

КАРП «БЕЛОРУССКИЙ ЗЕРКАЛЬНЫЙ», ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Е. В. ТАРАЗЕВИЧ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: Rektorat@atu.edu.by

Т. А. СЕРГЕЕВА

Управление по аквакультуре и рыболовному хозяйству Государственного объединения по мелиорации земель,
водному и рыбному хозяйству «Белводхоз»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220029, e-mail: tasergeeva@tut.by

М. В. КНИГА, О. Н. ВИШНЕВСКАЯ, И. А. ОРЛОВ, А. Ю. КРУК

РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220024,
e-mail: belniirh@tut.by; belaboka@internet.ru; squamata@mail.ru; nastilyu2310@gmail.com

(Поступила в редакцию 08.01.2025)

В соответствии с современными требованиями рынка лаборатория селекции и племенной работы института рыбного хозяйства занимается созданием новой белорусской зеркальной породы карпа, характеризующейся зеркальным типом чешуйного покрова с незначительным количеством чешуи на поверхности тела, высокоспинной округлой формой тела. Критериями при отборе на племя среди младших групп ремонта служили более высокая масса тела, отсутствие уродств, экстерьерные показатели (хорошо выраженный карповый экстерьер – высокоспинность, малоголовость), а также устойчивость к заболеваниям, в частности к ВПП. В настоящее время сформировано стадо производителей пятого поколения и младшие ремонтные группы шестого поколения двух линий селекционного зеркального карпа. В статье представлены этапы формирования селекционного материала. Рыбоводные результаты выращивания и нагула ремонтно-маточного стада селекционного зеркального карпа незначительно отклонялись от коллекционных чешуйчатых карпов. Рыбохозяйственные показатели сеголетков селекционного зеркального карпа, полученные в результате их выращивания в условиях товарного рыбоводного хозяйства, в основном соответствуют нормативным требованиям и не уступают чешуйчатому карпу.

Ключевые слова: зеркальный карп, селекция, порода, линия, схема селекции, стандарт породы.

In accordance with modern market requirements, the laboratory of selection and breeding work of the Institute of Fisheries is engaged in the creation of a new Belarusian mirror breed of carp, characterized by a mirror type of scale cover with an insignificant amount of scales on the body surface, a high-backed rounded body shape. The criteria for selection for breeding among the younger groups of replacement were a higher body weight, the absence of deformities, exterior indicators (well-defined carp exterior – high-backed, small-headed), as well as resistance to diseases, in particular to swim bladder inflammation. At present, a herd of producers of the fifth generation and younger replacement groups of the sixth generation of two lines of selection mirror carp have been formed. The article presents the stages of formation of selection material. Fish-breeding results of growing and fattening of the replacement-broodstock of selection mirror carp slightly deviated from the collection scaly carps. Fishery indicators of yearlings of selective mirror carp, obtained as a result of their cultivation in conditions of commercial fish farming, generally correspond to regulatory requirements and are not inferior to scaly carp.

Key words: mirror carp, selection, breed, line, selection scheme, breed standard.

Введение

Карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*) – один из самых широко выращиваемых видов рыб в мире. По данным ФАО, в 2020 году он занимал четвертое место в общемировом производстве продукции аквакультуры с объемом производства 4,8 млн. тонн. В аквакультуре Беларуси доля карпа в 2022 году составила 72,6 %, а прудовом рыбоводстве 65,4 % общего объема производства. Залогом стабильных результатов по получению товарной продукции карпа является использование высокопродуктивных пород и кроссов, выращивание которых позволяет повысить рыбопродуктивность рыбоводных прудов без дополнительных затрат.

Важнейшим направлением, определяющим развитие животноводческой отрасли, и в целом агропромышленного комплекса является селекция объектов разведения. В частности, в области прудового рыбоводства селекционные работы в основном сосредоточены на создании новых пород карпа, поскольку именно этот вид наиболее широко распространен и изначально предназначен для выращивания в прудовых хозяйствах. Так как рыбоводные прудовые хозяйства располагаются в различных климатических зонах, а прудовая рыба выращивается с применением разных технологий, основным направлением селекционных работ является специализация пород карпа к условиям конкретной среды выращивания [1]. Немаловажным в настоящее время является и направление селекционных работ, обеспечивающее конкурентоспособность выращенной рыбы. В соответствии с этими требованиями

насушной необходимостью является создание собственной породы карпа с зеркальным чешуйным покровом и обеспечивающий продуктивность рыбоводных прудов, не ниже широко распространенных отселекционированных в республике чешуйчатых пород карпа. Зеркальные породы карпа зарубежной селекции и выращиваемые в республике линии собственной селекции, в основном уступают имеющимся чешуйчатым породным группам по уровню продуктивности (на 10–15 %), а также менее устойчивы к инфекционным заболеваниям, особенно к воспалению плавательного пузыря (ВПП) [2]. Заболевание острой формой ВПП у сеголетков и годовиков может вызывать их гибель до 95 % [3, 4, 5]. Следовательно, весьма актуальным направлением в селекционных работах с карпом является создание линий с зеркальным чешуйным покровом, не уступающих по своим рыбохозяйственным характеристикам, распространенным в республике чешуйчатым породам. Поэтому, в процессе селекции линий карпа «Белорусский зеркальный» прежде всего, ставилась задача сформировать методом комбинированного отбора (с чередованием массового и индивидуального) селекционный материал, обладающий повышенной устойчивостью к ВПП, а также повысить показатели продуктивности, до уровня чешуйчатых линий карпа белорусской селекции [6].

Целью нашей работы являлось определение основных этапов формирования исходного материала, селекционного ядра и двух селекционных линий белорусского зеркального карпа.

Основная часть

В РУП «Институт рыбного хозяйства» на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» с 1991–92 гг. формировали коллекционный генофонд различных пород и линий карпа, который был использован в качестве исходного материала для проведения селекционных работ по созданию двух новых зеркальных линий карпа «Белорусский зеркальный». Для формирования исходного селекционного материала, были использованы отводки изобелинского карпа три прим, смесь зеркальная, столин ХУШ, зеркальная линия лахвинского карпа; породы карпа зарубежной селекции, включенные в состав коллекционного стада: немецкий, югославский, сарбоянский, а также амурский сазан [7].

На основе инвентаризации и бонитировки в соответствии с общепринятыми методиками весной и осенью на каждом из этапов исследования проводили рыбохозяйственную и фенотипическую оценку всех выращенных селекционных групп карпа по комплексу рыбоводно-биологическим признакам [8, 9].

Для получения селекционного потомства на начальных этапах формирования линий использовали заводской метод воспроизводства, на этапах стабилизирующего отбора заводской и эколого-физиологический методы воспроизводства [10].

Критериями при отборе на племя среди младших групп ремонта служили более высокая масса тела, отсутствие уродств, экстерьерные показатели (хорошо выраженный карповый экстерьер – высокоспинность, малоголовость), а также устойчивость к заболеваниям, в частности к ВПП. Из каждого пруда клиническому осмотру было подвергнуто по 50–100 экз. сеголетков карпа.

Формирование исходного селекционного материала для создания новой породы зеркального карпа было начато в 1992 году. На первом этапе селекционных работ проводили подбор исходного материала, представленного карпами белорусской селекции (отводки изобелинского карпа седьмого поколения: три прим, смесь зеркальная, смесь чешуйчатая, столин ХУШ и зеркальная линия лахвинского карпа). Этот материал был хорошо приспособлен к условиям прудовых хозяйств второй зоны рыбоводства. Схема формирования селекционного генофонда представлена в табл. 1.

Таблица 1. Этапы формирования исходного селекционного генофонда новой породы зеркального карпа

Исходный материал		
Изобелинский карп, отводки:		Породы зарубежной селекции
F₇ три прим, смесь зеркальная, столин ХУШ, лахвинский зеркальный	F₈ три прим (семьи, смесь зеркальная (семьи)	F₀ и F₁ югославский, сарбоянский, немецкий, амурский сазан F ₃
F₇ (1992–1997 гг.		
Двухпородные кроссы (из 20 отобрано 5): три прим х югославский, смесь зеркальная х сарбоянский, столин ХУШ х югославский, лахвинский зеркальный х немецкий, лахвинский зеркальный х сарбоянский		

При формировании исходного селекционного генофонда были использованы и породы зарубежной селекции, завезенные в республику в 1991–1992 гг. (югославский, немецкий, сарбоянский карпа). Для получения двух кроссов использовали завезенный в республику генетический материал (сперму), хорошо отселекционированных пород европейской селекции (немецкий, югославский, сарбоянский), отличающихся выдающимися фенотипическими признаками, с коэффициентом упитанности 3,6–4,2 и показателем высокоспинности 2,4–2,6. Поскольку завезенные в республику трехсуточные личинки сарбоянского карпа при выращивании в выростных прудах дали расщепление по чешуйному покрову,

для дальнейшего выращивания и селекционных работ были отобраны только зеркальные особи с рамчатым расположением чешуи на поверхности тела. Отобранный материал характеризовался повышенной зимостойкостью и устойчивостью к заболеванию воспалением плавательного пузыря.

Первое селекционное поколение (1995 г.) сформировано из двухпородных кроссов. Всего за 4 года было исследовано по комплексу рыбоводно-биологических признаков 29 комбинаций скрещиваний белорусских линий с завезенными зарубежными породами. Для дальнейшей работы было отобрано 5 сочетаний (напряженность отбора 17,2 %). Для селекционной работы использовали комбинации, характеризующиеся улучшенными по сравнению с местными группами экстерьерными признаками, а также у сеголетков и годовиков которых не наблюдали признаков ВПП [11].

Второй этап селекционных работ посвящен созданию селекционного ядра зеркального карпа. При формировании второго поколения (1999–2001 гг.) были использованы трехпородные кроссы, которые получали методом вводного скрещивания. Для получения трехпородных кроссов использовали самок двухпородных кроссов и самцов отводок изобелинского карпа восьмого поколения, сформированного методом индивидуального отбора по семьям. Для скрещивания подбирали самцов из семей, у которых не было зарегистрировано признаков ВПП. Для получения трехпородных кроссов также были использованы самцы сарбоянского карпа, хорошо зарекомендовавшего себя в условиях второй зоны рыбоводства, а также самцы сазана, поскольку кроссы с сазаном кроме высокой выживаемости на начальных этапах выращивания отличались повышенной устойчивостью к инфекционным заболеваниям. Из 14 опытных комбинаций трехпородных скрещиваний было отобрано три варианта, табл. 2. Следовательно, напряженность отбора при формировании первой генерации третьего поколения составила 21,4 %.

Таблица 2. Этапы формирования селекционного ядра белорусского зеркального карпа

F ₁ (1998-2001 гг.)	
Трехпородные кроссы (из 14 отобрано 4): (три прим х югославский) х сарбоянский; (смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим; (столин ХУІІІ х югославский) х сазан	
F ₃ генерация 1 (2002 гг.)	
Возвратные скрещивания: сарбоянский х [(три прим х югославский) х сарбоянский], [(столин ХУІІІ х югославский) х сазан] х югославский	
F ₃ генерация 2,3 (2003-2009 гг.)	
Вводные скрещивания, разделение на 2 линии	
I линия	II линия
[(смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим] х (лахвинский зеркальный х немецкий три прим х {сарбоянский х [(три прим х югославский) х сарбоянский]})	три прим х {[(столин ХУІІІ х югославский) х сазан] х югославский} {[(столин ХУІІІ х югославский) х сазан] х югославский} х три прим {[(столин ХУІІІ х югославский) х сазан] х югославский} х (лахвинский зеркальный х сарбоянский)

На основе комплексной оценки продуктивности сеголетков, годовиков, двухлетков проведен отбор сложных кроссов и для дальнейшей селекционной работы были отобраны два перспективных зеркальных кросса с улучшенными экстерьерными показателями [(три прим х югославский) х сарбоянский]; [(смесь зеркальная х сарбоянский) х три прим] и один чешуйчатый кросс, гетерозиготный по чешуйному покрову, у которого было отмечено повышение устойчивости к заболеванию ВПП [(столин ХУІІІ х югославский) х сазан], что произошло, очевидно, за счет включения в генотип наследственности амурского сазана.

При формировании второй и третьей генерации третьего поколения (2003–2009 гг.) проведены возвратные скрещивания отобранных трехпородных кроссов с одной из родительских пород. Для возвратного скрещивания зеркального трехпородного кросса использовали самок сарбоянского карпа, потомство которого отличалось повышенной выживаемостью в зимний период. Производителей (самок), отобранных гетерозиготных по чешуйному покрову кроссов трехпородных сочетаний скрещивали с зеркальными самцами югославского карпа, с целью улучшить экстерьер потомства. Поэтому, данная группа характеризовалась гетерозиготностью по чешуйному покрову, и в ее потомстве ожидалось присутствие зеркальных карпов. В данный период продолжено формирование селекционного ядра белорусского зеркального карпа и начато формирование двух селекционных линий. Наиболее продуктивные и устойчивые из трехпородных кроссов, сочетающих наследственность местных белорусских линий с породами зарубежной селекции, скрещивали с наиболее продуктивной отводкой

изобелинского карпа три прим и двухпородным кроссом лахвинский зеркальный х немецкий, отличившимся улучшенным экстерьером и повышенной устойчивостью к ВПП. В результате проведенных вводных скрещиваний было получено пять вариантов сложных 4–5 линейных кроссов, которых разделили на две группы, послужившие исходным генетическим материалом для формирования двух селекционных линий. В первой группе были представлены зеркальные сложные кроссы, для получения которых использованы исключительно зеркальные карпа. В том числе и зеркальные производители югославского карпа, выращенные из расщепившегося по чешуйному покрову завезенного генетического материала. Во второй группе представлены сложные кроссы, для получения которых использовали чешуйчатые линии (отводка изобелинского карпа столин ХУІІІ и амурского сазана). Полученные сложные кроссы, для которых в качестве отцовского или материнского компонентов использовали, гетерозиготную по чешуйному покрову комбинацию [(столин ХУІІІ х югославский) х сазан] х югославский, характеризовались повышенной устойчивостью к заболеванию ВПП у сеголетков и годовиков. При скрещивании этого кросса с зеркальными карпами (отводка изобелинского карпа три прим) и сочетании лахвинский зеркальный х сарбоянский, которое было отобрано из двухпородных помесей, в потомстве наблюдалось расщепление по чешуйному покрову.

Среди полученного потомства был проведен отбор и для дальнейшей селекционной работы использовали только зеркальных особей. Расщепление в потомстве по чешуйному покрову составило около 30 %. Отобранный зеркальный материал послужил генофондом для формирования второй линии белорусского зеркального карпа.

На следующем этапе селекционных работ при получении четвертого поколения (2010–2016 гг.) из отобранного зеркального материала в каждой из линий были сформированы семьи с учетом маркирующих аллелей по локусу трансферрина, табл. 3. Для маркирования первой линии были выбраны типичные для карпа аллели трасферрина (А, В, С). Поскольку для формирования второй линии использовали амурского сазана, маркирующими аллелями для нее кроме указанных аллелей были выбраны характерные для сазана аллели Х и Y, частота встречаемости которых достигала 40 %.

В двух генерациях первой линии были получены 25 семей, а во второй линии 22 семьи, которых оценивали по комплексу рыбохозяйственных, экстерьерных, морфологических, биохимических, физиологических признаков и устойчивости к заболеваниям, табл. 3.

Среди семей каждой из линий проведен отбор. В первой линии для дальнейшего формирования селекционных линий отобраны 15 семей, во второй 12, генетически маркированных по локусу трансферрина, отличающихся улучшенным экстерьером, высокими показателями выживаемости и темпа массонакопления. Напряженность отбора по семьям составила для первой линии 60,0 %, для второй 54,5 %. Следующие пятое и шестое поколения формировали методом массовой селекции. В каждой из формируемых поколений, таким образом, были получены по 2–3 генерации двух линий зеркального карпа.

Таблица 3. Формирование двух селекционных линий белорусского зеркального карпа

F ₄ (2010–2016 гг.) Подбор производителей сложных кроссов для получения селекционного потомства. Формирование двух линий методом индивидуального отбора по семьям	
I линия Из 25 семей трех генераций отобрано 15	II линия Из 22 семей двух генераций отобрано 12
F ₅ (2017–2021 гг.) Стабилизирующий отбор с использованием генетических и физиолого-биохимических методов	
F ₆ (2022–2027 гг.) Стабилизирующий отбор. Производственные испытания. Апробация двух линий белорусского зеркального карпа	

В каждой из генераций для получения потомства использовали смесь икры отобранных для нереста самок и смесь молок самцов (по 10–15 экз. в год) из наиболее продуктивных семей. В периоды осенней и весенней бонитировки проводили массовый отбор селекционного материала, направленный у младших возрастных групп, прежде всего на увеличение массы тела, у старших возрастных групп ремонта и производителей на соответствие генетических и фенотипических признаков выбранному направлению маркирования селекционных линий. Для поддержания генетического разнообразия, однажды задействованных для получения селекционного потомства производителей (самок и самцов), больше не использовали для формирования ремонтного селекционного стада. На этапах ста-

билизирующего отбора использовали генетические и физиолого-биохимические методы оценки производителей.

У самцов и самок селекционного зеркального карпа, отобранных для нереста при формировании пятого поколения, исследовали физиолого-биохимические показатели сыворотки крови: содержание общего белка, глюкозы, холестерина, а также определяли содержание ферментов ALAT и ASAT. Установлена высокая степень изменчивости рассмотренных признаков. Для формирования селекционного потомства отбирали производителей, у которых данные показатели соответствовали нормативным требованиям.

В результате молекулярно-генетического анализа селекционного карпа пятого поколения «Белорусский зеркальный» были получены достоверные данные по 14 STR-локусам. Определение генетических показателей для каждой особи и их размещение на дендрограмме позволило выявить производителей с высокими показателями гетерозиготности и генетического разнообразия, что в свою очередь позволило оптимизировать подбор пар для скрещивания.

В результате исследования экстерьерных показателей селекционных двухлетков зеркального карпа шестого поколения, было установлено, что относительные высота, толщина и обхват тела занимают промежуточное положение между этими показателями линий белорусской селекции и коллекционных зарубежных пород. Так, относительная высота тела составляет 2,67 против 2,84 и 2,60; относительная толщина тела 17,6 против 14,9 и 17,9; относительный обхват тела 89,8 против 89,2 и 92,7).

Рыбоводные результаты выращивания и нагула ремонтно-маточного стада селекционного зеркального карпа незначительно отклонялись от коллекционных зеркальных аналогов белорусской и зарубежной селекции. Рыбохозяйственные показатели сеголетков селекционного зеркального карпа, полученные в результате их выращивания в условиях товарного рыбоводного хозяйства, в основном соответствуют нормативным требованиям и не уступают чешуйчатому карпу. В период осеннего облова в рыбхозе «Свислочь» выращено 157, 46 тыс. экз. сеголетков селекционного зеркального карпа общей массой 4,7 т, средней массой 30,0 г и выживаемостью 31,5 %. То есть, рыбохозяйственные результаты выращивания сеголетков селекционного зеркального карпа соответствовали нормативным требованиям. В рыбхозе «Альба» сеголетков селекционного зеркального карпа выращивали в двух выростных прудах. Рыбохозяйственные показатели сеголетков соответствовали нормативным требованиям (средняя масса 25–30 г, выживаемость 30–35 %). В контрольном пруду (В-1), где выращивали чешуйчатых сеголетков, завезенных из другого хозяйства, выживаемость составила 15,0 %, а средняя масса тела 30,0 г. Следовательно, селекционный зеркальный карп не уступал чешуйчатому, при одновременном выращивании их в промышленном рыбоводном хозяйстве.

В целом создаваемая зеркальная порода карпа, в перспективе, по своим рыбохозяйственным показателям не должна быть ниже нормативных требований. Планируемые отличительные качества новой породы от линий карпа, используемых в рыбоводных хозяйствах, состоят в уменьшении количества чешуи на поверхности тела, повышении рыбопродуктивности и устойчивости к заболеванию ВПП.

По экстерьерным показателям карпа селекционных линий породы «Белорусский зеркальный» должны характеризоваться повышенными коэффициентами высокоспинности, упитанности, укороченным хвостовым стеблем, относительно небольшой длиной головы, повышенным индексом обхвата тела.

Целевой стандарт фенотипа двух линий секционированного карпа представлен на рисунке.



а.



б.

Рис. Целевой стандарт фенотипа линий белорусского зеркального карпа (а. – первая линия, б. – вторая линия)

На данном этапе селекционных работ с применением метода комбинированного отбора сформирован генофонд двух линий карпа «Белорусский зеркальный», включающий пятое (старший ремонт и производители) и шестое (младший ремонт) поколения.

Как правило, стабилизирующий отбор проводится на протяжении не менее двух-четырех селекционных поколений. Из-за длительного срока созревания карпа во второй зон рыбоводства (6 лет), этот процесс займет 12–24 года. В связи с вышесказанным, материалы к апробации нового селекционного достижения должны быть готовы к 2024–2030 гг.

Заключение

1. Исходным материалом создаваемой «Белорусской зеркальной» породы карпа послужили наиболее продуктивные отводки и линии карпа белорусской и зарубежной селекции (1991–1992 гг.).

2. При формировании ядра зеркальной породы карпа использовали трехпородные кроссы, получаемые методом вводного скрещивания (1998–2001 гг.).

3. При формировании второй и третьей генераций третьего поколения проведены возвратные скрещивания отобранных трехпородных кроссов с одной из родительских форм (2003–2009 гг.).

4. На этапе формирования четвертого селекционного поколения сформированы семьи с учетом маркирующих аллелей по локусу трансферрина (2010–2016 гг.).

5. Следующие пятое и шестое поколения формировали методом массовой селекции. Получены по 2–3 генерации в каждом поколении, то есть проводили стабилизирующий отбор (2017–2021 гг.).

6. Предварительные производственные испытания селекционного материала в условиях рыбоводств «Свислочь» и «Альба» показали высокие рыбохозяйственные показатели.

7. На данном этапе селекционных работ методом комбинированного отбора продолжается формирование пятого и шестого поколений «Белорусской зеркальной» породы карпа.

8. Создаваемая новая белорусская зеркальная порода карпа, характеризуется зеркальным типом чешуйного покрова с незначительным количеством чешуи на поверхности тела, высокоспинной округлой формой тела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кончиц, В. В. Пути повышения эффективности работы рыбоводных хозяйств Беларуси / В. В. Кончиц // Стратегия развития аквакультур в условиях XXI века. Материалы международной научно-практической конференции 23–27 августа 2004 г. – Минск: ОДО «Тонпик», 2004. – С. 58–60.

2. Таразевич, Е. В. Сравнительная оценка рыбохозяйственных показателей сеголетков карпа с разным чешуйчатым покровом / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, А. П. Ус, Л. М. Вашкевич // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2007. – Вып. 23. – С. 262–271.

3. Книга, М. В. Характеристика устойчивости сеголетков зеркальных карпов к заболеванию воспаления плавательного пузыря / М. В. Книга, А. П. Ус // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2010. – Вып. 26. – С. 16–27.

4. Книга, М. В. Результаты отбора сеголетков зеркальных карпов по устойчивости к заболеванию воспаление плавательного пузыря / М. В. Книга, А. П. Ус, Е. В. Таразевич // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2008. – Вып. 24. – С. 437–441.

5. Ус, А. П. Сравнительная оценка экстенсивности проявления воспаления плавательного пузыря у кроссов и пород карпа / А. П. Ус, М. В. Книга, И. А. Трубоч // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2007. – Вып. 23. – С. 203–213.

6. Книга, М. В. Схема селекции породы карпа «Белорусский зеркальный» / М. В. Книга, Е. В. Таразевич, А. П. Ус, В. В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 37–43.

7. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в Республике Беларусь / А. И. Чутаева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – М., 1997. – Вып. 15. – С. 11–33.

8. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика сеголетков зеркальных кроссов и чистопородных карпов / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Мн., 2011. – Вып. 27. – С. 14–22.

9. Рыбохозяйственная характеристика сеголетков селекционируемого зеркального карпа / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Минск, 2010. – Вып. 26. – С. 9–15.

10. Сравнительная характеристика методов воспроизводства карпа / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 11–14.