы, представленные в базе данных и полученные для образцов, отловленных на территории Украины, в том числе в точках (Черное море, район г. Одессы; река Днестр; Симферопольское водохранилище) где также был обнаружен вид *Pr. semilunaris*. Образцы из пресноводных водотоков бассейна Каспийского моря образуют кластер, соответствующий виду *Pr. cf. semipellucidus*.

Следует отметить, что образцы из района Севастополя, который, как считается [9], является типичным ареалом для вида *Pr. tataricus*, не выделяются из общей структуры филогенетического дерева и входят в кластер, соответствующий либо виду *Pr. semilunaris*, либо виду *Pr. marmoratus*, отдельного кластера, который мог бы соответствовать виду *Pr. tataricus* они не образуют. Также не было обнаружено последовательностей из рек Каспийского бассейна, которые могли бы соответствовать виду *Pr. nasalis*, который предположительно распространен в данном регионе [9].

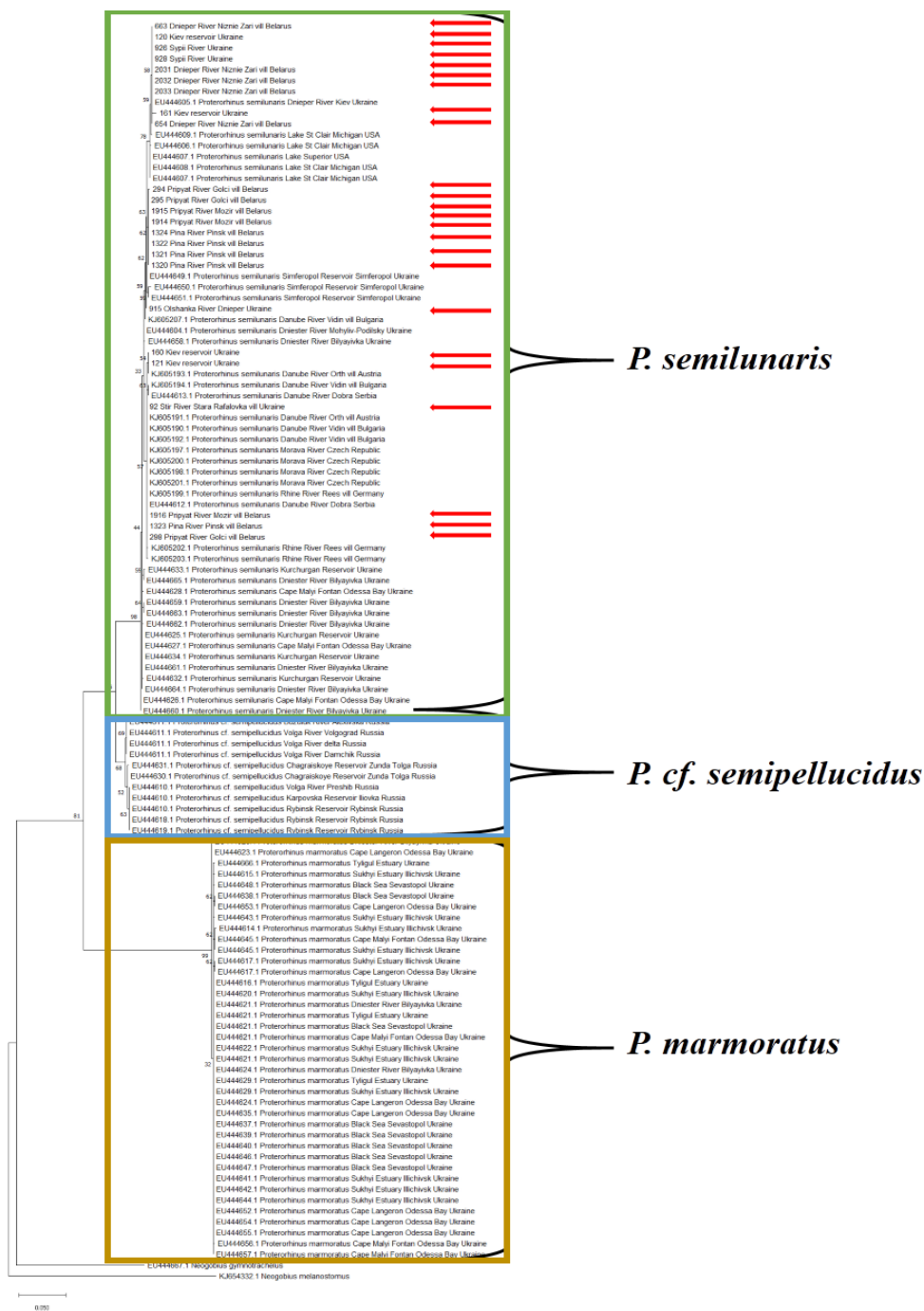


Рисунок 2. – Филогенетическое дерево видов рода *Proterorhinus*, построенное при помощи метода максимального правдоподобия (ML) по модели НКУ+G для гена *cyt b* (стрелками отмечены образцы, полученные в ходе данной работы для Беларуси и Украины). Квадратами выделены отдельные виды

Полученные в ходе молекулярно-генетического анализа гена *cyt b* данные, а также результат, полученный ранее по гену COI [11] в сходных исследованиях, убедительно доказывают, что представители рода *Proterorhinus*, обитающие в водотоках Беларуси, принадлежат к виду *Pr. similunaris*, а не *Pr. marmoratus*, как считалось ранее [7]. Полученный результат соответствует современной информации, согласно которой род *Proterorhinus* включает в себя три вида, в т.ч.

распространенный в пресных водотоках вид *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) [8, 10].

В целом можно отметить, что виды рода *Proterorhinus* отличаются ареалом и способностью к расселению. В частности вид *Pr. cf. semipellucidus* распространен в реках бассейна Каспийского моря (Волга, Дон). Виды *Pr. semilunaris* и *Pr. marmoratus* имеют перекрытие ареала в Черном море (Симферопольское водохранилище, район Одессы, устье реки Днестр), однако очевидно, что вид *Pr. semilunaris* проявил способность к активному заселению пресноводных водотоков и водоемов и к настоящему времени распространен в реках Днепр, Припять, Дунай и в системе Великих Американских озер, в то время как вид *Pr. marmoratus* за пределами Черного моря и лиманов обнаружен не был. Однако, несмотря на географическую близость видов *Pr. marmoratus* и *Pr. semilunaris*, как на сети гаплотипов, так и на филогенетическом дереве видно, что филогенетически они более удалены друг от друга, чем от вида *Pr. cf. semipellucidus*. И в целом *Pr. semilunaris* генетически близок с видом *Pr. cf. semipellucidus*. Вероятнее всего, это связано с их общей способностью обитать в пресноводных водотоках и водоемах.

Заключение

На основании анализа гена *cyt b* комплекса видов рода *Proterorhinus* установлена видовая принадлежность представителей данного рода, обитающих в водотоках Беларуси. Показано, что на территории страны распространен единственный вид этого рода - западный тупоносый бычок (*Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837)).

Список использованных источников

1. Hulme, P. E. Climate change and biological invasions: evidence, expectations, and response options / P. E. Hulme // Biol. Rev. – 2017. – Vol. 92, № 3. – P. 1297–1313.
2. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? / G. H. Copp [et al.] // J. of Appl. Ichthyology. – 2005. – Vol. 21, № 4. – P. 242–262.
3. Reid, D. F. Geological and evolutionary underpinnings for the success of Ponto-Caspian species invasions in the Baltic Sea and North American Great Lakes / D. F. Reid, M. I. Orlova // Canad. J. of Fisheries a. Aquatic Sciences. – 2002. – Vol. 59, № 7. – P. 1144–1158.
4. Ricciardi, A. Recent mass invasion of the North American Great Lakes by Ponto-Caspian species / A. Ricciardi, H. J. MacIsaac // Trends in Ecology & Evolution. – 2000. – Vol. 15, № 2. – P. 62–65.

5. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы / Ю. В. Слынько [и др.] // Рос. журн. биол. инвазий. – 2010. – № 4. – С. 74–89.

6. Понто-каспийские виды-аутовселенцы в структуре молоди рыб прибрежной мелководной зоны белорусского участка центрального инвазионного коридора / В. К. Ризевский [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Науч.-практ. центра Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск. 2016. – Вып. 32. – С. 206–219.

7. First record of the invasive Ponto-Caspian tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) from the River Pripyat, Belarus / V. Rizevsky [et al.] // Aquatic Invasions. – 2007. – Vol. 2, № 3. – P. 275–277.

8. Stepien, C. A. Invasion genetics of Ponto-Caspian gobies in the Great Lakes: a ‘cryptic’ species, absence of founder effects, and comparative risk analysis / C. A. Stepien, M. A. Tumeo // Biol. Invasions. – 2006. – Vol. 8, № 1. – P. 61–78.

9. Freyhof, J. *Proterorhinus tataricus*, a new tubenose goby from Crimea, Ukraine (Teleostei: Gobiidae) / J. Freyhof, A. Naseka // Ichthyological Exploration of Freshwaters. – 2007. – Vol. 18, № 4. – P. 325–334.

10. Further studies of mitochondrial genome variability in ponto-caspian *Proterorhinus* species (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) and their taxonomic implications / P. A. Sorokin [et al.] // Acta Ichthyologica et Piscatoria. – 2011. – Vol. 41, № 2. – P. 95–104.

11. Данные о видовой принадлежности представителей рода *Proterorhinus*, обитающих в водных объектах Беларуси, на основании анализа последовательности гена COI / В. И. Головенчик [и др.] // Молодежь в науке – 2019: аграрные, биологические, гуманитарные, медицинские, физико-математические, физико-технические науки, химия и науки о Земле : тез. докл. XVI междунар. конф. молодых ученых, Минск, 14–17 окт. 2019 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; ред.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2019. – С. 141–143.

**БИОТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
СЕМЕЙСТВА БЫЧКОВЫЕ (GOBIIDAE) НА БЕЛОРУССКОМ УЧАСТКЕ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНВАЗИОННОГО КОРИДОРА**

В.К. РИЗЕВСКИЙ, И.А. ЕРМОЛАЕВА, А.В. ЛЕЩЕНКО, А.П. ГРИГОРЧИК

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
Минск, ул. Академическая, 27, 220072, Беларусь,
e-mail: RVK869@mail.ru*

**BIOTOPIC CONFINEMENT ALIEN SPECIES OF THE GOBY FAMILY
(GOBIIDAE) FOR THE BELARUSIAN PART OF THE CENTRAL
INVASION CORRIDOR**

V. RIZEVSKY, I. ERMOLAEVA, A. LESCHENKO, A. HRYHORCHYK

*State scientific and production amalgamation «The Scientific and Practical Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»,
Minsk, 220072, Republic of Belarus,
e-mail: RVK869@mail.ru*

Статья поступила 14.11.2019 г.

Резюме. Показано, что на белорусском участке центрального инвазионного коридора (р. Припять – р. Пина – Днепроовско-Бугский канал – р. Мухавец) чужеродные представители семейства *Gobiidae* (бычок-песочник, бычок-гонец и бычок-цуцик) предпочитают места без ракушечника, и преимущественно обитают в биотопах с медленным течением. По отношению к степени заиленности грунта и зарастаемости высшей водной растительностью в местах обитания противоположные позиции занимают бычок-цуцик и бычок-песочник. Первый из них предпочитает наиболее заросшие и заиленные биотопы, второй – наименее заросшие и заиленные. Бычок-гонец занимает промежуточное положение.

Ключевые слова: Беларусь, центральный инвазионный коридор, чужеродные виды, семейство бычковые, биотопы, биотопическая приуроченность.

Abstract. It was shown that on the Belorussian part of the central invasive corridor (Pripyat river – Pina river – Dnieper-Bug channel – Mukhavets river), alien species of the *Gobiidae* family (monkey goby, racer goby and tubenose goby) mainly inhabit in biotopes with a slow course and prefer places without shell rock. In relation to the degree of soil siltation and overgrowth by higher aquatic vegetation in the habitats, the opposite positions are occupied by the tubenose goby and the monkey goby. The first of them prefers the most overgrown and silted biotopes, the second – the least overgrown and silted. Racer goby takes an intermediate position.

Key words: Belarus, central invasive corridor, alien species, goby family, biotopes, biotopic confinement.

Введение. В настоящее время одной из глобальных экологических проблем стало расширение естественных ареалов гидробионтов, в том числе и рыб, и проникновение их в новые места обитания. Установлено, что последние годы характеризуются наибольшей динамикой видового состава рыб Беларуси за обозреваемый исторический период. В течение последних 25 лет в водоемах Беларуси выявлены 7 понто-каспийских чужеродных видов рыб-аутовселенцев, проникших в водоемы страны по Днепру из Киевского водохранилища с территории Украины. Дальнейшее их распространение по Беларуси происходит вверх по течению рек Днепр и Припять. В свою очередь, Днепро-Бугский канал (далее ДБК), соединяющий водотоки бассейнов Черного и Балтийского морей (соответственно реки Пина и Мухавец), является основным звеном так называемого «Центрального инвазионного коридора» (далее ЦИК), способствующего дальнейшему распространению понто-каспийских видов рыб в бассейны Балтийского и Северного морей [24].

Проведенными ранее исследованиями установлено, что в настоящее время на белорусском участке ЦИК от г. Пинск до г. Брест обитают 3 чужеродных понто-каспийских вида-аутовселенца семейства Бычковые: бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), бычок-голец *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) и бычок-цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) [23].

Установление области распространения, а также биотопической приуроченности чужеродных видов рыб в новых условиях обитания, имеет важное значение для прогнозирования динамики дальнейшего распространения этих видов как по территории Беларуси, так и за пределы страны.

Целью данной работы явилось установление характера биотопической приуроченности представителей семейства Бычковые на белорусском участке Центрального инвазионного коридора от г. Наровля (р. Припять, бас. Черного моря) до г. Брест (р. Мухавец, бас. Балтийского моря).

Материалы и методы. Исследования проведены в летний период 2017 г. на прибрежных мелководных участках рек Припять, Пина (бас. Черного моря), Мухавец (бассейн Балтийского моря) и Днепро-Бугского канала. Обловы проводились на разных участках водотоков в пределах административных районов в соответствии с полученными разрешениями на отлов рыбы. Помимо данных, полученных в период проведения настоящих исследований, в анализ привлечены материалы, полученные в предыдущие годы.

Сбор и обработка материала была проведена по общепринятым ихтиологическим методикам [14, 16, 20]. Лов рыбы осуществляли мелкоячеистым неводом длиной 30 м и ячеей 10/8 мм, сачком, а также

ловушками. Проведенные ранее исследования эффективности отлова чужеродных видов рыб при помощи ловушек, изготовленных из мотоциклетных шин, полиэтиленовых емкостей и китайских ловушек типа «Зонтик» показали наибольший коэффициент уловистости для последних (китайских ловушек типа «Зонтик»), которые и были использовали в процессе настоящих исследований [15].

После поштучного подсчета всех особей отдельного вида и определения их общей массы в каждом улове, аборигенные виды рыб выпускались в живом виде обратно в водоток в месте поимки, а чужеродные виды фиксировались в 4% растворе формалина для дальнейшего исследования в лабораторных условиях. Таксономическую принадлежность вида приводили по Н.Г. Богуцкой и А.М. Насеке [2].

Для каждого биотопа рассчитывали среднюю долю каждого вида от общей численности рыбы в уловах (P, %),

$$P = n * 100 / N \quad (1)$$

где: P – доля каждого вида от общей численности рыбы в уловах;

N – общее количество экз. рыб в улове;

n – количество экз. рыб определенного вида в улове.

Для оценки избирательности вида при выборе им местообитаний мы использовали показатель степени биотопической приуроченности, предложенный Ю.Н. Песенко [13]. Этот показатель учитывает долю вида в структуре сообществ в разных местах обитания и не требует равного объема исследований в разных местообитаниях, что немаловажно при проведении фаунистических исследований.

Формула показателя следующая:

$$F_{ij} = (n_{ij} * N - n_i * N_j) / (n_{ij} * N + n_i * N_j - 2n_{ij} * N_j) \quad (2)$$

где: n_{ij} – число особей i-го вида в j-ой выборке (биотопе) объемом N_j ;

n_i – число особей этого вида во всех сборах общим объемом N.

Величина показателя F_{ij} изменяется от «-1», когда вид отсутствует в данном местообитании, до «+1», когда вид встречается только здесь. Нулевой показатель свидетельствует о безразличии вида к данному биотопу (т. е. вид не предпочитает, но и не избегает его). Соответственно, значение показателя F_{ij} меньше нуля говорит об избегании видом данного биотопа, а больше нуля – о

предпочтении видом данного биотопа, и, чем ближе показатель к единице, тем более вид приурочен к данному биотопу.

Этот показатель позволяет более точно определить понятие эври- или стенотопности вида. Если вид встречается только в одном биотопе (+1), или отдает явное предпочтение одному биотопу (больше +0,7) при отрицательном или безразличном (близком к нулю) отношении к другим биотопам, то это стенотопный вид. Если показатели приуроченности во всех исследованных биотопах равны нулю или незначительно ($\pm 0,3$) отклоняются от него в ту или иную сторону, то вид следует отнести к эвритопным. Промежуточное положение занимают виды, обладающие достаточной экологической валентностью (пластичностью), чтобы освоить несколько биотопов [12].

В процессе анализа полученных материалов были выделены 4 показателя, характеризующие место обитания особей: степень заиленности, степень зарастаемости, наличие или отсутствие ракушечника и скорость течения.

По степени заиленности выделено 3 категории биотопов:

- ✓ песчаный (чисто песчаный или слабо заиленный песчаный грунт, степень заиленности до 10 %);
- ✓ песчано-заиленный (преобладание заиленных песчаных грунтов, ил до 40 %);
- ✓ сильно заиленный (наличие сильно заиленных песчаных грунтов или в большей степени илистых грунтов с включением песка, ил более 40 %).

По степени зарастаемости высшей водной растительностью также выделено 3 биотопа:

- ✓ слабозаросший (присутствует только погруженная растительность в небольших количествах, до 10 % зарастания, надводной и плавающей растительности не наблюдается);
- ✓ средне-заросший (присутствует, в основном, погруженная растительность со средней степенью зарастания, надводная и плавающая растительность занимает небольшую часть акватории биотопа, всего зарастание не превышает 30 %);
- ✓ заросший (присутствует как погруженная растительность, так и надводная и плавающая растительность с сильной степенью зарастания, растительность занимает большую часть акватории биотопа – 40 % и более).

По наличию/отсутствию ракушечника выделено всего 2 биотопа: без ракушечника (отсутствие или наличие единичных ракушек) и с ракушечником.

По скорости течения выделены биотопы без течения, с медленным течением, со средним течением и с быстрым течением.

Результаты исследований и обсуждение. Уловы представителей семейства Gobiidae на белорусском участке ЦИК

Бычок-песочник. По имеющимся сведениям песочник ведет не очень подвижный, почти оседлый образ жизни. Способен (особенно в молодом возрасте) закапываться в песок, оставляя снаружи только глаза и рыло и может в таком положении оставаться до 3 ч. [4, 9].

Держится в прибрежной полосе, преимущественно на мягких грунтах (песчаных и песчано-илистых), омываемых течением. В отличие от типичных моллюскоедов песочник не проявляет привязанности к грунтам, особенно богатым фауной моллюсков. Обычно встречается на небольшой глубине (до 5 м). Как правило, избегает растительных зарослей [1, 3, 17, 19, 21].

Песочник ведет донный образ жизни и в толщу воды поднимается очень редко. В речных условиях, в частности в верхней части течения Днепра, песочник обычен в русловых участках, довольно многочислен на песчаных перекатах, изредка встречается в речных заливах с чистым песчаным дном. Однако в пойменные озера не заходит. Избегает холодных источников вод, отсутствует в верховьях рек и небольших холодноводных речках-притоках, особенно горного типа [7].

В целом песочник отдает предпочтение проточным водоемам перед непроточными, и является относительно реофильным видом бычковых.

В ходе проведенных нами исследований на белорусском участке ЦИК всего было отловлено 793 экз. бычка-песочника. Практически все они были отловлены в местах с медленным (64,9 %) или средним течением (33,5 %) преимущественно на песчано-заиленных грунтах (71,1 %) в слабо заросших (40,8 %) или средне заросших биотопах (58,2 %) без ракушечника (87 %) (табл.1).

Бычок-гонец. По литературным данным гонец относится к мало мигрирующим донным видам рыб и предпочитает нетвердые грунты. Обычно держится на илистых грунтах, на иле с ракушечником, на илисто-песчаных, реже песчаных грунтах, иногда встречается на песчано-каменистом грунте или среди водорослевых зарослей [3, 8, 11, 17]. В среднем течении Днепра предпочитает песчано-каменистый грунт, глубину 2-4 м, умеренное течение (менее 1 м/с) и чистую прозрачную воду. В сравнении с другими бычковыми гонец является относительно реофильным видом рыб [17].

В процессе исследований на белорусском участке ЦИК нами было отловлено 293 экз. бычка-гонца. Практически все они были отловлены в местах с медленным (97,0 %) течением. В местах с быстрым течением не отловлено ни одного экз. бычка-гонца. Примерно половина всех особей (45,4 %) отловлена в песчано-заиленных биотопах, вторая половина (48,8 %) – в сильно заиленных местах. Подавляющее большинство особей (87 %) отловлено в местах без ракушечника в среднезаросших биотопах (75,1 %) (табл. 1).

Таблица 1. – Количество (экз.) представителей семейства *Gobiidae* в уловах на белорусском участке ЦИК в различных биотопах

Характер биотопа	Бычок-песочник						Бычок-гонец						Бычок-цуцик					
	течение*				итого, экз.	итого, %	течение*				итого, экз.	итого, %	течение*				итого, экз.	итого, %
	нет	М	С	Б			нет	М	С	Б			нет	М	С	Б		
песчаный	2	47	40	6	95	11,98	-	17	-	-	17	5,80	-	34	-	-	34	6,76
песчано-заиленный	4	333	226	-	563	71,00	3	124	6	-	133	45,39	-	153	23	-	176	34,99
сильно заиленный	-	135	-	-	135	17,02	-	143	-	-	143	48,81	38	255	-	-	293	58,25
слабо заросший	-	197	120	6	323	40,73	1	25	5	-	31	10,58	-	37	2	-	39	7,75
средне заросший	6	310	146	-	462	58,26	2	217	1	-	220	75,09	6	154	21	-	181	35,98
заросший	-	8	-	-	8	1,01	-	42	-	-	42	14,33	32	251	-	-	283	56,27
ракушечник есть	-	103	-	-	103	12,99	1	37	-	-	38	12,97	38	31	-	-	69	13,72
ракушечника нет	6	412	266	6	690	87,01	2	247	6	-	255	87,03	-	411	23	-	434	86,28
Итого, экз.	6	515	266	6	793	100	3	284	6	-	293	100	38	442	23	-	503	100
Итого, %.	0,76	64,94	33,54	0,76	100		1,02	96,93	2,05	-	100		7,55	87,88	4,57	-	100	

Примечание: *: нет – течение отсутствует; М – течение медленное; С – течение среднее; Б – течение быстрое.

Бычок-цуцик. По литературным данным бычок-цуцик относится к маломигрирующим придонным видам рыб и держится преимущественно у берегов [1, 19], при этом способен осваивать достаточно разнообразные экологические ниши и относится к относительно эвритопным видам. Цуцик отдает предпочтение участкам с меньшей проточностью и относится к ограниченно реофильным видам. В открытой части водоемов практически не встречается. Он характерен для прибрежного мелководья и держится на умеренно заиленном дне с растительными зарослями. Реже встречается на песчаном и очень редко на каменистом грунте [17]. Привязанность к зарослям мягких макрофитов как в морях, так и в реках, озёрах и водохранилищах является особенностью цуцика по сравнению с другими видами бычков и отмечена рядом авторов [6, 21, 10, 18, 5] в том числе и в области его инвазии в Северной Америке [22]. Приуроченность к прибрежной мелководной зоне обуславливает способность вида подниматься высоко по малым водотокам (выше других бычковых) путем постепенного освоения характерных для него биотопов в реках (заросшие заливчики, запруды и т.п.).

Встречаются примеры вылова вида в нетипичных для него местах обитания, где особи цуцика никак не связаны с зарослями макрофитов: отдельные кавказские реки (Бзыбь, Белая и др.), характеризующиеся сильным течением и валунным дном [25].

В процессе наших исследований на белорусском участке ЦИК было отловлено 503 экз. бычка-цуцика. Как и гонцы, практически все цуцики были отловлены в местах с медленным (87,8 %) течением. В местах с быстрым течением цуциков также не оказалось. Однако в отличие от гонца и песочника более половины всех цуциков (58,2 %) отловлено в сильно-заиленных биотопах, и примерно 1/3 (35 %) – в песчано-заиленных местах (табл. 1)

Примерно такая же картина и в отношении зарастаемости биотопов – более половины всех особей отловлено в заросших биотопах (56,2 %), одна треть (36 %) – в местах со средней степенью зарастаемости. Как песочник и гонец большинство цуциков отловлены в местах без ракушечника (86,3 %).

Встречаемость представителей семейства Бычковые на белорусском участке ЦИК.

Полученные нами материалы по встречаемости представителей семейства Бычковые в уловах на разных биотопах показали, что все они предпочитают места без ракушечника, и преимущественно обитают в биотопах с медленным течением. При этом наиболее консервативным по отношению к течению является бычок-цуцик, предпочитающий места с медленным течением. С другой стороны наиболее лабильным в отношении течения оказывается бычок-песочник, который в отличие от других бычков был отловлен нами также и в местах с быстрым течением (рис. 1).

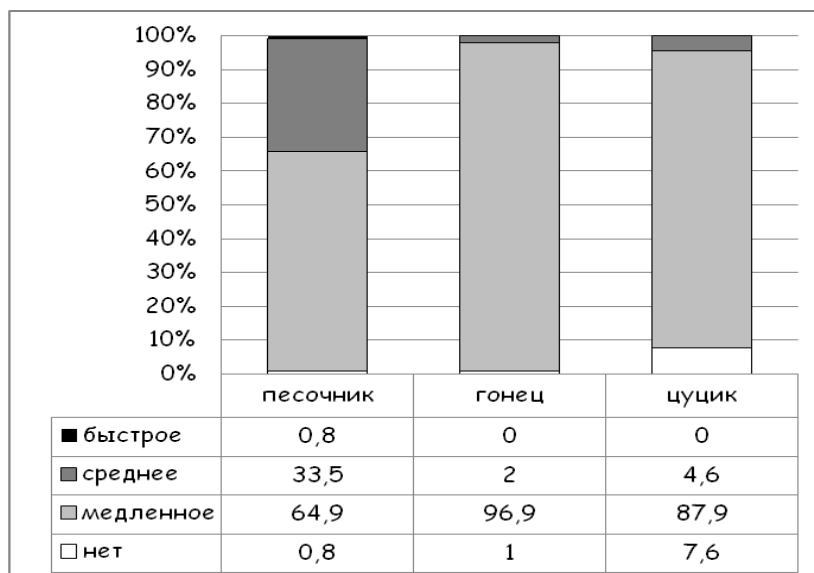


Рисунок 1 – Доля (% по численности отловленных особей вида во всех биотопах) в уловах представителей семейства Бычковые в биотопах с разной скоростью течения

По отношению к степени заиленности грунта и зарастания в местах обитания противоположные позиции занимают бычок-цуцик и бычок-песочник. Первый из них предпочитает наиболее заросшие и заиленные биотопы, второй – наоборот, наименее заросшие и заиленные. Бычок-гонец занимает между ними промежуточное положение (рис. 2).

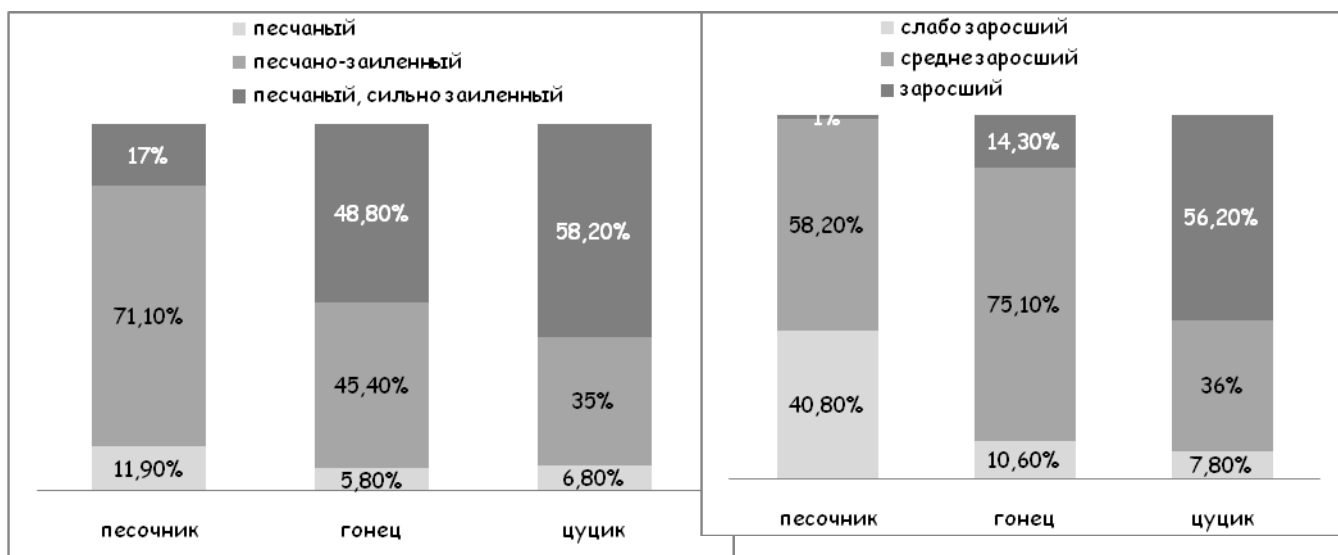


Рисунок 2. – Доля (% по численности отловленных особей вида во всех биотопах) в уловах представителей семейства Бычковые в биотопах с разной степенью заиленности (А) и зарастаемости (В) Биотопическая приуроченность представителей семейства Gobiidae на белорусском участке ЦИК

Совершенно понятно, что количество (и доля, %) отловленных в тех или иных биотопах рыб напрямую зависит от количества обловов этих биотопов. Если какой-либо биотоп облавливался значительно меньше по сравнению с

другими, то и количество отловленных особей при прочих равных условиях здесь также будет меньшим. В этом отношении наиболее показательным является коэффициент приуроченности, предложенный Ю. Песенко [13]. Этот показатель не требует равного объема исследований в разных местообитаниях.

Проведенные нами расчеты степени биотопической приуроченности понто-каспийских аутовселенцев (бычок-песочник, бычок-гонец и бычок-цуцик) показали следующее.

По отношению к степени заиленности грунта в местах обитания наибольшее предпочтение к сильно заиленному грунту отмечено у бычка-цуцика, имеющий наибольший коэффициент биотопической приуроченности – 0,77. Затем в порядке убывания следует бычок-гонец (0,64). В отличие от них бычок-песочник безразличен к сильно заиленному грунту, и предпочитает песчано-заиленный грунт (коэффициент 0,60). В то же время остальные виды – безразличны (гонец, цуцик) или предпочитают (песочник). Чисто песчаные грунты все бычки избегают (табл. 2).

Таблица 2. – Показатель степени биотопической приуроченности (F_{ij}) представителей семейства Бычковые белорусского участка ЦИК к различным характеристикам мест обитания

Биотоп	Бычок-песочник		Бычок-гонец		Бычок-цуцик	
	F_{ij}	приуроченность	F_{ij}	приуроченность	F_{ij}	приуроченность
песчаный	-0,69	Избегает	-0,9	избегает	-0,87	избегает
песчано-заиленный	0,6	Предпочитает	0,14	безразличен	-0,16	безразличен
сильно заиленный	-0,06	Безразличен	0,64	предпочитает	0,77	предпочитает
слабо заросший	-0,27	Безразличен	-0,84	избегает	-0,89	избегает
средне заросший	0,43	Предпочитает	0,75	предпочитает	0,02	безразличен
заросший	-0,97	Избегает	0,11	безразличен	0,86	предпочитает
без течения	-1	не встречается	-0,97	избегает	-0,39	избегает
течение медленное	0,24	Безразличен	0,94	предпочитает	0,71	предпочитает
течение среднее	0,19	Безразличен	-0,89	избегает	-0,75	избегает
течение быстрое	-0,64	Избегает	-1	не встречается	-1	не встречается
нет ракушечника	0,56	Предпочитает	0,58	предпочитает	0,53	предпочитает
есть ракушечник	-0,56	Избегает	-0,58	избегает	-0,53	избегает

По отношению к степени зарастания биотопа высшей водной растительностью песочник и гонец предпочитают средне заросшие места, бычок цуцик – заросшие. В противоположность цуцику песочник заросших мест избегает.

Практически ни один вид не отмечен нами на быстром течении: гонец и цуцик имеют коэффициент биотопической приуроченности к быстрому течению -1. Только бычок-песочник, имеющий коэффициент -0,64, избегает таких мест. В то же время песочник не встречается в местах без течения. Гонец и цуцик избегают таких мест.

И, наконец, по отношению к наличию или отсутствию в местах обитания ракушечника, наши расчеты показывают, что все бычки (песочник, гонец и цуцик) предпочитают места без ракушечника и, соответственно, избегают таких мест. При этом коэффициент биотопической приуроченности к ракушечнику у них примерно одинаков (табл. 2).

Заключение

Проведенные нами исследования показали, что на белорусском участке центрального инвазионного коридора (р. Припять – р. Пина – Днепровско-Бугский канал – р. Мухавец) чужеродные представители семейства *Gobiidae* (бычок-песочник, бычок-гонец и бычок-цуцик) предпочитают места без ракушечника, и преимущественно обитают в биотопах с медленным течением. Наиболее консервативным по отношению к течению является бычок-цуцик, предпочитающий места с медленным течением. С другой стороны, наиболее лабильным в отношении течения оказывается бычок-песочник, который в отличие от других бычков был отловлен нами также и в местах с быстрым течением.

По отношению к степени заиленности грунта и зарастаемости высшей водной растительностью в местах обитания противоположные позиции занимают бычок-цуцик и бычок-песочник. Первый из них предпочитает наиболее заросшие и заиленные биотопы, второй – наименее заросшие и заиленные. Бычок-гонец занимает промежуточное положение. Чисто песчаные грунты все бычки избегают.

Список использованных источников

1. Азизова, Н. А. Бычки (*Gobiidae*) Каспийского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. А. Азизова ; Калинингр. техн. ин-т рыб. пром-сти и хоз-ва. – Калининград, 1962. – 22 с.

2. Богуцкая, Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н. Г. Богуцкая, А. М. Насека ; Рос. акад. наук, Зоол. музей. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 389 с.
3. Георгиев, Ж. М. Някои нови и малко познании попчети (Gobiidae, Pisces) за Българската ихтиофауна / Ж. М. Георгиев // Изв. Науч.-изслед. ин-та рибно стоп. и океанографии. – 1966. – № 7. – С. 159–228.
4. Дмитриева, Е. Н. Особенности поведения и строения самцов бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* (Pallas) во время нереста и охраны икры / Е. Н. Дмитриева // Вопр. ихтиологии. – 1966. – Т. 6, вып. 4. – С. 685–695.
5. Евланов, И. А. Кадастр рыб Самарской области / И. А. Евланов, С. В. Козловский, П. И. Антонов ; Рос. акад. наук, Ин-т экологии Волж. бассейна [и др.]. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 1998. – 222 с.
6. Егерман, Ф. Ф. Материалы по ихтиофауне Кучурганского лимана (бассейна р. Днестр) по сборам 1922–1925 гг. / Ф. Ф. Егерман ; Нар. комиссариат земледелия ; под ред. В. Л. Исаченко. – Херсон : [б. и.], 1926. – 134 с. – (Труды / Всеукр. Гос. Черномор.-Азов. науч.-промысловый опыт. ст. ; т. 2, вып. 1).
7. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков ; ред. П. А. Дрягин. – Минск : Наука и техника, 1965. – 421 с.
8. Ильин, Б. С. Бычки северо-западного района Черноморского бассейна / Б. С. Ильин // Тр. Гос. ихтиол. опыт. ст. – Херсон, 1927. – Т. 3, вып. 1. – С. 91–108.
9. Ильин, Б. С. Бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas) / Б. С. Ильин // Промысловые рыбы СССР : описания рыб / Л. И. Берг [и др.] ; редкол.: Л. И. Берг [и др.] ; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 1949. – Рис. 198.
10. Казанчеев, Е. Н. Рыбы Каспийского моря : определитель / Е. Н. Казанчеев. – 2-е изд. – М. : Лёгкая и пищевая пром-сть, 1981. – 168 с.
11. Калинина, Э. М. Размножение и развитие черноморско-азовских бычков / Э. М. Калинина ; Акад. наук Укр. ССР, Ин-т биологии юж. морей. – Киев : Наук. думка, 1976. – 120 с.
12. Наглов, В. Статистический анализ приуроченности видов и структуры сообществ / В. Наглов, И. Загороднюк // Теріофауна сходу України. Пам'яті Олександра Кондратенка / під ред. І. Загороднюка. – Луганськ, 2006. – С. 291–300. – (Праці Теріологічної Школи ; вип. 7).
13. Песенко, Ю. Н. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. Н. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 287 с.

14. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
15. Ризевский, В. К. Метод отлова рыб семейства Бычковые Gobiidae в недоступных для неводного облова биотопах / В. К. Ризевский, А. В. Лещенко, И. А. Ермолаева // Зоологические чтения – 2017 : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. К. М. Ельского, Гродно, 15–17 марта 2017 г. / Гродн. гос. ун-т ; редкол : О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2017. – С. 188–191.
16. Рокицкий, П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Изд-во БГУ, 1961. – 224 с.
17. Фауна Украины : в 40 т. / редкол.: В. А. Топачевский [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1986. – Т. 8 : Рыбы, вып. 5 : Окунеобразные (бычковидные), скорпенообразные, камбалообразные, присоскопорообразные, удильщикообразные / А. И. Смирнов. – 320 с.
18. Троицкий, С. К. Биология бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* (Pallas) (Gobiidae) в Кубанских лиманах / С. К. Троицкий, Е. П. Цуникова // Вопр. ихтиологии. – 1983. – Т. 23, вып. 4. – С. 569–574.
19. Ульман, Э. Ж. Бычки Каховского водохранилища и их биологическое значение : автореф. ... дис. канд. биол. наук / Э. Ж. Ульман ; Рост. гос. ун-т. – Ростов н/Д, 1970. – 30 с.
20. Чугунова, Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / Н. И. Чугунова. – М. : Изд-во АН СССР, 1959. – 165 с.
21. Чугунова, Н. И. Распределение бычков в Северном Каспии / Н. И. Чугунова // Зоол. журн. – 1946. – Т. 25, вып. 5. – С. 459–472.
22. Dispersal and emerging ecological impacts of Ponto-Caspian species in the Laurentian Great Lakes / Н. А. Vanderploeg [et al.] // Canad. J. of Fisheries a. Aquatic Sciences. – 2002. – Vol. 59, № 7. – P. 1209–1228.
23. Rizevsky, V. First record of the invasive Ponto-Caspian tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) from the River Pripyat, Belarus / V. Rizevsky [et al.] // Aquatic Invasions. – 2007. – Vol. 2, № 3. – P. 275–277.
24. Non-native fish in Belarusian and Polish areas of the European central invasion corridor / V. Semchenko [et al.] // Oceanological a. Hydrobiol. Studies. – 2011. – Vol. 40, № 1. – P. 57–67.
25. Пинчук, В. И. О бычках семейства Gobiidae кавказских рек бассейна Черного моря / В. И. Пинчук // Вестн. зоологии. – 1969. – № 2. – С. 45–51.

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ПОПУЛЯЦИИ
БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА (*NEOGOBIUS FLUVIATILIS* (PALLAS, 1814))
В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСЕЙ ГЕНА COI**

В.И. ГОЛОВЕНЧИК, Е.С. ГАЙДУЧЕНКО,
В.К. РИЗЕВСКИЙ, Т.П. ЛИПИНСКАЯ

*ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по
биоресурсам», ул. Академическая, д.27, 220072,
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: vika.golovenchik@mail.ru*

**GENETIC POLYMORPHISM OF THE MONKEY GOBY POPULATION
(*NEOGOBIUS FLUVIATILIS* (PALLAS, 1814)) IN BELARUS ON THE
STUDY OF THE COI GENE**

V. GOLOVENCHIK, H. GAJDUCHENKO,
V. RIZEVSKY, T. LIPINSKAYA

*SSPA "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for
Bioresources", Akademicheskaya Str., 27, 220072,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: vika.golovenchik@mail.ru*

Статья поступила 14.11.2019 г.

Реферат. В последние десятилетия наблюдается активное заселение чужеродными видами рыб водных экосистем. Реки Беларуси: Припять, Пина, Мухавец и Западный Буг принадлежат Центральному Европейскому инвазионному коридору, который связывает бассейны Черного и Балтийского морей и играет важную роль в распространении чужеродных гидробионтов из Понто-Каспийского региона. В статье представлены данные о генетической variability популяций бычка-песочника (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) в водных объектах Беларуси и других стран, полученные на основании анализа гена COI 28 образцов данного вида. Показана низкая генетическая variability, как на территории Беларуси, так и в других странах.

Ключевые слова: бычок-песочник, *Neogobius fluviatilis*, Gobiidae, COI, цитохром оксидаза, инвазивные виды

Abstract. In recent decades, the problem of spreading and establishment of alien fish species has become increasingly significant worldwide. The main rivers of Belarus belong to the Central

European invasion corridor that connects the basins of the Black and Baltic Seas, and plays important role in distributions of non-native species from Ponto-Caspian region to the European waterbodies. It is assumed that in the near future invasions will only increase. The article presents data about the genetic variability of alien and native populations of the monkey goby (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)), obtained from the analysis of the COI gene of 28 specimens of this species. Low genetic variability, low haplotype and nucleotide diversity are shown for both alien and native populations of the monkey goby.

Key words: monkey goby, *Neogobius fluviatilis*, Gobiidae, COI, cytochrome oxidase, alien species

Введение. Бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) – представитель семейства Gobiidae, естественный ареал которого включает пресные и солоноватые воды Чёрного и Мраморного морей [1]. Впервые на территории Беларуси данный вид был зарегистрирован в р. Днепр еще в 30-х годах 20-го века [2], а к настоящему моменту достиг бассейна Балтийского моря [3]. В реке Днепр и Вилейском водохранилище бычок-песочник является одним из самых встречаемых видов, а также следует отметить, что, на реках Виля и Свислочь наблюдается тенденция замещения аборигенного вида окуня бычком-песочником [4]. На некоторых участках р. Припять бычок-песочник входят в группу доминантных видов [4, 5]. Помимо достаточно высокой численности наблюдается проблема конкуренции за ресурсы, бычок-песочник имеет сходную кормовую базу с аборигенными видами рыб (ерш, пескарь), и в местах совместного обитания данный чужеродный вид активно вытесняет пескаря [6].

Еще одной важной проблемой, которую несут с собой чужеродные виды, в т.ч. бычок-песочник, является распространение гельминтов. Известно, что у представителей сем. Gobiidae, обитающих в водных объектах Беларуси, обнаружено 14 видов паразитов, 4 из которых новые для Беларуси. [7]. Очевидно, что изучение биологии и экологии вселенцев является необходимым условием для понимания процесса инвазий в целом, однако не менее важным является изучение чужеродных видов на молекулярно-генетическом уровне.

Уровень генетической варибельности – один из основных показателей успешности инвазии вида. Высокая генетическая изменчивость, как считается [8], положительно коррелирует со способностью чужеродных популяций проникать, адаптироваться и успешно расселяться в новых местах обитания. Сравнение последовательностей ДНК между нативными и чужеродными популяциями важно для определения того, наблюдается ли «эффект основателя» или «эффект бутылочного горлышка», или заселение произошло большим количеством генетически разнообразных особей. Полученная в ходе изучения генетической варибельности информация может быть использована для прогнозов по дальнейшей инвазии видов, а в случае обнаружения факта случайной интродукции, для разработки мер по упреждению их распространения [9].

Целью настоящей работы было проанализировать генетическую вариабельность популяции вида бычка-песочника на территории Беларуси и уровень генетической вариабельности этого же вида в других странах на основании анализа последовательностей гена COI.

Материалы и методы. В качестве материала для данного исследования были использованы последовательности бычка-песочника (*N. fluviatilis*) полученные авторами статьи и депонированные из международной базы данных BOLD и GenBank (табл. 1).

Таблица 1. – Проанализированные в работе образцы западного тупоносового бычка

База данных	Год сбора	Номер в GenBank или BOLD	Место сбора	Широта	Долгота
BOLD	2015	73-15fB	р. Припять, д. Гольцы, Беларусь	52.1129	26.5238
	2016	278-16fB, 420-16fB, 306-16fB			
		574-16fB, 575-16fB, 577-16fB, 578-16fB	р. Днепр, д. Нижние Жары, Беларусь	51.2952	30.5762
		709-16fB	р. Припять, д. Барбаров, Беларусь	51.904	29.484
		329-16fB, 334-16fB	р. Мухавец, г. Жабинка, Беларусь	52.1909	24.1868
	2015	69-15fB	Вилейское водохранилище, Минская область, Вилейский район, Беларусь	54.4887	27.1269
	2010	BayFi 11083, BayFi 11084, BayFi 11085, BayFi 11090	р. Рейн, г. Рес, Германия	51.766	6.348
	–	Ex16E4, Ex16E5, Ex13G1	Мраморное море, г. Симав, Турция	40.537	28.282
	2004	MG865726, MG865727, MG865725	р. Висла, Польша	–	–
MY-3_N.f		р. Днестр, рядом с г. Сороки, Украина			
GenBank	–	FJ526804	р. Дунай, г. Вилково, Украина	45.393989	29.586870
		FJ526805	Азовское море, пролив Молочный Лиман, Украина	46.655616	35.278634
		FJ526808	оз. Маныч, Россия	46.016147	43.448435
		FJ526806	р. Волга, г. Волгоград, Россия	48.870870	44.660139
		FJ526807	р. Черноземельский г. Элиста, Россия	46.272008	45.615373

Образец ткани от каждой отловленной особи помещался в отдельную пробирку и хранился в 96%-ом спирте. Подготовку ДНК для ПЦР реакции проводили при помощи наборов Genomic DNA Purification with spin column (Jena Bioscience). Методику производителя адаптировали для работы с образцами ткани рыб: время инкубации образцов от каждой особи в лизирующем буфере увеличили до 12 часов. Для получения целевого фрагмента использовали праймеры: L6468 (5'-GCTCAGCCATTTTACSTGTG-3'); H7696 (5'-CAATTYTRGCTTTGGGAG-3') [10]. Реакционная смесь для ПЦР содержала в 25 мкл: 200 мкМ dNTP, 0,5 мМ каждого праймера, 2,0 мМ MgCl₂, 1xPfu Buffer, 1U Pfu-полимеразы, 0,5 мкг ДНК-матрицы. ПЦР проводили в режиме: 94° – 2 мин; 35 циклов по 94° – 45 сек, 53° – 45 сек, 72° – 60 сек; 75° – 10 мин. Результаты амплификации анализировали при помощи электрофореза в 1,5% агарозном геле в TBE-буфере в присутствии бромистого этидия. Продукт ПЦР очищали при помощи ферментов экзонуклеазы и фосфотазы. Секвенирование провели в ЦКП «Геном» ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» на 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems), с BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems).

Первичный анализ результатов секвенирования, редактирование и выравнивание последовательностей проводили в пакетах программ MEGA 7 [11]. Для выравнивания последовательностей применяли алгоритм Muscle, с назначенным пенальти за вставку пробелов -400 [12]. Филогенетический анализ, построение дендрограмм проводилось с использованием программы MEGA 7 [11]. Филогенетическое дерево было построено при помощи метода максимального правдоподобия (ML) [13], модель Jukes-Cantor [14]. Надежность ветвления филогенетического дерева была определена при помощи бутстреп-анализ с учетом 1000 псевдореplik [15].

В качестве внешней группы для филогенетического анализа были выбраны другие представители сем. Gobiidae: бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) и бычок-голец (*Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857)) (номера в BOLD VCF145-07 и GenBank EU444694.1 соответственно). Парсимониальные сети гаплотипов строили в программе PopArt [16].

Результаты и обсуждение. В ходе работы были проанализированы 28 последовательностей митохондриального гена COI бычка-песочника длиной 536 п.н. Все последовательности, полученные авторами данной статьи, были депонированы в международную базу данных BOLD (Набор данных (dataset) «NEOFLU»). В ходе анализа всех 28-ми последовательностей было обнаружено 4 гаплотипа, при этом 2 из них встречаются на территории Беларуси (рис. 1).

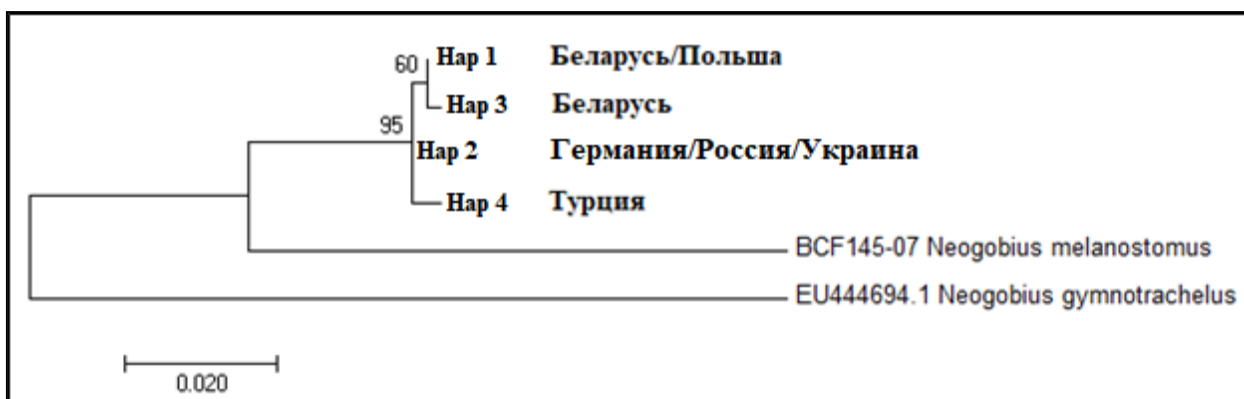


Рисунок 1. – Филогенетическое дерево обнаруженных в ходе анализа гаплотипов гена COI бычка-песочника построенное методом максимального правдоподобия (ML), модель Jukes-Cantor.

Частота встречаемости и распределение гаплотипов особенно наглядно представлено на медиальной сети гаплотипов (рис. 2).

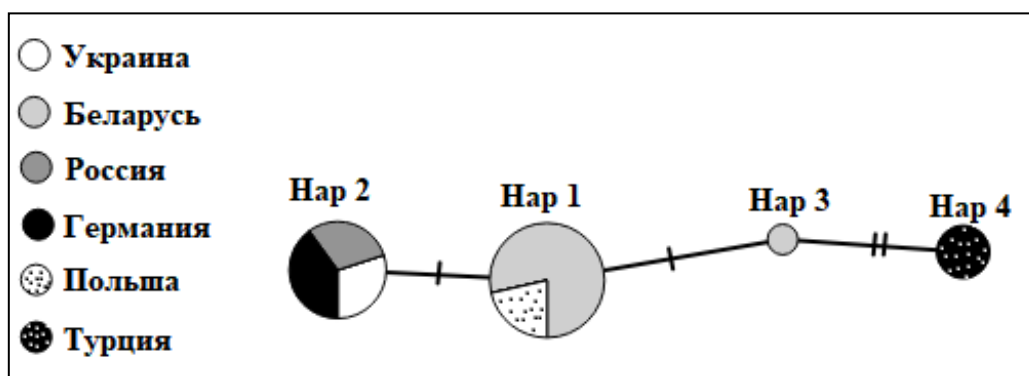


Рисунок 2. – Медиальная сеть гаплотипов гена COI бычка-песочника.

Анализ показал, что ген COI характеризуется низким гаплотипическим разнообразием. Все обнаруженные гаплотипы достаточно структурированно распространены по Понто-Каспийскому региону (рис. 3).

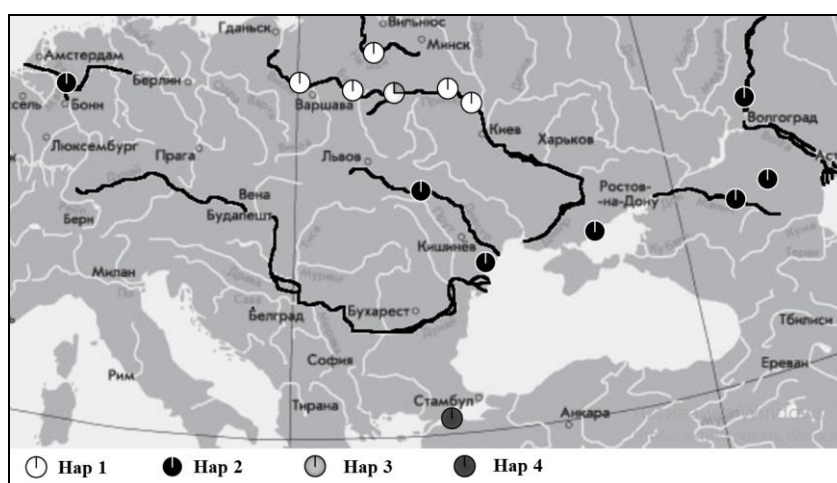


Рисунок 3. – Географическое распределение гаплотипов гена COI бычка-песочника

Гаплотип «2» широко распространен по Понто-Каспийскому региону, как в нативном, так и в инвазивном ареале, однако в Беларуси обнаружен не был. На территории нашей страны наиболее широко представлен гаплотип «1» и в одном месте в районе Пинска обнаружен гаплотип «3».

Всего в ходе работы было обнаружено 4 переменных сайта, при этом каждая замена соответствует конкретному гаплотипу. 3 из 4 переменных сайтов располагались в первой позиции кодона и один – в третьей. Две замены обнаруженные у особей из Турции были несинонимичны и привели к замене аминокислоты.

В целом, наблюдается очень низкая генетическая изменчивость, изученная по гену COI как у чужеродных, так и у аборигенных популяций бычка-песочника. Первое, что можно предположить, что такая низкая генетическая изменчивость обусловлена недостаточным количеством проанализированных особей. Второе предположение, которое может объяснить полученный результат заключается в том, что, как считается [17], митохондриальный геном в целом характеризуется более низкой генетической изменчивостью из-за его меньшего эффективного размера популяции, более быстрого исчезновения линий и отсутствия рекомбинации. Однако сходные исследования данного вида бычка с использованием митохондриального гена *cyt b*, а также исследования другого представителя сем. *Gobiidae* западного тупоносого бычка с использованием гена COI не показали такого низкого уровня генетической изменчивости в целом, только в отдельных регионах [18, 19]. Поэтому сделать однозначный вывод о том, чем обусловлена такая низкая генетическая изменчивость по гену COI у бычка-песочника, в настоящее время затруднительно.

Заключение

Полученные нами первичные данные анализа генетического разнообразия по гену COI бычка-песочника на территории Беларуси, а также в других исследованных инвазивных и аборигенных популяциях в данный момент не могут быть подвергнуты однозначной интерпретации. Показано, что как чужеродные, так и аборигенные популяции изучаемого вида характеризуются очень низким генетическим разнообразием. Для установления причин и закономерностей, обуславливающих низкую генетическую изменчивость по гену COI у бычка-песочника, в дальнейших исследованиях будет увеличен объем анализируемых выборок и точек сбора материала из украинской части Центрального Европейского инвазионного коридора (р. Днепр). Также комплексно будут проведены

анализ нескольких генов: *cyt b*, *COI* и интрона 1 гена *S7*, что позволит представить более полную картину генетического и гаплотипического разнообразия и, возможно, проследить начало пути инвазии бычка-песочника в водотоки Беларуси и причины ее вызвавшие.

Благодарности

Сбор и первичная обработка материала осуществлялась в рамках темы ГПНИ (тема № 24 «Пространственно-биотопическое распределение чужеродных видов рыб на участке Припять-Днепробугский канал-Мухавец» ГПНИ 2016-2020 годы «Природопользование и экология» – Руководитель В.К. Ризевский; этап пробоподготовки, пре-ПЦР и постановка ПЦР (частично) – в рамках проекта БРФФИ Б17У-008 «Выяснение филогенетических связей и генетического полиморфизма бычков (*Gobiidae*) как инвазивных Понто-Каспийских видов в Восточно-Европейском регионе» – руководитель Е.С. Гайдученко; пре- ПЦР и постановка ПЦР (частично), пост- ПЦР, секвенирование, загрузка данных в BOLD – в рамках проведения тренинга «Использование ДНК-технологий для идентификации и изучения инвазивных и находящихся под угрозой исчезновения видов» организованного в рамках проекта Глобальной Таксономической Инициативы (№ P1-33BEL-000149) и проекта Инициативы «БиоМост» (№ 351225-683ор) при поддержке Секретариата Конвенции о биологическом разнообразии, Японского фонда биоразнообразия и Министерства окружающей среды Республики Корея.

Список использованных источников

1. Фауна Украины : в 40 т. / редкол.: В. А. Топачевский [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1986. – Т. 8 : Рыбы, вып. 5: Окунеобразные (бычководные), скорпенообразные, камбалообразные, присоскопорообразные, удильщицообразные / А. И. Смирнов. – 320 с.
2. Воронцов, Е. М. Состав ихтиофауны водоемом Западной области и БССР и характеристика ихтиофауны верхнеднепровского бассейна / Е. М. Воронцов // Фауна и экология. – Смоленск, 1937. – Вып. 3. – С. 59–86.
3. Grabowska, J. Alien invasive fish species in Polish waters: an overview / J. Grabowska, J. Kotusz, A. Witkowski // Folia Zoologica. – 2010. – Vol. 59, № 1. – P. 73–85.
4. Бычок-песочник *N. fulvatalis* – Понто-Каспийский чужеродный вид рыбы в бассейне р. Неман / В. К. Ризевский [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2015. – Т. 59, № 4. – С. 83–87.

5. Резевский, В. К. Относительная численность представителей семейства бычковые в структуре молоди рыб прибрежных мелководных участков реки Днепр (в пределах Беларуси) / В. К. Резевский, И. А. Ермолаева // Зоологические чтения – 2012 : материалы респ. науч.-практ. конф., посвящ. 250-летию проф. С. Б. Юндзилла (1761–1847), Гродно, 2–4 марта 2012 г. / Гродн. гос. ун-т ; ред.: О. В. Янчуревич [и др.]. – Гродно, 2012. – С. 128–130.
6. Гулюгин, С. Ю. Эколого-биологическая характеристика бычка-песочника рек Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / С. Ю. Гулюгин ; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград, 2001. – 20 с.
7. Бычкова, Е. И. Гельминтофауна чужеродных видов рыб семейства Gobiidae в речных экосистемах Беларуси / Е. И. Бычкова // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2015. – Т. 59, № 2. – С. 84–86.
8. Williamson, M. Biological invasions / M. Williamson – Netherlands : Springer, 1996. – 244 p.
9. Stepien, C. A. Invasion genetics of Ponto-Caspian gobies in the Great Lakes: a ‘cryptic’ species, absence of founder effects, and comparative risk analysis / C. A. Stepien, M. A. Tumeo // Biol. Invasions. – 2006. – Vol. 8, № 1. – P. 61–78.
10. Thacker, C. E. Molecular phylogeny of the gobioid fishes / C. E. Thacker // Molecular Phylogenetics a. Evolution. – 2003. – Vol. 26, № 3. – P. 354–368.
11. Kumar, S. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets / S. Kumar, G. Stecher, K. Tamura // Molecular Biology a. Evolution. – 2016. – Vol. 33, № 7. – P. 1870–1874.
12. Edgar, R. C. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput / R. C. Edgar // Nucleic Acids Research. – 2004. – Vol. 32, № 5 – P. 1792–1797.
13. Wilks, S. S. Mathematical statistics / S. S. Wilks. – New York : John Wiley, 1962. – 644 p.
14. Jukes, T. H. Evolution of protein molecules / T. H. Jukes, C. R. Cantor // Mammalian protein metabolism / ed. H. N. Munro. – New York, 1969. – Vol. 3. – P. 21 – 132.
15. Varian, H. Bootstrap Tutorial / H. Varian // Mathematica J. – 2005. – Vol. 9, № 4. – P. 768–775.
16. Leigh, J. W. Popart : Full-feature software for haplotype network construction / J. W. Leigh, D. Bryant // Methods in Ecology a. Evolution. – 2015. – Vol. 6, № 9. – P. 1110–1116.

17. Avise, J. C. Phylogeography: the history and formation of species / J. C. Avise. – Cambridge : Harvard Univ. Press, 2000. – 447 p.
18. Invasion of the Ponto-Caspian species of Gobiidae in the Eastern European region / H. S. Gajduchenko [et al.] /
NEOBIOTA 2018 : 10th Intern. conf. on biological invasions new directions in invasion biology, Dublin 4–7 sept. 2018 / Europ. Group on Biol. Invasions. – Dublin, 2018. – P. 81.
19. Genetic variability of gene COI of *Proterorhinus semilunaris* in Belarus and neighboring countries / V. I. Golovenchik [et al.] // Ecology and Evolutionary Biology Symposium (EEBST 2019), Ankara, Turkey, 9–12 July 2019. – Ankara, 2019. – P. 66.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО
РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА, БИОРАЗНООБРАЗИЯ И
ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА ОЗЕР САРОЧАНСКОЙ ГРУППЫ В
БАССЕЙНЕ РЕКИ ВИЛИИ (БЕЛАРУСЬ)**

Т.М. МИХЕЕВА

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: mikheyeva@tut.by*

**COMPARATIVE STUDY OF QUANTITATIVE DEVELOPMENT OF
PHYTOPLANKTON, BIODIVERSITY AND TROPHIC STATE OF THE
LAKES OF SAROCHANSKAYA GROUP IN THE VILIYA
RIVER BASIN (BELARUS)**

T. MIKHEEVA

*Belarusian State University, Nezavisimosti Avenue, 4,
220030, Minsk, Republik of Belarus
e-mail: mikheyeva@tut.by*

Статья поступила 11.11.2020 г.

Резюме. Приведена оценка количественного развития, биоразнообразия и выровненности фитопланктонных сообществ Сарочанской группы озер в бассейне р. Вилии в весеннее и летнее время 2009 г. Дана сравнительная оценка этих показателей по разноглубоким озерам: мелководным, среднеглубоким и глубоким. Отмечается большое разнообразие фитопланктонных сообществ и их полидоминантность. Уровень количественного развития и видовое разнообразие фитопланктона характеризуют изученные водоемы как мезо- и эвтрофные экосистемы с высоким самоочистительным потенциалом, обеспечивающим достаточно высокое качество воды.

Ключевые слова: Беларусь, Сарочанская группа озер, фитопланктон, количественное развитие, биоразнообразие, трофический статус.

Abstract. An assessment of the quantitative development, biodiversity and equitability of phytoplankton communities in the lakes of Sarochanskaya group in the Viliya river basin has been conducted in spring and summer 2009. A comparative assessment of these indicators is given for the lakes of different depths: shallow, medium-deep and deep. The lakes show a great variety of phytoplankton communities and their polydominance. The level of quantitative development and

species diversity of phytoplankton characterize the studied waterbodies as meso- and eutrophic ecosystems with a high self-purification potential providing a sufficiently high water quality.

Key words: Belarus, Sarochanskaya group of lakes, phytoplankton, quantity development, biodiversity, trophic state.

Введение. Общие сведения о Сарочанской группе озер приведены во введении к нашей статье в настоящем сборнике [1].

Материал и методы исследования. Методы исследования также приведены в работе [1]. Дополнительно информируем, что количественное развитие фитопланктона в озерах определялось дифференцированно на разных глубинах, по трем показателям: суммарной численности организмов и клеток и по биомассе. Для оценки разнообразия фитопланктонных сообществ использовали показатель общего разнообразия Шеннона (H). Для оценки степени выравненности сообществ использовали индекс Пиелу (e).

Результаты исследования. Количественное развитие фитопланктона в озерах определялось на разных глубинах. Как правило, его оценку проводили по трем показателям: суммарной численности организмов, клеток и по биомассе. В табл. 1 приведены полученные результаты дифференцированно для разных групп озер, разделенным по глубинам, а также дано относительное участие разных отделов водорослей в общих абсолютных величинах для каждого показателя.

Апрель 2009 г. оказался необычайно теплым (на 2 °C выше нормы) с температурным максимумом 25,1 °C в конце месяца (29 апреля, по данным Нарочанской метеостанции). Обилие солнечных дней и более ранний, чем обычно, весенний прогрев водной массы в озерах обусловили интенсивное развитие фитопланктона уже в начале мая.

По данным табл. 1 можно проследить значительную неравномерность распределения уровня величин изучавшихся показателей как по акватории, так и по глубине озер. В частности, в глубоководных озерах Кайминское, Голубино и Ёди уровень, например, биомассы фитопланктона значительно снижался с глубиной.

В табл. 2-3 приведены средние для всех станций каждого озера величины численности и биомассы фитопланктона и относительное значение структурообразующих отделов водорослей.

В мелководной группе озер, включающей озера Белое, Воробьи, Туровейское и Подкостелок, общая биомасса фитопланктона различалась от 2,20 (Подкостелок) до 66,55 (Воробьи) мг/л, при этом распределение по глубинам в озерах Подкостелок и Туровейское было более-менее равномерным, в оз. Воробьи максимальная величина отмечена не в поверхностном горизонте, как в оз. Белом, а ближе ко дну.

Таблица 1. – Показатели количественного развития весеннего фитопланктона на разных глубинах и станциях озер (в мае)

Озеро, станция, глубина отбора проб	Показатель	Доля (процент) разных отделов в общих показателях						
		Общие абсолютные величины	Цианобактерий	Криптофитовых	Диатомовых	Золотистых	Зеленых	Прочих
Мелководные								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белое Ст. 1 1,0 м	N орг., млн/л	6,57	0,0	3,5	42,8	32,7	7,7	13,3
	N кл., млн/л	10,89	0,0	2,1	38,2	41,8	9,9	8,0
	B, мг/л	10,46	0,0	1,1	66,9	19,8	1,3	10,9
Ст. 2 1,0 м	N орг., млн/л	6,58	0,0	20,3	32,6	33,8	9,9	3,4
	N кл., млн/л	19,68	0,0	6,8	14,9	67,4	9,7	1,1
	B, мг/л	12,56	0,0	4,7	41,2	52,3	0,8	1,0
Ст. 3 1,0 м	N орг., млн/л	5,47	0,0	11,6	22,2	25,8	32,4	8,0
	N кл., млн/л	16,68	0,0	3,8	12,5	43,2	37,9	2,6
	B, мг/л	10,25	0,0	3,1	45,3	44,8	2,6	4,1
Воробыи Ст. 1 0,5 м	N орг., млн/л	14,63	2,0	1,0	13,9	60,0	22,6	0,5
	N кл., млн/л	113,74	83,4	0,1	2,0	10,1	4,3	0,1
	B, мг/л	21,69	42,2	0,9	19,0	31,2	4,1	2,6
Ст. 2 0,5 м	N орг., млн/л	14,97	0,6	4,5	10,5	55,2	29,2	0,0
	N кл., млн/л	48,12	57,6	1,4	3,3	25,1	12,7	0,0
	B, мг/л	13,00	1,1	3,2	31,6	55,9	8,2	0,0
Ст. 3 0,5 м	N орг., млн/л	13,85	1,7	3,3	8,2	59,4	27,3	0,0
	N кл., млн/л	78,25	76,1	0,6	1,5	14,8	7,1	0,0
	B, мг/л	11,62	9,8	2,0	28,7	51,8	7,7	0,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Туровейское Ст. 1 1,0 м	N орг., млн/л	2,96	4,1	18,1	31,5	37,0	9,3	0,0
	N кл., млн/л	24,12	25,4	2,2	12,1	57,1	3,2	0,0
	B, мг/л	7,96	0,4	5,7	37,8	55,6	0,4	0,0
Ст. 2 1,0 м	N орг., млн/л	3,52	0,0	35,3	21,5	32,8	7,4	3,0
	N кл., млн/л	50,71	0,0	2,4	7,0	89,5	0,9	0,2
	B, мг/л	15,73	0,0	4,4	20,2	71,6	0,4	3,3
Ст. 3 1,0 м	N орг., млн/л	3,37	0,0	31,5	23,5	24,5	20,2	0,3
	N кл., млн/л	10,41	0,0	10,2	20,9	53,1	15,7	0,1
	B, мг/л	5,74	0,0	7,9	37,7	50,8	2,8	0,7
Среднеглубокие								
Золовское Ст. 1 1,0 м	N орг., млн/л	3,19	0,8	24,4	25,6	28,9	17,9	2,4
	N кл., млн/л	17,81	16,0	4,4	10,7	62,2	6,4	0,4
	B, мг/л	11,36	0,5	3,7	27,2	58,2	1,0	9,4
Ст. 2 1,0 м	N орг., млн/л	5,52	0,2	14,5	27,2	36,1	21,7	0,2
	N кл., млн/л	44,69	2,5	1,8	13,5	77,3	4,9	0,0
	B, мг/л	25,54	0,5	2,5	25,3	69,7	0,8	1,2
Тумское Ст. 1 1,0 м	N орг., млн/л	12,79	0,6	12,8	22,0	61,3	2,1	1,1
	N кл., млн/л	41,69	64,6	3,9	9,4	20,5	1,2	0,3
	B, мг/л	16,52	8,0	4,4	72,9	10,5	0,3	3,9
Ст. 2 1,0 м	N орг., млн/л	11,21	0,7	5,7	14,8	75,3	3,1	0,4
	N кл., млн/л	45,75	74,4	1,4	3,8	19,4	0,9	0,1
	B, мг/л	10,34	4,6	2,0	72,8	15,5	0,3	4,7
Ст. 2 5,0 м	N орг., млн/л	8,93	4,7	12,4	13,2	66,4	2,6	0,7
	N кл., млн/л	41,80	77,8	2,7	3,6	15,1	0,8	0,1
	B, мг/л	9,12	10,7	2,8	68,1	14,7	0,3	3,4
Ст. 3 1,0 м	N орг., млн/л	18,15	1,1	9,5	8,1	78,5	2,6	0,3
	N кл., млн/л	42,37	55,2	4,1	4,2	34,1	2,2	0,1
	B, мг/л	11,42	2,0	3,4	72,9	15,6	2,0	4,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Губеза Ст. 1 0,5 м	N орг., млн/л	7,22	0,0	6,1	12,8	81,1	0,0	0,1
	N кл., млн/л	8,00	0,0	5,5	12,2	82,2	0,0	0,1
	B, мг/л	3,37	0,0	2,6	31,9	59,9	0,0	5,6
Ст. 1 5 м	N орг., млн/л	1,79	1,0	13,1	42,4	39,3	0,5	3,7
	N кл., млн/л	5,77	32,5	4,1	37,6	24,6	0,2	1,1
	B, мг/л	4,73	0,2	2,4	46,9	20,8	0,1	29,6
Ст. 1 9 м	N орг., млн/л	5,21	0,0	15,1	27,2	54,5	2,6	0,6
	N кл., млн/л	5,62	0,0	14,0	28,7	50,8	6,0	0,6
	B, мг/л	2,52	0,0	7,7	59,4	26,8	2,3	3,7
Ст. 2 0,5 м	N орг., млн/л	4,96	1,9	5,8	25,5	66,7	0,0	0,2
	N кл., млн/л	24,73	77,6	1,2	5,3	16,0	0,0	0,0
	B, мг/л	2,91	7,7	2,0	34,1	49,6	0,0	6,6
Ст. 3 0,5 м	N орг., млн/л	4,57	0,0	9,8	36,8	53,1	0,0	0,2
	N кл., млн/л	7,70	0,0	5,8	21,8	72,2	0,0	0,1
	B, мг/л	3,82	0,0	2,4	43,0	47,5	0,0	7,1
Глубокие								
Кайминское Ст. 1 1,0 м	N орг., млн/л	2,47	0,0	33,9	12,5	40,8	12,0	0,7
	N кл., млн/л	14,49	0,0	5,8	6,1	84,7	3,3	0,1
	B, мг/л	8,93	0,0	3,8	16,0	74,0	0,6	5,5
Ст. 2 1,0 м	N орг., млн/л	3,44	0,3	28,8	21,4	31,1	18,0	0,3
	N кл., млн/л	28,68	3,0	3,5	4,1	85,4	4,0	0,0
	B, мг/л	16,02	0,6	3,3	11,3	82,4	0,7	1,7
Ст. 3 1,0 м	N орг., млн/л	5,09	0,0	36,1	17,0	30,6	13,5	2,8
	N кл., млн/л	40,69	0,0	4,5	4,8	87,7	2,7	0,3
	B, мг/л	23,55	0,0	3,8	10,9	80,3	0,5	4,6
Ст. 3 3,0 м	N орг., млн/л	3,31	0,3	53,6	8,9	28,6	6,6	2,0
	N кл., млн/л	17,14	4,8	10,3	4,9	76,4	3,3	0,4
	B, мг/л	10,36	0,9	5,5	17,0	68,6	0,8	7,2
Ст. 3 7,0 м	N орг., млн/л	1,10	45,9	9,0	15,7	9,3	16,8	3,4
	N кл., млн/л	2,90	54,7	3,4	16,7	12,4	11,5	1,3
	B, мг/л	1,46	8,6	6,2	46,1	13,5	2,6	23,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Голубино Ст. 1 0,5 м	N орг., млн/л	7,95	0,0	4,1	14,1	77,4	3,7	0,7
	N кл., млн/л	9,67	0,0	3,4	13,3	77,8	4,9	0,6
	B, мг/л	5,73	0,0	1,4	54,9	40,3	1,0	2,5
Ст. 2 0,5 м	N орг., млн/л	6,36	0,8	5,7	22,9	68,9	1,2	0,5
	N кл., млн/л	12,97	38,5	2,8	12,1	45,4	0,9	0,2
	B, мг/л	5,53	2,3	1,7	44,0	38,8	0,2	13,0
Ст. 2 5,0 м	N орг., млн/л	9,38	0,0	26,0	15,1	54,3	3,8	0,7
	N кл., млн/л	9,97	0,0	24,5	14,9	54,1	5,8	0,7
	B, мг/л	4,43	0,0	12,3	40,4	38,0	2,4	6,9
Ст. 2 10,0 м	N орг., млн/л	1,48	0,0	17,5	37,9	35,1	6,6	1,2
	N кл., млн/л	1,85	0,0	14,0	43,7	30,7	9,3	1,0
	B, мг/л	1,81	0,0	5,5	48,9	14,7	1,2	29,6
Ст. 3 0,5 м	N орг., млн/л	7,40	1,7	8,8	12,4	73,8	3,0	0,2
	N кл., млн/л	18,58	51,7	3,5	5,1	37,6	2,1	0,1
	B, мг/л	6,28	0,8	2,3	54,9	38,5	0,8	2,9
Ст. 3 10,0 м	N орг., млн/л	0,03	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0
	N кл., млн/л	0,03	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
	B, мг/л	0,00	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Ёди Ст. 1 0,5 м	N орг., млн/л	3,94	0,0	15,1	6,7	77,1	0,9	0,2
	N кл., млн/л	6,39	0,0	9,3	4,1	85,9	0,5	0,1
	B, мг/л	3,90	0,0	3,1	8,5	82,5	0,5	5,4
Ст. 1 5,0 м	N орг., млн/л	5,77	0,0	36,3	1,8	61,7	0,2	0,0
	N кл., млн/л	7,24	0,0	28,9	1,9	69,1	0,1	0,0
	B, мг/л	2,89	0,0	16,1	12,1	71,8	0,0	0,0
Ст. 1 17,0 м	N орг., млн/л	0,27	0,0	21,0	19,2	45,8	0,0	14,0
	N кл., млн/л	0,29	0,0	19,7	18,0	49,2	0,0	13,1
	B, мг/л	0,68	0,0	4,3	17,6	11,5	0,0	66,5
Ст. 2 0,5 м	N орг., млн/л	5,37	0,0	9,7	4,3	84,9	0,9	0,2
	N кл., млн/л	7,81	0,0	6,7	3,8	88,8	0,6	0,1
	B, мг/л	3,97	0,0	2,6	9,6	82,0	0,1	5,7
Ст. 3 0,5 м	N орг., млн/л	8,39	0,0	11,1	3,2	85,7	0,0	0,0
	N кл., млн/л	11,01	0,0	8,5	3,1	88,5	0,0	0,0

Таблица 2. – Средние показатели количественного развития весеннего фитопланктона озер

Озеро	Показатель	Общие абсолютные величины	Доля (процент) разных отделов в общих показателях					
			Цианобактерий	Криптофитовых	Диагомовых	Золотистых	Зеленых	Прочих
Численность организмов, млн/л								
Мелководные								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белое	N орг.	6,21	0,0	11,8	30,8	32,5	16,7	8,3
	±SD	0,64	0,0	8,4	4,3	10,3	13,7	5,0
Воробьи	N орг.	14,48	1,4	2,9	58,2	10,9	26,4	0,2
	±SD	0,58	0,7	1,8	2,6	2,9	3,4	0,3
Туровейское	N орг.	3,28	1,4	28,3	31,4	25,5	12,3	1,1
	±SD	0,29	2,4	9,0	6,3	5,3	6,9	1,7
Среднеглубокие								
Золовское	N орг.	4,35	0,5	19,4	32,5	26,4	19,8	1,3
	±SD	1,65	0,4	7,0	5,1	1,1	2,7	1,6
Тумское	N орг.	12,77	1,8	10,1	70,4	14,5	2,6	0,6
	±SD	3,92	2,0	3,3	7,9	5,8	0,4	0,3
Губеза	N орг.	4,75	0,6	10,0	58,9	28,9	0,6	1,0
	±SD	1,94	0,9	4,1	15,7	11,4	1,1	1,5
Глубокие								
Кайминское	N орг.	3,08	9,3	32,3	28,1	15,1	13,4	1,8
	±SD	1,46	20,5	16,0	11,5	4,7	4,5	1,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Голубино	N орг.	5,43	0,4	10,3	51,9	17,1	3,1	0,6
	±SD	3,78	0,7	9,7	29,1	12,6	2,3	0,4
Ёди	N орг.	4,75	0,0	18,6	71,0	7,1	0,4	2,9
	±SD	2,98	0,0	10,8	17,1	7,0	0,5	6,2
Численность клеток, млн/л								
Мелководные								
Белое	N кл.	15,75	0,0	4,2	50,8	21,9	19,2	3,9
	±SD	4,46	0,0	2,4	14,4	14,2	16,2	3,6
Воробьи	N кл.	80,04	72,4	0,7	16,7	2,2	8,0	0,0
	±SD	32,84	13,3	0,6	7,7	0,9	4,3	0,0
Туровейское	N кл.	28,41	8,5	5,0	66,6	13,3	6,6	0,1
	±SD	20,49	14,7	4,5	20,0	7,1	8,0	0,1
Численность клеток, млн/л								
Среднеглубокие								
Золовское	N кл.	31,25	9,2	3,1	69,7	12,1	5,7	0,2
	±SD	19,00	9,5	1,8	10,7	2,0	1,0	0,3
Тумское	N кл.	42,90	68,0	3,0	22,3	5,2	1,3	0,2
	±SD	1,92	10,2	1,3	8,3	2,8	0,6	0,1
Губеза	N кл.	10,36	22,0	6,1	49,1	21,1	1,2	0,4
	±SD	8,10	34,1	4,8	28,9	12,8	2,7	0,5
Глубокие								
Кайминское	N кл.	20,78	12,5	5,5	69,3	7,3	4,9	0,4
	±SD	14,42	23,7	2,9	32,1	5,3	3,7	0,5
Голубино	N кл.	8,84	15,0	8,0	41,2	14,8	3,8	0,4
	±SD	6,93	23,7	9,4	25,4	15,2	3,5	0,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ёди	N кл.	6,55	0,0	14,6	76,3	6,2	0,3	2,7
	±SD	3,91	0,0	9,5	17,2	6,7	0,3	5,8
Биомасса, мг/л								
Мелководные								
Белое	B	11,09	0,0	3,0	39,0	51,1	1,6	5,3
	±SD	1,28	0,0	1,8	17,0	13,8	0,9	5,0
Воробьи	B	15,44	17,7	2,0	46,3	26,4	6,7	0,9
	±SD	5,46	21,7	1,2	13,3	6,6	2,3	1,5
Туровейское	B	9,81	0,1	6,0	59,4	31,9	1,2	1,4
	±SD	5,24	0,2	1,8	10,9	10,2	1,4	1,8
Среднеглубокие								
Золовское	B	18,45	0,5	3,1	64,0	26,2	0,9	5,3
	±SD	10,03	0,0	0,8	8,1	1,3	0,2	5,8
Тумское	B	11,85	6,3	3,1	14,1	71,7	0,7	4,0
	±SD	3,25	3,8	1,0	2,4	2,4	0,9	0,5
Губеза	B	3,47	1,6	3,4	40,9	43,1	0,5	10,5
	±SD	0,86	3,4	2,4	16,5	11,1	1,0	10,7
Глубокие								
Кайминское	B	12,06	2,0	4,5	63,7	20,3	1,0	8,4
	±SD	8,26	3,7	1,3	28,6	14,7	0,9	8,4
Голубино	B	3,96	0,5	3,8	28,4	40,5	0,9	9,1
	±SD	2,51	0,9	4,5	16,9	20,7	0,8	11,0
Ёди	B	3,18	0,0	6,0	66,6	11,7	0,1	15,5
	±SD	1,51	0,0	5,7	31,2	3,6	0,2	28,6

Таблица 3. – Показатели количественного развития летнего фитопланктона озер на разных глубинах и станциях в августе 2009 г.

Озеро, станция, Глубина отбора проб	Показатель	Доля (процент) разных отделов в общих показателях						
		Общие абсолютные величины	Цианобактерий	Криптофитовых	Диатомовых	Золотистых	Зеленых	Прочих
Мелководные								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белое 0,5 м	N орг., млн/л	8,61	29,0	19,9	9,5	20,4	19,1	2,1
	N кл., млн/л	103,35	86,2	1,7	1,5	1,9	8,6	0,2
	B, мг/л	12,41	21,9	12,4	21,0	5,9	10,6	28,2
4,0 м	N орг., млн/л	3,45	24,1	6,4	18,6	5,8	43,0	2,1
	N кл., млн/л	30,74	81,2	0,7	4,7	0,8	12,3	0,2
	B, мг/л	4,91	32,7	4,0	41,6	3,1	13,8	4,9
Воробьи 0,5 м	N орг., млн/л	48,17	19,1	1,0	3,0	2,5	74,0	0,3
	N кл., млн/л	588,33	91,3	0,1	0,3	0,2	8,1	0,0
	B, мг/л	43,68	48,8	1,0	4,7	0,2	43,6	1,7
2,0 м	N орг., млн/л	87,21	21,3	1,0	2,1	6,3	68,3	1,0
	N кл., млн/л	1285,69	93,6	0,1	0,2	0,5	5,7	0,1
	B, мг/л	66,55	35,4	1,1	4,8	1,7	50,5	6,5
Туровейское 0,5 м	N орг., млн/л	5,45	30,3	9,1	13,0	4,1	41,4	2,2
	N кл., млн/л	94,12	92,1	0,5	1,6	0,4	5,3	0,1
	B, мг/л	11,58	41,9	14,2	10,9	2,3	20,6	10,1
3,5 м	N орг., млн/л	6,58	25,9	11,1	13,0	0,0	47,0	2,9
	N кл., млн/л	57,76	84,6	1,3	5,3	0,1	8,4	0,3
	B, мг/л	12,79	25,9	1,8	26,8	0,9	25,8	18,8
Подкостелок 0,5 м	N орг., млн/л	2,59	24,6	28,6	6,3	10,1	28,9	1,4
	N кл., млн/л	71,61	94,4	1,0	1,2	0,4	3,0	0,1
	B, мг/л	3,19	24,6	7,7	16,9	1,5	3,3	46,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,0 м	N орг., млн/л	3,38	21,2	25,0	6,6	12,9	32,6	1,7
	N кл., млн/л	71,66	92,3	1,2	1,9	0,7	3,8	0,1
	B, мг/л	2,20	22,2	7,7	45,0	4,7	9,7	10,6
4,5 м	N орг., млн/л	2,48	32,9	24,9	5,7	16,0	16,4	4,0
	N кл., млн/л	36,93	92,0	1,7	1,5	1,3	3,2	0,3
	B, мг/л	3,12	16,6	4,0	9,2	4,8	4,4	61,0
Среднеглубокие								
Золовское 0,5 м	N орг., млн/л	13,54	35,4	12,0	13,3	17,0	20,5	1,7
	N кл., млн/л	165,01	91,8	1,0	2,3	1,7	3,1	0,1
	B, мг/л	18,80	41,7	4,6	10,8	6,3	21,8	14,9
2,5 м	N орг., млн/л	10,77	38,7	14,7	10,6	5,6	28,6	1,7
	N кл., млн/л	153,68	89,9	1,0	1,7	0,6	6,7	0,1
	B, мг/л	17,48	45,3	6,6	13,4	3,7	24,7	6,3
Тумское 0,5 м	N орг., млн/л	7,00	49,2	10,4	2,8	24,8	4,0	8,8
	N кл., млн/л	80,78	95,0	0,9	0,2	2,5	0,7	0,8
	B, мг/л	8,04	57,1	3,9	12,5	7,9	3,9	14,8
6,0 м	N орг., млн/л	3,75	90,0	4,0	0,0	0,0	4,4	1,6
	N кл., млн/л	71,33	99,4	0,2	0,0	0,0	0,3	0,1
	B, мг/л	4,15	84,5	3,3	0,0	0,0	11,2	1,0
8,5 м	N орг., млн/л	3,49	93,0	2,4	0,6	0,0	1,5	2,4
	N кл., млн/л	43,94	99,0	0,2	0,3	0,0	0,3	0,2
	B, мг/л	2,49	76,1	3,8	6,1	0,0	0,9	13,2
Губиза 0,5 м	N орг., млн/л	1,17	23,4	56,6	2,9	0,1	16,6	0,3
	N кл., млн/л	31,78	96,6	2,1	0,1	0,1	1,2	0,0
	B, мг/л	1,26	12,6	11,7	2,7	1,9	6,0	65,1
6,0 м	N орг., млн/л	1,33	34,8	24,5	7,5	20,8	12,2	0,1
	N кл., млн/л	90,63	98,7	0,4	0,1	0,6	0,3	0,0
	B, мг/л	1,94	47,5	3,8	4,0	16,2	2,1	26,4
10,0 м	N орг., млн/л	0,21	71,2	0,0	5,5	0,0	11,0	12,4
	N кл., млн/л	8,72	98,5	0,0	0,1	0,0	1,1	0,3
	B, мг/л	1,99	67,9	0,0	0,1	0,0	0,2	31,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глубокие								
Кайминское 0,5 м	N орг., млн/л	0,32	2,1	0,0	11,8	6,2	69,9	10,0
	N кл., млн/л	1,69	14,8	0,0	11,3	33,1	38,9	1,9
	B, мг/л	6,88	0,7	0,0	3,5	8,9	6,6	80,3
4,0 м	N орг., млн/л	2,29	55,9	11,9	5,9	7,5	17,8	1,1
	N кл., млн/л	32,46	94,1	0,8	1,4	1,4	2,2	0,1
	B, мг/л	4,21	30,1	1,8	19,5	8,4	10,1	30,1
7,0 м	N орг., млн/л	1,91	62,8	1,8	22,5	0,0	12,8	0,1
	N кл., млн/л	28,23	95,0	0,1	3,2	0,0	1,6	0,0
	B, мг/л	2,35	37,2	0,3	42,4	0,0	4,9	15,3
Голубино 0,5 м	N орг., млн/л	5,10	54,0	3,9	1,7	25,8	14,6	0,0
	N кл., млн/л	394,45	99,4	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0
	B, мг/л	3,27	81,1	1,6	1,7	14,8	0,8	0,0
4,0 м	N орг., млн/л	4,76	65,4	6,7	6,7	6,8	14,4	0,0
	N кл., млн/л	423,53	99,5	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0
	B, мг/л	3,94	88,4	2,4	6,5	1,7	1,0	0,0
12,0 м	N орг., млн/л	0,63	45,9	5,4	21,6	2,8	18,9	5,4
	N кл., млн/л	27,62	98,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1
	B, мг/л	0,51	36,9	1,3	23,7	4,8	3,5	29,7
Ёди 0,5 м	N орг., млн/л	1,74	16,4	45,1	7,8	22,2	6,6	2,0
	N кл., млн/л	25,60	94,1	3,1	0,7	1,5	0,4	0,1
	B, мг/л	8,17	4,7	1,9	3,2	0,4	0,1	89,6
6,0 м	N орг., млн/л	0,71	15,1	37,0	4,6	25,4	16,9	0,9
	N кл., млн/л	45,37	98,3	0,6	0,1	0,4	0,6	0,0
	B, мг/л	1,88	16,3	3,6	2,1	0,9	0,2	76,9
15,0 м	N орг., млн/л	0,05	18,2	36,4	0,0	0,0	36,4	9,8
	N кл., млн/л	0,25	61,8	7,3	0,0	0,0	29,1	2,0
	B, мг/л	0,65	1,2	0,5	0,0	0,0	0,4	97,9

В группе среднеглубоких (Золовское, Тумское, Губиза) озер общая биомасса фитопланктона различалась от 1,26 (оз. Губиза) до 18,8 (оз. Золовское) мг/л, при этом в оз. Золовском, в котором пробы отобраны только в подповерхностном горизонте и на глубине 2,5 м, она, практически, была одинаковой, в оз. Губиза несмотря на значительную глубину (10 м) также не отмечено больших различий биомассы на разных глубинах (несколько меньшие величины – у поверхности), а в оз. Тумское она показала значительное расслоение по вертикали: 8,04 мг/л у поверхности, 4,15 мг/л – на глубине 6,0 м и 2,49 мг/л – на 8,5 м.

В глубоких озерах (Кайминское, Голубино, Ёди) диапазон различий минимальной и максимальной биомассы составил 0,65–8,17 мг/л и проявился в оз. Ёди на разных глубинах: максимальная в поверхностном слое, минимальная – на глубине 15 м. На промежуточном горизонте 6 м биомасса составляла 1,88 мг/л. В двух других озерах также была выражена вертикальная неравномерность распределения биомассы фитопланктона: в оз. Кайминском у поверхности 6,88 мг/л, на глубине 4,0 м – 4,21, на 7,0 м – 2,35 мг/л. В оз. Голубино несколько более высокая биомасса, чем у поверхности (3,27 мг/л), отмечена на глубине 4 м (3,94 мг/л), на 12 м – 0,51 мг/л. Следует отметить в оз. Ёди очень обильное развитие крупноклеточного представителя динофитовых водорослей *Ceratium hirundinella* тип *furcoides*, определившего на 77–90 % общую биомассу фитопланктона в озере, а также развитие почти в монокультуре в мелководном оз. Воробьи представителя хлорококковых водорослей *Tetraedron minimum*, а в придонном слое оз. Кайминское – представителя синезеленых *Spirulina jenniferi*.

Средние величины показателей количественного развития летнего фитопланктона с относительной долей разных отделов водорослей для каждого из озер приведены в табл. 4.

В табл. 5 показано насколько различаются средние значения исследованных показателей в пределах каждой группы озер в весенний и летний периоды. Как видно из таблицы 5, по средним величинам прослеживается тенденция снижения уровня значений всех показателей от мелководных озер к глубоководным. При этом следует отметить, что только в мелководных озерах средние величины этих показателей для летнего фитопланктона оказались выше, чем в мае. В остальных озерах они были ниже весенних. Несколько неожиданным является увеличение летом степени развития более колониальных многоклеточных организмов (N кл./N орг.) в направлении от мелководных озер к глубоководным. Это можно связать со значительным развитием колониальных синезеленых водорослей в среднеглубоких и глубоких озерах и преобладающим развитием одноклеточных зеленых водорослей в мелководных озерах, о чем можно судить по составу доминирующих комплексов.

Таблица 4. – Средние показатели количественного развития фитопланктона озер в августе 2009 г.

Озеро	Показатель	Общие абсолютные величины	Доля (процент) разных отделов в общих показателях					
			Цианобактерий	Криптофитовых	Диатомовых	Золотистых	Зеленых	Прочих
Численность организмов, млн/л								
Мелководные								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белое	N орг.	6,03	26,6	13,2	14,1	13,1	31,0	2,1
	±SD	3,65	3,4	9,6	6,5	10,4	16,9	0,0
Воробьи	N орг.	67,69	20,2	1,0	2,6	4,4	71,2	0,6
	±SD	27,60	1,6	0,0	0,7	2,7	4,0	0,5
Туровейское	N орг.	6,02	28,1	10,1	13,0	2,1	44,2	2,6
	±SD	0,80	3,1	1,4	0,0	2,9	4,0	0,5
Подкостелок	N орг.	2,82	26,2	26,2	6,2	13,0	26,0	2,4
	±SD	0,49	6,0	2,1	0,5	3,0	8,5	1,5
Среднеглубокие								
Золовское	N орг.	12,16	37,1	13,4	12,0	11,3	24,6	1,7
	±SD	1,96	2,4	1,9	1,9	8,1	5,7	0,1
Тумское	N орг.	4,75	77,4	5,6	1,1	8,3	3,3	4,3
	±SD	1,96	24,5	4,2	1,5	14,3	1,6	3,9
Губиза	N орг.	0,90	43,2	27,0	5,3	7,0	13,3	4,3
	±SD	0,60	25,0	28,4	2,3	12,0	3,0	7,1
Глубокие								
Кайминское	N орг.	1,51	40,3	4,6	13,4	4,5	33,5	3,7
	±SD	1,04	33,3	6,4	8,4	4,0	31,6	5,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Голубино	N орг.	3,50	55,1	5,3	10,0	11,8	16,0	1,8
	±SD	2,49	9,8	1,4	10,3	12,3	2,5	3,1
Ёди	N орг.	0,83	16,6	39,5	4,1	15,8	19,9	4,2
	±SD	0,85	1,6	4,9	3,9	13,8	15,1	4,9
Численность клеток, млн/л								
Мелководные								
Белое	N кл.	67,04	83,7	1,2	3,1	1,4	10,4	0,2
	±SD	51,35	3,5	0,7	2,3	0,8	2,6	0,0
Воробьи	N кл.	937,01	92,4	0,1	0,2	0,3	6,9	0,0
	±SD	493,11	1,6	0,0	0,1	0,2	1,7	0,0
Туровейское	N кл.	75,94	88,3	0,9	3,5	0,2	6,9	0,2
	±SD	25,71	5,3	0,5	2,6	0,2	2,2	0,1
Подкостелок	N кл.	60,07	92,9	1,3	1,5	0,8	3,4	0,1
	±SD	20,04	1,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,1
Численность клеток, млн/л								
Среднеглубокие								
Золовское	N кл.	159,34	90,8	1,0	2,0	1,1	4,9	0,1
	±SD	8,01	1,3	0,0	0,4	0,8	2,5	0,0
Тумское	N кл.	65,35	97,8	0,4	0,2	0,8	0,4	0,3
	±SD	19,13	2,5	0,4	0,2	1,4	0,2	0,4
Губиза	N кл.	43,71	97,9	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1
	±SD	42,24	1,2	1,1	0,0	0,3	0,5	0,2
Глубокие								
Кайминское	N кл.	20,79	68,0	0,3	5,3	11,5	14,3	0,7
	±SD	16,68	46,0	0,5	5,3	18,7	21,4	1,1
Голубино	N кл.	281,87	99,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,0
	±SD	220,66	0,5	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ёди	N кл.	23,74	84,7	3,6	0,3	0,6	10,0	0,7
	±SD	22,62	20,0	3,4	0,4	0,8	16,5	1,1
Биомасса, мг/л								
Мелководные								
Белое	B	8,66	27,3	8,2	31,3	4,5	12,2	16,6
	±SD	5,31	7,6	6,0	14,5	2,0	2,2	16,5
Воробьи	B	55,11	42,1	1,1	4,8	1,0	47,0	4,1
	±SD	16,17	9,5	0,1	0,0	1,0	4,9	3,4
Туровейское	B	12,19	33,9	8,0	18,9	1,6	23,2	14,4
	±SD	0,85	11,3	8,8	11,2	1,0	3,7	6,1
Подкостелок	B	2,84	21,1	6,4	23,7	3,7	5,8	39,2
	±SD	0,55	4,1	2,1	18,9	1,9	3,5	25,9
Среднеглубокие								
Золовское	B	18,14	43,5	5,6	12,1	5,0	23,2	10,6
	±SD	0,93	2,5	1,4	1,9	1,8	2,0	6,1
Тумское	B	4,89	72,5	3,7	6,2	2,6	5,3	9,7
	±SD	2,85	14,0	0,3	6,2	4,6	5,3	7,5
Губиза	B	1,73	42,7	5,2	2,2	6,0	2,8	41,1
	±SD	0,41	28,0	6,0	2,0	8,9	3,0	21,0
Глубокие								
Кайминское	B	4,48	22,6	0,7	21,8	5,8	7,2	41,9
	±SD	2,28	19,4	1,0	19,5	5,0	2,7	34,1
Голубино	B	2,57	68,8	1,8	10,7	7,1	1,8	9,9
	±SD	1,82	27,8	0,5	11,6	6,9	1,5	17,2
Ёди	B	3,56	7,4	2,0	1,8	0,4	0,3	88,1
	±SD	4,03	7,9	1,5	1,6	0,4	0,2	10,6

Таблица 5. – Различия в уровне средних величин количественных показателей развития фитопланктона между озерами разной глубины в весенний и летний периоды

Показатели	Озера		
	мелководные	среднеглубокие	глубокие
Весенний фитопланктон			
N орг., млн/л	8,0±5,8	7,3±4,7	4,4±1,2
N кл., млн/л	41,4±34,1	28,2±13,5	12,1±6,2
B, мг/л	12,1±3,0	11,3±7,5	6,4±4,9
N кл./N орг.	5,57±3,06	4,24±2,61	3,25±3,03
W орг., 10 ⁻⁶ мг	1,95±0,97	1,97±1,97	1,77±1,86
W кл., 10 ⁻⁶ мг	0,41±0,26	0,40±0,17	0,51±0,07
Летний фитопланктон			
N орг., млн/л	20,6±31,4	5,9±5,7	2,0±1,4
N кл., млн/л	285,0±434,7	89,5±61,5	108,8±149,9
B, мг/л	17,5±25,1	8,3±8,7	3,5±1,0
N кл./N орг.	14,72±4,53	25,08±20,17	40,98±35,07
W орг., 10 ⁻⁶ мг	0,95±0,38	1,48±0,44	2,67±1,80
W кл., 10 ⁻⁶ мг	0,07±0,04	0,08±0,04	0,12±0,11

По данным табл. 5 также прослеживается тенденция снижения уровня значений всех показателей по средним величинам от мелководных озер к глубоководным. В мелководных озерах организмы фитопланктона – более многоклеточные.

О разнообразии сообществ судят по различным индексам видового разнообразия. В нашем случае мы использовали показатель общего разнообразия Шеннона (H). Для оценки степени выравненности сообществ использовали индекс Пиелу (e). Ниже в таблицах 6 и 7 приведены величины рассчитанных по двум количественным показателям индексов для всех глубин исследованных озер и средние величины для каждого озера в весеннее и летнее время.

Для весеннего фитопланктона озер показатели видового разнообразия Шеннона оказались высокими, близкими к верхнему уровню их значений. Индексы, рассчитанные по биомассе, были несколько ниже, чем рассчитанные по численности организмов. Высокие значения индексов свидетельствуют о большом разнообразии фитопланктонных сообществ в исследуемый период времени и об их полидоминантности, а это, в свою очередь, означает достаточно высокую степень их структурной организации и устойчивости к существующим на современном этапе развития экосистемы факторам окружающей среды.

Таблица 6. – Показатели видового разнообразия фитопланктонных сообществ озер в весеннее время

Озеро	Станция, глубина	Число видов	Показатель общего разнообразия Шеннона (H), бит		Показатель выравниности Пиелу (e), бит	
			по Норг.	по В	по Норг.	по В
Мелководные						
1	2	3	4	5	6	7
Белое	Ст. 1, 1,0 м	30	3,56	3,63	0,72	0,74
	Ст. 2, 1,0 м	22	3,32	2,47	0,74	0,55
	Ст. 3, 1,0 м	25	3,85	3,28	0,83	0,71
Среднее для озера		41	3,57	3,13	0,77	0,67
±SD			0,26	0,59	0,05	0,10
Воробьи	Ст. 1, 0,5 м	33	3,19	2,89	0,63	0,57
	Ст. 2, 0,5 м	27	3,47	3,08	0,73	0,65
	Ст. 3, 0,5 м	29	3,56	3,19	0,73	0,66
Среднее для озера		47	3,41	3,05	0,70	0,63
±SD			0,19	0,16	0,06	0,05
Туровейское	Ст. 1, 1,0 м	20	3,86	3,22	0,89	0,75
	Ст. 2, 1,0 м	23	3,82	2,58	0,84	0,57
	Ст. 3, 1,0 м	26	3,69	3,63	0,79	0,77
Среднее для озера		38	3,79	3,14	0,84	0,70
±SD			0,09	0,53	0,05	0,11
Среднеглубокие						
Золовское	Ст. 1, 1,0 м	28	4,12	3,16	0,86	0,66
	Ст. 2, 1,0 м	25	3,94	2,05	0,85	0,44
Среднее для озера		33	4,03	2,60	0,85	0,55
±SD			0,13	0,79	0,01	0,15
Тумское	Ст. 1, 1,0 м	28	2,63	3,10	0,55	0,65
	Ст. 2, 1,0 м	25	2,24	2,99	0,48	0,64
	Ст. 2, 5,0 м	26	2,74	3,20	0,58	0,68
	Ст. 3, 1,0 м	26	1,78	2,83	0,38	0,60

1	2	3	4	5	6	7
Среднее для озера		45	2,35	3,03	0,50	0,64
±SD			0,43	0,16	0,09	0,03
Губеза	Ст. 1, 0,5 м	14	1,98	2,99	0,52	0,79
	Ст. 1, 5,0 м	18	3,12	3,07	0,75	0,74
	Ст. 1, 9,0 м	20	2,93	3,21	0,68	0,74
	Ст. 2, 0,5 м	14	2,20	2,83	0,58	0,74
	Ст. 3, 0,5 м	12	2,07	2,85	0,58	0,79
Среднее для озера		37	2,46	2,99	0,62	0,76
±SD			0,53	0,16	0,09	0,03
Глубокие						
Кайминское	Ст. 1, 1,0 м	24	3,33	2,38	0,73	0,52
	Ст. 2, 1,0 м	26	3,73	1,88	0,79	0,40
	Ст. 3, 1,0 м	24	3,48	1,86	0,76	0,41
	Ст. 3, 3,0 м	23	2,87	2,60	0,63	0,57
	Ст. 3, 7,0 м	19	3,09	3,35	0,73	0,79
Среднее для озера		43	3,30	2,41	0,73	0,54
±SD			0,34	0,61	0,06	0,16
Голубино	Ст. 1, 0,5 м	22	2,23	2,68	0,50	0,60
	Ст. 2, 0,5 м	23	2,46	2,78	0,54	0,61
	Ст. 2, 5,0 м	26	2,94	3,43	0,62	0,73
	Ст. 2, 10,0 м	19	3,20	3,27	0,75	0,77
	Ст. 3, 0,5 м	21	2,13	2,58	0,48	0,59
Среднее для озера		48	2,59	2,95	0,58	0,66
±SD			0,46	0,38	0,11	0,08
Ёди	Ст. 1, 0,5 м	17	2,27	1,97	0,55	0,48
	Ст. 1, 5,0 м	16	2,06	2,72	0,52	0,68
	Ст. 1, 17,0 м	14	3,17	2,82	0,83	0,74
	Ст. 2, 0,5 м	16	1,67	2,30	0,42	0,57
	Ст. 3, 0,5 м	13	1,63	2,19	0,44	0,59
Среднее для озера		37	2,16	2,40	0,55	0,61
±SD			0,62	0,36	0,17	0,10

Таблица 7. – Показатели видового разнообразия фитопланктонных сообществ озер в летнее время 2009 г.

Озеро	Станция, глубина	Число видов	Показатель общего разнообразия Шеннона (H), бит		Показатель выравненности Пилоу (e), бит	
			по Норг.	по В	по Норг.	по В
Мелководные						
1	2	3	4	5	6	7
Белое	0,5 м	40	4,45	3,88	0,84	0,73
	4,0 м	44	4,81	3,92	0,88	0,72
Среднее		42	4,63	3,90	0,86	0,73
±SD		3	0,25	0,03	0,03	0,01
Воробы	0,5 м	33	2,35	2,56	0,47	0,51
	2,0 м	40	2,41	2,61	0,45	0,49
Среднее		37	2,38	2,59	0,46	0,50
±SD		5	0,04	0,04	0,01	0,01
Туровейское	0,5 м	35	3,93	3,64	0,77	0,71
	3,5 м	28	3,68	3,31	0,76	0,69
Среднее		32	3,81	3,48	0,77	0,70
±SD		5	0,18	0,23	0,01	0,01
Подкостелок	0,5 м	23	3,56	2,97	0,79	0,66
	2,0 м	25	3,49	3,42	0,75	0,74
	4,5 м	26	3,78	3,01	0,80	0,64
Среднее		25	3,61	3,13	0,78	0,68
±SD		2	0,15	0,25	0,03	0,05
Среднеглубокие						
Золовское	0,5 м	34	4,15	3,20	0,82	0,63
	2,5 м	45	4,15	3,63	0,76	0,66
Среднее		40	4,15	3,42	0,79	0,65
±SD		8	0,00	0,30	0,04	0,02

1	2	3	4	5	6	7
Тумское	0,5 м	22	2,96	2,88	0,66	0,65
	6,0 м	12	2,48	2,18	0,69	0,61
	8,5 м	12	2,18	2,38	0,61	0,66
Среднее		15	2,54	2,48	0,65	0,64
±SD		6	0,39	0,36	0,04	0,03
Губиза	0,5 м	14	2,36	1,90	0,62	0,50
	6,0 м	22	3,41	3,24	0,77	0,73
	10,0 м	9	2,68	1,46	0,85	0,46
Среднее		15	2,82	2,20	0,75	0,56
±SD		7	0,54	0,93	0,12	0,15
Глубокие						
Кайминское	0,5 м	11	2,34	1,24	0,68	0,36
	4,0 м	23	3,55	3,52	0,79	0,78
	7,0 м	15	3,02	2,82	0,77	0,72
Среднее		16	2,97	2,53	0,75	0,62
±SD		6	0,61	1,17	0,06	0,23
Голубино	0,5 м	17	3,03	2,14	0,74	0,52
	4,0 м	17	3,14	2,39	0,77	0,59
	12,0 м	14	3,35	3,03	0,88	0,80
Среднее		16	3,17	2,52	0,80	0,64
±SD		2	0,16	0,46	0,07	0,15
Ёди	0,5 м	14	2,57	0,80	0,67	0,21
	6,0 м	18	2,82	1,45	0,68	0,35
	15,0 м	5	1,93	0,75	0,83	0,32
Среднее		12	2,44	1,00	0,73	0,29
±SD		7	0,46	0,39	0,09	0,07

Не вдаваясь в детальную характеристику полученных индексов и не обсуждая некоторые различия, вытекающие из использования того и другого количественного показателя, отметим, что эти индексы оказались, как и в весеннее время, весьма высокими. При их усреднении для разных групп озер индекс Шеннона, рассчитанный как по численности организмов, так и по биомассе, показал тенденцию его снижения от мелководных озер к глубоководным. Средние для озер величины, приведенные в табл. 8, показывают, что во всех типах озер, различающихся по глубине, есть озера и с более высокими, и с менее высокими значениями величин.

Таблица 8. – Средние для разных групп озер индексы видового разнообразия Шеннона (H, бит) и индексы доминирования Пиелу (e, бит)

Показатели	Озера		
	мелководные	среднеглубокие	глубокие
Весенний фитопланктон			
H, бит по Норг.	3,59±0,19	2,95±0,94	2,68±0,58
H, бит по В	3,11±0,05	2,87±0,24	2,59±0,31
e, бит по Норг.	0,77±0,07	0,66±0,18	0,62±0,10
e, бит по В	0,67±0,04	0,65±0,16	0,60±0,06
Летний фитопланктон			
H, бит по Норг.	3,61±0,93	3,17±0,86	2,86±0,38
H, бит по В	3,28±0,55	2,70±0,64	2,02±0,88
e, бит по Норг.	0,72±0,18	0,73±0,07	0,76±0,04
e, бит по В	0,65±0,10	0,62±0,05	0,52±0,20

Индекс Пиелу, характеризующий степень выравненности сообществ, рассчитанный по биомассе, в глубоководных озерах был несколько меньшим (0,52 бит/г), чем в мелководных (0,65 бит/г) и среднеглубоких (0,62 бит/г). При расчете по численности организмов наметилась обратная тенденция – индекс Пиелу несколько возрастал от мелководных озер к глубоководным.

Заключение

В мелководной группе озер, включающей озера Белое, Воробьи, Туровейское и Подкостелок, общая биомасса фитопланктона различалась от 2,20 (Подкостелок) до 66,55 (Воробьи) мг/л, в группе среднеглубоких (Золовское, Тумское, Губиза) – от 1,26 (оз. Губиза) до 18,8 (оз. Золовское) мг/л. В глубоких озерах (Кайминское, Голубино, Ёди) различия минимальной и максимальной биомассы составили 0,65–8,17 мг/л. Прослеживается

значительная неравномерность распределения уровня величин показателей количественного развития фитопланктона как по акватории, так и по глубине озер. В частности, в глубоководных озерах Кайминское, Голубино и Ёди уровень, например, биомассы фитопланктона значительно снижался с глубиной.

Уровень количественного развития и видовое разнообразие фитопланктона характеризуют изученные водоемы как мезо- и эвтрофные экосистемы с высоким самоочистительным потенциалом, обеспечивающим достаточно высокое качество воды.

Высокие значения индексов видового разнообразия (индекс Шеннона) и выровненности сообществ (индекс Пиелу) свидетельствуют о большом разнообразии фитопланктонных сообществ изученных водоемов в исследуемый период времени и об их полидоминантности, а это, в свою очередь, означает достаточно высокую степень их структурной организации и устойчивости к существующим на современном этапе факторам окружающей среды.

Благодарности: автор выражает глубокую благодарность сотрудникам НИЛ гидроэкологии, обеспечившим под руководством чл-корр. НАН Беларуси А.П. Остапени отбор проб; зав. НИЛ гидроэкологии к.б.н., доценту Б.В. Адамовичу за стимулирование к написанию статьи; к.б.н. доценту кафедры общей экологии и методики преподавания биологии к.б.н. О.С. Смольской за техническую помощь в оформлении статьи.

Список использованных источников

1. *Михеева, Т.М.* Таксономический состав фитопланктона Сарочанской группы озер (Беларусь), бассейн реки Вилии / Т.М. Михеева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов / РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси». – 2020. – Вып.37. – С. XX.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА САРОЧАНСКОЙ ГРУППЫ ОЗЕР (БЕЛАРУСЬ), БАССЕЙН РЕКИ ВИЛИИ

Т.М. МИХЕЕВА

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: mikheyeva@tut.by*

TAXONOMIC COMPOSITION OF PHYTOPLANKTON IN THE SAROCHANSKAYA GROUP OF LAKES (BELARUS), THE VILIYA RIVER BASIN

T. MIKHEEVA

*Belarusian State University, Nezavisimosti Avenue, 4,
220030, Minsk, Republik of Belarus
e-mail: mikheyeva@tut.by*

Статья поступила 11.11.2020 г.

Аннотация. По результатам обработки собранных в весеннее (май) и летнее (август) время количественных осадочных проб фитопланктона в 12 разноглубоких озерах Сарочанской группы в бассейне р. Вилии приведены его таксономический состав, видовое богатство, насыщенность видами и внутривидовыми таксонами отделов и классов водорослей в каждом из озер, доминирующие комплексы видов. В большинстве озер по видовому богатству в весеннее время доминировали диатомовые водоросли, в некоторых озерах второе место занимали золотистые. Некоторые из них являются редкими видами не только для Беларуси, но и для других стран. В летнее время в озерах, где отмечено увеличение видового богатства фитопланктона, по сравнению с весенним, оно определялось, преимущественно, представителями зеленых водорослей. В озерах, где имело место снижение видового богатства, это происходило за счет уменьшения числа представителей диатомовых. И в летнее, и в весеннее время фитопланктонные сообщества большинства исследованных озер являются полидоминантными. Доминирование представителей золотистых водорослей, наряду с диатомовыми, выделяет изученные озера в число чистых, продуктивных водоемов, представляющих интерес для дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: Беларусь, Сарочанская группа озер, фитопланктон, таксономический состав, видовое богатство, доминирующие комплексы.

Abstract. According to the results of water samples collected in spring (May) and summer (August) in 12 lakes of the Sarochanskaya group in the basin of the Viliya river, taxonomic composition of phytoplankton, its species richness, abundance of species and intraspecific taxa in

divisions and classes of algae in each of the lakes and dominant complexes of species are given. In most lakes diatoms dominated in spring; in some lakes, golden algae were second. Some of algae are rare species not only for Belarus, but also for other countries. In summer, in lakes, where an increase in the species richness of phytoplankton was noted, compared with spring, it was determined mainly by representatives of green algae. In lakes, where there was a decrease in species richness, this was due to a decrease in the number of diatoms. In both summer and spring, the phytoplankton communities of most of the studied lakes are polydominant. The dominance of representatives of golden algae, along with diatoms, distinguishes the studied lakes among clean, productive waterbodies of interest for further scientific research.

Key words: Belarus, Sarochanskaya group of lakes, phytoplankton, taxonomic composition, species richness, dominant complexes.

Введение. Таксономический состав и количественное развитие фитопланктона остаются одним из важных показателей трофического статуса и рыбохозяйственного потенциала озер. Изучение сообщества водорослей на примере одной озерной системы позволяет выделить определяющие тренды и лучше понять особенности развития первичных продуцентов в разных по морфометрии озерных экосистемах. В бассейнах рек Сарочанка и Страча, входящих в бассейн р. Вилии, расположена озерная группа «Сарочанские озера», включающая 12 водоемов общей площадью 4,3 км² и площадью водосбора 180 км². Сарочанские озера представляют собой цепочку небольших водоемов, соединенных между собой речками, ручьями, протоками, вытянутую с северо-запада на юго-восток. Эпизодические исследования отдельных озер этой группы проводились в разные годы прошедшего столетия сотрудниками географического и биологического факультетов БГУ. В материалах, полученных этими коллективами, дается общая характеристика озер, их морфометрические параметры, гидрохимические свойства, количественные характеристики фито-, зоопланктона и макрозообентоса [1–4]. В таблице 1 приведены некоторые морфологические показатели озер по данным указанных авторов.

В группе Сарочанских озер по морфометрическим параметрам выделяются три типа водоемов (таблица 1) – **мелководные** с максимальными глубинами 2,1–6,1 м (Клевел, Воробьи, Белое, Туровейское, Подкостелок), **среднеглубокие** с максимальными глубинами 9,2–12,9 м – (Губеза, Золовское, Тумское) и **глубокие** с глубинами 19,5–21,0 м (Голубино, Ёди, Кайминское). Мелководные озера – **гомотермные**, глубокие и среднеглубокие – с резко выраженной температурной стратификацией.

В альгологическом отношении большинство озер исследовались эпизодически. При этом, фитопланктон является ключевым звеном в формировании трофического статуса водоемов, существенно влияющим на все

водные сообщества, включая ихтиофауну. Приводимые в статье данные цитированных выше авторов по фитопланктону этих озер базируются, как правило, на результатах экспедиционных исследований в летние месяцы (в июле 1980 г. и августе 1991 г.).

Таблица 1. – Морфологические сведения об изученных озерах

Озеро	Площадь озера, км ²	Объем озера, км ³	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м	Длина озера, км	Максимальная ширина, км	Средняя ширина, км	Площадь водосбора, км ²
Клевел	0,12	0,15	2,1	1,2	0,85	0,23	0,14	113,78
Воробыи	0,46	0,94	3,1	2,0	1,12	0,57	0,41	8,22
Белое	0,34	0,69	4,0	2,03	1,05	0,39	0,32	н
Туро--вейское	0,38	1,04	4,7	2,7	1,57	0,39	0,24	130,82
Подкостёлок	0,33	1,32	6,1	4,0	0,9	0,49	0,37	1,72
Тумское	0,86	4,16	9,2	4,8	3,22	0,45	0,26	172,49
Золовское	0,24	1,17	12,6	4,9	0,87	0,37	0,28	139,71
Губеза	0,23	1,52	12,9	6,6	0,94	0,39	0,24	5,97
Кайминское	0,43	3,26	19,5	7,6	1,55	0,38	0,27	158,57
Ёди	0,61	4,84	19,7	7,9	1,60	0,52	0,38	4,35
Голубино	0,14	1,13	21,0	8,1	0,78	0,25	0,18	4,35

Наиболее исследованный водоем в системе Сарочанских озер – оз. Голубино. Комплексные гидроэкологические исследования этого озера были проведены в осенне-зимний и весенне-летний сезоны в 1967–1968 гг. сотрудниками НИЛ гидроэкологии. По результатам изучения фитопланктона в этот период имеется публикация [5].

Не останавливаясь подробно для экономии объема предлагаемой статьи на опубликованных результатах предыдущих исследователей, приведем для дальнейшего восприятия излагаемого материала только их данные, которые мы смогли найти по общей биомассе фитопланктона и прозрачности озер для 1980 и 1991 гг. (в отдельных случаях – для других лет) и которые представляем в виде таблицы 2.

Таблица 2. – Прозрачность и биомасса фитопланктона в исследованных озерах в 1980 и 1991 гг.

Озеро	Прозрачность, м		Общая биомасса фитопланктона, г/м ³	
	1980 г.	1991 г.	1980 г.	1991 г.
Клевел	2,1	н	1,06	н
Воробы	0,5	0,7	54,03	13,92
Белое	н	н	н	н
Туровское	1,2	1,5	2,0	2,97
Подкостелок	2,2	2,5	1,97	2,60
Губеза	3,5 (1957 г.) 4,0	н	2,84	2,12
Золовское	1,3 (? г.)	н	4,18	2,18 (? г.)
Тумское	1,9	1,3	2,52	4,3 (7,0)
Голубино	7,9 (1968 г.)	н	1,15; 0,81–2,57 (1968 г.)	н
Ёди	3,4	н	2,60	н
Кайминское	1,9	1,3	2,56	н

Материал и методы исследования. Настоящая статья базируется на неопубликованных результатах исследований ее автора, проводившихся в важнейшие периоды функционирования водных экосистем в годовом цикле биотического круговорота – на этапах перехода от весеннего к летнему режиму и в пике последнего, а именно в первой и второй декадах мая и первой половине августа 2009 г. В мае на каждом озере пробы отбирали на трех станциях, в мелководных озерах – с глубины 1 м, в глубоких – на нескольких горизонтах, в августе на одной станции в пелагиали.

Использованные методы при исследовании фитопланктона Сарочанских озер традиционно применяются нами в многолетнем мониторинге Нарочанских озер и других водоемов и водотоков и изложены в наших работах [6]. Подробно методики описаны в статье [7] и выпуске «Бюллетеня...» за 2015 г. [8].

Результаты исследований. Таксономический состав фитопланктона каждого из исследованных озер в указанный период исследований приведен в сводной таблице 3.

На основании содержащихся в таблице 3 сведений составлены таблицы 4 и 5, представляющие насыщенность видами и внутривидовыми таксонами (ВВТ) отделов и классов водорослей в весеннее (май) и летнее (август) время.

Таблица 3. – Видовой состав фитопланктона исследованных озер

Название видов и других таксонов	Озера									
	Белое	Воробы	Туровейское	Золовское	Тумское	Губиза	Кайминское	Голубино	Ёди	Подкостелок
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Отдел Cyanophyta										
Класс Chroococcophyceae										
Порядок Chroococcales										
Сем. Merismopediaceae										
<i>Merismopedia minima</i> G. Beck.	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Сем. Microcystidaceae										
<i>Microcystis</i> (Kütz.) Elenk. sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>M. aeruginosa</i> (Kütz.) Elenk. f. <i>aeruginosa</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. pulverea</i> f. <i>delicatissima</i> (W. et G. S. West) Elenk (= <i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G.S. West)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>M. pulverea</i> f. <i>planctonica</i> (G. M. Smith) Elenk.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. pulverea</i> f. <i>pulchra</i> (Lemm.) Elenk.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G. S. West f. <i>clathrata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. minutissima</i> (W. West) Komarkova-Legnerova et Cronberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyanodiction planctonicum</i> Meyer	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Сем. Gloeocapsaceae										
<i>Gloeocapsa</i> (Kütz.) Hollerb. sp.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>G. limnetica</i> (Lemm.) Hollerb. f. <i>limnetica</i> (= <i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.; = <i>G. lacustris</i> Chod.)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>G. minor</i> (Kütz.) Hollerb. ampl. f. <i>minor</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>G. turgida</i> (Kütz.) Hollerb. f. <i>turgida</i> (= <i>Chroococcus turgidus</i> (Näg.) Kütz.; = <i>G. turgida</i> (Kütz.) Hollerb.)	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>G. turgida</i> f. <i>violacea</i> (W. West) Hollerb.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Сем. Coelasphaeraceae										
<i>Coelosphaerium dubium</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. kuetzingianum</i> Näg. f. <i>kuetzingianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Сем. Gomphosphaeriaceae										
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod. f. <i>Lacustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Snowella rosea</i> (Snow) Elenk.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Сем. Woronichiniaceae										
<i>Woronichia naegeliana</i> (Ung.) Elenk. f. <i>naegeliana</i> (= <i>Coelosphaerium naegelianum</i> Ung.; = <i>Gomphosphaeria naegeliana</i> (Ung.) Lemm.)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Класс Hormogoniophyceae										
Порядок Oscillatoriales										
Сем. Oscillatoriaceae										
<i>Romeria gracilis</i> Koszw.	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Oscillatoria</i> Vauch. sp.	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>O. limnetica</i> f. <i>brevis</i> Nyg.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>O. mougeotii</i> (Kütz.) Forti f. <i>mougeotii</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Spirulina minima</i> A. Wurtz	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>S. jenniferi</i> (Hass.) Kütz. f. <i>jenniferi</i> (= <i>S. jenniferi</i> (Stiz.) Geitl.; = <i>Arthrospira jenniferi</i> Stiz.)	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemm. f. <i>Limnetica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Порядок – Nostocales										
Сем. Anabaenaceae										
<i>Anabaena</i> Bory sp.	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>A. affinis</i> Lemm. f. <i>Affinis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. augstumalis</i> Schmidle f. <i>augstumalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>A. bergii</i> Ostenf.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. elliptica</i> Lemm.	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb. f. <i>flos-aquae</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>A. lemmermannii</i> P. Richt.	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>A. sphaerica</i> Born. Et Flah.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>A. viguieri</i> Denis et Fremi f. <i>Viguieri</i>	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Сем. Aphanizomenonaceae										
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs f. <i>flos-aquae</i> (= <i>A. flos-aquae</i> (L.) Ralfs Pascher)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Отдел Cryptophyta										
Класс Cryptophyceae										
Порядок Cryptomonadales										
Сем. Cryptomonadaceae										
<i>Rhodomonas pusilla</i> (Bachm.) Javor. var. <i>pusilla</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehr. (= <i>Cr. rostrata</i> Troitz.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cr. erosa</i> Ehr.	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-
<i>Cr. marssonii</i> Skuja	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cr. ovata</i> Ehr.	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-
<i>Cr. tetrapyrenoidosa</i> Skuja	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Отдел Dynophyta										
Класс Dynophyceae										
Порядок Gymnodiniales										
Сем. Gymnodiniaceae										
<i>Gymnodinium</i> Stein sp.	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Woloszynskia ordinata</i> (Skuja) Thompson (= <i>Gymnodinium ordinatum</i> Skuja)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Порядок Peridinales										
Сем. Peridiniaceae										
<i>Glenodinium apiculatum</i> Zach.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
<i>P. bipes</i> Stein f. <i>bipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Ceratiaceae										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. M.) Schrank тип <i>hirundinella</i> (= <i>C. hirundinella</i> (O. F. M.) Bergh.)	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+
<i>C. hirundinella</i> тип <i>furcoides</i> (Levander) Schroeder	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Отдел Chrysophyta										
Класс Хризофитовые - Chrysophyceae										
Порядок Chromulinales										
Сем. Chromulinaceae										
<i>Chromulina</i> Cienk sp.	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-
Сем. Chrysococcaceae										
<i>Kephyrion</i> Pascher sp. (= <i>Stenokalyx</i> Schill.sp.)	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>K. moniliferum</i> (Schmid) Bourelly (= <i>St. monilifera</i> Schmid)	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>K. ovum</i> Pascher	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
<i>K. planctonicum</i> Hillard	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>K. sphaericum</i> (Hilliard) Starmach	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. spirale</i> (Lackey) Conrad	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
Порядок Ochromonadales										
Сем. Ochromonadaceae										
<i>Ochromonas</i> Wyssotzki sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Uroglena gracilis</i> (Korschik.) Bourelly (= <i>Synochromonas gracilis</i> Korschik.)	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Uroglenopsis apiculata</i> Reverd (= <i>Uroglena apiculata</i> Reverd)	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Сем. Dinobryonaceae										
<i>Dinobryon bavaricum</i> Jmhof var. <i>bavaricum</i> (= <i>D. stipitatum</i> Stein)	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>D. crenulatum</i> W. et G. S. West	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>D. divergens</i> Jmhof var. <i>Divergens</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>D. sertularia</i> Ehr. var. <i>Sertularia</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>D. sociale</i> Ehr. var. <i>Sociale</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. suecicum</i> Lemm.	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Pseudokephyrion entzii</i> Conrad (= <i>Chrysococcus hemisphaericus</i> Lackey, = <i>Kephyriopsis entzii</i> (Conrad) Fott)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>P. inflatum</i> Hilliard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>P. schilleri</i> (Schiller) Conrad	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Сем. Synuraceae										
<i>Mallomonas</i> Perty sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>M. tonsurata</i> Teil. em. Krieg. var. <i>Tonsurata</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Класс Haptophyceae										
Порядок Isochrysidales										
Сем. Isochrysidaceae										
<i>Chrysidalis peritaphrena</i> Schiller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Неопределенный вид	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Отдел Bacillariophyta										
Класс Centrophyceae										
Порядок Thalassiosirales										
Сем. Stephanodiscaceae										
<i>Stephanodiscus</i> Ehr. sp.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>St. hantzschii</i> f. <i>hantzschii</i> Håkansson et Stoermer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>St. neoastraea</i> Håkansson & Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i> (Kütz.) Bréb. spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. bodanica</i> Eulenz. var. <i>bodanica</i> (incl. <i>C. bodanica</i> var. <i>lemanensis</i> O. Müll.)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. meneghiniana</i> Kütz. var. <i>meneghiniana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. ocellata</i> Pant.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Порядок Melosirales										
Сем. Melosiraceae										
<i>Melosira varians</i> Ag.	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Порядок Aulacosirales										
Сем. Aulacosiraceae										
<i>Aulacoseira</i> Moiss. sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>A. ambigua</i> (Grun.) Simonsen (= <i>M. ambigua</i> (Grun.) O. Müll.)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Simonsen f. <i>Granulata</i> B. (= <i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs; = <i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Ehr.) O. Müll.; = <i>M. granulata</i> var. <i>muzzanensis</i> (Meist.) Hust.)	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-
Порядок Rhizosoleniales										
Сем. Rhizosoleniaceae										
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach.	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Класс Pennatophyceae										
Порядок Araphales										
Сем. Fragilariaceae										
<i>Fragilaria</i> Lyngb. spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fr. constricta</i> Ehr. f. <i>constricta</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fr. crotonensis</i> Kitt. var. <i>crotonensis</i>	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Fr. heidenii</i> Østr. (= <i>Fr. inflata</i> (Heiden) Hust. var. <i>inflata</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fr. virescens</i> Ralfs var. <i>virescens</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fr. virescens</i> var. <i>mesolepta</i> Schönf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i> Ehr. sp.	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. actinastroides</i> Lemm.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. acus</i> Kütz. var. <i>acus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr. var. <i>ulna</i> (= <i>S. splendens</i> Kütz.)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
<i>Asterionella formosa</i> Hass. (= <i>A. formosa</i> var. <i>acaroides</i> Lemm.; = <i>A. gracillima</i> (Hantzsch.) Heib.; = <i>Asterionella</i> Hass. sp.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Сем. Diatomaceae										
<i>Diatoma tenuis</i> Agardh (= <i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Agardh; = <i>D. tenuis</i> var. <i>elongatum</i> Lyngb.; = <i>D. elongatum</i> var. <i>actinastroides</i> Krieg.; = <i>D. elongatum</i> var. <i>pachycephalum</i> Grun.; = <i>D. elongatum</i> var. <i>tenuis</i> (Ag.) V.H.; = <i>D. elongatum</i> f. <i>actinastroides</i> (Krieg.) Pr.-Lav.)	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>D. vulgaris</i> Bory Morphotyp <i>vulgaris</i> (= <i>D. vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>)	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
Сем. Tabellariaceae										
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>fenestrata</i> (= <i>T. fenestrata</i> var. <i>asterionelloides</i> Grun.)	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz. (= <i>T. fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun.)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Порядок Raphales										
Сем. Naviculaceae										
<i>Navicula</i> Bory sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i> Hass. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Pinnularia major</i> (Kütz.) Cl. var. <i>major</i> (= <i>Navicula major</i> Kütz.; = <i>P. major</i> var. <i>lacustris</i> Meist.; = <i>P. major</i> var. <i>linearis</i> Cl.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Achnantaceae										
<i>Cocconeis</i> Ehr. sp.	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz. var. <i>minutissima</i> (= <i>Ach. minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i> Grun.)	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
<i>Eunotia formica</i> Ehr.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Сем. Rhoicospheniaceae										
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot (= <i>Rh. curvata</i> (Kütz.) Grun. ex Rabenh. var. <i>curvata</i>)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Cymbellaceae										
<i>Cymbella</i> Agardh. sp.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz. var. <i>ovalis</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Сем. Gomphonemataceae										
<i>Gomphonema</i> Agardh spp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>olivaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>G. truncatum</i> Ehr. (= <i>G. constrictum</i> Ehr. var. <i>constrictum</i> ; = <i>G. constrictum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehr.) Cl.; = <i>G. constrictum</i> var. <i>capitatum</i> f. <i>curtum</i> Fricke)	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сем. Epithemiaceae										
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb. (= <i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>zebra</i> ; = <i>E. zebra</i> var. <i>porcellus</i> (Kütz.) Grun.; = <i>E. zebra</i> var. <i>saxonica</i> (Kütz.) Grun.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Nitzschiaceae										
<i>Nitzschia</i> Hass. spp.	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>N. distans</i> Greg. var. <i>distans</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch.) W. Sm.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Отдел Xanthophyta										
Класс Xanthococcophyceae										
Порядок Heterococcales										
Сем. Pleurochloridaceae										
<i>Goniochloris</i> Geitler sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. contorta</i> (Bourelly) Ettl	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>G. tripus</i> Pascher	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Сем. Sciadaceae										
<i>Centrtractus belonophorus</i> Lemm. var. <i>belonophorus</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Неопределенный вид	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Отдел Euglenophyta										
Класс Euglenophyceae										
Порядок Euglenales										
Сем. Euglenaceae										
<i>Trachelomonas</i> Ehr. sp.	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>T. armata</i> (Ehr.) Stein var. <i>armata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein em. Defl. var. <i>hispida</i>	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>T. planctonica</i> Swir. f. <i>planctonica</i>	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+
<i>T. volvocina</i> Ehr. var. <i>volvocina</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Euglena</i> Ehr. sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>E. gracilis</i> Klebs f. <i>gracilis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. acus</i> Ehr. var. <i>acus</i>	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Lepocinalis constricta</i> Matv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus caudatus</i> Hübner var. <i>caudatus</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Отдел Chlorophyta										
Класс Volvocophyceae										
Порядок Chlamydomonadales										
Сем. Chlamydomonadaceae										
<i>Chlamydomonas</i> Ehr. sp.	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Класс Protococophyceae										
Порядок Chlorococcales										
Сем. Characiaceae										
<i>Schroederia setigera</i> (Schroeder) Lemm.	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
Сем. Hydrodictiaceae										
<i>Pediastrum biradiatum</i> Meyen var. <i>biradiatum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh. var. <i>Boryanum</i> (= <i>P. bidentatum</i> A. Br.; = <i>P. boryanum</i> var. <i>brevicorne</i> Racib.; = <i>P. boryanum</i> var. <i>granulatum</i> (Kütz.) A. Br.; = <i>P. boryanum</i> var. <i>perforatus</i> Racib.)	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-
<i>P. braunii</i> Wartm. var. <i>braunii</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i> (= <i>P. duplex</i> var. <i>clathratum</i> (A. Br.) Lagerh.)	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i> W. et W.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i> Lagerh. (= <i>P. reticulatum</i> var. <i>duodenarium</i> ?; = <i>P. reticulatum</i> var. <i>punctatum</i> ?)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. privum</i> (Printz) Hegew (= <i>P. integrum</i> var. <i>privum</i>)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>tetras</i>	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg. var. <i>caudatum</i> (= <i>Polyedrium caudatum</i> (Corda) Lagerh.)	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>T. incus</i> (Teil.) G. M. Smith	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. minimum</i> (A. Br.) Hansg. var. <i>minimum</i> (= <i>Polyedrium minimum</i> (A. Br.) Chod.)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
<i>T. triangulare</i> Korschik.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Cem. Radiococcaceae										
<i>Coenococcus planctonicus</i> Korschik.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Cem. Dictyosphaeriaceae										
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood var. <i>pulchellum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>D. pulchellum</i> var. <i>nanum</i> Ermol.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Cem. Botryococcaceae										
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Cem. Oocystaceae										
<i>Siderocelis ornata</i> Fott	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lagerheimia genevensis</i> Chod. var. <i>genevensis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis</i> Näg. sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>O. borgei</i> Snow var. <i>borgei</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>O. parva</i> W. et W.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>O. pusilla</i> Hansg.	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>O. solitaria</i> Wittr. var. <i>solitaria</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Cem. Coelastraceae										
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. reticulatum</i> (Dang.) Senn var. <i>reticulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sphaericum</i> Näg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cem. Scenedesmaceae										
<i>Crucigenia apiculata</i> (Lemm.) Schmidle (= <i>Cr. reniforme</i> Swir.)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cr. fenestrata</i> Schmidle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cr. lauterbornei</i> (Schmidle) Korschik.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cr. quadrata</i> Morren	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Cr. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et W.	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
<i>T. glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff.	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. var. <i>acuminatus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sc. acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sc. arcuatus</i> Lemm. var. <i>arcuatus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Sc. bicaudatus</i> (Hansg.) Chod. var. <i>bicaudatus</i>	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>Sc. bijugatus</i> (Turp.) Kütz. var. <i>bijugatus</i> (= <i>Sc. ecornis</i> (Ralfs) Chod. var. <i>ecornis</i>)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sc. dimorphus</i> (Turp.) Kütz. var. <i>dimorphus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sc. denticulatus</i> Lagerh. var. <i>denticulatus</i>	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Sc. granulatus</i> W. et G. S. West var. <i>granulatus</i>	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
<i>Sc. obliquus</i> (Turp.) Kütz. var. <i>obliquus</i> (= <i>Sc. acutus</i> (Meyen) Chod. var. <i>acutus</i>)	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Sc. quadricauda</i> (Turp.) Bréb. var. <i>quadricauda</i> (= <i>Sc. quadricauda</i> var. <i>maximus</i> W. et G. S. West)	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>Sc. sempervirens</i> Chod.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Didymocystis inconspicua</i> Korschik.	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>D. planctonica</i> Korschik.	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Cem. Ankistrodesmaceae										
<i>Ankistrodesmus angustus</i> (Bernard.) Korschik. (= <i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.)	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>A. braunii</i> var. <i>pusilla</i> Printz (= <i>M. pusillum</i> (Printz) Kom.-Legn.)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. falcatus</i> var. <i>acicularis</i> (A.Br.) G. S. West (= <i>M. komarkovae</i> Nyg.)	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>A. gracilis</i> (Reinsch) Korschik. (= <i>S. gracile</i> Reinsch)	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>A. minutissimus</i> Korschik. (= <i>M. minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. pseudomirabilis</i> Korschik. var. <i>pseudomirabilis</i> (= <i>M. irregulare</i> (G. S. Smith) Kom.-Legn.)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyaloraphidium arcuatum</i> Korschik.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Nephrochlamys willeana</i> (Printz.) Korschik.	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>K. irregularis</i> (G. M. Smith) Korschik.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>K. lunaris</i> (Kirchn.) Möbius var. <i>lunaris</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Класс Ulothrichophyceae										
Порядок Ulothrichales										
Сем. Elakatothrichaceae										
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Ulothrichaceae										
<i>Geminellopsis fragilis</i> Korschik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gloeotila turfosa</i> Skuja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Класс Conjugatophyceae										
Порядок Gonatozygales										
Сем. Gonatozygaceae										
<i>Gonatozygon</i> De Bary. sp.	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>G. brebissonii</i> De Bary var. <i>brebissonii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Порядок Desmidiales										
Сем. Closteriaceae										
<i>Closterium gracile</i> Bréb. var. <i>gracile</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Cl. gracile</i> f. <i>elongatum</i> (W. et G. S. West) Kossinsk. (= <i>Cl. gracile</i> Bréb. var. <i>elongatum</i> W. et G. S. West; = <i>Cl. limneticum</i> Lemm.)	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Сем. Desmidiaceae (= Cosmariaceae)										
<i>Cosmarium</i> Corda sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>C. bioculatum</i> Bréb. var. <i>bioculatum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Staurastrum</i> Meyén. sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>St. chaetoceros</i> (Schröder) G. M. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>St. tetracerum</i> Ralfs var. <i>tetracerum</i>	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Staurodesmus</i> Teil. sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Xanthidium</i> Her.sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 4. – Насыщенность видами и внутривидовыми таксонами (ВВТ) отделов водорослей майского фитопланктона в изученных озерах

Отделы, классы	оз. Воробы	оз. Белое	оз. Туровейское	оз. Губеза	оз. Золовское	оз. Тумское	оз. Голубино	оз. Ёди	оз. Кайминское
Диатомовые	12	14	14	15	11	14	18	13	12
Зеленые:	17	12	7	2	8	9	5	3	11
– хлорококковые	17	12	7	2	8	9	5	3	10
– вольвоксовые	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– десмидиевые	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Золотистые	8	8	10	12	8	8	10	13	9
Цианобактерии	5	0	1	2	1	5	3	0	2
Криптофитовые	3	3	4	3	3	4	5	4	4
Динофитовые	1	1	1	2	1	2	3	3	3
Эвгленовые	1	2	1	1	1	3	3	1	2
Желто-зеленые	0	1	0	0	0	0	1	0	0
ВСЕГО	47	41	38	37	33	45	48	37	43

В видовом составе **весеннего фитопланктона озер** при обработке количественных проб наибольшее число видов и ВВТ отмечено в глубоком оз. Голубино (48). Почти столько же представителей (47) отмечено в мелководном оз. Воробы и в среднеглубоком оз. Тумское (45). Наименьшее число выявлено в среднеглубоком оз. Золовское (33). Во всех озерах в весеннее время наиболее разнообразно были представлены диатомовые водоросли. Они составляли в среднем для всех озер 33,5 % от общего числа обнаруженных представителей. Наибольший процент отмечен для среднеглубокого оз. Губеза (40,5 %), для оз. Воробы – 25,5 %. В глубоком оз. Голубино фитопланктонное сообщество было представлено диатомовыми на 37,5 %, близкое значение отмечено и для мелководного оз. Туровейское. Можно сделать вывод, что в период исследований больших различий в относительной значимости диатомовых в видовом богатстве всего фитопланктона в разноглубоких озерах не наблюдалось.

В некоторых озерах второе место занимали золотистые водоросли. В таких озерах зеленые водоросли отодвигались на третье место. В оз. Воробы, в котором лидировали зеленые хлорококковые и где диатомовые были отодвинуты на второе место, золотистые стояли на третьем месте. В большинстве озер на четвертом месте находились криптофитовые.

В состав доминировавших комплексов весеннего фитопланктона вошли представители всех названных выше отделов водорослей, а также

единственный представитель желтозеленых – *Centritractus belonophorus* (в мелководном оз. Белое), динофитовые – *Glenodinium apiculatam* (в среднеглубоких озерах Золовское и Губеза, в глубоких – Голубино и Ёди), *Woloszynskia ordinata* (во всех глубоководных озерах Кайминское, Голубино и Ёди), представитель эвгленовых – *Trachelomonas volvocina* (в глубоководном оз. Ёди и мелководном оз. Белое), а также три представителя синезеленых – в мелководном оз. Воробьи *Microcystis aeruginosa*, в среднеглубоком оз. Тумское *Aphnocapsa delicatissima* и в глубоком оз. Кайминское *Oscillatoria* sp. Среди доминировавших в большинстве озер диатомовых водорослей были представители и центрических (*Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira ambigua*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella* sp.), и пеннатных (*Synedra acus*, *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata*, *Melosira varians*) диатомей.

Таблица 5. – Насыщенность видами и внутривидовыми таксонами (ВВТ) отделов водорослей фитопланктона в изученных озерах в летнее (август) время 2009 г.

Отделы, классы	оз. Воробьи	оз. Белое	оз. Туровейское	оз. Подкостелок	оз. Губеза	оз. Золовское	оз. Тумское	оз. Голубино	оз. Ёди	оз. Кайминское
Диатомовые	6	12	8	6	4	12	3	4	5	7
Зеленые:	24	23	16	12	7	16	6	6	4	12
– хлорококковые	22	19	12	10	7	11	4	5	4	9
– вольвоксовые	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
– десмидиевые	0	3	3	2	0	4	2	1	0	3
– улотриксковые	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Золотистые	4	7	4	5	3	8	4	5	1	2
Цианобактерии	10	6	6	10	13	7	9	11	9	7
Криптофитовые	3	5	4	3	2	2	3	2	3	2
Динофитовые	2	3	2	3	2	3	2	0	2	2
Эвгленовые	3	2	1	2	2	4	2	2	0	1
Желто-зеленые	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0
ВСЕГО	52	58	42	41	33	53	31	25	24	33
Всего за весь период (май, август)	79	76	62	41	59	74	65	65	52	61

Наряду с доминированием в большинстве озер в количественном отношении диатомовых водорослей производит впечатление доминирование представителей золотистых. Некоторые из них являются редкими видами не только для Беларуси, но и для других стран. Это *Uroglenopsis apiculata*,

Uroglena gracilis, *Kephyrion sphaericum*, *Pseudokephyrion entzii*) и широкораспространенные виды (*Dinobryon sociale*, *Dinobryon divergens* и др.). При этом, например, *Uroglenopsis apiculata* входил в состав доминирующего комплекса по биомассе во всех типах озер: в мелководных озерах Белое и Туровейское он составлял на отдельных станциях до 42,5 и 56,3 % соответственно, в среднеглубоком оз. Золовское – до 64,5 %, а в глубоком оз. Кайминское – до 71,9 %.

В составе летнего фитопланктона одних Сарочанских озер, преимущественно, мелководных и среднеглубоких (Белое, Воробьи, Туровейское, Золовское), обнаружено большее число видов и ВВТ, по сравнению с майским сообществом этих озер, во всех остальных озерах видовое богатство фитопланктона было значительно меньшим (см. табл. 4 и 5). В четырех Сарочанских озерах, где отмечено увеличение видового богатства фитопланктона, оно определялось, преимущественно, представителями зеленых водорослей. В озерах, где имело место снижение видового богатства, это происходило за счет уменьшения числа представителей диатомовых водорослей. Только в оз. Золовском число видов и ВВТ диатомовых осталось почти таким же (12), как в мае (11). Уменьшилась представленность видами и ВВТ отдела золотистых.

Набор видов, входящих в доминирующие комплексы летнего фитопланктона в озерах, различался как по их количеству – от 1 (*Ceratium hirundinella* тип *furcoides* – доминант по биомассе) в озере Ёди до 8 – в озерах Голубино и Тумское (по численности организмов), так и по входящим в них представителям разных отделов: синезеленых (*Merismopedia minima*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Aphanothece clathrata*, *Microcystis aeruginosa*, *Romeria gracilis*, *Spirulina jenneri*, *Anabaena flos-aquae*, *Anabaena viguieri*, *Anabaena sphaerica* f. *macrospora*, *Gloeocapsa turgida* var. *violacea*, *Gloeocapsa minor*, *Snowella rosea*, *Gomphospaeria lacustris*, *Woronichia naegeliana*, *Oscillatoria* sp., *Oscillatoria mougeotii*, *Lyngbya limnetica*), диатомовых (*Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella* sp., *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus*, *Melosira varians*, *Aulacoseira granulata*), золотистых (*Chrysidalis peritaphrena*, *Dinobryon divergens*, *Dinobryon bavaricum*), криптоноад (*Rhodomonas pusilla*, *Cryptomonas ovata*), динофлагеллят (*Ceratium hirundinella*, *Ceratium hirundinella* тип *furcoides*, *Peridinium* sp., *Gymnodinium* sp.), вольвоксовых (*Chlamydomonas* sp.), хлорококковых (*Nephrochlamis willeana*, *Tetrastrum glabrum*, *Oocystis solitaria*, *Ankistrodesmus minutissimus*, *Ankistrodesmus gracile*, *Crucigenia tetrapedia*, *Tetraedron minimum*, *Scenedesmus bicaudatus*), эвгленовых (*Trachelomonas hispida*, *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas planctonica*, *Euglena acus*), десмидиевых (*Closterium limneticum*, *Gonatozygon brebisonii*). Можно сделать

вывод, что и в летнее время фитопланктонные сообщества большинства исследованных озер, как и весной, являются полидоминантными.

Заключение

В большинстве озер Сарочанской группы по видовому богатству в весеннее время доминировали диатомовые водоросли, в некоторых озерах второе место занимали золотистые. В летнее время в озерах, где отмечено увеличение видового богатства фитопланктона, по сравнению с весенним, оно определялось, преимущественно, представителями зеленых водорослей. В озерах, где имело место снижение видового богатства, это происходило за счет уменьшения числа представителей диатомовых. И в летнее, и в весеннее время фитопланктонные сообщества большинства исследованных озер являются полидоминантными.

Доминирование представителей золотистых водорослей, из которых отдельные являются редкими видами не только для Беларуси, но и для стран ближнего и дальнего зарубежья (*Uroglenopsis apiculata*, *Uroglena gracilis*, *Kephyrion sphaericum*, *Pseudokephyrion entzii*), а другие широко распространенными видами (*Dinobryon sociale*, *Dinobryon divergens* и др.), наряду с диатомовыми водорослями, выделяет изученные озера в число чистых, продуктивных водоемов, представляющих интерес для дальнейших научных исследований.

Благодарности: автор выражает глубокую благодарность сотрудникам НИЛ гидроэкологии, обеспечившим под руководством чл-корр. НАН Беларуси А.П. Остапени отбор проб; зав. НИЛ гидроэкологии к.б.н., доценту Б.В. Адамовичу за стимулирование к написанию статьи; к.б.н. доценту кафедры общей экологии и методики преподавания биологии к.б.н. О.С. Смольской за техническую помощь в оформлении статьи.

Список использованных источников

1. *Акимова, О.Д.* Биомасса фитопланктона озер Нарочанской группы и других озер Беларуси / О.Д. Акимова // Ученые записки БГУ. – Минск, 1953/1954. – Вып. 17. – С. 109–115.
2. *Винберг, Г.Г.* Материалы к гидрохимической характеристике озер Нарочанской группы / Г.Г. Винберг // Ученые записки БГУ. – Минск, 1953/1954 а. – Вып. 17. – С. 11–19.
3. *Винберг Г.Г.* Некоторые количественные данные по биомассе планктона озер БССР / Г.Г. Винберг // Ученые записки БГУ. – Минск, 1953/1954 б. – Вып. 17. – С. 20–37.

4. Озера Беларуси: справочник / Б.П. Власов [и др.]. – Минск: БГУ, 2004. – 284 с.
5. Михеева, Т.М. Особенности вертикального распределения фитопланктона в гетеротермном озере / Т.М. Михеева // Биол. исслед. на внутр. водоемах Прибалтики: Тр. XV межресп. науч. конф. по изуч. внутр. водоемов Прибалтики, Минск, окт. 1969 г. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – С. 21–26.
6. *Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино (1999–2019 гг.)* / Т.В. Жукова [и др.]. – Под ред. А.П. Остапени и Т.М. Михеевой / Минск: БГУ, 1999–2019.
7. Михеева, Т.М. Методы количественного учета нанофитопланктона (обзор) / Т.М. Михеева // Гидробиол. журн. – 1989. – Т. 25, № 4. – С. 3–21.
8. *Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино (2014)* / Т.В. Жукова [и др.]. – Под ред. Т.М. Михеевой. Минск: БГУ, 2015. – 111 с.

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

УДК639.3.091:615.284(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «ДИПЛОЦИД» В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.В.БЕСПАЛЫЙ, С.М. ДЕГТЯРИК

РУП «Институт рыбного хозяйства».

г. Минск, Республика Беларусь, 220024.

e-mail: salmotmf@gmail.com

EFFICIENCY OF VARIOUS APPLICATION METHODS OF THE DRUG "DIPLOCIDUM" IN PRODUCTION CONDITIONS

A. BIASPALY, S. DEGTYARIK

RUE «Fish industry institute».

22, StebenevaStr., Minsk, 220024, Belarus

e-mail: salmotmf@gmail.com

Статья поступила 20.11.2020 г.

Резюме. В данной работе приводится анализ основных показателей применения препарата «Диплоцид», позволяющих судить о целесообразности его использования в производственных условиях – экономической и терапевтической эффективности. Результаты анализа свидетельствуют о том, что препарат «Диплоцид» является эффективным средством как для лечения (применяется методом группового кормления и методом лечебных ванн), так и для профилактики (применяется методом обработки рыбы в прудах) диплостомоза у рыб.

Ключевые слова: Диплоцид, диплостомоз рыб, терапевтическая эффективность, экономическая эффективность, качество продукции.

Abstract. The paper analyzes the main indicators of the application of the drug "Diplocidum", allowing to assess the feasibility of its use in industrial conditions - economic and therapeutic efficiency. The results of the analysis indicate that the drug "Diplocidum" is effective both for treatment (used by group feeding and the method of therapeutic baths) and for the prevention (used by processing fish in ponds) of diplostomosis in fish.

Key words: Diplocidum, fish diplostomosis, therapeutic efficacy, economic efficiency, product quality.

Введение. Аквакультура Беларуси является одной из динамично развивающихся отраслей животноводства. При этом основным направлением аквакультуры по - прежнему остается прудовое рыбоводства, а основным источником увеличения объема рыбоводной продукции является интенсификация отрасли. Данный процесс предполагает решение ряда задач, включающих в себя разработку и усовершенствование технологий ведения прудового рыбоводства, в первую очередь за счет организации полноценного кормления рыбы. Так же процесс интенсификации подразумевает под собой и более рациональное использование имеющегося прудового фонда, что неизбежно ведет к увеличению плотностей посадки рыбы в производственных прудах [1, 11]. Однако для получения качественной продукции особая роль должна уделяться не только процессам кормления, но и вопросам охраны здоровья выращиваемых объектов. Известно, что эпизоотическая ситуация в производственных прудах оказывает прямое влияние как на их продуктивность, так и на качество получаемой продукции [5, 9, 10].

Выращивание рыб в производственных условиях, при повышенных плотностях посадки, может приводить к тому, что заболевание любой этиологии становится причиной снижения и ухудшения качества товарной продукции или полной ее потери. Диплостомоз рыб является заболеванием паразитарной этиологии, которое при определенных условиях (высокая плотность посадки рыб) способно наносить существенный вред культивируемым гидробионтам и, тем самым, причинять экономический ущерб рыбоводным хозяйствам. Сложный цикл развития паразита, включающий в себя моллюсков и рыбоядных птиц, способствует его широкому распространению в производственных прудах и садках открытого типа [4, 6, 14].

Известно, что данное заболевание протекает при двух течениях: острое – характерное для рыб младших возрастных групп и хроническое – характерное для рыб старших возрастных групп. Диплостомоз при остром течении является более опасным и может вызывать гибель до 70%, а в некоторых случаях и 100% рыбы младших возрастных групп - личинки и сеголетка. Хроническое течение заболевания менее опасно, однако приводит к тому, что больная рыба отстает в росте, происходит ее истощение и поражение патогенной микрофлорой. В результате этого происходит ухудшение ее товарных качеств, а потеря товарной продукции может достигать 20% [5, 8]. Поэтому, наличие на отечественном рынке препаратов, позволяющих проводить на их основе эффективные профилактические и лечебные мероприятия, является одним из условий успешного развития рыбоводства. В связи с этим сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» с целью терапии и профилактики диплостомоза

у рыб, выращиваемых в условиях аквакультуры (представителей семейств Карповые, Лососевые и Осетровые) был разработан препарат антигельминтного действия «Диплоцид» [14].

Целью данной работы являлось изучение и оценка эффективности применения препарата «Диплоцид» с профилактической и лечебной целью в производственных условиях.

Материал и методика. Апробацию в производственных условиях проводили на базе следующих рыбоводных хозяйств: на рыбах сем. Осетровые - в ОАО «ОР «Селец» (вегетационный период 2017 года); на рыбах сем. Лососевые - в ЗАО «Птичь» (вегетационный период 2018 года); на рыбах сем. Карповые - в ОАО «Красная Слобода» (вегетационный период 2018 года). Препарат «Диплоцид» применяли согласно «Инструкции по применению препарата ветеринарного «Диплоцид»: в профилактических целях - методом обработки рыбы в прудах (МОРП); с терапевтической целью – методом группового кормления (МГК) и методом лечебных ванн (МЛВ) [7]. Эффективность вышеуказанных методов определяли путем анализа терапевтической и экономической эффективности в производственных условиях.

Показатели экономической эффективности рассчитывали опираясь на данные, предоставленные рыбоводными хозяйствами, согласно «Методике определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий», утвержденной ГУВ МСХ и П РБ 12 мая 2009 г. При анализе экономической эффективности рассчитывали следующие показатели: суммарный экономический ущерб от заболевания ($У$, руб.); затраты на ветеринарные мероприятия ($З_v$, руб.); предотвращенный экономический ущерб ($П_u$, руб.); экономический эффект ($Э_v$, руб.); экономическая эффективность на 1 рубль затрат ($Э_p$, руб. / 1 руб. затрат) [2, 12].

Показатели терапевтической эффективности рассчитывали по общепринятым в паразитологии и ихтиопатологии методикам. При изучении терапевтической эффективности измеряли «до» и «после» применения препарата следующие показатели: экстенсивность инвазии ($ЭИ$, %) и интенсивность инвазии ($ИИ$, пар./ гол.); после применения - экстенсивность ($ЭЭ$, %). Для оценки применения препарата с профилактической целью сравнивали показатели «до» и «после» между опытной и контрольной группами; с терапевтической целью - сравнивали между собой показатели «до» и «после» только в опытной группе [3, 4, 8, 13].

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время «Диплоцид» является единственным отечественным препаратом, предназначенным для профилактики и лечения диплостомоза рыб,

вызываемого личиночными стадиями трематод *Diplosomum spp.* – церкариями и метацеркариями.

Экономическая эффективность. Полученные в результате проведения опытов показатели экономической эффективности методов применения препарата «Диплоцид» приведены в табл. 1.

Таблица 1. – Экономическая эффективность препарата «Диплоцид» при применении различными методами

Вид рыб	Метод применения	Экономические показатели					Прим.
		У, руб.	Зв, руб.	Пу, руб.	Эв, руб.	Эр, руб. / 1 руб. затрат	
Стерлядь	МОРП	2266,43	176,04	995,62	819,58	4,66	В ценах 2017 года
	МГК	2196,05	189,79	1066,0	876,21	4,62	
	МЛВ	2530,03	211,95	1265,81	1053,86	4,97	
Радужная форель	МОРП	1147,50	95,33	540,0	444,67	4,66	В ценах 2018 года
	МГК	1147,50	112,89	540,0	427,11	3,78	
	МЛВ	184,50	38,78	153,0	114,22	2,95	
Карп	МОРП	1,12	48,47	173,62	125,15	2,58	В ценах 2018 года
	МГК	34157,92	1202,76	5529,09	4321,33	3,59	
	МЛВ	1111,82	99,66	402,58	302,92	3,04	
Белый амур	МОРП	0,90	26,28	81,41	55,13	2,10	В ценах 2018 года
	МГК	5045,09	226,79	854,19	627,40	2,77	
	МЛВ	890,81	77,00	240,94	163,94	2,13	
Пестрый толстолобик	МОРП	1,38	54,67	180,58	125,92	2,30	В ценах 2018 года
	МЛВ	592,70	134,62	658,30	523,68	3,89	
	МГК	из-за физиологических особенностей вида данный метод не применялся.					

Метод обработки рыбы в прудах. Основной показатель «экономическая эффективность» при данном методе применения препарата находился в пределах от 2,10 до 4,66 рубля на рубль затрат. Более низкий показатель у карповых рыб связан с тем, что они выращивались в производственных прудах, в то время как стерлядь и радужная форель выращивались в бетонных садках. Этот факт повлиял на увеличение затрат по статье «затраты на ветеринарные мероприятия», т.к. пруды имеют значительно большую площадь, что ведет к увеличению трудозатрат на их обработку и количества препарата, необходимого для обработки. Следствием этого является снижение экономической эффективности.

Метод группового кормления. Основной показатель «экономическая эффективность» при данном методе находился в пределах от 2,77 до 4,62 рубля на рубль затрат. При применении данного метода стоит отметить, что основная часть затрат ложится на закупку лечебного препарата и изготовление лечебного

корма. Стоит отметить также тот факт, что данный метод терапии не подходит такому виду рыб, как пестрый толстолобик в связи с биологическими особенностями (рыбы данного вида практически не потребляет комбикорм).

Метод лечебных ванн. Основной показатель «экономическая эффективность» при данном методе находился в пределах от 2,13 до 4,97 рубля на рубль затрат (таблица 1). При данном методе основные затраты зависят от объема емкостей в которых обрабатывается рыба и количества рыбы, подвергающейся обработке.

В целом, анализ экономической эффективности методов применения препарата «Диплоцид» показал, что в независимости от метода применения препарата данный показатель находился на уровне 2,10 - 4,66 рубля на 1 рубль затрат, что свидетельствует о значительном экономическом эффекте.

Терапевтическая эффективность. Одним из важнейших критериев оценки возможности применения препарата с целью дегельминтизации является показатель экстенсэффективности – соотношение количества выздоровевших животных и общего количества пролеченных животных, выраженное в процентах. Степень зараженности рыбы трематодами *Diplostomum spp.* и эффективность методов применения препарата представлены в табл. 2.

Таблица 2. – Терапевтическая эффективность препарата «Диплоцид» при различных методах применения

Вид рыб	Метод применения	Изучаемые показатели				ЭЭ, %
		до обработки		после обработки		
		ЭИ, %	ИИ, пар./гол.	ЭИ, %	ИИ, пар./гол.	
Стерлядь	МОРП	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{52}{72}$	$\frac{1,5}{3,2}$	0
	МГК	82	3,5	10	1,5	88
	МЛВ	60	3,5	2	0,5	98
Радужная форель	МОРП	$\frac{100}{100}$	$\frac{28,6}{28,8}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{29,4}{34,4}$	0
	МГК	100	29,0	30	3,2	70
	МЛВ	100	28,9	20	2,2	80
Карп	МОРП	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{32}{40}$	$\frac{1,8}{2,8}$	0
	МГК	42	2,6	10	1,6	82
	МЛВ	56	2,6	8	1,8	88
Белый амур	МОРП	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{46}{64}$	$\frac{1,7}{3,1}$	0
	МГК	60	3,6	14	1,8	78
	МЛВ	84	5,1	6	1,3	93
Пестрый Толстолобик	МОРП	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{74}{84}$	$\frac{1,8}{4,1}$	0
	МГК	98	4,0	90	4,0	8
	МЛВ	100	8,1	8	1,4	92

Примечание: числитель – данные опытной групп; знаменатель – контрольной группы

Метод обработки рыбы в прудах. Из данных, представленных в табл. 2 следует, что показатель ЭЭ во всех случаях ровнялся нулю. Это свидетельствует о том, что применение препарата данным методом не оказывает терапевтического эффекта. Однако, анализируя показатели ЭИ и ИИ, отмечаем, что в группе, где проводили профилактическую обработку, данные показатели ниже (уровень инвазированности рыб трематодами *Diplostomum spp.* в опытных группах уменьшился в 1,1 - 2,8 раз). Отсутствие экстенсэффекта и уменьшение показателя ИИ прямо указывает на то, что метод обработки рыбы в прудах оказывает лишь профилактический эффект и может применяться в производственных условиях исключительно с этой целью.

Метод группового кормления. Показатель ЭЭ при применении лечебного корма находился на уровне 70 - 88 %, что свидетельствует о высокой терапевтической эффективности этого метода. Особо стоит отметить, что у пестрого толстолобика данный показатель составил 8%, что, по-видимому, является следствием случайного попадания в его рацион питания лечебного корма, т.к. данный вид является фильтратором и комбикорма не потребляет. Указанная физиологическая особенность этого вида рыб не позволяет применять для него в качестве терапии метод группового кормления.

Метод лечебных ванн. Установлено, что показатель ЭЭ при данном методе применения препарата находился на уровне 80 - 98 %, что свидетельствует о высокой терапевтической эффективности этого метода.

Таким образом, анализ полученных нами данных свидетельствует о том, что препарат «Диплоцид» имеет довольно высокую степень терапевтической эффективности и может применяться как для профилактики, так и лечения диплостомоза у рыб. Полученные данные подтверждены соответствующими актами о применении препарата ветеринарного «Диплоцид» в производственных условиях.

Заключение

При изучении терапевтической эффективности методов применения препарата «Диплоцид» в производственных условиях нами было установлено, что данный препарат отвечает одному из основных требований, предъявляемым к антигельминтным препаратам – обладает высокой лечебной и профилактической эффективностью. Экономическая эффективность применения препарата «Диплоцид» при проведении профилактических мероприятий составляет 2,10 – 4,66 рубля на рубль затрат и способствует снижению уровня инвазированности в 1,1 - 2,3 раз; при применении препарата в лечебных целях - минимальная экономическая эффективность таких

мероприятий составляет 2,13 – 4,66 рубля на рубль затрат, а экстенсивность – 70 - 98 %.

Список использованных источников

1. Агеец, В. Ю. Научное обеспечение развития рыбной отрасли Беларуси / В. Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Науч.-практ. центра Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2017. – Вып. 33. – С. 8–22.

2. Лозовский, В. А. Алгоритмы определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий : учеб.-метод. пособие / В. А. Лозовский, В. А. Машеро, Д. Д. Морозов ; Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 44 с.

3. Архипов, И. А. Антигельминтики: фармакология и применение / И. А. Архипов. – М. : [б. и.], 2009. – 409 с.

4. Практикум по ихтиопатологии : учебник / Н. А. Головина [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. – М. : Моркнига, 2016. – 417 с.

5. Повышение продуктивности предприятий аквакультуры Беларуси путем борьбы с некоторыми паразитами рыб / С. М. Дегтярик [и др.] // Современные проблемы общей и частной паразитологии : материалы II междунар. паразитол. симп., 6–8 нояб. 2016 г. / С.-Петербург. гос. акад. ветеринар. медицины. – СПб., 2017. – С. 77–81.

6. Новое в борьбе против диплостомозов рыб / С. М. Дегтярик [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. // Вопросы рыбного хозяйства : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Науч.-практ. центра Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2015. – Вып. 31. – С. 223–233.

7. Инструкция по применению препарата ветеринарного «Диплоцид» [Электронный ресурс] // Белагроген. – Режим доступа: https://www.belagrogen.by/images/instructions/Dimikarb_09.10.2018_inst-m.pdf. – Дата доступа: 30.09.2020.

8. Ихтиопатология : учебник / Н. А. Головина [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. – М. : Мир, 2003. – 448 с.

9. Марченко, А. П. Ветеринарно-санитарная оценка качества рыбы при диплостомозах / А. П. Марченко, Н. Е. Горковенко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. 73-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2017 г., Краснодар, 25 апр. 2018 г / Куб. гос. аграр. ун-т ; редкол.: Н. А. Москалева [и др.]. – Краснодар, 2018. – С. 196–198.

10. Новые аспекты борьбы с инвазиями основных объектов аквакультуры Беларуси / А. В. Беспалый [и др.] // Теория и практика борьбы с паразитар. болезнями. – 2019. – № 20. – С. 102–107.

11. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585 [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21600196>. – Дата доступа: 30.10.2020.

12. Безбородкин, Н. С. Определение экономической эффективности мероприятий в ветеринарной медицине : учеб.-метод. пособие / Н. С. Безбородкин, В. А. Машеро ; Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины – Витебск : ВГАВМ, 2009. – 40 с.

13. Учет эффективности дегельминтизации // Паразитология и инвазионные болезни животных : метод. указания по выполнению лаб. работ / сост.: Д. М. Коротова, Л. М. Кашковская ; Саратов. гос. аграр. ун-т. – Саратов, 2016. – С. 38–39.

14. Разработать и внедрить антгельминтный препарат для защиты прудовых рыб от диплостомозов : отчет о НИР (заключ.) / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; рук. темы Э. К. Скурат. – Минск, 2014 – 73 с. – № ГР 20115775.

СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

УДК 659.15

АКТУАЛЬНОСТЬ ВИРТУАЛЬНЫХ ВЫСТАВОК В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

Г.И. КОРНЕЕВА, А.С. ГРИГОРЬЕВА

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

THE RELEVANCE OF VIRTUAL EXHIBITIONS IN A PANDEMIC

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: domryb@tut.by*

H. KARNEYEVA, A. GRIGORJEVA

Статья поступила 07.11.2020 г.

Резюме. В статье изложен альтернативный вариант проведения виртуальных выставок, в связи с проблемами при проведении классических выставок во время пандемии. Представлены особенности организации и реализации идей на виртуальных выставках, показаны преимущества и недостатки.

Ключевые слова: виртуальная выставка, интернет, технологии.

Abstract. The article outlines an alternative option for holding virtual exhibitions, due to the problems with holding classic exhibitions during a pandemic. The features of the organization and implementation of ideas at virtual exhibitions are presented, the advantages and disadvantages are shown

Key words: virtual exhibition, internet, technology.

В быстро меняющихся условиях рынка любой организации крайне важно обеспечивать реальных и потенциальных потребителей наиболее полной и достоверной информацией о себе и о своих видах деятельности. Выставка – это хорошая возможность для демонстрации достигнутых деловых успехов, эффективная рекламная акция, возможность найти новых партнёров и

заказчиков, заключить новые договора, оценить тенденции рынка, определить своё положение на нём [1].

Не вызывает сомнений, что Интернет как инструмент маркетинговых коммуникаций с каждым годом увеличивает свою значимость для организаций и потребителей независимо от масштаба и сферы деятельности, заменяя собой частично, а в некоторых случаях и полностью, традиционные каналы коммуникаций [2].

В настоящее время в период пандемии люди стали с гораздо большей осторожностью относиться к любым форматам взаимодействия, предполагающим массовые социальные контакты. Проще говоря, чем с меньшим количеством людей нужно контактировать – тем лучше. Поэтому в наиболее уязвимом положении во время пандемии оказалась самые крупные, массовые выставки, представлявшие собой комбинацию делового мероприятия и народного праздника, которые посещали десятки и даже сотни тысяч людей. В качестве примера можно привести международную выставку «Белагро», в которой уже много лет принимают участие институты НАН Беларуси. В текущем 2020 году после многократных переносов, она все же состоялась в конце сентября начале октября. Однако посещаемость павильонов оказалась настолько низкой, что ее даже невозможно сравнить с предыдущими годами [4].

Сочетание традиционного и нового подразумевает активное внедрение новых технологий и в выставочную работу. Прежде всего это касается электронных технологий. В данном случае есть свои преимущества [1].

Состав посетителей электронных выставок станет более целевым. На обычную выставку приходят сотни человек, и большая часть из них не является его целевой аудиторией. Отметка об увеличении количества посетителей выставки ради «повышения посещаемости» за счет нецелевых групп посетителей перестанет быть эффективной стратегией. Будет больше востребована точечная работа организаторов выставок по поиску и приглашению посетителей в соответствии с интересами участников.

В настоящее время нет четкого определения, что такое виртуальная выставка. Предлагаются различные определения этой формы работы. Виртуальная выставка – это новый вид информационного обслуживания пользователей, синтез новейшего электронного способа предоставления информации. С другой стороны, виртуальная выставка является новым, многофункциональным информационным ресурсом, предоставляющим широкому кругу пользователей возможность повысить эффективность взаимодействия между организациями, поиска информации об организации и

видах ее деятельности, расширить круг необходимых материалов (тексты, графика, аудио, видео и др.) [4].

Неоспоримые преимущества этих ресурсов, в отличие от традиционных выставок, в том, что время их проведения не ограничено, они доступны для посетителя в удобное для него время. Её можно разместить на сайте Института, и сейчас это направление деятельности очень актуально и востребовано.

Цель виртуальной выставки – публичное виртуальное представление различных видов информации. Такая выставка мобильна, компактна, содержательна и является актуальным проводником для контакта между людьми и заинтересованными организациями. Каждая выставка может быть выполнена с помощью оригинального мультимедийного дизайна, в том числе имитирующего пребывание на выставке, облегчающего навигацию и восприятие информации.

Виртуальная выставка при хорошей подготовке, может предоставлять дополнительные возможности и преимущества, в сравнении с традиционной.

Преимущества виртуальной выставки.

Использование информационных технологий делает виртуальную выставку живой и динамичной. Яркие, красочные, с мультипликацией, использованием игровых моментов, переключающие внимание с анимационных заставок на статичную страничку, виртуальные выставки привлекательны для посетителей и способствуют запоминанию информации.

Виртуальная выставка не ограничена местом и временем – с любого компьютера, в любом месте и в любое время суток можно получить в полном объеме всю необходимую информацию по данной теме.

Выставка рассчитана на разную аудиторию. Познакомиться с ней может каждый желающий. Использование виртуальных выставок дает возможность дистанционного общения со специалистами, без необходимости планирования поездки к территориально обозначенному стенду на выставке.

На виртуальной выставке можно представить большое количество экспонатов, не занимая реального пространства, что экономит финансовые затраты на аренду площадей.

Работу выставки можно запускать в автоматическом режиме, оснатив ее озвученным текстом и демонстрируя без специального сопровождения.

Виртуальные выставки можно использовать и как выездные – их содержимое возможно демонстрировать в различных научных учреждениях и в помещениях на производственных участках.

Организаторы выставки могут не беспокоиться за сохранность представленных экспонатов, экономя при этом трудовые ресурсы.

Виртуальные выставки могут функционировать продолжительное время и даже постоянно.

Имеется возможность перенаправлять пользователя на другие ресурсы, разместив ссылки на объекты и предприятия, где внедрены научные разработки.

Размещение выставки на сайте института, а также рекламных ссылок на нее на других сайтах позволяет увеличить число ее посетителей, а значит, и потенциальных клиентов [7].

Виртуальная выставка решает в организации ряд задач.

Сотрудники осваивают новый вид работы, применив цифровые технологии к выставочной работе;

Экспозиция сохраняется на более длительный срок, чем это предусматривает традиционная выставка;

Поддерживается сохранность выставочного фонда экспонатов, так как материал представлен в электронном виде;

Удаленный пользователь получает возможность пользоваться информационными ресурсами организации.

Создание виртуальных выставок – это не только современный метод демонстрации информации, связанный с развитием компьютерных технологий, но и возможность полнее удовлетворить информационные потребности потребителей в условиях пандемии.

У каждого института есть необходимость показать свои возможности и привлечь внимание потребителей к видам своей деятельности. Информационно-коммуникационные технологии позволяют организации не только углубить и расширить свою работу, но и внедрять новые формы. Сегодня одна из серьезных проблем – предупреждение скопления людей на массовых мероприятиях. Следует отметить тенденции, что информационные технологии представляют серьезную конкуренцию традиционным источникам информации. Современные технологии обладают значительным потенциалом для продвижения информации и могут использоваться как с организациями, так и с частными потребителями [4].

Виртуальная выставка позволяет:

- 1) Разместить сведения об организации на интернет-портале;
- 2) Разместить на специализированных информационных разделах виртуального стенда подробные комментарии своих специалистов, баннеры и ссылки своих партнёров, а также иную актуальную для вашей организации информацию;
- 3) Виртуальная выставка предполагает простоту и удобство использования ресурса, позволяющие посетителям получить подробную

информацию об институте, непосредственно на рабочем месте, вне зависимости от географического местоположения пользователя

4) Позволяет оперативно корректировать информацию об институте, предложениях, достижениях и т.д.

5) Способствует увеличению посещаемости и подъём в рейтингах официального сайта организации за счёт ссылок, размещенных на виртуальном стенде [3].

Создавая виртуальные выставки, доступные онлайн, институты дают возможность удаленному пользователю воспользоваться информационными ресурсами, касающимися не только организации в целом, но и каждого подразделения, связаться с конкретными специалистами. Такие выставки раскрывают свой научный потенциал, сохраняют экспозицию на длительный срок и позволяют «привлечь новую целевую аудиторию, повысить репутацию и создать положительный образ разных направлений своей деятельности» [6].

На современном этапе почти у каждой организации есть свои сайты в Интернете, не является исключением РУП «Институт рыбного хозяйства» с сайтом www.belniirh.by, на котором собрана различная информация, в том числе многолетние научные публикации.

Функциональность и экологичность виртуальных выставок.

Профилактические меры в связи с пандемией ограничивают проведение мероприятий, даже с небольшой аудиторией. Выставки, которые ранее проводились на выставочных площадках в течение нескольких дней и объединяли сотни организаций и предприятий, отходят на второй план. Профессиональные, узкоспециализированные выставки, длившиеся ранее неделю или две, могут стать редкостью.

При сокращающейся продолжительности выставок становятся менее востребованы площади. Для строительства стендов в небольших организациях могут быть использованы более легкие и экологичные материалы (легкие каркасы, ткани, картон), меньше использоваться массивные конструкции, которые, кроме всего прочего, являются значительным источником мусора. Утилизация мусора, остающегося после демонтажа выставочных стендов, уже сейчас является серьезным и дорогостоящим вопросом.

Что касается крупногабаритных экспонатов – на их доставку и установку требуются значительные ресурсы, автотранспорт.

Временной промежуток искусственного освещения для демонстрации образцов может быть сокращен и связан с посещениями целевых клиентов. Гигиена и безопасность, несомненно, становятся одними из приоритетов.

В настоящее время следует забыть о традиционной пожатии рук при встрече. Это относится также к визиткам и брошюрам (еще одна форма

физического контакта) – они могут быть заменены QR-кодами, через которые посетитель будет напрямую получать контактную информацию на свой телефон [7].

В будущем планируется минимизация необязательных социальных контактов. На выставках появятся полностью закрытые стенами стенды, куда нельзя будет попасть просто так, без предварительной договоренности. Целевые посетители будут посещать выставку по строго заданному маршруту, посещая заранее оговоренные стенды, а не прогуливаться по проходам в свободном режиме.

Появляется все больше информации о развивающейся тенденции гибридного формата выставок, где офлайн и онлайн являются равнозначными и взаимодополняющими компонентами мероприятия и после пандемии станет новой нормой. Онлайн-часть будет приносить эффект участникам выставки круглый год, позволит сформировать тематическое профессиональное сообщество, встречающееся в рамках вебинаров и консультаций, а также информационно-образовательной платформы, служащей для обмена экспертной информацией [7].

Недостатки виртуальной выставки.

Создание и просмотр виртуальной выставки требует наличия компьютера. Не каждый ПК соответствует требованиям, необходимым для просмотра выставки.

Не каждый специалист организации обладает необходимыми умениями, для того чтобы ознакомиться с виртуальной выставкой.

При технических неполадках представление выставки и ее просмотр становится невозможным.

Производитель виртуальной выставки должен обладать необходимыми компьютерными умениями и художественным вкусом.

Виртуальный выставочный стенд.

Виртуальный выставочный стенд может быть представлен как информационный буклет и рекламная площадка одновременно. Они должны содержать об институте подробную и доступную информацию для широкой аудитории через Интернет.

Преимуществом является неограниченное рекламное время, которое работает на участника выставки.

Одновременное размещение сведений об участнике выставки в информационной системе страны и за рубежом.

На стенде должна быть предоставлена возможность разместить на специализированных информационных разделах стенда подробные комментарии своих специалистов, аудио, видеоматериалы, баннеры и ссылки своих партнеров, а также иную актуальную для института информацию.

Важными условиями должны быть простота и удобство использования ресурса, позволяющие посетителям виртуальных выставок получить подробную информацию о продукции и услугах фирмы непосредственно на рабочем месте, вне зависимости от географического местоположения пользователя;

К стенду должен быть доступ администратора и специалистов для возможности оперативного корректирования информации о деятельности и услугах института, предложениях и достижениях, прайс-листы и т.д.

Увеличение посещаемости и, как следствие, подъём в рейтингах, официального сайта института достигается за счет ссылок, размещённых на виртуальном стенде.

За счет индексирования участников виртуальных стендов в ведущих мировых поисковых системах расширяется круг партнеров, инвесторов и клиентов не только в собственной стране, но и за рубежом.

Для размещения виртуального стенда институт должен иметь несколько типов стендов на выбор, отличающихся дизайнерским решением, степенью наполнения, масштабностью и разными цветовыми гаммами.

Виды и форматы виртуальных выставок.

- выставка разработок одного научного подразделения;
- выставка нескольких последних разработок института разных подразделений;
- презентация конкретной наиболее актуальной разработки с видеообзором и рекомендациями специалиста;
- выставка с демонстрацией внедренных разработок на конкретных предприятиях или хозяйствах с видео- или аудиозаписью;
- выставка разработок института в виде ленты времени;
- выставка разработок конкретного специалиста в виде ленты времени;
- демонстрация научно-производственной базы, показывающей технические возможности, позволяющие проводить новые исследования.

Преимущества и ограничения виртуальной выставки позволяют говорить о том, что разработка виртуальной выставки нуждается в квалифицированных в данной области специалистах.

В институте для создания эффективно работающей виртуальной выставки требуется специальная методика подготовки, отличающаяся от методики подготовки традиционных выставок

Методика организации электронных выставок подчеркивает, что выставка должна быть удобна для восприятия пользователем в веб-пространстве и может содержать следующую информацию:

- визуализацию видов деятельности,

- аналитическую информацию о текущих разработках,
- сведения о лабораториях и специалистах,
- сведения о материально-технической базе института,
- возможности института о расширении видов деятельности,
- ссылки на тексты отчетов научных исследований, если они доступны в библиотеке или сети Интернет [5].

Распространение онлайн-платформ необходимо как новое направление развития выставок. При всех достоинствах и недостатках виртуальных площадок, классические выставки все же останутся.

Следует отметить, что только реальные выставки дают возможность в течение одного-двух дней лично протестировать продукцию ряда производителей, провести переговоры с руководством организаций и подписать контракты. Основа любого бизнеса – это доверие, а установить доверительные отношения по интернету гораздо сложнее.

Заключение

В настоящее время научным организациям необходимо использовать новые технологии для развития научно-технической информации и развивать творческие способности своих реальных и потенциальных пользователей. На сегодняшний день виртуальная выставка – это сочетание разнообразных форм и методов работы, технологий и технических возможностей, позволяющих наполнить новым содержанием традиционную выставочную деятельность и сделать её новой формой информационного обеспечения.

Таким образом, несмотря на то, что традиционная выставка для института остается главной площадкой для демонстрации своих достижений, обмена опытом и решения широкого круга других важных задач, виртуальная выставка превращается в модифицированный инструмент маркетинговых коммуникаций со своими новыми характеристиками и новыми возможностями.

Виртуальная выставка, прежде всего, снимает значительное количество ограничений, характерных для традиционной выставки: для организаторов – масштаб, площадь экспозиции и количество участников, для экспонентов – размер экспозиции, для посетителей – географические и временные ограничения доступа к экспозиции.

Как инструмент маркетинговых коммуникаций виртуальная выставка за счёт современных высокоинтеллектуальных программных сервисов может обеспечить персонализацию взаимоотношений с каждым из посетителей, существенно трансформировав всю маркетинговую деятельность института.

Список использованных источников

1) Чижанова, Е. А. Виртуальные выставки: новые технологии [Электронный ресурс] / Е. А. Чижанова. – Режим доступа: <http://www.library.ru/help/docs/n70137/virtual.doc>. – Дата доступа: 23.11.2020.

2) Довгань, С. М. Виртуальные выставки – новые возможности маркетинговых коммуникаций / С. М. Довгань, Н. В. Шинкаренко // Инновации в создании и управлении бизнесом : материалы междунар. науч. конф. преподавателей, сотрудников и аспирантов, Москва, 15–17 окт. 2020 г. / Рос. ун-т дружбы народов [и др.]. – М., 2015. – С. 25–30.

3) Савельев, В. Виртуальная выставка и технологии ее создания / В. Савельев // Образование. Карьера. О-во. – 2011. – № 3 (32). – С. 84–85.

4) Виртуальные книжные выставки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/programming/2c0a65635a3bc69b4d43b88421216d26_0.html/. – Дата доступа: 24.09.2020.

5) Назарова, Е. А. Значение виртуальной выставки в популяризации фондов библиотеки / Е. А. Назарова // Инновационное развитие университетской библиотеки: менеджмент и маркетинг : материалы II науч.-практ. конф., г. Орел, 26 апр. 2018 г. / Орл. гос. аграр. ун-т. – Орел, 2018. – С. 102–104.

6) Кулева, О. В. Веб-сервисы для создания виртуальных выставок в библиотеках: преимущества и недостатки / О. В. Кулева // Информ. ресурсы России. – 2015. – № 1. – С. 23–26.

7) Введенский, Е. Перезагрузка. Как пандемия изменит выставки и индустрию событий выставки [Электронный ресурс] / Е. Введенский. – Режим доступа: <https://news.tut.by/economics/685198.html>. – Дата доступа: 03.10.2020.

**ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В
РУП «ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»**

Г.И. КОРНЕЕВА, В.Т. КОРОТКИХ, А.С. ГРИГОРЬЕВА *

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

PATENT RESEARCH IN RUE «INSTITUTE OF FISHERIES»

H.I. KARNEYEVA, V.T. KOROTKIKH, A.S. GRIGORJEVA *

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: domryb@tut.by*

** УО «Belarusian State Agrarian Technical University»*

Статья поступила 22.10.2020 г.

Резюме. В статье изложено о проведении патентных исследований в Институте рыбного хозяйства. Представлены актуальные материалы, касающиеся направлений, этапов и результатов проведения патентных исследований в НИР.

Ключевые слова: патентные исследования, рыбоводство, научные проекты.

Abstract. The article describes the conduct of patent research at the Institute of Fisheries. Relevant materials related to directions, stages and results of patent research in research and development are presented.

Key words: patent research, fish farming, scientific projects.

Патентные исследования – это информационно-аналитические исследования на основе анализа источников патентной информации с привлечением других видов научно-технической информации. Они включают в себя исследования технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности, исследования патентоспособности и анализ патентной чистоты. Они позволяют учесть технологические приоритеты, структуру портфелей НИОКР, ключевые инновации. Также они определяют текущий технический уровень рассматриваемой области. Данные исследования определяют стратегию вывода и правовой охраны инновационной продукции (включая зарубежные рынки) [1].

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 27 мая 2019 г. № 197 «О научной, научно-технической и инновационной деятельности», определяющим приоритетные направления, каждый год изобретатели РУП «Институт рыбного хозяйства» успешно решают научно-технические проблемы и вопросы в соответствии с тематическим планом. Они определяются на основе Концепции национальной безопасности, Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития, а также результатов комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь. Как правило, каждая разработка заканчивается подачей заявки на изобретение при методической помощи патентной службы и выдачей охранного документа (авторского свидетельства и патента).

Поиск осуществляется по открытым базам данных, включая зарубежные:

- База патентов Беларуси:

<https://bypatents.com/>

- Роспатент:

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/

- European patent office:

https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP

- World Intellectual Property Organization

<https://patentscope.wipo.int/search/en/structuredSearch.jsf>

- USA patent office

<http://patft.uspto.gov/>

- Google patents

<https://patents.google.com/advanced>

Существует ряд коммерческих баз данных, ориентированных на построение патентных ландшафтов:

- Global Patent Index

- PatStat (ЕПВ),

- Clarivate Innovation (компании Clarivate Analytics)

- Questel Orbit (компании Questel)

- PatBase (компании Minesoft)

- TotalPatent (компании LexisNexis)

- WIPS Global (Корея)

- PatSeer (компании Gridlogics)

Проведение патентных исследований включает следующие этапы:

- определение задач и разработка заданий патентных исследований;

- разработка регламента поиска информации;

- поиск и отбор патентной и другой научно-технической информации в соответствии с утвержденным регламентом;
- систематизация и анализ отобранной информации;
- оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях [1].

В РУП «Институт рыбного хозяйства» с 1976 (год создания патентной службы) предложено, оформлено и подано 189 заявок на изобретения и получено 53 авторских свидетельств СССР, 65 патентов Республики Беларусь и 2 патента Российской Федерации.

Как известно, рыбохозяйственная отрасль является одной из важнейших в аграрной науке, в первую очередь как база для получения и поставки для населения диетического пищевого продукта, т.е. рыбы, содержащего жизненно важные для организма человека вещества. Так, например, в карпе, который является в Республики Беларусь основной товарной рыбой, содержатся: из жирорастворимых витаминов – А, Д, ДЗ, Е и К. Из водорастворимых витаминов – С, В1, В2, В3(РР), В4, В5, В6, В9, В12. Из минеральных веществ (микро- и макроэлементов) в карпе содержатся: кальций, железо, магний, фосфор, калий, натрий, цинк, медь, марганец, селен, фтор.

Как установили врачи, самая большая продолжительность жизни человека достигнута в Японии за счёт регулярного употребления рыбопродуктов.

Таким образом, разработка научных тем изобретателями РУП «Институт рыбного хозяйства» является одной из главных составляющих пищевой безопасности Республики Беларусь.

Наращивание темпов и объёмов выпуска рыбной продукции требует постоянного совершенствования научно-технического потенциала изобретателями РУП «Институт рыбного хозяйства». Исследования невозможны без проведения научного патентно-экономического обоснования. Особенно на стадии предплановых и предпроектных работ, которые непосредственно связаны с определением финансовых затрат, для всего комплекса мероприятий имеют ключевое значение выявление современных технических направлений и имеющихся разработок, связанных с принципиально новыми орудиями труда, материалами, технологическими процессами с высокими показателями эффективности и качества.

Таким образом, на стадии проведения научных работ патентные исследования позволяют обоснованно выбирать направления перспективного развития и совершенствования машин, оборудования и технологий, в значительной степени упрощают работу по проведению исследований на

разных стадиях, дают возможность правильно оценить действительную значимость выполняемых научно-исследовательских работ.

В соответствии с СТБ 1180-99 «Патентные исследования», патентные исследования проводят при:

- разработке научно-технических прогнозов для перспективного планирования;
- разработке планов развития науки и техники;
- составлении заявок на разработку и освоение продукции;
- создании объектов техники (научные исследования и разработки);
- освоении и производстве продукции;
- совершенствовании выпускаемой продукции или определении целесообразности снятия её с производства;
- экспертизе технико-экономических показателей продукции и технологии;
- стандартизации и сертификации продукции;
- определении целесообразности экспорта промышленной продукции и экспонировании её образцов на международных выставках и ярмарках;
- продажи и приобретения лицензий;
- защите государственных интересов в области охраны промышленной собственности.

Таким образом, получение конкурентно- и охраноспособных результатов должно стать одним из основных показателей при подведении итогов выполнения научно-исследовательских тем.

Под охраноспособными результатами (объектами) Законодатель подразумевает:

- разработка нового устройства;
- разработка нового способа (технологии);
- разработка нового вещества (препарата).

В связи с этим напрашивается рекомендация: если закончилась разработка темы по охраноспособному объекту, т.е. разработка новой технологии, препарата, устройства, штамма, и не подана заявка на изобретение в патентный орган Республики Беларусь, т.е. в Национальный центр интеллектуальной собственности, то следует считать, что тема до конца не выполнена. В данной ситуации необходимо проанализировать причину, по которой не подана заявка на изобретение.

Содержание патентных исследований

Патентные исследования включают в себя разные направления:

- Исследование технического уровня объектов хозяйственной деятельности, выявление тенденций, обоснования прогноза их развития;
- Исследования состояния рынков продукции, сложившейся патентной ситуации, характера национального производства в странах исследования;
- Исследование требований потребителей к продукции и услугам;
- Исследования направлений научно-исследовательской и производственной деятельности организаций, которые находятся или могут находиться на рынке исследуемой продукции;
- Анализ коммерческой деятельности, включая лицензионную деятельность разработчиков (организаций и фирм), производителей (поставщиков) продукции и фирм, предоставляющих услуги, их патентной политики для выявления конкурентов, потенциальных контрагентов, лицензиаров и лицензиатов, партнеров по сотрудничеству;
- Выявление торговых марок (товарных знаков), используемых фирмой конкурентом;
- Анализ деятельности хозяйствующего субъекта; выбор оптимальных направлений развития его научно-технической, производственной и коммерческой деятельности, патентной и технической политики и обоснование мероприятий по их реализации;
- Обоснование конкретных требований по совершенствованию существующей и созданию новой продукции и технологии, а также организации выполнения услуг; обоснование конкретных требований по обеспечению эффективности применения и конкурентоспособности продукции и услуг; обоснование проведения необходимых для этого работ и требований к их результатам;
- Технико-экономический анализ и обоснование выбора технических, художественно-конструкторских решений (из числа известных объектов промышленной собственности), отвечающих требованиям создания новых и совершенствования существующих объектов техники и услуг;
- Обоснование предложений о целесообразности разработки новых объектов промышленной собственности для использования в объектах техники, обеспечивающих достижение технических показателей, предусмотренных в техническом задании (тактико-техническом задании);
- Выявление технических, художественно-конструкторских, программных и других решений, созданных в процессе выполнения НИР и ОКР с целью отнесения их к охраноспособным объектам интеллектуальной собственности, в том числе промышленной;

- Обоснование целесообразности правовой охраны объектов интеллектуальной собственности (в том числе промышленной) в стране и за рубежом, выбор стран патентования; регистрации;
- Исследование патентной чистоты объектов техники (экспертиза объектов техники на патентную чистоту, обоснование мер по обеспечению их патентной чистоты и беспрепятственному производству и реализации объектов техники в стране и за рубежом);
- Анализ конкурентоспособности объектов хозяйственной деятельности, эффективности их использования по назначению, соответствия тенденциям и прогнозу развития;
- Выявление и отбор объектов лицензий и услуг типа инжиниринг;
- Исследование условий реализации объектов хозяйственной деятельности, обоснование мер по их оптимизации;
- Обоснование целесообразности и форм проведения в стране и за рубежом коммерческих мероприятий по реализации объектов хозяйственной деятельности, по закупке и продаже лицензий, оборудования, сырья, комплектующих изделий и т.д.;
- Разработка рекомендаций по использованию товарных знаков при осуществлении коммерческой деятельности;
- Проведение других работ, отвечающих интересам хозяйствующих субъектов[1].

Чтобы патентное исследование было достоверным, а его результаты могли использоваться официально, необходимо соблюдать существующие стандарты, регулирующие порядок и содержание самих исследований.

В Республике Беларусь действует Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ 1180-99 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения».

Этапы патентного исследования

- Определение задач патентного исследования и разработка задания. Задачи исследования определяются на основе анализа целей и характера работы, в том числе с учетом предыдущих патентных исследований, если такие проводились. В задании оговариваются технические моменты: наименование работы, шифр, сроки выполнения, ответственные лица и форма отчетности.
- Утверждение регламента. Регламентом определяют где, что и когда будет проверяться. Для этого прописывается предмет поиска (устройство полностью, его ключевые части, детали, и т.д.), страны поиска, глубину поиска и классификационные индексы.

Поиск и отбор информации. Формируется тот массив данных, который в дальнейшем будет основой для вывода о наличии патентной чистоты или ее отсутствии.

- Обработка и систематизация данных, полученных в ходе проведения патентных исследований. Осуществляется анализ полученных данных и делается вывод в рамках поставленного задания.

- Составление отчета. Это этап составления формализованного документа, отражающего основные сведения о результате патентных исследований – сведения об объекте исследования, информацию о выявленных источниках и их анализ, выводы и рекомендации [2].

Результатами заключения о патентном исследовании являются:

- обобщенные выводы по результатам проведенных патентных исследований;

- оценку состояния выполнения работы, составной частью которой являются патентные исследования (например, НИР и ОКР), в свете соответствия его требованиям к конечным результатам работы, целям, планам, программам,

перспективам деятельности института;

- предложения по использованию результатов патентных исследований для совершенствования научно-технической, производственной продукции, услуг и развития деятельности института.

Список использованной литературы

1. Климина, О.А. Патентные исследования при проведении НИР [Электронный ресурс] Научно-практический семинар: Новосибирск, ИАиЭ СО РАН 25.04.2017 г. – Режим доступа: https://www.iae.nsk.su/images/stories/3_Innovation/1_Patents/Seminar-Patentnye-issledovaniya-v-NIR.pdf – Дата доступа: 12.10.2020.

2. Проведение патентных исследований [Электронный ресурс]: Международное агентство по охране интеллектуальной собственности. – Минск, 2020. – Режим доступа: <https://www.gnp.by/services/management-intellectual-property/patent-research.html>. – Дата доступа: 08.11.2020.

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 TimesNewRoman, 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!

Образец оформления титула публикации
УДК 639.371.13

**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. TARAZEVIICH, L. VASHKEVICH,
L. TENDEVITSKAYA, 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

Keyword

Введение

Материалы и методы

Результаты исследований и обсуждения

Заключение

Список использованных источников

Научное издание

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Выпуск 36

Ответственный за выпуск *Г. И. Корнеева*

Редактор *Г. И. Корнеева*

Художественный редактор *Г. И. Корнеева, А. С. Григорьева*

Технический редактор *Г. И. Корнеева, А. С. Григорьева*

Компьютерная верстка *А. С. Григорьева, Г. И. Корнеева*

Подписано в печать 07.12.2020. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 18,48. Уч.-изд. л. 11,3. 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»

220004, г. Минск, ул. Сухая, 4