



**В.Г. Костоусов, О.Д. Апсолихова, С.М. Дегтярик, В.Д. Сенникова,
С.В. Полоз, А.А. Беспалый, В.А. Ласица**

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь*

О ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН ГИБЕЛИ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

Аннотация: Представлены предварительные результаты выявления причин массовой гибели карася серебряного в водоемах Беларуси в период 2018–2022 гг. Рассмотрены абиотические и биотические факторы, которые могли служить причиной гибели карася, включая гидрохимический режим, цветение воды с преобладанием цианобактерий, уровни общей бактериальной обсемененности воды сапрофитной микрофлорой, наличие инфекционных и паразитарных заболеваний. Проанализирована структура уловов карася, их размерно-возрастной, и половой состав, состояние гонад на момент отлова. Состояние и степень зрелости гонад позволяет утверждать, что нерест карася наблюдается по августу включительно, что безусловно сказывается на уровне резистентности рыб. Установлено наличие двуполых популяций по всем анализируемым водоемам, с соотношением полов близким 1 : 2. Растущая относительная численность в популяциях карася подтверждает эффективность его воспроизводства даже в условиях отсутствия естественных доноров спермы. Высказано предположение о комплексном воздействии негативных факторов среды на фоне сезонного снижения резистентности рыб в связи с изменением стратегии размножения.

Ключевые слова: водохранилище, карась серебряный, эвтрофирование, гибель рыб

V. Kostousov, O. Apsolikhova, S. Degtyarik, V. Sennikova, A. Biaspaly, V. Lasitsa

*RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus*

ON PRELIMINARY RESULTS OF REVEALING THE CAUSES OF THE DEATH OF SILVER CARP IN WATER BODIES OF BELARUS

Abstract: Preliminary results of identifying the causes of mass mortality of silver carp in the water bodies of Belarus in the period 2018–2022 are presented.



Abiotic and biotic factors that could cause the death of crucian carp are considered, including the hydrochemical regime, water bloom with a predominance of cyanobacteria, the levels of total bacterial contamination of water by saprophytic microflora, the presence of infectious and parasitic diseases. The structure of carp catches, their size-age and sex composition, the state of the gonads at the time of capture were analyzed. The state and degree of maturity of the gonads allows us to assert that crucian spawning is observed until August inclusive, which certainly affects the level of fish resistance. The presence of bisexual populations in all analyzed reservoirs was established, with a sex ratio close to 1:2. The growing relative abundance in carp populations confirms the efficiency of its reproduction even in the absence of natural sperm donors. An assumption was made about the complex impact of negative environmental factors against the background of a seasonal decrease in fish resistance due to a change in the breeding strategy.

Keywords: reservoir, crucian carp, eutrophication, fish death

Введение. В последние годы на водоемах Беларуси, в том числе в черте г. Минска, участились случаи «немотивированной» (т.е. без наличия явно выраженного фактора) массовой гибели рыбы, причем среди учетных особей по численности преобладал серебряный карась либо вся погибшая рыба была представлена только карасем. Так в 2018 г. гибель рыбы в летний период была отмечена на вдхр. Дрозды и Крыницы (г. Минск), в 2019 г. — на вдхр. Цнянское и Слепянской водной системе (г. Минск), в 2020 г. на Слепянской водной системе (г. Минск) и Заславском вдхр. (Минская обл.), в 2021 г. на вдхр. Миничи (Брестская обл.) и вдхр. Чигиринское (Могилевская обл.), в 2022 г. вдхр. Стайки и Смолевичское (Минская обл.), вдхр. Осиповичское и Чигиринское (Могилевская обл.), вдхр. Зельвянское (Гродненская обл.). Весь погибший карась был представлен половозрелыми особями, молодь практически отсутствовала. Сходные случаи описаны и для других водоемов в пределах современного ареала данного вида [1, 2, 3]. Гибель рыбы наблюдалась, как правило летом, в период стабильно высоких температур воздуха и воды, либо их резкой смены. Однако ни повышение температуры, ни ее резкие перепады, ни колебания других гидрохимических показателей (рН, содержание растворенного кислорода, органических и минеральных веществ), ни присутствие в воде сине-зеленых водорослей и условно-патогенных бактерий, ни загрязнения — ни один из этих факторов по отдельности не объясняет гибели рыбы и не является ее прямой причиной. Для установления истинной причины необходимо рассматривать все эти факторы в комплексе, причем вести мониторинг



на протяжении достаточно длительного времени. Несмотря на очевидную важность данной проблемы, до настоящего времени не установлено четких причин и механизмов летального воздействия условий окружающей среды на ихтиофауну водоемов при массовых «заморах» в отмеченные выше периоды. Обзор вероятных причин гибели рыбы позволяет предположить, что таковыми могут выступать многие абиотические и биотические факторы. Среди наиболее вероятных причин отмеченной гибели рыбы были рассмотрены следующие: дефицит растворенного кислорода, солевой и биогенный состав воды; «цветение» воды цианобактериями с наличием цианотоксинов; высокий уровень развития сапрофитной микрофлоры; паразитарные либо инфекционные заболевания рыб.

Без четкого понимания факторов и механизмов развития патологического процесса усилия по предотвращению летального воздействия экстремальных условий на ихтиофауну водоемов будут носить сиюминутный и симптоматический характер.

Методики и материалы исследований. В связи с участвовавшими случаями гибели рыбы, в том числе в рекреационных водоемах г. Минска и его окрестностей (система р. Свислочь), в период 2018–2022 гг. были проведены комплексные гидроэкологические исследования, организованы контрольные отловы рыб и сбор ихтиологического и ихтиопатологического материала на ряде водохранилищ в пределах трех областей страны. Водоемы относятся преимущественно к типу пойменно-руслых, площадью водного зеркала от 0,1 до 31,1 км², состав ихтиофауны которых сложился стихийно под воздействием природных и антропогенных факторов (табл. 1).

Методики сбора и обработки данных общепринятые в ихтиологических исследованиях [4, 5]. Лов рыбы проводили разноячейными ставными сетями по специальным разрешениям Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, анализу подвергнуты все выловленные в пределах уловистости орудий лова особи. Всего было проанализировано 461 экз. 12 видов, в том числе 140 экз. карася серебряного. Точки отбора проб воды выбирали с учетом морфометрии и глубины, обработку проб и оценку качества вод проводили по стандартным методикам гидроэкологических исследований [6, 7]. Отбор проб фитопланктона проводили согласно стандартной методике [6]. Отобранные для проведения молекулярно-генетического анализа пробы фитопланктона сгущали путем фильтрации на газовое сито № 76

Таблица 1. Перечень и морфометрические параметры анализируемых водоемов
Table 1. List and morphometric parameters of analyzed reservoirs

Водоем	Район	Объем, млн. м ³	Пло- щадь, км ²	Ширина макс., км	Длина, км	Глубина, м	
						сред- няя	макси- мальная
вдхр. Заславское	Минский	108,5	31,1	4,5	10,0	3,8	8,0
вдхр. Криницы	Минский	1,82	0,96	0,65	3,5	2,5	5,9
вдхр. Дрозды	Минск	6,38	2,38	0,7	5,1	2,5	6,0
вдхр. Комсомольское озеро	Минск	3,0	0,38	0,3	1,8	2,4	4,7
вдхр. Чижевское (ТЭЦ -3)	Минск	5,6	2,8	1,0	6,1	2,0	4,6
вдхр. Цнянское	Минск	2,1	0,87	0,93	2,0	2,4	7,5
вдхр. Курасовщина (Лошицкое)	Минск	0,49	20,6		1,39	2,4	
вдхр. Стайки	Минский	0,17	0,1			1,6	
вдхр. Волкови- чи (Птичь)	Минский	2,8	0,85	0,5	3,5	3,3	6,5
вдхр. Дубровское	Смолевичский	22,4	3,5	1,2	6,5	6,2	14,0
вдхр. Миничи	Ляховичский	7,5	5,4	1,0	7,0	1,4	5,0
вдхр. Селец	Березовский	56,3	20,7	4,1	11,3	2,7	5,4
вдхр. Осиповичское	Осиповичский	17,5	11,87	1,25	24,0	1,47	5,3
вдхр. Тетеринское	Круглянский	13,8	4,61	0,84	9,4	3,0	5,2
вдхр. Чигиринское	Быховский	5,5	21,19	2,4	17,0	2,8	5,0

и фиксировали в 96 % этаноле. Оценку ихтиопатологического состояния рыб по анализируемым водным объектам проводили в соответствии с методиками обследования [8]. Общий паразитологический анализ проводили согласно методике Е.И. Быховской — Павловской [9]. Отбор проб на посев и методику посева микробиологического материала — в соответствии с методиками бактериологических исследований



[10, 11]. Посевы из внутренних органов, крови, экссудата (при его наличии) рыб производили по классической методике на твердую питательную среду (мясопептонный агар — МПА). После инкубирования посевов в термостате при 20–28 °С в течение 24–48 ч изучали их морфологию. Видовую принадлежность бактерий определяли при помощи тест-систем Охi — тест и Ари 20 Е. Пробы на бакобсеменность воды отбирали в пробирки Эппендорфа (1,5 мл) путем погружения в толщу воды. Исследование общего микробного числа (ОМЧ) проводили в лаборатории болезней рыб по общепринятой в микробиологии методике с использованием в качестве норматива величину ОМЧ для рыбоводных прудов [12]. Для определения общего микробного загрязнения воды готовили серию разведений с таким расчетом, чтобы на чашки Петри вырастало от 30 до 300 колоний микроорганизмов. Разведение готовили следующим образом: стерильной пипеткой отбирали по 1 мл исследуемой воды из каждого водоема и добавляли 9 мл дистиллированной воды (разведение 1:10), тщательно перемешивали. Далее из пробирок с разведением 1:10 стерильной пипеткой отбирали 1 мл и вносили в пробирки с 9 мл дистиллированной воды, получая разведение 1:100. Из пробирок с разведением 1:100 вносили по 1 мл в стерильную чашку Петри, заливали теплым (45°) мясопептонным агаром (МПА) и оставляли при комнатной температуре до застывания, далее на 24 ч помещали в термостат при температуре 35°. Через сутки оценивали рост колоний микроорганизмов на поверхности и в толще МПА с пересчетом на 1 мл неразведенных проб исследуемой воды.

Краткий обзор литературы. Первый случай гибели рыбы в летний период в гипертрофном оз. Судoble (Минская обл.) описан Г.Г. Винбергом [13] и объяснялся ночным дефицитом растворенного кислорода в водоеме, подвергающемуся загрязнению сточными водами. Гибели от заморных явлений подвержены в первую очередь более требовательные к содержанию растворенного кислорода виды рыб, тогда как авторы неоднократно наблюдали как серебряный карась выживал даже в условиях полной элиминации всей остальной ихтиофауны. С развитием методов оперативного анализа последующая идентификация подобных случаев не вызывала затруднений и позволила выработать определенные схемы действий по их предотвращению [14, 15].

«Цветение» цианобактериями с последующим токсикозом рыб называют одной из вероятных причин гибели рыб в летний период, в том числе в водоемах Беларуси [16–18]. Период «цветения» токсичных водорослей совпадает с такими изменениями факторов среды, как повышение темпе-



ратуры, рН, концентраций аммония, снижение концентраций растворенного кислорода, по причине чего цианобактерии способны оказывать негативное влияние на биоту при совместном действии с другими факторами среды [19, 20]. В составе фитопланктона водоемов Беларуси установлено наличие потенциально токсикогенных форм, массовое развитие которых безусловно способно оказывать негативное воздействие на рыбное население [18, 21, 22]. В тоже время, в наиболее характерных случаях гибель под воздействием «цветения воды» отмечена для достаточно широкого круга видов, и карась является всего лишь одним из прочих.

Эвтрофирование водоемов способствует росту бактериальной обсемененности воды сапрофитной микрофлорой, что в ряде случаев может вызывать жаберные заболевания незаразной природы [23]. Однако, такие случаи чаще фиксируются в весенний период в зарыбляемых водоемах и характерны для карпа, белого амура и толстолобика. В случаях массовой гибели карася в волжских водохранилищах причинами называли аэромоназ, вызываемый условно патогенными бактериями р. *Aeromonas*, а также вирусную инфекцию неустановленной этиологии [1, 2, 24]. В водоемах Беларуси в подобных случаях также неоднократно выделяли от больного карася различные штаммы условно патогенных бактерий, но также и штаммы апатогенных, являющихся обычными в составе сапрофитной микрофлоры донных отложений [25]. При этом степень инвазии экто- и эндопаразитами обычно оценивалась на уровне носительства и вряд ли могла служить непосредственной причиной гибели рыб.

Результаты исследований. Гидрохимический режим. По комплексной оценке, большинство обследованных водоемов может быть охарактеризовано как эвтрофные, β -мезосапробные, разряда слабо и умеренно загрязненных вод класса удовлетворительной чистоты (табл. 2) [7]. Два городских (в черте г. Минска) и Осиповичское вдхр, служащее приемником условно-очищенных вод столицы, характеризовались как эвтрофно-политрофные, α - мезо- и полисапробные, разряда умеренно загрязненных, класса загрязненных вод [7]. Не смотря на значительные сезонные колебания содержания биогенных элементов в воде, кислородный режим практически нигде не выходил ниже предела норматива (6 мг/л) для поверхностных вод рыбохозяйственных водоемов [26], а с наступлением осеннего похолодания качество вод улучшалось до уровня β -мезосапробных водоемов. Таким образом, основной лимитирующий фактор среды — содержание растворенного кислорода, как и химический состав вод, едва ли мог служить непосредственной причиной установленных случаев гибели такого эврибионтного вида как карась.



Таблица 2. Основные показатели качества воды анализируемых водоемов в летний период
Table 2. The main indicators of water quality of the analyzed reservoirs in the summer period

Водоем	Гидрохимические показатели										Оценка по классу сапробности
	прозрачность, м	pH	содержание O ₂ , % насыщ.	NH ₄ ⁺ , мг/л	NH ₃ раств., мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	PO ₄ ⁻³ , мг/л	Fe _{общ.} , мг/л	перманганатная окисляемость, мгО/л	
Заславское	0,45	8,9	108	0,320	0,060	0,012	0,67	0,252	0,090	10,46	β-мезосапробный
Криницы	0,5	8,9	118	0,034	0,010	0,011	0,62	0,074	0,200	9,28	β-мезосапробный
Дрозды	1,5	8,3	102	0,014	0,001	0,004	0,47	0,015	0,017	8,14	β-мезосапробный
Комсомольское озеро	0,5	8,1	96	0,160	0,004	0,006	1,18	0,014	0,035	9,10	β-мезосапробный
Чижевское (ТЭЦ -3)	1,5	8,2	114	1,53	0,050	0,034	1,18	0,041	0,070	9,29	α-мезосапробный
Снянское	1,5	8,2	107	1,010	0,030	0,003	0,33	0,017	0,016	6,80	α-β-мезосапробный
Курасовщина (Лошцкое)	0,2	8,6	99	4,400	0,634	0,038	2,56	0,302	0,140	10,36	α-мезосапробный
Стайки	0,3	8,3	149	4,290	0,200	0,006	2,93	0,028	0,080	10,52	полисапробный
Волковичи (Птичь)	0,3	8,4	126	0,92		0,032	0,58	0,380	0,29	8,32	α-β-мезосапробный
Дубровское	1,2	7,2	114	0,210	0,001	0,009	0,27	0,016	0,020	7,46	β-мезосапробный

Окончание табл. 2

Водоём	Гидрохимические показатели										Оценка по классу по классу сапробности
	прозрачность, м	pH	содержание O ₂ , % насыщ.	NH ₄ ⁺ , мг/л	NH ₃ раств., мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	PO ₄ ⁻ , мг/л	Fe _{общ.} , мг/л	перманганатная окисляемость, мгО/л	
Миничи	0,8	7,6	89	0,300	0,012	0,004	0,92	0,060	0,140	15,08	β-мезосапробный
Селец	0,8	7,6	92	0,720	0,032	0,008	0,78	0,104	0,180	20,92	α-мезосапробный
Осиповичское	0,9	8,8	107	0,790	0,048	0,142	5,62	0,285	0,120	8,59	полисапробный
Чигиринское	0,8	8,2	59	0,160	0,006	0,013	0,59	0,032	0,190	10,02	β-мезосапробный
Тетеринское	0,8	8,4	96	0,310	0,017	0,011	3,10	0,060	0,120	9,83	α-β-мезосапробный

Примечание. Выделены величины, превышающие нормативные показатели для поверхностных вод рыбохозяйственного назначения (Пост. МПР и ООС от 30.03.2015 г. №13)



«Цветение» воды и наличие цианотоксинов. Состав фитопланктонных сообществ был представлен рядом таксонов водорослей (от 3 до 29, относимых к 6 отделам), определяющих уровень развития и интенсивность «цветения» воды (табл. 3). Максимальные значения биомассы фитопланктона зафиксированы в городских водохранилищах — 59,16–75,86 мг/л (система р. Свислочь), где в структуре сообщества на этот момент доминировали цианобактерии (до 65,9 % от общей численности и до 86,5 % от общей биомассы). Количественное развитие фитопланктона колебалось по отдельным водоемам в зависимости от времени наблюдения, типа угодий и их положения в цепи водохранилищ. Таксономический состав и количественное развитие водорослей подчеркивают эвтрофный характер водных объектов. Смена доминант в структуре фитопланктона происходила в направлении диатомовые — зеленые — цианобактерии и определялась гидрологическими условиями и темпом прогрева водных масс. В составе сообщества цианобактерий выделено 9 видов, рассматриваемых как потенциальные источники цианотоксинов. Наиболее часто встречаются представители рр. *Microcystis* и *Anabaena*. Не все собранные на цианотоксины пробы еще обработаны, но гены микроцистинов уже выявлены из проб в Заславском вдхр. (верхнее в каскаде по системе р. Свислочь) и на ниже расположенных участках реки. Следовательно, можно предположить их наличие по всему каскаду водохранилищ р. Свислочь. При массовом развитии токсины могли накапливаться в сестоне и передаваться далее по пищевой цепочке.

Бактериальная обсемененность вод и ее влияние на рыб. В летний период по ряду водоемов отмечен повышенный бактериальный фон (от 1,4–84,5 раз в июне до 1,1–4,0 раза в июле-августе), существенно превышающий нормативно установленную величину общего микробного числа (ОМЧ) для рыбохозяйственных водоемов (5000 КОЕ/мл) [12] (табл. 4). Основная часть выявленных бактерий может быть отнесена к апатогенным формам, некоторая — к условно патогенным (патогенным при определенных условиях). Необходимо отметить, что не только представители условно патогенной, но также и сапрофитной апатогенной микрофлоры, могут причинять ущерб популяциям рыб. Сапрофиты, сами по себе не способные вызывать острый инфекционный процесс, в большом количестве проникая в организм рыбы и развиваясь во внутренних органах и крови, могут наносить существенный вред за счет своей жизнедеятельности и выделения в ткани рыбы продуктов метаболизма. Наиболее подвержены такому воздействию особи с пониженным по какой-то причине иммунитетом.

Таблица 3. Количественное развитие фитопланктона анализируемых водоемов в летний период

Table 3. Quantitative development of phytoplankton of analyzed reservoirs in summer

Водоем	Количество таксонов водорослей	Численность, тыс. экз./л	Биомасса	
			мг/л	% цианобактерий в биомассе
Заславское	6	1062,50	7,28	50,0
Криницы	15	4843,75	31,24	81,3
Дрозды	10	6813,00	59,16	86,5
Комсомольское озеро	9	1125,00	2,98	0,0
Чижевское (ТЭЦ-3)	14	10375,00	75,86	65,9
Цнянское	12	2688,00	8,89	52,8
Курасовщинское (Лошицкое)	29	9625,00	37,34	31,2
Стайки	3	1437,50	13,92	36,6
Волковичи (Птичь)	14	14750,00	45,21	51,9
Дубровское	19	2625,00	7,19	58,4
Миничи	17	6375,00	44,55	20,1
Селец	12	1156,25	4,35	63,7
Осиповичское	19	1093,75	2,87	19,5
Чигиринское	17	1406,25	9,80	3,3
Тетеринское	7	1340,75	2,54	91,3

Первичные бактериологические посевы из крови и паренхиматозных органов караса с последующей индентификацией при помощи тест-систем [27] показали, что внутренняя микрофлора рыб представлена рядом видов и форм грамотрицательных палочек и грамотрицательных и грамположительных кокков. В наиболее острых случаях высевались условно патогенные формы, определенные как *Aeromonas hydrofila*, *Shewanella putrefaciens*, *Staphylococcus sp.* и некоторые другие (табл. 5). В одном случае от рыб с выраженными признаками заболевания (вдхр. Криница) в массовом порядке выселяны бактерии, определенные как *Proteus mirabilis*. Последние в норме обитают в загрязненной воде, почве, грунтах водоемов и периодически встречаются в организме рыб и других животных. В литературе описаны случаи протейной инфекции у рыб, известной под названием «протеоз» [23]. В тоже время, указанные формы выявляли из



образцов и других видов рыб, но в составе погибших последние отсутствовали либо были представлены в минимальном количестве.

Таблица 4. Бактериальная обсемененность воды исследуемых водоемов
Table 4. Bacterial contamination of the water of the studied reservoirs

№	Место отбора пробы воды	Коэффициент разведения пробы воды	Количество колоний в чашке Петри	Количество колоний микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды (КОЕ/мл)
1	Заславское	1:10	113–120	1130–1200
2	Криница	1:100	71	7100
3	Дрозды	1:100	233	23300
4	Цнянское	1:100	125	12500
5	Комсомольское озеро	1:100	31	3100
6	Чижовское	1:100	278	27800
7	Курасовщинское	1:10	190	1900
8	Стайки	1:100	202	20200
9	Дубровское	1:10	17–40	170–400
10	Волковичи	1:10	85	850
11	Миничи	1:100	61–4224	6100–422400
12	Селец	1:100	1194	119400
13	Осиповичское	1:10	43	430
14	Чигиринское	1:10	118–140	1180–1400
15	Тетеринское	1:100	171–190	17100–19000

Анализ выявленных случаев гибели рыбы показал, что последняя отмечалась по водным объектам как с высокими значениями ОМЧ (вдхр. Дрозды, Миничи, Стайки), так и в водоемах с малыми или относительно небольшими значениями ОМЧ (вдхр. Заславское, Криница, Дубровское, Чигиринское). Очевидно, что бактериальный фон воздействует на популяции карася не сам по себе, а через иные механизмы, например через пищевую цепь вместе с потребляемыми компонентами питания (детрит).

Паразитофауна рыб. В составе паразитофауны карася на поверхности тела и жабрах выявлены немногочисленные инфузории *Ichthyophthirius multifiliis* моногенетические сосальщики рр. *Dactylogyrus* и *Gyrodactilus*, рачки р. *Argulus*. Из органов — промежуточные формы трематод рр. *Posthodiplostomum* и *Diplostomum*. Степень инвазии определена как «носительство» и не представляла существенной угрозы для жизни рыб.



Таблица 5. Встречаемость микроорганизмов у карася из обследованных водоемов
Table 5. The occurrence of microorganisms in carp from the surveyed reservoirs

Микроорганизм	Водоем	Орган или ткань
<i>Stenotrophomonas maltophilica</i>	вдхр. Миничи	печень
	вдхр. Криница	печень
	вдхр. Чигиринское	почки
<i>Aeromonas hydrophila</i>	вдхр. Волковичи (Птичь)	кровь, почки
	вдхр. Дрозды	язва, кровь, почки
	вдхр. Миничи	язва на теле
	вдхр. Осиповичское	кровь
<i>Staphylococcus aureus</i>	вдхр. Чигиринское	кровь, почки
	вдхр. Волковичи (Птичь)	почки
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	вдхр. Чигиринское	кровь
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	вдхр. Чигиринское	кровь
<i>Aerococcus viridans</i>	вдхр. Дрозды	почки
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	вдхр. Стайки	кровь, селезенка
<i>Micrococcus sp.</i>	вдхр. Чигиринское	почки
<i>Pasteurella pneumatropica</i>	вдхр. Чигиринское	кровь
<i>Shewanella putrefaciens</i>	вдхр. Смолевичское	кровь
<i>Proteus mirabilis</i>	вдхр. Криница	язва, кровь
	вдхр. Чигиринское	селезенка

Структура контрольных уловов и характеристики популяций карася. Анализ данных контрольных уловов показал, что практически по всем водоемам доминирующий комплекс рыб был представлен небольшим числом эврибионтных видов (карась серебряный, окунь, лещ, плотва). В суммарном улове их доля доходила до 94 % от общей численности и около 78 % от общей массы выловленной рыбы, при этом на карася пришлось 46,8 % и 47,7 % соответственно. В порядке убывания численности в уловах виды располагались следующим образом: карась, окунь, лещ, плотва, судак, карп, красноперка, ерш, линь, щука, сом, толстолобик. В порядке убывания массы — карась, лещ, толстолобик, судак, плотва, карп, окунь, щука, сом, линь, красноперка, ерш. В настоящее время в составе ихтиофауны проанализированных водоемов карась серебряный является самым обычным видом, доля которого в уловах по отдельным водоемам колебалась от 6,8 до



74 % от всей учтенной численности рыб. Поскольку гибель рыб в водоемах в большинстве случаев не была единовременной и охватывала определенный период, можно предположить, что воздействовал не один общий, а комплекс негативных факторов. Так как доминирующим видом в составе погибшей рыбы выступал именно карась серебряный, было высказано предположение, что негативное воздействие связано каким-то образом с биологическими особенностями и характеристиками популяций данного вида.

Изменение численности в популяциях карася серебряного в современном его ареале отмечено многими авторами [27–31]. В составе ихтиофауны проанализированных водоемов карась серебряный, ранее относительно немногочисленный, к настоящему времени стал обычным или наиболее массовым видом. Карась в уловах был представлен семью возрастными группами (от 3+ до 8+). Минимальный размер тела выловленного карася составил 17,5 см, максимальный 34,0 см, при массе от 211 до 1409 г. Модальными группами выступали особи пятилетнего возраста. Так на карася с длиной тела 21,0–23,9 см приходилось от 16 до 21,7 %, с длиной тела 24,0–26,9 см — 36,0–60,9 %, еще от 13,1 до 28 % приходилось на особей с длиной тела 27,0–29,9 см. Вскрытие части выловленных особей (83 экз.) показало, что половой состав уловов карася представлен обоими полами, с некоторым перевесом самок. Доля самок в уловах по анализируемым водоемам колебалась в пределах 53,8–73,9 %, самцов соответственно 26,1–46,2 %. В среднем соотношение самцов и самок в обследованных выборках относится как 1:1,96. Выловленные в течение июня-июля самки карася имели гонады в стадии зрелости III–IV, при этом были хорошо видны 2 порции икры. Полостью отнерестившиеся самки (II стадия) в уловах появляются лишь к середине августа. Часть самцов (порядка 7 %) к августу еще имела брачный наряд («жемчужную» сыпь) и находились в стадии текучести, большая часть же утратила внешние половые признаки и имела гонады в стадии зрелости VI либо II. Все особи карася обоих полов, выловленные в сентябре уже имели гонады на III стадии зрелости. Это дает основание утверждать, что наличие достаточной численности продуктивных самцов в популяциях серебряного карася дает возможность эффективного воспроизводства в течении всего лета, что не согласуется с более ранними представлениями о стратегии воспроизводства и поддержания устойчивой численности этого вида рыб [32, 33]. Исследования кареотипа некоторых популяций карася из бе-



лорусских водоемов показали, что процесс адаптации интродуцированного вида к новым условиям привел к переходу первично гиногаметических популяций к амфимиктическому размножению с участием собственных самцов [34–36]. Основным фактором, обуславливающим этот переход, рассматривается постепенное вытеснение серебряным карасем карася обыкновенного, который на первоначальном этапе, ввиду одинаковых сроков и экологии нереста, являлся универсальным донором спермы. нерест карася в условиях Беларуси весьма растянут во времени и на этом фоне рыбы могут испытывать определенный иммунный дефицит.

По отловленным из некоторых водоемов особям карася был изучен спектр его питания. Установлено, что состав питания карася серебряного представлен комплексом форм и видов животного (зоопланктон и зообентос) и растительного (фитобентос и фитопланктон) происхождения, биологическим детритом, формируемым из остатков этих компонентов и оседающих на поверхность иловых отложений. В структуре потребления на долю детрита приходится от 3 до 90 %, фитобентоса — до 4 до 45 %, фитопланктона от 4 до 90 %, тогда как на долю организмов животного происхождения (зоопланктон и зообентос) приходилось всего от 1 до 30 % (табл. 6). Последнее указывает, что карась в водоемах выступает скорее как детритоядный и растительноядный вид, нежели животноядный. Поскольку карась не имеет специальных приспособлений для отфильтровывания растительных клеток из толщи воды, предполагаем, что фитопланктон потребляется вместе с детритом в виде живого осадка, при этом его качественный состав определяется доминирующими на данный момент формами. В период интенсивного «цветения» воды цианобактериями, последние составляют основу клеток фитопланктона, потребленных карасем, включая потенциально токсичные формы (р. *Microcystis*).

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что основу рациона (до 70 %) составляют компоненты обитающие, оседающие и накапливающиеся на дне водоемов. Наличие живых клеток фитопланктона в составе содержимого кишечника карася свидетельствует о том, что данный ресурс относительно постоянно потребляется карасем, а его значение будет возрастать в периоды массового развития водорослей. В этом случае вполне вероятно возможность потребления карасем и потенциально токсичных форм цианобактерий с последующим накоплением токсикантов в теле рыб, что может служить одним из триггеров возникновения последующей гибели рыбы.



Таблица 6. Структура пищевого кома и долевое значение отдельных компонентов питания карася серебряного
 Table 6. The structure of the food coma and the share value of individual components of the nutrition of the silver carp

Проба рыбы, экз.	Компоненты питания, %							
	зооплан- ктон	зообен- тос	фитобен- тос	фитопланктон			эф- фиопи кладо- цер	детрит
				диато- меи	цианобак- терии	зеле- ные		
вдхр. Курасовщинское								
8	1–8	2–5	4–19	5–90	4–8	0–2	10–80	3–70
вдхр. Стайки								
5	1–15	0–10	4–25	–	10–30	3–18	–	30–90
вдхр. Чигиринское								
10	5–30	5–15	5–12	5–12	–	2–5	–	48–90
вдхр. Осиповичское								
4	1–5	5–8	10–45	4–5	–	4–5	–	43–75

Закключение. Таким образом, наиболее вероятной причиной отмеченных фактов гибели карася выступает эвтрофирование водоемов, обуславливающее интенсивное развитие фито- и бактериопланктона с последующей контаминацией микрофлорой внутренних органов рыб на фоне снижения резистентности организма в результате вероятной интоксикации и растянутого порционного нереста.

Список использованной литературы:

1. Задорожный, М. На Волгоградском водохранилище массовый мор карасей [Электронный ресурс] / М. Задорожный // Аргументы и факты. Волгоград. — 2012. — 2 июля. — Режим доступа: <https://vlg.aif.ru/society/details/380075>. — Дата доступа: 12.07.2022.
2. Даничев, А. Массовую гибель рыбы расследуют в Чувашии [Электронный ресурс] / А. Даничев // Интерфакс-Россия. — 2022. — 13 апр. — Режим доступа: <https://www.interfax-russia.ru/volga/main/massovuyu-gibel-ryby-rassleduyut-v-chuvashii>. — Дата доступа: 23.04.2022.
3. Привачевская, Е. Моменты мора или Почему в Зельвенском водохранилище гибнет рыба [Электронный ресурс] / Е. Привачевская // Праца (Зельва). — 2022. — 22 июля. — Режим доступа: <https://zelva.by/momenty-mora-ili-pochemu-v-zelvenskom-vodochranilishhe-dohnet-ryba>. — Дата доступа: 22.08.2022.
4. Костоусов, В. Г. Методические рекомендации по сбору и обработке ихтиологического материала / В. Г. Костоусов, И. И. Оношко, Г. И. Полякова ; Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси. — Минск : [б. и.], 2005. — 56 с.



5. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях / Акад. наук СССР [и др.] ; отв. ред. Е. Н. Павловский. — М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1961. — 263 с.
6. Сборник классических методов гидробиологических исследований для использования в аквакультуре / сост.: Г. К. Плотников [и др.]. — Даугавпилс : Сауле, 2017. — 282 с.
7. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксюк [и др.] // Гидробиол. журн. — 1993. — Т. 29, № 4. — С. 62–76.
8. Лабораторный практикум по болезням рыб : учеб. пособие для вузов / В. А. Мусселиус [и др.] ; под ред. В. А. Мусселиус. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1983. — 295 с.
9. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. — М. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. — 123 с.
10. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов : утв. М-вом здравоохранения Рос. Федерации от 27 сент. 1999 г., № 13-4-2/1742. — М. : [б. и.], 1999. — 11 с.
11. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology // *Clinical Microbiology a. Infection*. — 1998. — Vol. 4, № 5. — P. 291–296. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.1998.tb00061.x>
12. Вода рыбоводческих прудов. Требования = Вада рыбаводчых сажалак. Патрабаванні : СТБ 1943-2009. — Введ. 11.02.09. — Минск : Госстандарт, 2009. — 10 с.
13. Винберг, Г. Г. Случай летнего замора рыб в озере / Г. Г. Винберг // *Природа*. — 1952. — № 3. — С. 65–67.
14. Профилактика замора рыб / подгот.: В. А. Линник, Е. М. Зенькович ; под общ. ред. Х. С. Горегляда. — Минск : Урожай, 1967. — 36 с.
15. Рекомендации (научно-обоснованные предложения) по предотвращению заморных явлений на водных объектах Республики Беларусь : утв. М-вом природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. — Введ. впервые. — Минск, 2010. — 48 с.
16. Горюнова, С. В. Водоросли — продуценты токсических веществ / С. В. Горюнова, Н. С. Демина. — М. : Наука, 1974. — 256 с.
17. Калининкова, Т. Б. Цианотоксины — потенциальная опасность для пресноводных экосистем и здоровья человека / Т. Б. Калининкова, М. Х. Гайнутдинов, Р. Р. Шагидуллин // *Рос. журн. приклад. экологии*. — 2017. — № 2 (10). — С. 3–19.
18. Микроцистин-продуцирующие цианобактерии в водоемах России, Беларуси и Украины / О. И. Белых [и др.] // *Химия в интересах устойчивого развития*. — 2013. — Т. 21, № 4. — С. 363–378.
19. Jewel, M. A. Fish mortality due to cyanobacterial bloom in an aquaculture pond in Bangladesh / M. A. Jewel, M. A. Affan, S. Khan // *Pakistan J. of Biol. Sciences*. — 2003. — Vol. 6, № 12. — P. 1046–1050. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.1046.1050>



20. Kangur, K. Fish kill in Lake Peipsi in summer 2002 as a synergistic effect of a cyanobacterial bloom, high temperature, and low water level / K. Kangur, P. Kangur, R. Laugaste // Proc. of the Est. Acad. of Sciences. Biology. Ecology. — 2005. — Vol. 54, № 1. — P. 67–80. <https://doi.org/10.3176/biol.ecol.2005.1.05>
21. Логинава, Е. В. Возможность проявления токсичности водорослей в водоемах Беларуси / Е. В. Логинава // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. — 1995. — № 1. — С. 66–69.
22. Цианобактерии и цианотоксины в планктоне зарегулированных водохранилищ и на городском отрезке реки Свислочь / Т. М. Михеева [и др.] // Экол. вестн. — 2011. — № 4 (18). — С. 30–37.
23. Ихтиопатология : учеб. пособие для вузов / Н. А. Головина [и др.] ; под общ. ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. — М. : Мир, 2003. — 447 с.
24. Массовая гибель рыбы в Волге связана с плохой экологией [Электронный ресурс] // Аргументы и факты. Волгоград. — 2011. — 16 авг. — Режим доступа: <https://vlg.aif.ru/society/details/372839>. — Дата доступа: 16.09.2022.
25. Юхименко, Л. Н. Современное состояние проблемы аэромоноза рыб / Л. Н. Юхименко, Г. С. Койдан // Болезни рыб : информ. пакет. — М., 1997. — Вып. 2. — С. 1–9. — (Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура / Всерос. науч.-исслед. и проект.-конструк. ин-т экономики, информ. и автоматизир. систем упр.).
26. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 марта 2015 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf. — Дата доступа: 16.09.2022.
27. Api 20 E : identification system for Enterobacteriaceae and other non-fastidious Gram-negative rods // Northeast Biomanufacturing Center and Collaborative (NBC2). — Mode of access: <https://biomanufacturing.org/uploads/files/587872707301898351-api20einstructions.pdf>. — Date of access: 16.09.2022.
28. Подушка, С. Б. О причинах вспышки численности серебряного карася / С. Б. Подушка // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО. — 2004. — № 8. — С. 5–15.
29. Герасимов, Ю. В. Оценка возможных причин изменения численности и половой структуры в популяциях серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch., 1783) / Ю. В. Герасимов, А. К. Смирнов, Ю. В. Кодухова // Биология внутр. вод. — 2018. — № 1. — С. 70–79. <https://doi.org/10.7868/S0320965218010096>
30. Абраменко, М. И. Динамика численности популяции серебряного карася Цимлянского водохранилища на современном этапе / М. И. Абраменко, И. В. Недвига // Вестн. Юж. науч. центра Рос. акад. наук. — 2011. — Т. 7, № 2. — С. 111–113.
31. О карасях периодически высыхающих степных озер Северного Казахстана в свете современных отечественных и зарубежных исследований / А. И. Горунова [и др.] // Тр. ВНИРО. — 2017. — Т. 165. — С. 27–37.



32. Домбровский, В. К. Морфобиологическая характеристикам серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch), разводимого в водоемах Белорусской ССР / В. К. Домбровский // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии : труды / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. — М., 1964. — Т. 5. — С. 62–82.
33. Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков. — Минск : Наука и техника, 1988. — 310 с.
34. Ризевский, В. К. О вытеснении аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным / В. К. Ризевский, А. В. Зубей, И. А. Ермолаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2013. — Вып. 29. — С. 263–274.
35. Полетаев, А. С. Сравнительный анализ кариотипа карася серебряного рыбхоза «Волма» / А. С. Полетаев, Е. С. Гайдученко // Тр. Белорус. гос. ун-та. Сер.: Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. — 2016. — Т. 11, ч. 1. — С. 224–230.
36. Полетаев, А. С. Натурализация карася серебряного (*Carassius auratus s. lato*) на территории Беларуси / А. С. Полетаев, В. К. Ризевский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, Ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 2019. — Вып. 35. — С. 146–157.

Reference

1. Zadorozhnyi M. On the Volgograd reservoir, a massive sea of crucian carp. *Arguments and Facts. Volgograd*, 2012, July 2. Available at: <https://vig.aif.ru> (accessed 12.07.2022) (in Russian).
2. Danichev A. Mass death of fish is being investigated in Chuvashia. *Interfax-Russia*. Available at: <https://www.interfax-russia.ru/index.php/Volga/main/massovuyugibel-ryby-rassleduyut-v-chvashii> (accessed 23.04.2022) (in Russian).
3. Grivachevskaya E. Moments of pestilence or Why fish die in the Zelvensky reservoir. *Pratsa [Labor]*, 2022, July 22. Available at: <https://zelva.by/momenty-mora-ili-pochemu-v-zelvenskom-vodochranilishhe-dohnet-ryba> (accessed 22.08.2022) (in Russian).
4. Kostousov V. G., Onoshko I. I., Polyakova G. I. *Methodological recommendations for the collection and processing of ichthyological material*. Minsk, 2005. 56 p. (in Russian).
5. Pavlovskii E. N. (ed.). *Guidelines for the study of fish nutrition in natural conditions*. Moscow, Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1961. 263 p. (in Russian).
6. Plotnikov G. K., Peskova T. Yu., Shkute A., Pupina A., Pupins M. (comp.). *Collection of classical methods of hydrobiological researches for use in the aquaculture*. Daugavpils, Saule Publ., 2017. 282 p. (in Russian).
7. Oksiyuk O. P., Zhukinskii V. N., Braginskii L. P., Linnik P. N., Kuz'menko M. I., Klenus V. G. Complex ecological classification of the quality of land surface waters.



- Gidrobiologicheskii zhurnal* = *Hydrobiological Journal*, 1993, vol. 29, no. 4, pp. 62–76 (in Russian).
8. Musselius V. A., Vanyatinskii V. F., Vikhman A. A., Golovina N. A., Golovin P. P., Marchenko A. M., Shchelkunova T. I., Shchelkunov I. S., Yukhimenko L. N. *Laboratory workshop on fish disease*. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 295 p. (in Russian).
 9. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Fish parasites: a study guide*. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 123 p. (in Russian).
 10. *Guidelines for the sanitary and bacteriological assessment of fishery reservoirs: approved by the Ministry of Health of the Russian Federation on September 27, 1999, no. 13-4-2/1742*. Moscow, 1999. 11 p. (in Russian).
 11. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology. *Clinical Microbiology and Infection*, 1998, vol. 4, no. 5, pp. 291–296. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.1998.tb00061.x>
 12. STB 1943-2009. *Fish pond water. Requirements*. Minsk, Gosstandart Publ., 2009. 10 p. (in Russian).
 13. Vinberg G. G. The case of summer fish kill in the lake. *Priroda* [Nature], 1952, no. 3, pp. 65–67 (in Russian).
 14. Linnik V. A., Zen'kovich E. M. (comp.). *Prevention of fish kill*. Minsk, Urozhai Publ., 1967. 36 p. (in Russian).
 15. Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus. *Recommendations (scientifically substantiated proposals) for the prevention of freezing phenomena in water bodies of the Republic of Belarus*. Minsk, 2010. 48 p. (in Russian).
 16. Goryunova S. V., Demina N. S. *Algae - producers of toxic substances*. Moscow, Nauka Publ., 1974. 256 p. (in Russian).
 17. Kalinnikova T. B., Gainutdinov M. Kh., Shagidullin R. R. Cyanotoxins - potential hazard for freshwater ecosystems and human health. *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ekologii* = *Russian Journal of Applied Ecology*, 2017, no. 2 (10), pp. 3–19 (in Russian).
 18. Belykh O. I., Gladkikh A. S., Sorokovikova E. G., Tikhonova I. V., Potapov S. A., Fedorova G. A. Microcystine-poruding cyanobacteria in water reservoirs of Russia, Belarus and Ukraine. *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya* = *Chemistry for Sustainable Development*, 2013, vol. 21, no. 4, pp. 363–378 (in Russian).
 19. Jewel M. A., Affan M. A., Khan S. Fish mortality due to cyanobacterial bloom in an aquaculture pond in Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2003, vol. 6, no. 12, pp. 1046–1050. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.1046.1050>
 20. Kangur K., Kangur P., Laugaste R. Fish kill in Lake Peipsi in summer 2002 as a synergistic effect of a cyanobacterial bloom, high temperature, and low water level. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Biology. Ecology*, 2005, vol. 54, no. 1, pp. 67–80. <https://doi.org/10.3176/biol.ecol.2005.1.05>
 21. Loginova E. V. Possibility of algae toxicity manifestation in water bodies of Belarus. *Vestnik BGU. Seriya 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya* [Bulletin of the Belarusian State University. Series 2, Chemistry. Biology. Geography], 1995, no. 1, pp. 66–69 (in Russian).



22. Mikheyeva T. M., Belych O. I., Sorokovikova E. G., Gladkikh A. S., Potapov S. A. Cyanobacteria and cyanotoxins in plankton of the regulated waterbodies and of the municipal section of the Svisloch river (Belarus). *Ekologicheskii vestnik* [Ecological Bulletin], 2011, no. 4 (18), pp. 30–37 (in Russian).
23. Golovina N. A., Strelkov Yu. A., Voronin V. N., Golovin P. P., Evdokimova E. B., Yukhimenko L. N. *Ichthyopathology*. Moscow, Mir Publ., 2003. 447 p. (in Russian).
24. The mass death of fish in the Volga is associated with poor ecology. *Arguments and Facts. Volgograd*, 2011, 16 August. Available at: <https://vig.aif.ru/society/details/372839> (accessed 16.09.2022) (in Russian).
25. Yukhimenko L. N., Koidan G. S. The current state of the problem of fish aeromonosis. *Bolezni ryb: informatsionnyi paket* [Fish diseases: information package]. Moscow, 1997, iss. 2, pp. –1–9 (in Russian).
26. On the establishment of water quality standards for surface water bodie: Decree of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus dated March 30, 2015, no. 13. *National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus*. Available at: https://pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf (accessed 16.09.2022) (in Russian).
27. Api 20 E : identification system for Enterobacteriaceae and other non-fastidious Gram-negative rods. *Northeast Biomanufacturing Center and Collaborative (NBC2)*. Available at: <https://biomanufacturing.org/uploads/files/587872707301898351-api20einstructions.pdf> (accessed 16.09.2022).
28. Podushka S. B. On the causes of the outbreak of goldfish. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' laboratorii ikhtiologii INENKO* [Scientific and Technical Bulletin of INENKO Ichthyology Laboratory], 2004, no. 8, pp. 5–15 (in Russian).
29. Gerasimov Y. V., Smirnov A. K., Kodukhova Y. V. Assessment of possible causes of changes in abundance and sexual structure in populations of Prussian carp (*Carassius Auratus* Gibelio Bloch., 1783). *Inland Water Biology*, 2018, vol. 11, no. 1, pp. 72–80. <https://doi.org/10.1134/s199508291704006x>
30. Abramenko M. I., Nedviga I. V. Population abundance dynamics of silver crucian carp from the tsymlyansk water reservoir on the modern stage. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Southern Scientific Center of RAS], 2011, vol. 7, no. 2, pp. 111–113 (in Russian).
31. Goriunova A. I., Isbekov K. B., Asylbekova S. J., Danko Y. K. About crucians of periodically drying up steppe lakes of Northern Kazakhstan in the light of the modern domestic and foreign researches. *Trudy VNIRO*, 2017, vol. 165, pp. 27–37 (in Russian).
32. Dombrovskii V. K. Morphobiological characteristics of the silver carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch), bred in the reservoirs of the Byelorussian SSR. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belorussii:trudy* [Problems of the fish industry of Belarus: works]. Moscow, 1964, vol. 5, pp. 62–82 (in Russian).
33. Zhukov P. I. *Reference book on the ecology of freshwater fish*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1988. 310 p. (in Russian).



34. Rizevskii V. K., Zubei A. V., Ermolaeva I. A.. On the displacement of native goldfish by introduced silver carp. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2013, iss. 29, pp. 263–274 (in Russian).
35. Poletaev A. S., Gajduchenko H. S. Comparative analysis of the Volma fishery goldfish karyotype. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskije, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy* [Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical Molecular Biology Sciences], 2016, vol. 11, pt. 1, pp. 224–230 (in Russian).
36. Poletaev A. S., Rizevskii V. K. Naturalization of silver carp (*Carassius auratus* s. lato) on the territory of Belarus. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2019, iss. 35, pp. 146–157 (in Russian).

Сведения об авторах

Костоусов Владимир Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000–0002–3926–9432

Ансолихова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Ласица Владислав Александрович — младший сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Дегтярик Светлана Михайловна — кандидат биологических наук, доцент, зав. лабораторией болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Полоз Светлана Васильевна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Беспальный Алексей Викторович — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Бе-



ларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Information about the authors

- Koustousov Vladimir* — Ph.D. (Biological), Associate professor, deputy director of science of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: vkoustousov@tut.by. ORCID: 0000-0002-3926-9432
- Apsolikhova Olga* — Ph.D. (Biological), Leading Researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Lasitsa Vlad* — Junior researcher, Laboratory of Fish Farming and Fisheries in Natural of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com
- Sennikova Violetta* — Senior Researcher, Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming of RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Dziahtsiaryk Sviatlana* — Ph.D. (Biological), Associate professor, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru
- Polaz Sviatlana* — Ph.D. (Veterinary), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: lana.poloz@gmail.com
- Biaspaly Aliaksei* — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebeneva, 22, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com