



**В.Ю. Агеец, С.Н. Пантелей, В.Д. Сенникова, А.С. Хомич, Ю.И. Сакович,  
М.Н. Исаенко**

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

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВОЗМОЖНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЯЗЯ (*LEUCISCUS IDUS*), ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В УСЛОВИЯХ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ БЕЛАРУСИ**

**Аннотация:** Расширение видового состава прудовой аквакультуры Беларуси остаётся актуальной проблемой. Традиционно выращиваемые виды не в полной мере используют компоненты гидробиоценоза, такие, как крупные личинки и имаго амфибиотических насекомых, поскольку они не являются предпочитаемой пищей. В то же время показатели количественного развития этих компонентов бентоса, нектона и плейсто-на в отдельных случаях превышают аналогичные величины для олигохет, хирономид, планктонных ракообразных, составляющих основу рациона традиционных видов прудовой аквакультуры в условиях 2 и 3 зон рыбоводства.

Заметный вклад в обеспечение населения республики рыбной продукцией до последнего времени играло рыбоводство в естественных водоёмах. Однако наблюдающееся в силу ряда объективных причин снижение промысловых запасов рыб в естественных водоёмах формирует ситуацию, в которой работа предприятий, специализирующихся на промышленном лове рыбы, требует предварительного зарыбления используемых ими водоёмов для достижения приемлемых экономических показателей. И, хотя водоёмы определённых категорий после проведения соответствующих исследовательских работ могут зарыбляться посадочным материалом, получаемым в рыбоводческих хозяйствах, эта практика имеет негативную сторону с учётом её экологических аспектов. Крупные быстрорастущие карповые рыбы, составляющие видовую основу прудового рыбного хозяйства, являются сильными пищевыми конкурентами для аборигенных видов рыб, численность которых в результате этой деятельности ещё больше понижается, в целом изменяется структура естественного гидробиоценоза эксплуатируемого водоёма и без дальнейших мероприятий по зарыблению его эксплуатация теряет экономическую целесообразность. Восстановление же естественных



гидробиоценозов является весьма длительным процессом. В связи с этим предпочтительнее зарыблять естественные водоёмы аборигенными видами рыб, получение посадочного материала которых, в условиях рыбоводческих хозяйств, требует ресурсозатратного изменения технологического цикла, привлечения специалистов и в конечном итоге позволяет получать виды, использование которых в связи с характером питания ограничено (сом, щука). Производство посадочного материала более массовых видов, например, линя, язя, усача, требует наличия отработанной технологии, которой в настоящее время для условий, соответствующих климату Беларуси, нет.

Исходя из вышеперечисленного, а также по результатам анализа материалов по биологии аборигенных видов республики и мирового опыта работы с ними, наиболее перспективным новым объектом прудового рыбоводства является язь. Его биологические характеристики позволяют предполагать, что как посадочный материал, так и товарная продукция язя могут быть получены при выращивании в прудовых рыбоводческих хозяйствах без существенной перестройки производства, в качестве дополнительного вида, выращиваемого совместно с основными — карпом, растительноядными рыбами. Однако для начала практической реализации работы с этим видом необходимо было удостовериться в действительной целесообразности, в связи с чем, были проведены эксперименты по определению возможности воспроизводства язя, получения посадочного материала в условиях прудовых хозяйств Беларуси. Результаты первого этапа этой работы приведены в настоящей статье.

**Ключевые слова:** язь, воспроизводство, инкубация, личинка, подращивание, посадочный материал, гидрохимический режим, гидробиологический режим, рост, питание, рыбопродуктивность

U.Yu. Aheyets, S.N. Panteley, V.D. Sennikova, A.S. Homich,  
J.I. Kravtsova, M.N. Isaenko

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

## **RESULTS OF EXPERIMENTS TO DETERMINE THE POSSIBILITY OF REPRODUCTION OF IDE (*LEUCISCUS IDUS*), OBTAINING PLANTING MATERIAL IN THE CONDITIONS OF POND FARMS IN BELARUS**

**Abstract:** Pike as an object of pond aquaculture differs in a number of characteristics that distinguish it from other, more widespread objects - carp, herbivorous fish. The consistently high demand for marketable products, high



dietary qualities of meat and, along with this, the ability to increase production efficiency due to biological reclamation — the transformation of the substance of low-productive trash fish, which creates conditions for food competition in polyculture conditions, makes pike a desirable object in pond aquaculture. At the same time, a number of existing problems limit the volume of commercial products produced. This includes, first of all, the low survival rate of juveniles due to cannibalism caused by a shortage of available forage resources at certain stages of juvenile rearing, and other objective factors, and therefore the exploitation of broodstock is often ineffective. Based on these prerequisites, the Institute has planned and is currently implementing a study aimed at increasing production indicators for pike to 25–30 kg/ha during the cultivation of this object in polyculture with carp fish. Such indicators are provided by a number of measures, in particular, rearing pike larvae in various conditions, including using concentrated feed, creating a safe habitat for juvenile pike at the initial stages of its rearing in ponds, and carrying out a number of reclamation measures. At the moment, the project is at the stage of production testing of the draft technological regulations, the development of which required the study of hydrochemical and hydrobiological regimes in ponds, nutritional characteristics, growth rate and physiological state of certain species using reclamation techniques optimized for the pike growing process, species and quantitative composition of polyculture.

**Keywords:** pike, increase, fish productivity, technology, hydrochemical regime, hydrobiological regime, growth, nutrition

**Введение.** Вылов рыбы из естественных водоёмов в Беларуси в последние годы снижается. В 2015 г., по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, было выловлено 870,7 т рыбы, в 2018 г 731,0 т, в 2019 — 668,0 т и в 2020 г 669,6 т. Это обусловлено рядом объективных причин, в частности, перестройкой водных экосистем из-за действия ряда антропогенных факторов, не последним из которых является зарыбление эксплуатируемых водоёмов нехарактерными для Беларуси видами, обеспечивающими временное повышение рыбопродуктивности, однако подавляющими местные ценные в промышленном отношении популяции. Получение в достаточном количестве посадочного материала местных видов рыб, обладающих достаточно высоким темпом роста и имеющих высокие пищевые и вкусовые характеристики, является одной из актуальных проблем рыбной отрасли республики.

Некоторые ресурсы временных гидробиоценозов рыбоводческих прудов, такие, например, как крупные личинки и имаго амфибиотических насекомых, практически не используются традиционными ви-



дами, формирующими поликультуру (каarp, толстолобики, белый амур). Анализ многолетних собственных материалов по видовой структуре макрозообентоса рыбоводческих прудов позволяет говорить, что эти компоненты зачастую являются основными по биомассе. Таким образом, использование этих компонентов видом, для которого они являются предпочитаемой пищей, позволило бы получить дополнительную продукцию пресноводной аквакультуры без дополнительных затрат кормов.

В вышеперечисленных отношениях перспективным видом является язь, биологические потребности которого соответствуют имеющимся в большинстве прудов рыбоводческих хозяйств 2–3 зон рыбоводства. Однако отсутствие ремонтно-маточных стад, технологий воспроизводства, получения посадочного материала требуют проведения соответствующих научно-исследовательских работ, направленных, в первую очередь, на доместификацию вида и отработку основных рыбоводно-биологических параметров работы с ним на предприятиях пресноводной аквакультуры.

Различные транслокации, в том числе связанные с интродукцией пресноводных видов рыб, имеют долгую историю в Европе [1]. Некоторые из этих видов, такие как язь (*Leuciscus idus*), до настоящего времени относительно мало изучены как в их родных ареалах, так и в зонах интродукции [2–4]. Это наблюдается, не смотря на одомашнивание язя и его более широкое использование, в рекреационной аквакультуре [5, 6]. Исторически это вид, имеющий экономическое значение [7, 8]. Коммерческий лов язя существовал в реках Обь и Иртыш Восточной Сибири [9, 10], а также в некоторых частях Балтийского моря, где ловля анадромных популяций все еще распространена [7, 11]. В настоящее время экономическое значение лов язя имеет в Северной Америке [12, 13] и в некоторых других странах. В Европе наблюдается использование этого вида в качестве декоративной прудовой рыбы [1, 14–17] и в качестве объекта любительского рыболовства [7], в том числе декоративных разновидностей [18], известных как синий орф и золотой орф [19]. Язь интродуцировался в водоёмы Северной Америки, Новой Зеландии, Великобритании и части континентальной Европы, выходящей за пределы его естественного ареала, однако материалы по результатам этого процесса, влияния интродукции язя на местные экосистемы и отдельные виды, входящие в их состав, представлены небольшим количеством публикаций [20–23]. Также, не смотря на наличие определённых



результатов по интродукции язя в прудовую аквакультуру, невелико и количество публикаций, раскрывающих вопросы анализа экологических и физиологических аспектов доместификации реофильных карповых рыб, включая *Leuciscus idus*, а также их воспроизводства, подрашивания и получения посадочного материала в условиях прудовых рыбоводческих хозяйств [24]. Поэтому, ставя перед собой целью доместификацию старших возрастных групп язя *Leuciscus idus* из естественных водоёмов, изучение возможности естественного и заводского воспроизводства язя, получение посадочного материала в условиях прудовых хозяйств, необходимо проведение ряда экспериментов, которые позволят выявить потенциал этого вида как объекта пресноводной аквакультуры в условиях Беларуси.

Цель настоящего исследования — в ходе нативных экспериментов определить возможность воспроизводства язя (*Leuciscus idus*), получения посадочного материала в условиях прудовых хозяйств Беларуси.

Ставились следующие задачи:

- ♦ Изучить возможность контролируемого воспроизводства производителей язя в весенний период;
- ♦ Определить оптимальные условия для подрашивания личинки язя, темп роста, характер и особенности её питания в цеховых условиях;
- ♦ Изучить особенности формирования гидробиоценозов (гидрохимический, гидробиологический режим) в прудах при выращивании посадочного материала (сеголетков) язя в моно- и поликультуре;
- ♦ По результатам обловов определить целесообразность выращивания посадочного материала (сеголетков) язя в условиях прудовых рыбоводческих хозяйств Беларуси, темп роста в условиях выростных прудов.

**Материалы и методы исследований.** Объект исследований — язь (*Leuciscus idus*).

Исследования проводили на базе ОАО Рыбхоз «Волма» (отлов производителей, воспроизводство, выращивание сеголетка из неподрошенной личинки) и СПУ «Изобелино» (подрашивание личинки в цеховых условиях, выращивание сеголетка из подрошенной в цеховых условиях личинки).

Мониторинг гидрохимического и гидробиологического режима проводился на протяжении всего периода выращивания (май-сентябрь 2021 г) как в ходе подрашивания в цехе, так и при дальнейшем выра-



щивании в прудах. Сбор и обработку материала осуществляли 2 раза в месяц по общепринятым в гидробиологии и гидрохимии методикам [25–28].

Контрольный лов рыбы осуществлялся 1 раз в месяц, что позволяло корректировать нормы кормления.

Облов выростных прудов был осуществлен в 1 декаде октября. После соответствующих примеров рыба посажена на зимовку.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **Работа с маточным стадом язя в весенний период**

Работы по определению оптимальных условий преднерестового содержания производителей язя, а также эксперименты по воспроизводству были осуществлены в прудах и цехе инкубации и подращивания ОАО «Рыбхоз "Волма"» в период от схода ледового покрова с зимовальных прудов (3 декада марта) до получения половых продуктов и в дальнейшем личинки от производителей. Маточное стадо язя на момент осуществления работ насчитывало 20 производителей в возрасте 6–7 лет, средней массой 1,5 кг.

До помещения в цех (14.04.2021) производители содержались в зимовальных прудах рыбхоза в поликультуре с другими видами рыб. При увеличении температуры воды до 11–12 °С они были перенесены в цех и содержались в ваннах, самцы отдельно от самок. Содержание кислорода в воде было достаточно высоким (7,8–8,1 мг/л), остальные критические показатели (содержание аммонийного азота, нитритов, нитратов, фосфатов, железа, сероводорода, углекислоты) гидрохимического режима на протяжении периода преднерестового содержания были в пределах нормативов для воды, поступающей в цеха воспроизводства и подращивания. В первые два дня температура воды искусственно увеличивалась на 1 °С в сут (14 и 15.04.2021), в дальнейшем поддерживалась на уровне 14°С. 10.04.2021 было установлено созревание как самцов (7 экз), так и самок (5 экз) без использования гормональных инъекций. Инъекцирование оставшихся производителей не имело положительных результатов. Созревшие производители были использованы в ходе экспериментов с заводским (сдаивание половых продуктов, оплодотворение «сухим» методом и разлитие икры на «ерши») и эколого — физиологическим воспроизводством (самостоятельный нерест производителей на «ерши»). Обесклеивание икры и помещение её в ин-



кубационные аппараты на этом этапе исследований не проводилось по причине ограниченной численности стада.

Процесс инкубации был начат 20 апреля 2021 г, выклев был растянутым во времени и проходил с 28 апреля по 1 мая. Оплодотворяемость икры во всех вариантах опыта была невысокой (на уровне 60 %), кроме того, до обработки икры от сапролегнии наблюдалось заметное развитие последней. В связи с этим в ходе инкубации была проведена обработка икры дезинфицирующим составом на основе красителей и формальдегида, а также повышена до 17 °С температура воды с целью форсирования инкубации. В результате было получено 350 тыс. экз личинки язя, таким образом, рабочая плодовитость самок составила около 70 тыс. экз/экз.

Исходя из вышеперечисленного, можно заключить, что в условиях цехов рыбхозов при наличии возможности нагрева воды с достаточно тонкой регулировкой (в пределах 1 °С) в период нереста в пределах 11–14 °С, в период инкубации не менее 17 °С возможно осуществление нереста язя с вероятностью созревания самок на уровне 50 % и самцов 70 % без использования гормональных инъекций. Равные результаты по выходу личинки из воспроизводства дают сдаивание половых продуктов и самостоятельный нерест производителей на «ерши».

### **Подращивание личинки язя, темп роста, характер и особенности её питания в цеховых условиях**

Основная масса полученной личинки в возрасте 5–8 сут была использована рыбхозом «Волма» для зарыбления прудов без дополнительного подращивания.

Часть личинки (15 тыс. экз) была перевезена для постановки запланированных экспериментов по подращиванию в цех селекционно-генетического комплекса «Изобелино». Транспортировка осуществлялась наземным транспортом в полиэтиленовых пакетах с избыточным давлением кислорода. При транспортировке (2,5 ч) наблюдалась гибель единичных особей.

В период с 5.05 по 15.05.2021 г в цеховых условиях было проведено подращивание 5–8-ми суточной личинки язя (средняя длина особи 6,1 мм). Более точно возраст использованной личинки определить затруднительно, поскольку выклев из икры был растянутым во времени и проходил с 28 апреля по 1 мая. Подращивание осуществлялось в 2 вариантах опытов, при плотности посадки 7500 экз/ванну. В целях про-



филактики заболеваний однократно была проведена обработка ванн, а затем и рыбы, антипротозойной жидкостью на основе метиленовой сини и бриллиантового зеленого, затем через сутки антибиотиком (левалокс). Для кормления использовался стартовый комбикорм для хищных видов рыб с содержанием протеина не менее 45 % и клетчатки не более 1,0 %, изготовленный по оригинальному рецепту лабораторией кормов, измельчённый яичный желток, живые науплии артемии.

В первом варианте личинка содержалась в цехе инкубации и подращивания СПУ «Изобелино» в проточной ванне, в которую под давлением поступала вода из водоподающего канала, без подогрева. Уровень воды устанавливался таким образом, чтобы общий её объём составлял 1 м<sup>3</sup>. Скорость водообмена составляла 350–400 л в ч. Аэрация воды обеспечивалась дождеванием за счёт подачи её под давлением через перфорации во флейтах. Средняя, за период выращивания, температура воды, в связи с этим была низкой (13,7 °С), причём в первые 4 сут подращивания она не превышала 12 °С. В период подращивания все критические гидрохимические показатели в этом варианте сохранялись в пределах норматива, содержание кислорода в воде составляло 7,6–9,5 мг/л. В связи с этим вышеуказанную скорость водообмена можно признать достаточной при плотности посадки личинки 7–8 тыс. экз/м<sup>3</sup>.

В первые четверо суток в 1 варианте личинка вела себя пассивно, на все типы задаваемых кормов (науплии артемии, комбикорм, яичный желток, кровь животных) не реагировала. В то же время и существенных отходов не наблюдалось. В дальнейшем, при повышении температуры воды до 13,5–14,0 °С, реакция на кормление стала положительной. В содержимом кишечника, помимо неопределяемых компонентов (по всей вероятности, остатков содержимого желточных мешков), начали обнаруживаться частички комбикорма (он имел характерную серую окраску), а также яичного желтка, науплии артемии начали обнаруживаться на 6 сутки подращивания, при длине личинки 8,5 мм. На начальных этапах подращивания (4–5 сут) основную массу содержимого кишечника в этом варианте составлял яичный желток, в дальнейшем комбикорм, доля науплиев артемии на протяжении всего периода подращивания не превышала 15 %. В конце 10-ти суточного периода подращивания средняя длина личинок в этом варианте составила 9,8 мм, получено 5760 подрошенных личинок язя, выход составил 76,8 %.

Во втором варианте на основе аналогичной по объёму ванны была сформирована замкнутая система, где рециркуляция и очистка воды



осуществлялась за счёт непрерывной работы внешнего фильтра (смешанный фильтрующий элемент, производительность 2 м<sup>3</sup> в час), аэрация также за счёт дождевания через флейты, дополнительная аэрация — при помощи распыления в воде атмосферного воздуха под давлением, обеспечиваемого работой компрессора (40 л воздуха в минуту под давлением 0,03 МПа). Подогрев воды осуществлялся при помощи электрического нагревателя мощностью 150 Вт. Объём воды в системе составлял 1 м<sup>3</sup>. Средняя температура воды составила за период подращивания 18,8 °С, увеличение температуры в первые сутки осуществлялось со скоростью около 0,5 °С в час. Суточные колебания температуры воды были незначительны (в пределах 1,5 °С). Содержание кислорода в этом варианте было относительно ниже, однако также в пределах норматива (6,3–8,7 мг/л). В отдельные периоды наблюдалось превышение нормативов по аммиачному азоту и нитритам (до 0,19 и до 1,8 мгN/л, соответственно), в связи с чем, на четвертые сутки начала осуществляться каждые 12 ч подмена 1/4 объёма ванной на воду из водоподающего канала. Это позволило поддерживать средние за сутки значения аммиачного азота и нитритов в воде в пределах нормы. Дно и стенки ванн очищались дважды в сутки щёткой и, после осаждения взвеси при отключенных компрессоре и нагнетающем насосе фильтра, сифоном.

В таких кондиционируемых условиях личинка перешла на смешанное питание уже к завершению 2-х сут подращивания, при длине около 7,5 мм. В содержимом кишечника начал обнаруживаться яичный желток, а также незначительное количество комбикорма. С этого момента начало осуществляться кормление комбикормом, желтком и науплиями артемии из расчёта 15–20 г в сут каждого компонента (ориентировочно 50 % массы личинки). На 3-и сут основу рациона составляли комбикорм и желток, приблизительно в равных долях, к концу 3 сут подращивания в содержимом кишечника личинок появились науплии артемии. В дальнейшем в питании преобладал комбикорм (60–100 %), доля яичного желтка заметно снизилась (до 5–10 %) в связи с ограничением его количества в общем объёме кормления из-за негативного влияния на гидрохимический режим, остальную часть составляли науплии артемии, потреблявшиеся в этом варианте более активно. Соответственно, эквивалентно (до 30 г в сутки каждого корма) увеличился расход комбикорма и науплиев. В конце 10-ти суточного периода подращивания средняя длина личинок в этом варианте составила 13,8 мм, получено 6450 подрошенных личинок, выход составил 86,0 %.



Исходя из вышеперечисленного, лучшие результаты подращивания получены при более высоких по сравнению с природными температурах воды ( $18,8+1,5$  °С). Это позволяет получить значительно более крупную личинку при более высокой её выживаемости. В качестве стартовых кормов следует использовать высокобелковые концентрированные корма соответствующих фракций, также можно использовать измельчённый яичный желток. Науплии артемии целесообразно вводить в рацион подращиваемой личинки язя при достижении ей длины  $8,0-8,5$  мм.

**Особенности формирования гидробиоценозов  
(гидрохимический, гидробиологический режим)  
в прудах при выращивании посадочного  
материала (сеголетков) язя в моно- и поликультуре**

Зарыбление прудов в рыбхозе «Волма» личинкой язя для выращивания в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами было осуществлено 3 мая 2021 г., начальная плотность посадки личинки язя составила 10 тыс. экз/га. В дальнейшем пруды были дозарыблены личинкой карпа и растительноядных рыб.

В связи с высокой интенсивностью кормления и высокими температурами воды, начиная с 3 декады июня, наблюдалось понижение концентрации кислорода в воде прудов (с  $5,8$  мг/л во 2 декаде июня до  $4,0$  мг/л в 3 декаде и в отдельные периоды до  $2,0$  мг/л в конце июня). В связи с этим кормление в 3 декаде июня было ограничено. В полной мере кормление возобновлено с 1 декады августа, когда содержание кислорода пришло в норму ( $5,3$  мг/л). В критические периоды для увеличения концентрации кислорода использовались аэраторы. В периоды наибольшей интенсивности кормления наблюдалось превышение нормативов по нитритному азоту (до  $0,25$  мг/л) и аммиачному азоту ( $1,5-1,7$  мг/л). При этом содержание фосфора в воде было низким ( $0,08-0,09$  мг/л). Последнее, вероятно, лимитировало развитие планктонных водорослей, прозрачность длительное время превышала  $60$  см. Это также могло послужить причиной дефицита кислорода в воде.

Сообщество зоопланктона, судя по показателям количественного развития и таксономической структуре, испытывало существенный прессинг со стороны поликультуры рыб, выращиваемых в исследуемых прудах. В начале сезона элиминации закономерно подвергались мелкие формы зоопланктона (коловратки, копеподы), биомасса которых в среднем составляла, соответственно,  $0,02$  и  $0,57$  мг/л, биомасса



кладоцер была выше (2,3 мг/л). С 1 декады июля структура сообщества изменилась, по биомассе стали преобладать мелкие формы (колоوراتки 0,07–0,12 мг/л, копеподы 1,0–1,2 мг/л), биомасса кладоцер снизилась до 0,17–0,40 мг/л. Исходя из имеющихся данных, сезонная продукция такого сообщества составляет 45,9 мг/л, что способно обеспечить расчётно 55–60 кг/га рыбопродуктивности. Это обеспечивает потребность в живых кормах 190–200 кг выращиваемой рыбы, что является невысоким показателем. Это обусловлено, вероятнее всего, вышеописанной вынужденной лакуной в кормлении рыбы концентрированными кормами, а также высокими первоначальными плотностями посадок основных и дополнительных видов рыб.

В прудах СПУ «Изабелино», где молодь язя содержалась в монокультуре при первоначальной плотности посадки 35 тыс. экз/га, содержание нитратов и нитритов не превышало нормативных значений, составив на протяжении периода исследований 0,27–0,63 и 0,008–0,010 мгN/л, соответственно. Содержание аммонийного азота в 3 декаде июля превышало норматив, однако было в пределах временно допустимых концентраций (1,59 мг/л). Это, вероятно, было обусловлено дефицитом кислорода, который наблюдался в этот же период (содержание кислорода составило 1,7–2,1 мг/л). Кислород необходим для осуществления нитрификации в значительном количестве. На этом этапе выращивания временно было прекращено кормление рыбы и внесён оксигенирующий агент — пероксисольват карбоната натрия. Внесение препарата позволило увеличить концентрацию кислорода в воде до величины 4,0–4,2 мг/л и стабилизировать её на этом уровне. При следующем отборе проб было установлено, что концентрация аммонийного азота снизилась до 0,47 мг/л, концентрация нитратов увеличилась до 0,63 мг/л. Таким образом, была устранена угроза развития аммиачного токсикоза и кислородного замора в прудах, где осуществлялся эксперимент.

Биомасса фитопланктона в период исследований колебалась в пределах 1,67–6,88 мг/л. В разные периоды преобладали синезеленые (33,5–91,6 % общей биомассы) или диатомовые водоросли (0,07–43,71 %). Доля зелёных водорослей колебалась в пределах 5,4–6,7 %, доля других планктонных водорослей была незначительной.

Биомасса зоопланктона колебалась в период исследований с 2,8 до 6,33 мг/л. С учётом установившейся таксономической структуры сообществ их сезонная продукция составила 90–100 мг/л, что при использовании соответствующих расчётных коэффициентов позволяет ут-



верждать, что сезонная продукция зоопланктона может обеспечить 120–130 кг/га рыбопродукции. Учитывая планируемую на этом этапе исследований рыбопродуктивность на уровне 350–400 кг/га необходимое количество естественных кормовых объектов обеспечивалось продукцией зоопланктона на 111,2 %. Сообщество подвергалось умеренному прессингу со стороны молоди язя, о чём говорит малая изменчивость показателей общей биомассы сообщества и биомассы его крупных таксономических единиц (копепод, кладоцер, коловраток) в периоды между отборами проб (периодичность 1 раз в 15 сут).

Биомасса макрозообентоса не была высокой на протяжении периода исследований. Макрозообентос был представлен преимущественно ракообразными (*Asellus aquaticus* — 0,15–0,65 г/м<sup>2</sup>) и мелкими хирономидами (0,05–1,0 г/м<sup>2</sup>). Продукционные показатели такого сообщества могли обеспечить за сезон около 12 кг/га рыбопродуктивности.

Исходя из вышеперечисленного, в условиях содержания молоди язя в монокультуре формировались более устойчивые и продуктивные гидробиоценозы по сравнению с прудами, зарыбленными поликультурой рыб, что должно было позволить в достаточном количестве снабжать целевой в настоящем исследовании вид — язя — естественной пищей.

### Результаты обловов

В прудах рыбхоза «Волма», зарыбленных неподрощенной личинкой язя и затем дозарыбленных личинкой карпа и растительноядных, в двух из трёх зарыбленных прудов наблюдалась низкая (на уровне 1 %) выживаемость молоди при рыбопродуктивности по целевому в исследовании виду около 1,5 кг/га. В одном из прудов наблюдалась значительно большая величина выживаемости (11,7 %) и рыбопродуктивность по сеголетку язя 18 кг/га. Средняя индивидуальная навеска сеголетков язя во всех прудах рыбхоза была сходной и составила 14,8±3,2 г.

В прудах СПУ «Изабелино», зарыбленных личинкой, подрощенной в разных условиях, наблюдалось различие, как по выходу сеголетков, так и по конечной навеске. Так, в варианте с использованием личинки, подрощенной на тёплой воде (18,8±1,5 °С), из зарыбленных 6450 личинок был получено 2570 экз молоди (выживаемость 39,9 %), однако средняя масса особи (7,1±1,6 г) была более низкой по сравнению с вариантом, зарыбленным личинкой, подрощенной на холодной воде в проточной системе. В этом варианте из зарыбленных 5760 личинок язя выжило 1348 (выживаемость 23,4 %), средняя масса особи была выше



(8,9±1,4 г). Рыбопродуктивность, в пересчёте на гектар, составила в первом варианте 114,04 кг/га, во втором 74,98 кг/га. Исходя из полученных данных, подрощенная на тёплой воде личинка отличалась на момент зарыбления прудов большей приспособляемостью, в связи с чем выжило большее её количество. По этой же причине формировалась более высокая пищевая конкуренция, что, в конечном счёте, привело к получению с единицы площади большего количества сеголетка с меньшей индивидуальной навеской.

Исходя из приведенных данных, выращивание сеголетка язя в монокультуре из подрощенной в цеховых условиях личинки позволяет достигать значительно большего рыбоводного эффекта по сравнению со способом выращивания из неподрощенной личинки в поликультуре. В то же время индивидуальная навеска и, соответственно, подготовленность к зимнему содержанию больше у посадочного материала, полученного при выращивании в поликультуре, что, по всей вероятности, обусловлено низкой относительной плотностью молоди язя в этих прудах.

На этом этапе исследований более перспективными для практических производственных целей при работе с молодью язя представляются варианты, проработанные в условиях СПУ «Изобелино», то есть подрощивание личинки в цехе и дальнейшее выращивание молоди в поликультуре. Однако для однозначного утверждения преимуществ такого метода с учётом меньшей индивидуальной навески получаемого материала следует провести в дальнейшем сравнение результатов зимовки полученного в разных вариантах посадочного материала язя. Это позволит выявить оптимальный технологический подход к получению сеголетков в условиях прудовых хозяйств республики.

## **Выводы**

- ♦ В условиях цехов рыбхозов при наличии возможности нагрева воды с достаточно тонкой регулировкой (в пределах 1 °С) в период нереста в пределах 11–14 °С, в период инкубации не менее 17 °С возможно осуществление нереста язя с вероятностью созревания самок на уровне 50 % и самцов 70 % без использования гормональных инъекций. Равные результаты по выходу личинки из воспроизводства дают сдаивание половых продуктов и самостоятельный нерест производителей на «ерши»;



- ◆ Лучшие результаты подращивания получены при более высоких по сравнению с природными температурах воды ( $18,8+1,5$  °С). Это позволяет получить значительно более крупную личинку при более высокой её выживаемости. В качестве стартовых кормов следует использовать высокобелковые концентрированные корма соответствующих фракций, также можно использовать измельчённый яичный желток. Науплии артемии целесообразно вводить в рацион подращиваемой личинки язя при достижении ей длины 8,0–8,5 мм;
- ◆ Более устойчивые и продуктивные гидробиоценозы по сравнению с прудами, зарыбленными поликультурой рыб, формировались в проведенном исследовании в условиях содержания молоди язя в монокультуре, что позволило в достаточном количестве снабжать целевой в настоящем исследовании вид — язя — естественной пищей;
- ◆ Установлена принципиальная возможность получения посадочного материала язя в условиях прудовых хозяйств Беларуси. Выращивание сеголетка язя из подрощенной в цеховых условиях личинки в выростных карповых прудах в монокультуре позволяет достигнуть значительно более высоких производственных показателей по сравнению с другими вариантами, вошедшими в проведенное исследование. Достижима рыбопродуктивность на уровне 75–114 кг/га при средней индивидуальной навеске особи 7–9 г. Выживаемость с учётом потерь при подращивании личинки и дальнейшего её выращивания в прудах составила в проведенных экспериментах, в зависимости от варианта, 17,97–34,27 %, что является высоким показателем. Исходя из этого, работа по формированию маточных стад язя и получению от них посадочного материала в условиях рыбоводческих хозяйств Беларуси представляется перспективной.
- ◆ Установлена необходимость провести в дальнейшем сравнение результатов зимовки полученного в разных вариантах посадочного материала язя, что позволит выявить оптимальный технологический подход к получению сеголетков язя в условиях прудовых хозяйств.

#### **Список использованных источников**

1. Copp, G.H. To be, or not to be, a non-native freshwater fish / P.G. Bianco, N.G. Bogutskaya, T. Eros, I. Falka, M.T. Ferreira, M.G. Fox, J. Freyhof, R.E. Gozlan, J. Grabowska, et al // J Appl Ichthyol 2005, no.21, pp. 242–262.



2. Brabrand, E. Food of roach (*Rutilus rutilus*) and ide (*Leuciscus idus*): significance of diet shift for interspecific competition in omnivorous fishes / A. Brabrand // *Oecologia*, 1985, no. 66, pp. 461–467.
3. Kulaskova, P. Factors influencing movement behaviour and home range size in ide *Leuciscus idus* / P. Horky, O. Slavák, J.I. Jones // *J Fish Biol*, 2009, no.74, pp. 1269–1279.
4. Rohtla, M. Life-history characteristics of ide *Leuciscus idus* in the Eastern Baltic Sea / R. Svirgsden, I. Taal, L. Saks, R. Eschbaum, M. Vetemaa // *Fish Manag Ecol*, 2015, no. 22, pp. 239–248.
5. Krejszeff, S. Domestication affects spawning of the ide (*Leuciscus idus*) – preliminary study / K. Targonska, D. Zarski, D. Kucharczyk // *Aquaculture*, 2009, no.295(1-2), pp. 145–147.
6. Kupren, K. Effects of temperature on survival, deformations rate and selected parameters of newly hatched larvae of three rheophilic cyprinids (genus *Leuciscus*) / A.A. Mamcarz, D.D Kucharczyk // *Pol J Natur Sci.*, 2010, no. 25(3), pp. 299–312.
7. Jarvalt, A. Ide, *Leuciscus idus* (L.). In: Ojaveer E, Pihu E, Saat T, editors. *Fishes of Estonia* / A. Palm, A. Turovski // Tallinn (Estonia): Estonian Academy Publishers, 2009, pp. 179–183.
8. Stehlberg, S. Catching basking ide, *Leuciscus idus* (L.), in the Baltic Sea: fishing and local knowledge in the Finnish and Swedish Archipelagos / I. Svanberg // *J. North Stud.* 2011, no.5(2), pp. 87–104.
9. Berg, L.S. *Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries* / L.S. Berg // Jerusalem: Israel 1116 Program for Scientific Translations Ltd, 1964.
10. Zhuravlev, V.B. Biology and commercial significance of ide *Leuciscus idus*, in the upper reaches of the Ob river / V.P. Solovov // *Vopr Ikhtiol*, 1984, no. 24(2), pp. 232–237.
11. Skovrind, M. Genomic population structure of freshwater-resident and anadromous ide (*Leuciscus idus*) in north-western / M.T. Olsen, F.G. Vieira, G. Pacheco, H. Carl, MTP Gilbert, P.R. Müller // *Ecol Evol*, 2016, no.6(4), pp. 1064–1074.
12. Mandrak, N.E. Evaluation of five freshwater fish screening-level risk assessment protocols and application to non-indigenous organisms in trade in Canada / C. Gantz, L.A. Jones, D. Marson, B. Cudmore. Department of Fisheries and Oceans, Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2014, 125 pp.
13. Howeth, J.G. Predicting invasiveness of species in trade: climate match, trophic guild and fecundity influence establishment and impact of non-native freshwater fishes / C.A. Gantz, P.L. Angermeier, E.A. Frimpong, M.H. Hoff, R.P. Keller, N.E. Mandrak, M.P. Marchetti, J.D. Olden, C.M. Romagosa, et al // *Divers Distrib*, 2016, no.22(2), pp. 148–160.
14. Vooren, C. Ecological aspects of the introduction of fish species into natural habitats in Europe, with special reference to the Netherlands / C. Vooren // *J Fish Biol*, 1972, no.4(4), pp. 565–583.



15. Lever, C. The naturalised animals of the British Isles / C. Lever // London (UK): Hutchinson & Co Limited, 1977.
16. Hanel, L. Alien fishes in European waters / J. Plesn\_эк, J. Andreska, S. Lusk, J. Nov\_ак, J. Pl\_э\_stil // Zo\_Csop Vla\_sim / Bulletin Lampetra, 2011, np.7, pp. 148–185.
17. Harzevili, A.S. Larval rearing of ide (*Leuciscus idus* (L.)) using decapsulated *Artemia* / I. Vught, J. Auwerx, D. De Charleroy // Arch Polish Fish, 2012, no.20, pp. 219–222.
18. Hickley, P. Fisheries for non-native species in England: angling or the environment / S.Chare // Fish Manage, 2004, no.11(3-4), pp. 203–212.
19. Smith, S.J. The orfe: a fish for all seasons / S.J. Smith // Trop Fish.Hobbyist, 1995, no.64(1), pp. 102, 104–105.
20. Hill, J.E. Risk analysis for non-native species in aquaculture. SRAC Publication 4304 / J.E. Hill // Stoneville (MS): U.S. Department of Agriculture, Southern Regional Aquaculture Center, 2009. <http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-4304-Risk-Analysis-for-Non-Native-Species-in-Aquaculture.pdf>. Accessed 12 October 2020.
21. Humair, F. Understanding misunderstandings in invasion science: why experts don't agree on common concepts and risk assessments / P.J. Edwards, M. Siegrist, C. Kueffer // NeoBiota, 2014, no. 20, pp. 1–30.
22. Copp, G.H. Voracious invader or benign feline. A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced range / J.R. Britton, J. Cucherousset, E. Гарсэа-Berthou, R. Kirk, E.J. Peeler, S. Stakenas // Fish Fish, 2009, no.10(3), pp. 252–282.
23. Copp, G.H. A review of growth and life-historytraits of native and non-native European populations of black bullhead *Ameiurus melas* / A.S. Tarkan, G. Masson, M.J. Godard, J. Kosco, V. Kovac, A. Novomeska, R. Miranda, J. Cucherousset, G. Pedicillo, et al // Rev Fish Biol Fish, 2016, no. 26(3), pp. 441–469.
24. Mehis Rohtla. Copp (2020): Review and Meta-Analysis of the Environmental Biology and Potential Invasiveness of a Poorly-Studied Cyprinid, the Ide *Leuciscus idus*, Reviews in Fisheries Science & Aquaculture / Vilizzi Lorenzo, Kováč Vladimír, Almeida David, Brewster Bernice, J. Robert Britton, Glowacki Łukasz, J. Godard Michael, Kirk Ruth, Nienhuis Sarah, H. Olsson Karin, Jan Simonsen, E. Skóra Michał, Stakėnas Saulius, Ali Serhan Tarkan, Nildeniz Top, Hugo Verreycken, Grzegorz Zięba & Gordon H. // <https://doi.org/10.1080/23308249.2020+822280>. — Accessed 01.04.2021
25. Алекин, О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алекин [и др.]. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1973. — С. 262.
26. Киселев, И.А. Методы исследования планктона / И.А. Киселев // Жизнь пресных вод. — 1956. — №4, Ч.1. — С. 163.
27. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. — Ленинград, 1984. — С. 52.



28. Романенко, В.И. Экология микроорганизмов пресных вод / В.И. Романенко, С. И. Кузнецов. — Москва: Наука, 1974. — С. 194.

## Reference

1. Copp G.H., Bianco P.G., Bogutskaya N.G., Eros T., Falka I., Ferreira M.T., Fox M.G., Freyhof J., Gozlan R.E., Grabowska J., et al. To be, or not to be, a non-native freshwater fish. *J Appl Ichthyol* 2005, no.21, pp. 242–262.
2. Brabrand E. Food of roach (*Rutilus rutilus*) and ide (*Leuciscus idus*): significance of diet shift for interspecific competition in omnivorous fishes. *Oecologia*, 1985, no. 66, pp. 461–467.
3. Kuláskova P., Horký P., Slavák O., Jones J.I. Factors influencing movement behaviour and home range size in ide *Leuciscus idus*. *J Fish Biol*, 2009, no.74, pp. 1269–1279.
4. Rohtla M., Svirgsden R., Taal I., Saks L., Eschbaum R., Vetemaa M. Life-history characteristics of ide *Leuciscus idus* in the Eastern Baltic Sea. *Fish Manag Ecol*, 2015, no. 22, pp. 239–248.
5. Krejszef S., Targonska K., Zarski D., Kucharczyk D. Domestication affects spawning of the ide (*Leuciscus idus*) — preliminary study. *Aquaculture*, 2009, no.295(1–2), pp. 145–147.
6. Kupren K., Mamcarz A.A., Kucharczyk D.D. Effects of temperature on survival, deformations rate and selected parameters of newly hatched larvae of three rheophilic cyprinids (genus *Leuciscus*). *Pol J Natur Sci.*, 2010, no. 25(3), pp. 299–312.
7. Jarvalt A., Palm A., Turovski A. Ide, *Leuciscus idus* (L.). In: Ojaveer E., Pihu E., Saat T., editors. *Fishes of Estonia*. Tallinn (Estonia): Estonian Academy Publishers, 2009, pp. 179–183.
8. Stehlberg S., Svanberg I. Catching basking ide, *Leuciscus idus* (L.), in the Baltic Sea: fishing and local knowledge in the Finnish and Swedish Archipelagos. *J. North Stud.* 2011, no.5(2), pp. 87–104.
9. Berg L.S. *Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries*. Jerusalem: Israel 1116 Program for Scientific Translations Ltd, 1964.
10. Zhuravlev V.B., Solovov V.P. Biology and commercial significance of ide *Leuciscus idus*, in the upper reaches of the Ob river. *Vopr Ikhtiol*, 1984, no. 24(2), pp. 232–237.
11. Skovrind M., Olsen M.T., Vieira F.G., Pacheco G., Carl H., Gilbert MTP, Müller P.R. Genomic population structure of freshwater-resident and anadromous ide (*Leuciscus idus*) in north-western. *Ecol Evol*, 2016, no.6(4), pp. 1064–1074.
12. Mandrak N.E., Gantz C., Jones L.A., Marson D., Cudmore B. Evaluation of five freshwater fish screening-level risk assessment protocols and application to non-indigenous organisms in trade in Canada. Department of Fisheries and Oceans, Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2014, 125 pp.
13. Howeth J.G., Gantz C.A., Angermeier P.L., Frimpong E.A., Hoff M.H., Keller R.P., Mandrak N.E., Marchetti M.P., Olden J.D., Romagosa C.M., et al. Predicting invasiveness of species in trade: climate match, trophic guild and



- fecundity influence establishment and impact of non-native freshwater fishes. *Divers Distrib*, 2016, no.22(2), pp.148–160.
14. Vooren C. 1972. Ecological aspects of the introduction of fish species into natural habitats in Europe, with special reference to the Netherlands. *J Fish Biol*, no.4(4), pp.565–583.
  15. Lever C. The naturalised animals of the British Isles. London (UK): Hutchinson & Co Limited, 1977.
  16. Hanel L., Plesn\_ək J., Andreska J., Lusk S., Nov\_ək J, Pl\_ə\_stil J. Alien fishes in European waters. *Zo \_Csop Vla\_sim / Bulletin Lampetra*, 2011, np. 7, pp. 148–185.
  17. Harzevili A.S., Vught I., Auwerx J., De Charleroy D. Larval rearing of ide (*Leuciscus idus* (L.)) using decapsulated *Artemia*. *Arch Polish Fish*, 2012, no.2 0, pp. 219–222.
  18. Hickley P., Chare S. Fisheries for non-native species in England: angling or the environment? *Fish Manage*, 2004, no. 11(3-4), pp. 203–212.
  19. Smith S.J. The orfe: a fish for all seasons. *Trop Fish. Hobbyist*, 1995, no. 64(1), pp. 102, 104–105.
  20. Hill J.E. 2009. Risk analysis for non-native species in aquaculture. SRAC Publication 4304. Stoneville (MS): U.S. Department of Agriculture, Southern Regional Aquaculture Center. <http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-4304-Risk-Analysis-for-Non-Native-Species-in-Aquaculture.pdf>. Accessed 12 October 2020.
  21. Humair F., Edwards P.J., Siegrist M., Kueffer C. Understanding misunderstandings in invasion science: why experts don't agree on common concepts and risk assessments. *NeoBiota*, 2014, no. 20, pp. 1–30.
  22. Copp G.H., Britton J.R., Cucherousset J., Гарсэа-Berthou E., Kirk R., Peeler E.J., Stakenas S. Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced range. *Fish Fish*, 2009, no. 10(3), pp. 252–282.
  23. Copp G.H., Tarkan A.S., Masson G., Godard M.J., Kosco J., Kovac V., Novomeska A., Miranda R., Cucherousset J., Pedicillo G., et al. A review of growth and life-history traits of native and non-native European populations of black bullhead *Ameiurus melas*. *Rev Fish Biol Fish*, 2016, no. 26(3), pp. 441–469.
  24. Mehis Rohtla, Lorenzo Vilizzi, Vladimír Kováč, David Almeida, Bernice Brewster, J. Robert Britton, Łukasz Głowacki, Michael J. Godard, Ruth Kirk, Sarah Nienhuis, Karin H. Olsson, Jan Simonsen, Michał E. Skóra, Saulius Stakėnas, Ali Serhan Tarkan, Nildeniz Top, Hugo Verreycken, Grzegorz Zięba & Gordon H. Copp (2020): Review and Meta-Analysis of the Environmental Biology and Potential Invasiveness of a Poorly-Studied Cyprinid, the Ide *Leuciscus idus*, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. <https://doi.org/10.1080/23308249.2020+822280>. — Accessed 01.04.2021.
  25. Alekin O.A. Manual for the chemical analysis of land waters. Leningrad, Gidromethioizdat, 1973, p. 262 (in Russian).
  26. Kiselev I.A. Plankton research methods. *Life of fresh waters*, 1956, No. 4, Part 1, p. 163 (in Russian).



27. Methodical recommendations for the collection and processing of materials during hydrobiological research in freshwater reservoirs. Zoobenthos and its products. Leningrad, 1984. p. 52 (in Russian).
28. Romanenko V.I., Kuznetsov S.I. Ecology of fresh water microorganisms. Moscow, Nauka, 1974. p. 194 (in Russian).

### Сведения об авторах

*Агеец Владимир Юльянович* — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, 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

*Пантелей Сергей Николаевич* — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией 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: pantsialei@yandex.ru

*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

*Хомич Андрей Сергеевич* — 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

*Сакович Юлия Игоревна* — младший 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

*Исаенко Марина Николаевна* — младший 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

### Information about the authors

*Aheyets Uladzimir Yu.* — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

*Panteley Sergey N.* — Ph.D. (Agriculture), RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: pantsialei@yandex.ru



- Sennikova Violetta D* — senior researcher of the laboratory of pond and industrial fish farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Homich Andrey S.* — researcher of the laboratory of pond and industrial fish farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Sakovich Julia I.* — junior researcher of the laboratory of pond and industrial fish farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Isaenko Marina N.* — junior researcher of the laboratory of pond and industrial fish farming, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by