

РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220024

(Поступила в редакцию 01.07.2024)

В статье представлены результаты выращивания сеголетков амурского сазана ханкайской популяции, завезенных в Беларусь (прудовое хозяйство «Вилейка») с целью формирования племенного генофонда в 1977–1978 гг. из рыбокомбината «Лисневичи» (Львовской области). От завезенных производителей получали потомство первого поколения, которое характеризовалось высоким уровнем выживаемости сеголетков сазана, 93,5 и 89,0 % и пониженной массой тела по сравнению с карпом, выращенным одновременно. Такое же соотношение между карпом и сазаном сохраняется в четвертом поколении, которое сформировано от производителей, отобранных по биохимико-генетическим признакам (трансферринам, эстеразам и миогенам). При формировании девятого поколения амурского сазана был использован генетический материал (молоки), завезенные из России (ВНИИПРХ). У сеголетков девятого поколения в сравнении с сазаном из первого и четвертого поколений коллекционной популяции амурского сазана проявлялась тенденция к увеличению средней массы тела и снижению выживаемости (как из популяции, сформированной из имеющегося в республике собственного генофонда, так и помесного материала, полученного с использованием завезенного генетического материала). Анализ рыбоводно-биологических показателей сеголетков девятого поколения показывает увеличение выживаемости и снижение средней массы сеголетков опытных групп, полученных с участием завозного материала (молок) из РФ по сравнению с сеголетками сазана из белорусского коллекционного стада. В девятом поколении при сравнении средних рыбоводственных показателей сеголетков амурского сазана и карпа белорусской селекции, выращенных в одинаковых условиях, отмечается увеличение массы тела и снижение выживаемости амурского сазана в сравнении с карпом. Однако установленные отклонения значительно ниже, чем в первом и четвертом поколениях. Очевидно, имеющийся в племенном коллекционном стаде амурский нуждается в отборе с повышенной напряженностью по фенотипическим признакам, сочетающимся с отбором по генотипу особей с характерными маркирующими аллелями.

**Ключевые слова:** амурский сазан, карп, поколение, сеголеток, масса тела, выживаемость.

The article presents the results of growing yearlings of the Amur carp of the Khanka population imported to Belarus (the Vileika pond farm) in 1977–1978 from the Lisnevichi fish processing plant (Lviv region) to form a breeding gene pool. The imported producers produced the first generation offspring, which were characterized by a high survival rate of carp yearlings, 93.5 and 89.0 %, and a reduced body weight compared to carp grown at the same time. The same ratio between common carp and Amur carp is maintained in the fourth generation, which is formed from producers selected according to biochemical and genetic characteristics (transferrins, esterases, and myogens). When forming the ninth generation of Amur carp, the genetic material (milt) imported from Russia (All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries) was used. The ninth-generation yearlings, compared with carp from the first and fourth generations of the collection population of Amur carp, showed a tendency towards an increase in average body weight and a decrease in survival (both from the population formed from the republic's own gene pool and from the crossbred material obtained using imported genetic material). Analysis of the fish-breeding and biological parameters of the ninth-generation yearlings shows an increase in survival and a decrease in the average weight of yearlings from the experimental groups obtained with the participation of imported material (milt) from the Russian Federation compared with yearlings of carp from the Belarusian collection stock. In the ninth generation, when comparing the average fishery parameters of yearlings of Amur carp and carp of Belarusian selection, grown in the same conditions, an increase in body weight and a decrease in the survival of Amur carp are noted compared to carp. However, the established deviations are significantly lower than in the first and fourth generations. Obviously, the Amur carp present in the breeding collection herd requires selection with increased intensity for phenotypic characteristics, combined with selection for the genotype of individuals with characteristic marking alleles.

**Key words:** Amur carp, carp, generation, yearling, body weight, survival.

Основным методом интенсификации рыбоводства Беларуси является совершенствование технологических приемов создания высокопродуктивных многолинейных стад пород и кроссов разводимых объектов аквакультуры [1]. Массовое производство товарной рыбы в Беларуси осуществляется в прудах, и основным объектом является карп. В настоящее время генофонд карпа в прудовых хозяйствах представлен породами белорусской селекции, зарубежными породами и амурским сазаном ханкайской популяции, который был завезен из Украины в 1977–1980 гг. в соответствии с постановлением Коллегии Управления рыбного хозяйства при СМ БССР от 9 марта 1979 г. для повышения жизнестойкости рыбопосадочного материала в период зимовки и вегетации, а также получения эффекта гетерозиса в прудовых хозяйствах [2]. Эффект гетерозиса по рыбоводственным показателям (выживаемость) на ранних этапах товарного выращивания достигал 70,0 % и более [3, 4]. Входящий в состав коллекционного стада амурский сазан используется в селекционно-племенной работе как компонент для скрещивания при получении промышленных кроссов [5, 6]. На данном этапе формирова-

ния коллекционного стада амурского сазана необходимо было оценить динамику проявления эффекта гетерозиса у гибридов, полученных от реципрокных скрещиваний разных коллекционных пород и линий карпа с амурским сазаном, и использования их в промышленных рыбоводных организациях [7]. Несмотря на увеличение потребительского спроса на зеркальных карпов с улучшенным экстерьером, гибриды карпа с сазаном остаются весьма перспективным объектом рыборазведения, особенно благодаря высокой приспособляемости к практически любым условиям прудовых хозяйств, расширенному спектру питания и высокой выживаемости [8].

*Цель работы* – оценить динамику изменения рыбохозяйственных показателей (средней массы и выживаемости) сеголетков амурского сазана в ряду поколений. Изучить влияние обновления племенного генофонда амурского сазана девятого поколения, сформированного в Беларуси, за счет использования генетического материала, завезенного из России (ВНИИПРХ).

*Задачи:*

1. Дать сравнительную характеристику помесных групп сазана девятого поколения, полученных с использованием завезенного генетического материала по показателям средней массы тела и выживаемости сеголетков.
2. Изучить динамику изменения рыбохозяйственных показателей в первом, четвертом и девятом поколениях амурского сазана.
3. Сравнить результаты выращивания сеголетков амурского сазана с карпом, выращенным одновременно с каждым из рассмотренных поколений сазана.

Работы по формированию коллекционного стада пород и линий карпа белорусской и зарубежной селекции, а также амурского сазана карпа проводятся в СПУ «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Объектами исследований являлись сеголетки амурского сазана 1, 4 и 9 поколений, выращенных в условиях Беларуси. Кроме сеголетков сазана, одновременно с ним, были выращены и сеголетки карпа белорусской селекции. Это позволило сравнить рыбоводные показатели сеголетков сазана с уже существующими породами и линиями карпа. Для зарыбления выростных прудов всех опытных групп использовали 3-суточных заводских личинок. На каждом из этапов формирования коллекционного материала сазана и карпа их выращивали при одинаковом режиме кормления и санитарно-профилактических мероприятий, то есть, условия их содержания были практически одинаковыми. Это дало основание для сравнения рыбохозяйственных показателей амурского сазана с карпом белорусской селекции. Рыбохозяйственные показатели сеголетков определяли по общепринятым методикам [9, 10].

Сравнительную оценку показателей сеголетков амурского сазана проводили при формировании первого, четвертого и девятого поколений (1980–2021 гг.). Среднюю массу и выживаемость опытных групп сазана сравнивали со средней массой и выживаемостью чистопородных групп карпа (белорусской селекции), выращенных одновременно.

С целью формирования племенного генофонда амурского сазана первого поколения в 1980–1981 гг., от завезенных производителей получали потомство. Естественный нерест был проведен в нерестовых прудах рыбхоза «Вилейка». Плотность зарыбления личинок сазана от естественного нереста составила 38,4 и 40,0 экз/га. Обе генерации первого поколения характеризовались высоким уровнем выживаемости сеголетков сазана, величина которого составила 93,5 и 89,0 % (табл. 1). Средняя масса сеголетков сильно варьировала в разные годы (30,3–5,2 г). Большое количество выращенных сеголетков позволило провести отбор племенного материала по массе тела с высокой степенью напряженности (8,9 %). Сеголетки селекционируемой в то время породы карпа «Изобелинский», выращенные одновременно с первым поколением сазана в условиях разреженной посадки отличались значительными отклонениями по уровню выживаемости и массы тела. Средняя масса тела сеголетков карпа была значительно выше, чем у сазана (58,0 против 30,3 и 5,2 г), а выживаемость значительно ниже (28,1 против 93,5 и 89,0 %).

К 1987–1988 гг. было отмечено снижение товарной массы промышленных гибридов карпа с амурским сазаном. Проявилось не характерное для гибридов первого поколения заболевание – воспаление плавательного пузыря. В потомстве племенного сазана стали появляться особи с нетипичным для него экстерьером. В связи с этим при формировании четвертого поколения племенного амурского сазана были начаты работы по биохимико-генетической экспертизе сазана с использованием методик определения неспецифических белков крови (трансферринов, эстераз) и скелетных мышц (миогенов).

В 1991–1995 гг. от производителей отобранных по комплексу маркирующих биохимико-генетических признаков было получено потомство восьми семей сазана. Средняя масса сеголетков четвертого поколения сазана составила 20,3 г, выживаемость 55,4 %, табл. 1. У карпа породы «Изобелинский», выращенного одновременно с сазаном, масса тела была значительно выше, (60,3 г против 20,3 г), а выживаемость ниже (19,1 против 55,4 %).

Таблица 1.

Породная принадлежность	Количество, экз.		Масса		Выживаемость, %
	посажено	выловлено	общая, кг	средняя, г	
Первое поколение F <sub>1</sub>					
Сазан. Генерация I	288000	268300	8159,8	30,3	93,5
Генерация II	100000	89000	462,8	5,2	89,0
Карп изобелинский*	10900	3060	1774,8	58,0	28,1
Четвертое поколение F <sub>4</sub>					
Сазан (8-кратная повторность)	44400	24600	499,3	20,3	55,4
Карп изобелинский*	10800	2067	124,6	60,3	19,1
Девятое поколение F <sub>9</sub> . Генерация I					
Сазан, полученный с участием молок из РФ: Опытная группа I	4800	1742	59,3	34,0	36,3
Опытная группа II	4800	2581	82,4	31,8	54,0
Итого опытные группы сазана	9600	4323	141,7	32,8	45,0
Сазан белорусской популяции	20000	6440	347,7	54,0	32,2
Линии белорусской селекции	6400	2379	109,8	46,1	37,2
F <sub>9</sub> . Генерация II					
Сазан белорусской популяции	10950	3006	79,1	26,3	27,5
Линии белорусской селекции	27401	6080	38,7	39,3	22,2
F <sub>9</sub> . Генерация III					
Сазан (белорусская популяция)	7600	3770	71,1	18,9	49,6
Опытные группы:					
P1	1800	162	2,3	14,2	9,0
P2	2000	1185	18,0	15,2	59,3
P3	1800	1200	26,3	21,9	66,7
P4	2000	1314	42,5	32,3	65,7
Итого опытные группы сазана:	7600	3861	89,1	23,1	50,8
Белорусские линии:	25800	9082	242,2	26,7	35,2
Итого сазан (белорусская популяция F <sub>9</sub> ), генерации I – III	38550	13216	467,9	35,4	34,3

\* плотность зарыбления 60 тыс. экз./га

С 1995 г. племенное стадо амурского сазана включено в состав коллекционного генофонда карпа. В настоящее время имеется небольшое по численности ремонтно-маточное племенное стадо амурского сазана в СПУ «Изобелино» 9-го поколения с момента воспроизводства в условиях Беларуси, с которым ведется племенная работа. Для успешного дальнейшего его использования с целью получения эффекта гетерозиса у товарных кроссов была проведена оценка имеющегося генетического материала сазана по комплексу рыбоводно-биологических признаков. Сформированное в настоящее время девятое поколение амурского сазана включает три генерации. При формировании первой и третьей генераций использовали завезенный из России (коллекция ВНИИПРХ) генетический материал (молоки). Средняя масса сеголетков амурского сазана, полученного от скрещивания самок из белорусской популяции с завезенными молоками (генерация I), составила 34,0 и 31,8 г, а выживаемость 36,3 и 54,0 % соответственно. В среднем масса тела опытных групп сазана составила 32,8 г, а выживаемость 45,0 %. Сеголетки сазана из белорусской популяции отличались большей массой тела (54,0 г) и нормативным уровнем выживаемости (32,2 %), то есть сеголетки сазана из белорусской популяции характеризовались повышенной массой тела и пониженной выживаемостью по сравнению с опытными группами, полученными от скрещивания с завезенными молоками. Очевидно, при формировании первой генерации сазана девятого поколения наблюдались значительные колебания величин средней массы и выживаемости сеголетков (31,8–54,0 г и 32,2–54,0 % соответственно). У сеголетков карпа белорусской селекции выращенных одновременно в одинаковых условиях с опытными группами сазана, масса тела составила 46,1 г, выживаемость 37,2 %, то есть рассмотренные рыбоводные показатели сазана в среднем незначительно отличались от коллекционных линий карпа белорусской селекции. При формировании второй генерации девятого поколения амурского сазана получено потомство белорусской коллекционной популяции. Средняя масса сеголетков сазана составила 26,3 г, выживаемость 27,5 %. У сеголетков карпа белорусской селекции средняя масса тела оказалась несколько вы-

ше (39,3 г), а выживаемость ниже (22,2 %), чем у карпа. Третья генерация девятого поколения сазана сформирована из потомства белорусской популяции и опытных скрещиваний сазана, полученных от повторно завезенных половых продуктов (молок) из России (ВНИПРХ). С их использованием проведены четыре варианта скрещиваний, в качестве контроля рассматривалось потомство сазана из белорусской популяции. Средняя масса опытных групп сазана колебалась в пределах от 14,2 г (P1) до 32,3 (P4), составляя в среднем 23,1 г. То есть выше, чем у сеголетков сазана из белорусской популяции (18,9 г). Пониженная выживаемость сеголетков отмечена в группе P1 (9,0 %). У остальных опытных групп сазана этот показатель значительно выше и составляет 59,3–66,7 %. Выход сеголетков сазана из белорусской популяции составил 49,6 %.

Соотношения средней массы сеголетков трех генераций девятого поколения представлены на диаграмме 1.

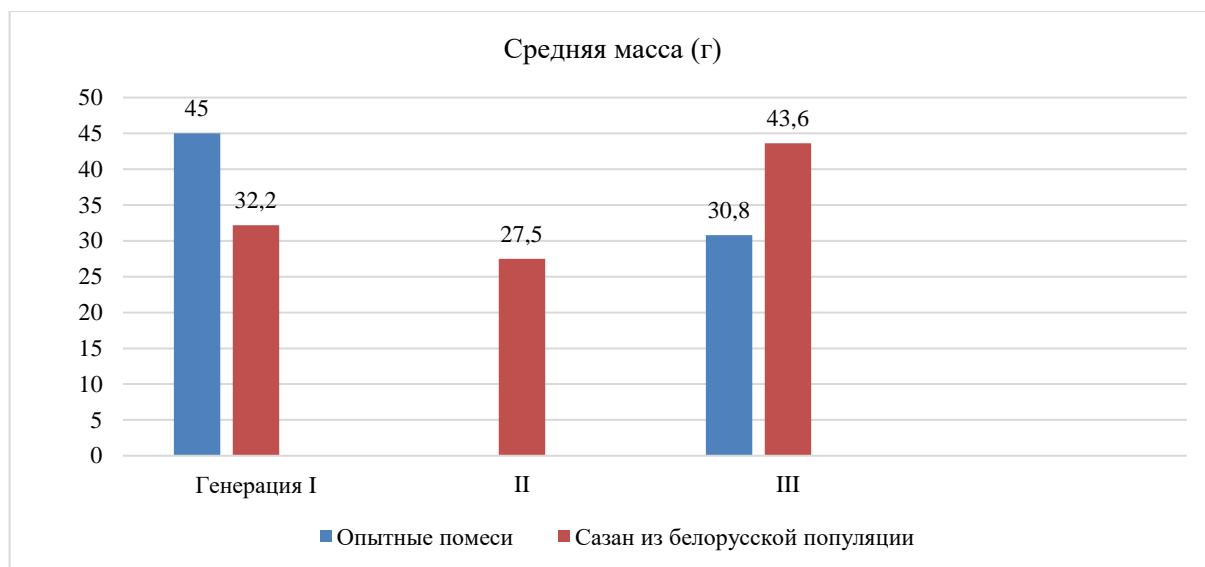


Рис. 1. Диаграмма 1. Средняя масса сеголетков сазана трех генераций девятого поколения

У сазана из белорусской популяции средняя масса сеголетков в первой и второй генерациях отличалась не значительно, а в третьей генерации оказалась существенно выше, чем у помесных групп, полученных с использованием завезенного генетического материала (молок). У опытных помесных групп наоборот средняя масса сеголетков из первой генерации значительно выше, чем в третьей.

Средняя выживаемость сеголетков сазана девятого поколения из белорусской популяции составила 34,3 %, с колебаниями по генерациям от 27,5 до 49,8 % (диаграмма 2). Средняя выживаемость помесных групп несколько выше (45,0 и 50,8 %).

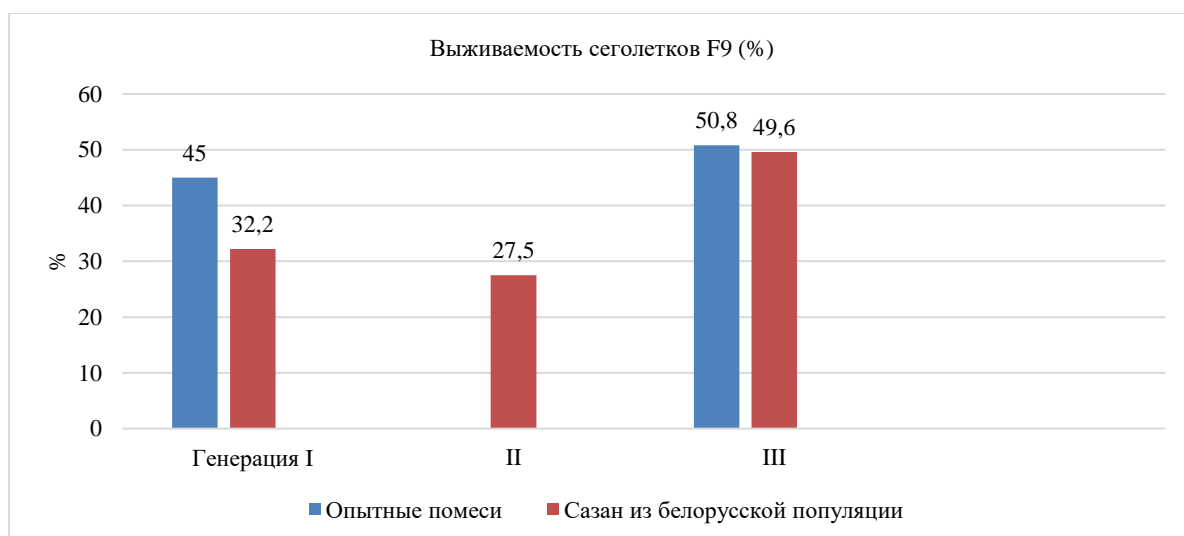


Рис. 2. Диаграмма 2. Средняя выживаемость сеголетков сазана трех генераций девятого поколения

В целом сеголетки из третьей генерации девятого поколения отличались повышенной выживаемостью по сравнению с первой и второй.

Чтобы сравнить результаты выращивания сеголетков сазана в ряду поколений рассчитывали отклонение средней массы и выживаемости сазана от карпа, выращенных одновременно. Отклонения, выраженные в процентах, представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Сазан, поколение, генерация	Отклонение, %	
	по массе	по выживаемости
Сазан. F <sub>1</sub> . Генерация I	-47,7	232,7
Генерация II	-91,0	216,7
Сазан (белорусская популяция F <sub>4</sub> ) (8-кратная повторность)	-66,3	190,0
Сазан, генерация I, F <sub>9</sub> опытные группы	-28,8	21,1
Сазан, генерация I, F <sub>9</sub> белорусская популяция	17,1	-13,4
Сазан, генерация II, F <sub>9</sub> белорусская популяция	-33,1	-23,9
Сазан, генерация III, F <sub>9</sub> опытные группы сазана	-13,8	44,3
Сазан генерация III, F <sub>9</sub> белорусская популяция	-29,2	40,9

В первом поколении отклонения средней массы сазана от карпа составили 47,7 и 91,0 % в сторону уменьшения. В четвертом поколении эта величина достигла 66,3 %. В девятом поколении отклонения массы тела сазана от карпа, выращенных одновременно, оказалась значительно ниже, чем в первом и четвертом поколениях (13,8 – 33,1 %). Во второй генерации девятого поколения средняя масса сеголетков сазана из белорусской популяции оказалась даже выше, чем у карпа на 17,1 %.

Выживаемость сеголетков сазана за весь период исследований в основном была выше, чем у карпа. В первом поколении отклонения от карпа составили 232,7 и 216,7 %, в четвертом 190,0 %. В девятом поколении величина отклонений выживаемости сазана от карпа оказались значительно ниже, чем в первом и четвертом поколениях (21,0–44,3 %), а в первой генерации сазан из белорусской популяции даже уступал карпу, отклонение составило 13,4 %. В первом и четвертом поколениях отклонения между сеголетками карпа и сазана весьма значительны и по массе тела и по выживаемости. Причем масса сеголетков сазана значительно ниже, чем у карпа, а выживаемость наоборот значительно выше. К девятому поколению сазана отклонения рассмотренных показателей сазана от карпа значительно меньше. В первой генерации сазан отличался увеличенной массой тела и сниженной выживаемостью. В последующих вариантах выращивания сазана (2-я и 3-я генерации) установлены отклонения и по массе, и по выживаемости сеголетков, однако установленные различия значительно меньше, чем в первых поколениях. Очевидно имеющийся в племенном коллекционном стаде амурский нуждается в отборе с повышенной напряженностью по фенотипическим признакам (присущими амурскому сазану), сочетающимся с отбором по генотипу особей с характерными маркирующими аллелями.

Сравнительный анализ выращивания в ряду поколений указывает на снижение выживаемости и увеличение средней массы сеголетков сазана в белорусской популяции, разводимой «в себе» на протяжении более 35 лет. Для обновления крови и снижения имбридинга при формировании девятого поколения амурского сазана были использованы молоки из коллекции ВНИИПРХ (РФ). Анализ рыбободно-биологических показателей сеголетков девятого поколения показывает увеличение выживаемости и снижение средней массы сеголетков опытных групп, полученных с участием завозного материала (молок) из РФ по сравнению с сеголетками сазана из белорусского коллекционного стада.

От завезенных в Беларусь производителей амурского сазана ханкайской популяции получали потомство первого поколения, которое характеризовалось высоким уровнем выживаемости сеголетков, 93,5 и 89,0 % и пониженной массой тела по сравнению с карпом, выращенным одновременно. Такое же соотношение между карпом и сазаном сохраняется в четвертом поколении, которое сформировано от производителей, отобранных по биохимико-генетическим признакам (трансферринам, эстеразам и миогенам).

В девятом поколении при сравнении средних рыбохозяйственных показателей сеголетков амурского сазана и карпа белорусской селекции, выращенных в одинаковых условиях, отмечается увеличение массы тела и снижение выживаемости амурского сазана в сравнении с карпом. Однако установленные отклонения значительно ниже, чем в первом и четвертом поколениях. Очевидно имеющийся в племенном коллекционном стаде амурский нуждается в отборе с повышенной напряженностью по фенотипическим признакам, сочетающимся с отбором по генотипу особей с характерными маркирующими аллелями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кончиц В. В. Пути повышения эффективности работы рыбоводных хозяйств Беларуси. // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века. Материалы международной научно – практической конференции 23–27 августа 2004 г., Минск. – Минск: ОДО «Гонпик», 2004 – С. 58–60.
2. Чутаева А. И., Книга М.В. Рыбохозяйственная характеристика внутривидовых помесей белорусского карпа и его гибридов с амурским сазаном // Тезисы докладов XXI научной конференции по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии. - Псков, сентябрь, 1983. – Т. 2. – С. 164–167.
3. Таразевич, Е. В. Чутаева А. И., Скурят Э. К. Промышленное выращивание гибрида изобелинского карпа и амурского сазана // Рыбное хозяйство. – №5 – М., 1981. – С. 11–12.
4. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей амурского сазана первого и пятого поколений / М. В. Книга, Е. В. Таразевич, А. П. Семёнов и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 23. – Минск, 2007. – С. 281–287.
5. Сергеева Т. А. Оценка эффекта гетерозиса по рыбохозяйственным показателям у сеголетков гибридов карпа с сазаном из белорусского коллекционного стада // Животноводство и ветеринарная медицина. – Горки, 2022. – №4. – С. 33–37.
6. Характеристика биохимического состава тела сеголетков и годовиков кроссов амурского сазана с селекционным белорусским карпом / Сергеева Т. А., Крук А. Ю., Книга М. В. И др. // Сб. научных трудов «Вопросы рыбного хозяйства Беларуси». – Минск, выпуск 38 – С. 83–99.
7. Генетическое разнообразие племенного ремонтно-маточного стада амурского сазана *Cyprinus carpio haematopterus*, выращиваемого в аквакультуре в Беларуси / Лемеш В. А., Агеец В. Ю., Царь А. И. и др. // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – 2023. – Т.34. – С. 49–60.
8. Генетическое разнообразие популяции амурского сазана (*Cyprinus carpio haematopterus*), выращиваемого в аквакультуре в Беларуси / А. И. Царь, М. С. Парфенчик, В. Ю. Агеец и др. // Генетика и биотехнология XXI века: материалы V Международной научной конференции, посвящённой 135-летию со дня рождения Н. И. Вавилова, Минск, 21–25 ноября 2022 г. / Институт генетики и цитологии НАН Беларуси; редкол.: Кильчевский [и др.]. – Минск, 2022. – С. 113.
9. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, А. П. Семенов и др. // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6–20.
10. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 147–151.