

**«РЫБОВОДСТВО
И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО»
№ 09 (188) / 2021**

**Ежемесячный
научно-практический журнал**

Журнал зарегистрирован Министерством
Российской Федерации по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-21675 от 25 августа 2005 г.

ISSN 2074-5990

Входит в Перечень изданий ВАК

Учредитель:
**Некоммерческое партнерство
Издательский Дом «ПРОСВЕЩЕНИЕ»,**
117042, Москва, ул. Южнобутовская, д. 45

© ИД «Панорама»,
Издательство «Сельхозиздат»
www.panor.ru/fish,
www.сельхозиздат.рф

Генеральный директор ИД «Панорама» —
Председатель Некоммерческого фонда
содействия развитию национальной
культуры и искусства
Кирилл Алексеевич МОСКАЛЕНКО

Адрес редакции:

Москва, Бумажный проезд, 14, стр. 2

Для писем: 125040, Москва, а /я 1

Редакция: 8 (495) 274-2222
(многоканальный)

Отдел подписки: 8 (495) 274-2222
(многоканальный)

Подписка на журнал:

1. На нашем сайте panor.ru.
2. Через нашу редакцию по тел.
8 (495) 274-2222
(многоканальный) или
по заявке в произвольной форме
на адрес: podpiska@panor.ru.
3. По официальному каталогу
Почты России
«Подписные издания»
(индекс — П7066).
4. По «Каталогу периодических
изданий. Газеты и журналы»
агентства «Урал-пресс»
(индекс на полугодие — 37194).

Отпечатано в типографии
ООО «Типография "Принт Формула"»,
117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 104

Установочный тираж 5300 экз.

Цена свободная

Подписано в печать 31.08.2021

Статьи публикуются
на безгонорарной основе

СОХРАНЕНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Е.Н. Александрова

Метод вселения в естественный водоем посадочного материала речных раков подсемейства *Astacinae* Latreille, 1802, полученного в искусственных условиях..... 8

Представлены результаты экспериментальных и аналитических исследований по восстановлению запасов речных раков подсемейства *Astacinae* Latreille, 1802 в водоемах лесной зоны европейской части России путем вселения личинок ранних возрастных стадий, полученных в искусственных условиях. Для восстановления запасов речного рака в Тверской области личинки ранних возрастных стадий, полученные в искусственных условиях прудового хозяйства, были размещены в каркасных устройствах, покрытых сетью с мелкой ячейей, установленных вдоль берега реки Пуйга. Обследование результатов этого метода интродукции посадочного материала через 1,5–2 месяца позволило установить отсутствие личинок в устройствах и найти в речном затоне вниз по течению личинок, их численность позволила ориентировочно оценить выживаемость вселенного посадочного материала рака не ниже 36%.

РЫБОВОДСТВО: ПАСТБИЩНОЕ, ИНДУСТРИАЛЬНОЕ, ПРУДОВОЕ

*Е.А. Мельченков, А.В. Мышкин, В.В. Калмыкова, А.П. Воробьев,
А.А. Арчибасов*

Некоторые аспекты рыбоводного освоения гибридов осетровых рыб России. Часть 1 16

С целью облегчения ориентации рыбоводных хозяйств, рыбоводов, занятых в производстве товарной продукции, в статье рассматриваются вопросы создания гибридных форм осетровых рыб в отечественной и зарубежной аквакультуре, приводится их краткая рыбоводно-биологическая характеристика при выращивании в рыбоводных хозяйствах различного типа. Знание рыбоводно-биологических характеристик гибридов осетровых видов рыб при выращивании в конкретных условиях даст возможность успешно внедрять их в практику товарного выращивания.

Г.Е. Серветник

Поликультура в рыбоводстве как метод профилактики болезней рыб 30

Показано, что поликультура является не только наиболее эффективным методом использования естественной кормовой базы водоема и вследствие этого повышения рыбопродуктивности, но и средством предотвращения массовых заразных и других заболеваний рыб. Для предотвращения массовых заразных заболеваний рыб и гибели от них как в благополучных, так и в неблагополучных прудах карповых рыбоводных хозяйств целесообразно вместе с карпом выращивать и другие виды рыб, которые не болеют болезнями, свойственными карпу. При этом наиболее полно используется естественная кормовая база прудов и создается своего рода биологический буфер, препятствующий возникновению и распространению контагиозных болезней. Особенно важную роль поликультура может играть в прудовых хозяйствах, уже имеющих определенные проблемы с краснухой, филометроидозом, ботриоцефалезом, остпой карпа и т.д.

ИХТИПАТОЛОГИЯ

И.И. Гордеев, Л.В. Балабанова, Т.А. Суворова, Д.В. Микряков, С.В. Кузьмичева

Состав лейкоцитов периферической крови и иммунокомпетентных органов белого гольца озера Кронцоко (Камчатка)..... 42

Работа посвящена исследованию интенсивности лейкопоза и лейкоцитарного состава крови, головной почки и селезенки белого гольца озера Кронцоко. Материалом для анализа послужили семь особей белого гольца, отловленных при помощи жабрных сетей с 8 июля по 14 августа 2011 года. У рыб проводили отбор периферической крови из хвостовой вены, тканей селезенки и головной почки, изготавливали мазки крови и мазки-отпечатки органов. Исследование показало, что состав клеток белой крови у белого гольца аналогичен другим видам рыб (лимфоциты, моноциты, нейтрофилы и бластные формы клеток). Не были обнаружены базофилы и эозинофилы. В мазках-отпечатках иммунокомпетентных органов (почка, селезенка) ниже процентное содержание лимфоцитов и выше — бластных форм, чем в лейкограмме крови. Индекс обилия отличался от данных, полученных при исследовании других видов рыб.

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЫБЫ

Т.В. Козлова, А.И. Козлов, Н.П. Дмитриевич, Н.А. Кузнецов, Е.В. Нестерук

Выращивание молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) с применением комбикормов, содержащих суспензию хлореллы

и жмыхи масличных культур..... 50

Разработаны опытные комбикорма для молоди клариевого сома с введением в состав суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора красильного. Проведен химический анализ опытных и контрольного комбикормов, выявивший способность разработанных комбикормов удовлетворять потребности рыб в основных питательных веществах наравне с контрольным комбикормом. Результаты выращивания клариевого сома с применением опытного комбикорма (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% суспензии хлореллы) свидетельствовали об увеличении абсолютного и относительного приростов, а также о снижении кормового коэффициента, что позволило получить наилучший экономический эффект среди применявшихся комбикормов. Это свидетельствовало о возможности эффективного применения разработанных комбикормов с добавлением суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного как полноценной замены импортному комбикорму.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Институту биологии внутренних вод

имени И.Д. Папанина Российской академии наук — 65 лет!..... 64

НЕКРОЛОГ

Авиэтта Михайловна Наумова 65

БЕСПЛАТНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «РЫБОПРОДУКТЫ: ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОДАЖИ»

ПРОИЗВОДСТВО И РЕАЛИЗАЦИЯ

М.Э. Мошарова, И.М. Титова

Оценка спроса и потребительских предпочтений

при выборе рыбных полуфабрикатов в Калининградской области..... 72

В статье представлены исследования потребительских предпочтений рыбной продукции. В результате проведенного анализа данных, полученных в результате опроса потребителей, сделан вывод о том, что уровень потребления рыбных продуктов населением Калининградской области недостаточен, только 3,2% часто употребляют в пищу рыбные продукты, 14,5% покупают рыбную продукцию 1–2 раза в неделю. При этом 14,5% от общего числа опрошенных редко употребляют в пищу рыбные продукты и 1,6% не употребляют их вообще.

Е.И. Степаненко, М.Д. Мелехина

Об использовании растительных пищевых компонентов

в технологии соленой рыбы 79

Приведен литературный обзор растительных компонентов, обладающих антиоксидантными и антибактериальными свойствами. Показана возможность использования растительных пищевых компонентов в посоле рыбы для улучшения вкусоароматических свойств и продления сроков хранения. Установлены приемлемые концентрации экстрактов и эфирных масел розмарина, грейпфрута и гвоздики. Представлены результаты органолептической оценки соленого атлантического лосося с добавлением растительных компонентов.

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ

В.В. Соклаков, Б.Л. Нехамкин

Некоторые отличия в требованиях технических регламентов ЕАЭС и законодательства Евросоюза применительно к продукции

рыболовства и аквакультуры 85

Проанализированы требования законодательства Евросоюза и технических регламентов ЕАЭС в отношении пищевой продукции из гидробионтов. Показаны различия в объемах применения принципов HACCP, в использовании отдельных видов сырья, ингредиентов и пищевых добавок, в наносимой на этикетку информации о продукции, включая показатели пищевой ценности и порядок их расчета, а также в общих требованиях к перерабатывающим предприятиям и рыболовным судам.

DOI 10.33920/sel-09-2109-05

УДК 639.3.043, 639.371.7

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS BURCHELL*) С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИКОРМОВ, СОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЮ ХЛОРЕЛЛЫ И ЖМЫХИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Т.В. Козлова¹, А.И. Козлов¹, Н.П. Дмитриевич², Н.А. Кузнецов¹, Е.В. Нестерук¹

¹ Гродненский государственный аграрный университет, Республика Беларусь, Гродно

² Полесский государственный университет, Республика Беларусь, Пинск

E-mail: natali-rigo@mail.ru

Аннотация. Аквакультура базируется на использовании комбикормов, которые составляют около 70–80% затрат. В силу своих биологических потребностей, особенностей метаболизма и среды обитания рыбы более требовательны к качеству комбикормов, основными поставщиками которых в Республике Беларусь являются зарубежные фирмы. Это ведет к удорожанию продукции и значительно сдерживает развитие аквакультуры, поэтому, разрабатывая рецептуры комбикормов отечественного производства для молоди рыб ценных видов, необходимо опираться на использование недорогих, доступных и эффективных компонентов. В аквакультуре Беларуси одним из перспективных видов для промышленного производства является африканский (мраморный) клариевый сом (*Clarias gariepinus Burchell*). Высокая пищевая пластичность позволяет выращивать его в индустриальных условиях, например в УЗВ, на одних искусственных кормах. Известно, что добавки водорослей в корма способствуют нормализации обменных процессов у рыб, ускоряют рост естественной полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта укрепляют иммунную систему организма. На основании этого разработаны опытные комбикорма для молоди клариевого сома с введением в состав суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора красильного. Проведен химический анализ опытных и контрольного комбикормов, выявивший способность разработанных комбикормов удовлетворять потребности рыб в основных питательных веществах наравне с контрольным комбикормом. Результаты выращивания клариевого сома с применением опытного комбикорма (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% суспензии хлореллы) свидетельствовали об увеличении абсолютного и относительного приростов, а также о снижении кормового коэффициента, что позволило получить наилучший экономический эффект среди применявшихся комбикормов. Это свидетельствовало о возможности эффективного применения разработанных комбикормов с добавлением суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного как полноценной замены импортному комбикорму.

Ключевые слова: рецептуры комбикормов; суспензия хлореллы; жмых рапса; жмых сафлора; клариевый сом; установка замкнутого водообеспечения (УЗВ); темп роста рыб.

GROWING YOUNG CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS* BURCHELL) WITH THE APPLICATION OF MIXED FODDERS WITH SUSPENSION OF CHLORELLA AND OILSEED CROPS CAKE

T.V. Kozlova¹, A.I. Kozlov¹, N.P. Dmitrovich², N.A. Kuznetsov¹, E.V. Nesteruk¹

¹ Grodno State Agrarian University, Belarus, Grodno

² Polesky State University, Belarus, Pinsk

E-mail: natali-rigo@mail.ru

Abstract. Aquaculture is based on the use of compound feed, which accounts for about 70–80% of costs. Due to their biological needs, metabolic characteristics and habitat, fish are more demanding on the quality of feed, the main suppliers of which in the Republic of Belarus are foreign firms. This leads to an increase in the cost of production and significantly hinders the development of aquaculture, therefore, when developing formulations of domestic mixed feeds for juvenile fish of valuable species, it is necessary to rely on the use of inexpensive, affordable and effective components. In the aquaculture of Belarus, one of the promising species for industrial production is the African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell). High food plasticity makes it possible to grow it under industrial conditions, for example, in recirculating water systems, on the same artificial feed. It is known that the addition of algae to feed contributes to the normalization of metabolic processes in fish, accelerates the growth of natural beneficial microflora during digestion and strengthens the body's immune system. On the basis of this, experimental compound feeds for juvenile African catfish were developed with the addition of chlorella, rapeseed cake and dyeing safflower to the suspension. A chemical analysis of the experimental and control feed was carried out, which revealed the ability of the developed feed to meet the needs of fish in basic nutrients on a par with the control feed. The results of growing African catfish using an experimental compound feed (KS + 3% rapeseed + 3% safflower + 3% chlorella suspension) indicated an increase in absolute and relative growth rates, as well as a decrease in the feed ratio, which made it possible to obtain the best economic effect among the applied compound feeds. This indicated the possibility of effective use of the developed compound feed with the addition of a suspension of chlorella and rapeseed and dyeing safflower cake as a full-fledged replacement for imported compound feed.

Keyword: compound feed formulations; suspension of chlorella; rapeseed cake; safflower cake; African catfish; closed water supply unit (RAS); fish growth rate.

Ограниченность биоресурсов водоемов и сокращение уловов океанических гидробионтов привели к осознанию важности и необходимости развития разнообразных форм аквакультуры. Аквакультура имеет несколько направлений, но ни одно из них не может функционировать без наличия качественного рыбопосадочного материала и выращивания молоди культивируемых видов рыб. Именно на начальных этапах онтоге-

неза закладываются потенциальные возможности для дальнейшего роста рыбы. Вид и состав корма оказывают решающее влияние на обмен веществ в организме, рост и развитие, накопление массы и продуктивность рыб, поэтому в кормах для молоди должны присутствовать все необходимые питательные вещества в той форме, в которой они могут быть употреблены и доступны для их пищеварительной системы [27]. В связи с этим производ-

ство комбикормов для молодежи ценных видов рыб, имеющих необходимую для данной возрастной группы питательность и соответствующих их физиологическим потребностям, является перспективным направлением в технологии выращивания молодежи рыб для успешного получения товарной рыбы.

Характерной особенностью питания большинства рыб является высокая потребность в протеине, содержание которого в кормах для молодежи рыб должно составлять 50–60% при наличии полноценного белка со всеми незаменимыми аминокислотами, так как их отсутствие или недостаток снижают темп роста [31]. Обычно содержание жира в рационах рыб колеблется в пределах 12–22%, однако это значение можно довести до 20–25% (при содержании белка 35–45%), повышая их качество [33]. Углеводы в рационе рыб служат источником энергии, но не самым основным [18; 35]. Эффективность усвоения этого компонента пищи у рыб значительно ниже, чем у теплокровных животных, в связи с этим содержание углеводов в кормах для молодежи рыб не должно превышать 15–30% [31; 33]. Следует учитывать, что если в рационе рыб имеется достаточное количество жиров и углеводов, то белки обычно используются для построения тканей и органов организма, а при недостатке — в качестве источника энергии [32]. Огромную роль в обеспечении жизненно важных процессов рыб играют также витамины и микроэлементы. Однако следует отметить, что наравне с применением в комбикормах синтезированных витаминно-минеральных премиксов возрастает доля используемых натуральных компонентов, таких как водоросли [5; 22].

Именно использование водорослей в области сельского хозяйст-

ва позволяет решить такую важную проблему, как несбалансированность рационов кормления животных, в том числе и рыб. Отмечено также, что водоросли могут использоваться как дополнительный источник для замены синтетических минеральных и витаминных добавок в кормовой промышленности, так как они более биодоступны для живых организмов [42]. Мировая аквакультура располагает широким опытом применения в кормах при выращивании товарной рыбы суспензии хлореллы, так как рыбы, в том числе и хищные, способны переваривать водоросли с неразрушенной клеточной стенкой и усваивать входящие в состав клеток питательные вещества [43]. Расщепление клеточных стенок водорослей в организме рыб возможно за счет наличия ферментов, выделяемых симбионтной микрофлорой кишечника [16; 19; 20], обеспечивающих переваривание, в том числе и целлюлазой [20; 41].

Пресноводная водоросль *Chlorella vulgaris* в зависимости от условий ее культивирования содержит до 50–70% белка, 30% углеводов, 5% жира, 3% минеральных солей и витаминов, а также фенольные соединения, имеющие свойства антиоксидантов. Белок хлореллы по своему составу превосходит все известные растительные кормовые белки, так как в нем содержатся необходимые аминокислоты, в том числе полный набор незаменимых аминокислот. В состав хлореллы входят все известные витамины и такие необходимые для рыб микроэлементы, как кобальт, медь, марганец, молибден, железо, цинк, йод и др. [4; 5; 28; 37; 38; 40]. Замечено, что наибольший эффект достигается при использовании суспензии, а не сухой массы, так как при этом животные получают не только клетки водорослей, но и все продукты их жизнедеятельности (витамины, ами-

нокислоты, ферменты), находящиеся в растворе, а также все минеральные вещества, которые имелись в составе питательной среды [5; 21; 24; 34; 42].

Производство сбалансированного комбикорма для молоди клариевого сома невозможно без введения в его состав растительных компонентов. Основное место занимают жмыхи и шроты различных сельскохозяйственных культур, в том числе и масличных. Среди масличных культур довольно широкое применение имеет рапс, так как его жмых (шрот) имеет масличность 7–12% (1–5%) и содержание сырого протеина 37–38% (до 42%). Рапсовые жмых и шрот по энергетической ценности (11,3 и 10,4 МДж обменной энергии) не уступают подсолнечным. Другим ценным компонентом комбикормов является сафлор красильный, который по жирнокислотному составу также близок к подсолнечнику. Жмых из необрушенных семян сафлора содержит 6–7% масла, 24–25% крахмала и 18% белка, что делает его перспективным компонентом комбикормов для молоди рыб [26; 28].

Цель исследования. В Беларуси традиционными объектами аквакультуры являются представители семейства карповых, однако в последние десятилетия достаточно успешно в рыбных хозяйствах выращивают ценные виды рыб, в том числе и африканского клариевого сома. Однако в настоящее время в Республике Беларусь нет предприятий по производству комбикормов для молоди клариевого сома. Поэтому необходима разработка рецептуры отечественных комбикормов, удовлетворяющих пищевые потребности данного вида рыб, используя при этом недорогие, доступные и эффективные компоненты с целью импортозамещения. В связи с этим целью настоящих исследований является определение влияния ком-

бикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур рапса и сафлора, на темп роста молоди сомовых рыб.

Материал и методы исследований

Объектом исследований являлся африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus* (Burchell)). Клариевый сом обитает в водоемах Африки, Южной и Юго-Восточной Азии. Имеет специальный орган для дыхания атмосферным воздухом. В природных водоемах рыба является хищником, но практически всеядна и может питаться водяными жуками, моллюсками, рыбой, растительной пищей и даже органическими отходами. Оптимальные условия обитания сома: температура 25–30 °С, концентрация растворенного кислорода от 4,3 мг/л и доступ к поверхности воды, рН 6,5–8,0 [3; 6–8; 10; 14; 35]. В условиях индустриальной аквакультуры молодь, как и взрослых сомов, начиная с двух лет кормят гранулированным комбикормом заводского производства. Дневная норма корма для сома делится на три кормления (утро, обед, вечер). Раздача кормов проводится ежедневно, перебои в кормлении могут привести к каннибализму и, соответственно, к убыткам [39].

В качестве ингредиентов для совершенствования рецептур отечественных комбикормов для молоди ценных видов применяли суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи масличных культур: рапса (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.).

Во время проведения исследований для получения объективных результатов все рыбы содержались в одинаковых условиях. Для этих целей использовалась специальная компактная УЗВ с общим биофильтром (см. рис.).

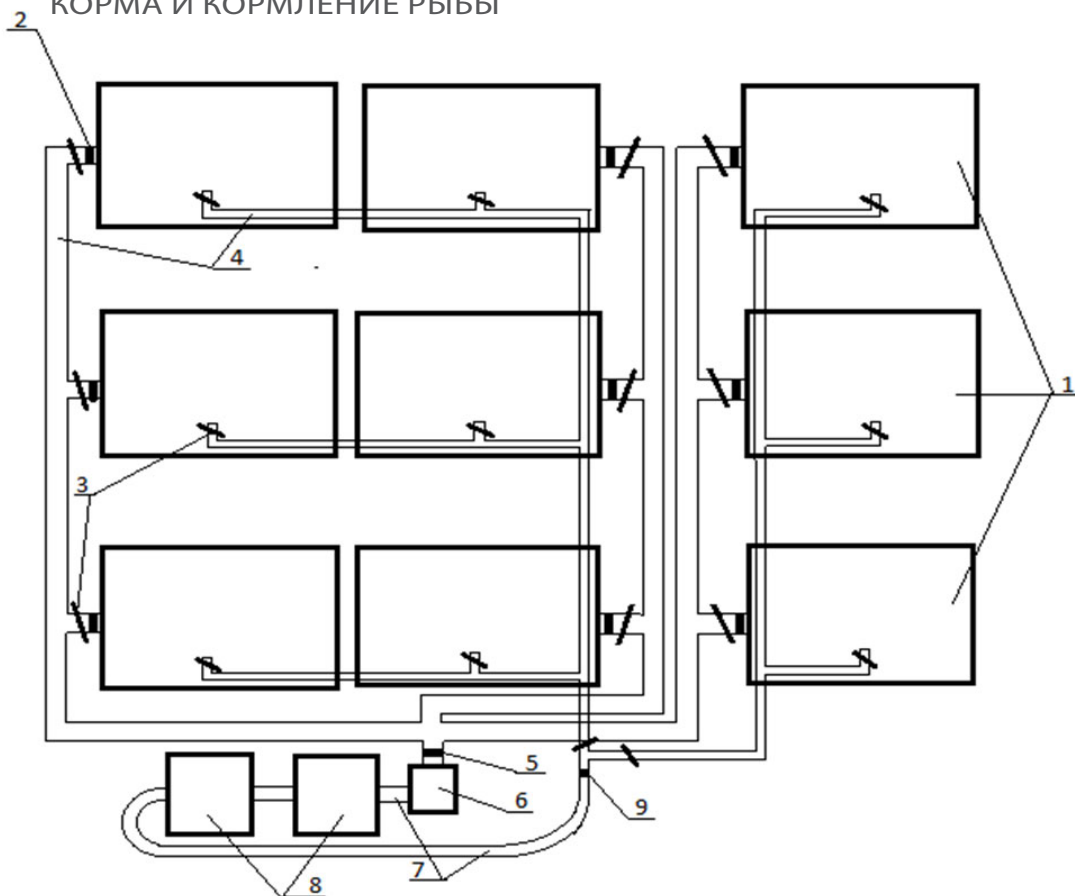


Рис. Компактная установка замкнутого водообеспечения: 1 — рыбоводные емкости; 2 — муфта с накладной гайкой со штуцером-врезкой; 3 — кран шаровый полипропиленовый; 4 — труба полипропиленовая PN20; 5 — муфта разъемная типа «американка»; 6 — электронасос водный; 7 — шланг гибкий резиновый армированный; 8 — напорные биофильтры (2 шт.); 9 — муфта с накладной гайкой и штуцером

Fig. Compact system of closed water supply: 1 — fish-breeding tanks; 2 — coupling with a cap nut with a tie-in fitting; 3 — polypropylene ball valve; 4 — polypropylene pipe PN20; 5 — detachable coupling of the "American" type; 6 — water electric pump; 7 — reinforced flexible rubber hose; 8 — pressure biofilters (2 pcs.); 9 — coupling with a cap nut and a fitting

Конструктивные элементы данной компактной установки подбирались согласно рекомендациям по устройству и эксплуатации УЗВ для выращивания рыбы. УЗВ для выращивания рыб включала соединенные между собой с образованием замкнутого циркуляционного контура рыбоводные емкости типа «еврокуб» ($V = 500$ л).

В пластиковых рыбоводных бассейнах объем воды подбирали в зависимости от биологических особенностей объекта выращивания, а также от плотности посадки рыбы. Материал трубопровода и фасонные части выполнены из полипропилена марки PN-20 различного диаметра

для подающей и отводящей части трубопровода, что обеспечивало циркуляцию как холодной, так и подогретой воды в УЗВ. Рыбоводные емкости и насос снабжены шаровыми кранами для регулировки количества подаваемой и отводимой воды. Циркуляция воды по замкнутому контуру обеспечивалась центробежным насосом, производительность и напор которого подобраны в соответствии с необходимым водообменом, высотой подъема воды в системе и длиной трубопровода. Система водоочистки и водоподготовки состоит из напорных биофильтров с многослойной загрузкой фильтрующих элементов

со встроенными ультрафиолетовыми лампами для обеззараживания воды. При необходимости подключаются термонагреватели и компрессор с резиновыми шлангами и распылителями для обеспечения необходимого температурного гидрохимического режима при выращивании рыб [9; 12; 13; 18; 23; 25].

Молодь клариевого сома для адаптации к условиям выращивания в компактной УЗВ в течение трех недель кормили специализированным импортным комбикормом. Продолжительность опыта составила 158 дней. Плотность посадки рыб во всех емкостях была одинаковой и составляла 25 экз. на емкость. Объем одной емкости — 0,15 м³.

Определяющими факторами роста и развития рыб являются температура воды, содержание растворенного в воде кислорода, обеспеченность пищей. Во время исследований ежедневно определяли температуру воды (в 08:00 и 20:00) и концентрацию растворенного кислорода. Водородный показатель (рН), концентрацию аммонийного азота, нитратов, нитритов, ионов аммиака, железа, общую жесткость воды определяли 1 раз в три дня по стандартным методикам [1]. При выращивании молоди клариевого сома как температура воды, так и гидрохимические показатели находились в пределах норм, рекомендуемых для выращивания молоди сомовых рыб. Гидрохимический режим соответствовал рыбоводным требованиям для бассейнового выращивания осетровых и сомовых рыб. Во время исследований температура воды колебалась в пределах 26–27 °С. Концентрация растворенного в воде кислорода — в пределах от 4,0 до 5,0 мг/л. Амплитуда колебаний водородного показателя (рН) — от 7,0 до 8,0. Показатель «аммиак/аммоний» (NH₄/NH₃, мг/л) регистрировался в

пределах от 0,04 до 0,56. Значения нитратов (NO₃, мг/л) колебались в пределах 0,0–20,0. Показатель нитритов (NO₂, мг/л) находился в пределах 0,3–0,5. Железо общее иногда имело показатель 0,2 мг/л сразу после добавления водопроводной воды в систему.

Для кормления рыб использовали экструдированный комбикорм с добавлением суспензии водорослей (хлорелла) и жмыхов масличных культур (жмых рапса и сафлора) и импортные корма. Режим кормления молоди клариевого сома подбирали, учитывая возрастные особенности и особенности жизненного цикла. Молодь рыб кормили 3 раза в светлое время суток в 08:00, 13:00 и 18:00, что позволяло рыбе полностью переваривать потребленный корм. Количество задаваемого комбикорма зависело от массы выращиваемых рыб и определялось рыбоводными нормами [32; 37] и рекомендациями производителей комбикормов. Также для выяснения необходимого количества комбикорма следили за скоростью и степенью его поедаемости, дабы избежать излишнего внесения корма в рыбоводные емкости. На протяжении опытов по выявлению влияния состава комбикормов на темп роста молоди клариевого сома кормили в количестве 1,3–1,9% комбикорма от массы рыб. Рыбоводно-биологические показатели, среди которых масса, длина тела, абсолютный прирост, относительный прирост, абсолютный и относительный среднесуточный приросты, выживаемость и кормовой коэффициент, определяли по общепринятым в рыбоводстве методикам [15; 17; 29; 30; 36].

Результаты исследований и их обсуждение

При совершенствовании и составлении рецептур комбикормов для молоди сомовых рыб обращали вни-

вание на сохранение питательности и поддержание основных показателей качества на уровне, требуемом физиологическими особенностями и нормативными документами, регламентирующими качество комбикормов. Известно, что стартовые корма для клариевого сома должны содержать 40–50% протеина, 14–20% жира и 5–10% углеводов. На основании этих данных усовершенствован состав комбикормов путем добавления 3% жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на 1 кг массы комбикорма (опытный комбикорм № 2), 3% суспензии хлореллы, 3% жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на 1 кг массы комбикорма (опытный комбикорм № 3). В качестве контроля использовали комбикорма без суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур (опытный комбикорм № 1) и импортный комбикорм марки Aller Aqua (Bronze). Плотность суспензии водоросли хлореллы, вводимой в комбикорма, принималась 8 млн кл/мл. Суспензией хлореллы заменяли наиболее дорогостоящие и трудно усваиваемые компоненты комбикормов.

Анализ результатов кормления молоди клариевого сома импортным комбикормом и опытными комби-

кормами с добавлением суспензий хлореллы показал, что выживаемость была одинаковой и составила 100,00% (табл. 1).

Величина абсолютного прироста массы была максимальной при кормлении опытным комбикормом № 3. Относительный прирост при использовании опытного комбикорма № 1 был самым низким и составил 165,33%. Несколько более высокие значения этого показателя получены при применении опытного комбикорма № 2 и импортного комбикорма (193,64 и 199,36% соответственно). Самым высоким относительный прирост был при кормлении молоди клариевого сома опытным комбикормом № 3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы) — 201,28%. Что, в свою очередь, выше в 1,09–1,22 раза, чем аналогичный показатель при применении опытных комбикормов № 1 и 2 и контрольного комбикорма. Такой важный показатель эффективности корма, как кормовой коэффициент, у импортного комбикорма составил 1,48 ед. и был близким к показателю опытных комбикормов № 1 (КС) и № 2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора). Добавление суспензии хлореллы одновременно с применением в составе жмыхов рапса и сафлора красильно-

Таблица 1

Рыбоводные показатели клариевого сома

Table 1

Fish-breeding indicators of African catfish

Показатель	Опытный комбикорм			Контроль (Aller Aqua Bronze)
	№ 1 (КС)	№ 2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора)	№ 3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)	
Масса в начале опыта, г	127,20±14,01	135,20±13,71	132,60±13,65	124,60±12,13
Масса в конце опыта, г	506,50±15,71	517,00±16,30	552,50±14,73	515,00±16,96
Абсолютный прирост, г	379,30	381,80	419,90	390,40
Относительный прирост, %	165,33	193,64	201,28	199,36
Выживаемость, %	100	100	100	100
Кормовой коэффициент, ед.	1,52	1,51	1,38	1,48

го позволило снизить кормовой коэффициент в 1,07–1,10 раза по сравнению с другими комбикормами, он составил 1,38 ед.

Анализ результатов кормления клариевого сома импортным кормом и кормами с добавлением водорослей показал, что темп роста рыб был схожим в контрольном и опытных вариантах с тенденцией к увеличению абсолютного и относительного приростов при использовании экспериментальных комбикормов. Также отмечено снижение кормового коэффициента при использовании опытного комбикорма № 3 в сравнении с другими разработанными комбикормами и контрольным комбикормом.

Коммерческая стоимость импортных кормов Aller Aqua (Bronze) в период выращивания сомовых рыб составляла 1,75 \$/кг, а стоимость опытных комбикормов на период исследований была равна 1,50 \$/кг. Исходя из этого с учетом затрат комбикорма в процессе выращивания рыбы достигнут определенный экономический эффект (табл. 2).

Кормовой коэффициент опытного комбикорма № 3 (КО + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы) был самым низким, за счет чего экономия денеж-

ных средств составила \$0,52 на 1 кг прироста молоди клариевого сома.

Закключение

Исследованиями установлено, что при кормлении клариевого сома разработанными кормами, содержащими жмыхи рапса, сафлора и суспензию хлореллы, а также импортными кормами темп роста молоди рыб и рыбоводные показатели были схожими в контрольном и опытных вариантах. Наблюдалось некоторое увеличение абсолютного и относительного приростов с одновременным снижением кормового коэффициента при использовании экспериментального комбикорма № 3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы).

Коммерческая стоимость импортных кормов, применявшихся в качестве контроля при проведении опытов, была несколько выше, чем разработанных и усовершенствованных опытных комбикормов. За счет этого, а также дополнительно за счет более низкого кормового коэффициента удалось получить экономию денежных средств при применении опытных комбикормов.

Таким образом, проводимые исследования по использованию разработанных рецептур отечественных

Таблица 2

Экономический эффект применения суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного в комбикормах для молоди клариевого сома

Table 2

The economic effect of using a suspension of chlorella and cake of rape and safflower in mixed fodders for young African catfish

Комбикорм	Кормовой коэффициент, ед.	Цена комбикорма, \$/кг	Стоимость 1 кг прироста рыбы, \$
Опытный комбикорм № 1 (КС)	1,52	1,50	2,28
Опытный комбикорм № 2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора)	1,51	1,50	2,27
Опытный комбикорм № 3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)	1,38	1,50	2,07
Контроль (Aller Aqua Bronze)	1,48	1,75	2,59

кормов при выращивании молодых ценных видов рыб с использованием суспензии водоросли и жмыхов масличных культур свидетельствовали о питательной ценности используемых кормов и возможности замены импортных кормов при кормлении сомовых рыб отечественными корма-

ми, которые могут производиться на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод». Это соответствует целям импортозамещения, обеспечивает рыболовную отрасль республики качественными кормами и открывает перспективы эффективного производства ценных видов рыб в нашей стране.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа проведена за счёт средств бюджета Республики Беларусь в рамках Государственной программы научных исследований по договору № 71-19

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Financing. The study was carried out at the expense of the budget of the Republic of Belarus within the framework of the State program of scientific research under contract No. 71-19.

Библиографический список

1. *Алекин, О.А.* Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алекин, А.Д. Семенов, Б.А. Скопинцев. — Гидрохим. ин-т. — [3-е изд.]. — Л.: Гидрометеоздат, 1973. — 269 с.
2. *Ангелюк, В.П.* Классификация кормов для рыболовства / В.П. Ангелюк, Д.Н. Катусов // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию — научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Ижевск, 14–17 февр. 2012 г.): [в 3 т.]. — Ижевск, 2012. — Т. 2. — С. 71–77.
3. *Баклашова, Т.А.* Практикум по ихтиологии / Т.А. Баклашова. — М.: Агропромиздат, 1990. — 223 с.
4. *Барашков, Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей / Г.К. Барашков. — М.: Пищ. пром-сть, 1972. — 336 с.
5. *Богданов, Н.И.* Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н.И. Богданов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Пенза: Здоровье и экология, 2007. — 48 с.
6. *Богущая, Н.Г.* Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богущая, А.М. Насека — М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. — 389 с.
7. *Власов, В.А.* Влияние разноразмерных особей в популяции африканского сома на результаты их выращивания / В.А. Власов, В.В. Дернаков // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расшир. материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Борок — Москва, 17–20 июля 2007 г.). — М., 2007. — С. 127–132.
8. *Власов, В.А.* Рост африканского сома (*Clarias gariepinus*) в зависимости от условий кормления и содержания / В.А. Власов // Изв. Тимиряз. с.-х. акад. — 2009. — № 3. — С. 148–156.
9. Выращивание ценных видов рыб в компактных установках замкнутого водообеспечения / Т.В. Козлова [и др.]. — Пинск: Полес. гос. ун-т, 2019. — 25 с.
10. *Гордеев, А.В.* Выращивание в УЗВ африканского сома *Clarias gariepinus* / А.В. Гордеев, В.А. Власов, А.П. Завьялов // Зоокультура и биологические ресурсы: материалы науч.-практ. конф., Москва, 4–6 февр. 2004 г. — М., 2005. — С. 33–35.
11. *Дмитрович, Н.П.* Применение суспензий хлореллы и сценедесмуса как добавки в комбикорма для ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) и клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н.П. Дмитриевич // Вестн. Полес. гос. ун-та. Сер. прир. наук. — 2017. — № 1. — С. 37–48.
12. *Дмитрович, Н.П.* Компактная установка замкнутого водообеспечения для выращивания рыб / Н.П. Дмитриевич, Т.В. Козлова // Аквакультура-2018. Технологии: современное состояние и перспективы: междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 24–25 янв. 2018 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т [редкол.: В.К. Пестис (отв. ред.) и др.]. — Гродно, 2018. — С. 6–9.
13. *Дмитрович, Н.П.* Компактная установка замкнутого водообеспечения для выращивания рыбы с автоматической системой управления / Н.П. Дмитриевич, Ю.В. Чечун // Перспективные научно-технические разработки и инновационное развитие регионов: сб. инновац. раз-

- работок по материалам конгресс. мероприятий биржи деловых контактов (Пинск, 29 июня 2018 г.). — Пинск, 2018. — С. 14–17.
14. Жизнь животных: в 7 т. — 2-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1983. — Т. 4: Ланцетники. Круглоротые. Хрящевые рыбы. Костные рыбы / под ред. Т.С. Расса [редкол.: В.Е. Соколов и др.]. — 575 с.
15. *Зиновьев, Е.А.* Методы исследования пресноводных рыб: учеб. пособие / Е.А. Зиновьев, С.А. Мандрица. — Пермь: Перм. ун-т, 2003. — 115 с.
16. *Иванов, А.А.* Физиология рыб: учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., стер. — СПб. [и др.]: Лань, 2011. — 280 с.
17. *Кириллов, А.Ф.* Практическое пособие по сбору материалов для изучения рыб: учеб. пособие / А.Ф. Кириллов. — Якутск: Изд-во ЯГУ, 2002. — Ч. 1. — 33 с.
18. *Козлов, А.И.* Инновационные устройства для выращивания рыбы / А.И. Козлов, Н.П. Дмитриевич, Т.В. Козлова // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Самара, 10 марта 2018 г. — Уфа: Аэтерна, 2018. — Ч. 2. — С. 41–44.
19. *Кузьмина, В.В.* Закономерности процессов пищеварения у рыб Рыбинского водохранилища (обзор) / В.В. Кузьмина // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. — Борок, 2015. — Т. 72 (75). — С. 30–49.
20. *Кузьмина, В.В.* Процессы пищеварения у рыб. Новые факты и гипотезы / В.В. Кузьмина. — Ярославль: Филигрань, 2018. — 300 с.
21. *Куницын, М.В.* Хлорелла — будущее птицеводства / М.В. Куницын // Птицеводство. — 2009. — № 4. — С. 20.
22. *Мухрамова, А.А.* Исследование влияния кормов с биологически активными добавками на рост осетровых рыб при бассейновой технологии выращивания / А.А. Мухрамова, С.К. Койшибаева // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. эколог. — 2012. — № 1 (33). — С. 106–108.
23. Патент № 11598 Респ. Беларусь: МПК А01К61/00 Компактная установка замкнутого водообеспечения для выращивания рыб: полезная модель, дата публ.: 28.02.2018 / Н.П. Дмитриевич, Т.В. Козлова, А.И. Козлов, С.Н. Дмитриевич. — 2018.
24. Патент № 2538399 РФ: МПК А23К 1/00 (2006.01) Способ и продукт (варианты) переработки суспензии планктонных штаммов хлореллы, альголизированный комбикорм, способ его получения, способ введения продукта переработки в систему поения птиц или свиней: № 2013104225/13, заявл. 2013.02.01: опубл. 08.10.2014 / М.В. Куницын. — 2014. — 2 с.
25. *Пестис, В.К.* Новое слово в технологиях аквакультуры / В.К. Пестис, Т.В. Козлова, А.И. Козлов, Н.П. Дмитриевич // Наука и инновации. — 2018. — № 2. — С. 28–34.
26. *Петрухин, И.В.* Корма и кормовые добавки: справочник / И.В. Петрухин. — М.: Росагропромиздат, 1989. — 526 с.
27. *Приз, В.В.* Первые результаты применения стартового комбикорма для выращивания личинок африканского сома (*Clarias gariepinus*) / В.В. Приз [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству, Белорус. гос. ун-т. — Минск, 2008. — Вып. 24 / [редкол.: М.М. Радько (гл. ред.) и др.]. — С. 183–186.
28. *Пономаренко, Ю.А.* Питательные и антипитательные вещества в кормах / Ю.А. Пономаренко. — Минск: Экоперспектива, 2007. — 960 с.
29. *Правдин, И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин; под ред. П.А. Дрягина, В.В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
30. Рыбоводно-биологический контроль в прудовых хозяйствах / [П.Т. Галасун и др.; под ред. П.Т. Галасуна]. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 128 с.
31. *Серпунин, Г.Г.* Биологические основы рыбоводства: практикум / Г.Г. Серпунин. — М.: МОРКНИГА, 2015. — 155 с.
32. *Скляров, В.Я.* Кормление рыб: справочник / В.Я. Скляров, Е.А. Гамыгин, Л.П. Рыжков. — М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. — 120 с.
33. *Столович, В.Н.* Отечественные производственные комбикорма для форели / В.Н. Столо-

- вич, М.Н. Тютюнова, Н.Н. Гадлевская, В.А. Лебедева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. — Минск, 2005. — Вып. 21. — С. 160–163.
34. Уфимцев, Д.К. Использование суспензии микроводоросли штамма ИФР № С-111 в рационах молодняка свиней: 06.02.02 Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д.К. Уфимцев; Орлов. гос. аграр. ун-т. — М., 2009. — 24 с.
35. Фаритов, Т.А. Кормление рыб: учеб. пособие / Т.А. Фаритов. — СПб.: Лань, 2016. — 344 с.
36. Шевелев, М.С. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО / М.С. Шевлев. — Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. — 291 с.
37. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. — 360 с.
38. Assis, M.L. Development and characterization of nanovesicles containing phenolic compounds of microalgae *Spirulina* strain LEB-18 and *Chlorella pyrenoidosa* / L. Marques de Assis, A. Machado, A.S. Motta, L.A. de Souza-Soares // Advances in Materials Phys. and Chem. — 2014. — Vol. 4, № 1. — P. 6–12.
39. Cultured Aquatic Species Information Programme (*Clarias gariepinus*) [Electronic resource] // Fisheries and Aquaculture Department (FAO). — URL: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en (дата обращения: 24.06.2021).
40. Kovac, D.J. et al. Algae in food and feed / D.J. Kovac [et al.] // Food and Feed Research. — 2013. — Vol. 40 (1). — P. 21–31.
41. Luczkowich, J.J. Isolation of cellulolytic microbes from the intestinal tract of the pinfish. *Lagodon rhomboides*: size-related changes in diet and microbial abundance / J.J. Luczkowich, E.J. Stelwag // Marine Biol. — 1993. — Vol. 116. — P. 381–386.
42. Shields, R.J. Algae for Aquaculture and Animal Feeds / R.J. Shields, I. Lupatsch // Technikfolgenabschätzung — Theorie und Praxis. — Heft 1. — 2012. — P. 23–37.
43. Tibbetts, S.M. The Potential for “Next-Generation”, Microalgae-Based Feed Ingredients for Salmonid Aquaculture in Context of the Blue Revolution / S.M. Tibbetts // Microalgal Biotechnology — Intech Open Publishing. — 2018. — P. 151–175.

References

1. Alekin, O.A., Semenov, A.D., Skopintsev, B.A. Rukovodstvo po himicheskomu analizu vod sushi [Guide to the chemical analysis of land waters]. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1973, 269 p. (in Russian).
2. Angelyuk, V.P., Katusov, D.N. Klassifikacija kormov dlja rybovodstva [Classification of feed for fish farming]. Innovacionnomu razvitiyu APK i agrarnomu obrazovaniju — nauchnoe obespechenie: materialy vseros. nauch.-prakt. konf. [Innovative development of the agro-industrial complex and agrarian education — scientific support: materials of the all-russian. scientific-practical conf.]. Izhevsk, 2012, Ch. 2, pp. 71–77 (in Russian).
3. Baklashova, T.A. Praktikum po ihtologii [Workshop on ichthyology]. Agropromizdat, Moscow, 1990, 223 p. (in Russian).
4. Barashkov, G.K. Sravnitel'naja biohimija vodoroslej [Comparative biochemistry of algae]. Pishchevaia promyshlennost', Moscow, 1972, 336 p. (in Russian).
5. Bogdanov, N.I. Suspenzija hlorelly v racione sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Chlorella suspension in the diet of farm animals]. Zdorov'e i ekologija, Penza, 2007, 48 p. (in Russian).
6. Boguckaja, N.G., Naseka, A.M. Katalog bescheljustnyh i ryb presnyh i solonovatyh vod Rossii s nomenklaturnymi i taksonomicheskimi kommentarijami [Catalog of jawless and fish of fresh and brackish waters of Russia with nomenclature and taxonomic comments]. Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, Moscow, 2004, 389 p. (in Russian).
7. Vlasov, V.A., Dernakov, V.V. Vlijanie raznorazmernih osobej v populjacii afrikanskogo soma na rezul'taty ih vyrashhivaniya [Influence of different-sized individuals in the African catfish population on the results of their cultivation]. In: Problemy immunologii, patologii i ohrany zdorov'ja ryb i drugih gidrobiontov: rasshir. materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Problems of immunology, pathology

and health protection of fish and other aquatic organisms: expanded. materials of the International scientific-practical conf.]. Moscow, 2007, pp. 127–132 (in Russian).

8. Vlasov, V.A. Rost afrikanskogo soma (*Clarias gariepinus*) v zavisimosti ot uslovij kormlenija i sodержaniya [Growth of the African catfish (*Clarias gariepinus*) depending on the conditions of feeding and maintenance]. *Izv. Timerjaz. s.-h. akad.*, 2009, no. 3, pp. 148–156 (in Russian).

9. Kozlova, T.V. et al. Vyrashhivanie cennyh vidov ryb v kompaktnyh ustanovkah zamknutogo vodoobespechenija [Cultivation of valuable fish species in compact installations of closed water supply]. Poles. gos. un-t, Pinsk, 2019, 25 p. (in Russian).

10. Gordeev, A.V., Vlasov, V.A., Zavyalov, A.P. Vyrashhivanie v UZV afrikanskogo soma *Clarias gariepinus* [Cultivation of African catfish *Clarias gariepinus* in RAS]. In: *Zookul'tura i biologicheskie resursy: materialy nauch.-prakt. konf. [Zooculture and biological resources: materials of scientific and practical research. conf. Moscow, 04–06.02.2004]*. Moscow, 2005, pp. 33–35 (in Russian).

11. Dmitrovich, N.P. Primenenie suspenzij hlorelly i scenedesmusy kak dobavki v kombikorma dlja lenskogo osetra (*Acipenser baeri* Brandt) i klarievogo soma (*Clarias gariepinus* Burchell) [The use of suspensions of chlorella and cenedesmus as an additive in compound feed for the Lena sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) and clarius catfish (*Clarias gariepinus* Burchell)]. *Vestn. Poles. gos. un-ta. Ser. priir. nauk*, 2017, no. 1, pp. 37–48 (in Russian).

12. Dmitrovich, N.P., Kozlova, T.V. Kompaktnaja ustanovka zamknutogo vodoobespechenija dlja vyrashhivaniya ryb [Compact installation of closed water supply for growing fish]. In: *Akvakul'tura-2018. Tehnologii: sovrem. sostojanie i perspektivy: mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Aquaculture-2018. Technologies: let's talk about it. state and prospects: international. scientific-practical conf.]*. Grodno, 2018, pp. 6–9 (in Russian).

13. Dmitrovich, N.P., Chechun, Yu.V. Kompaktnaja ustanovka zamknutogo vodoobespechenija dlja vyrashhivaniya ryby s avtomaticheskoy sistemoj upravlenija [Compact installation of closed water supply for growing fish with an automatic control system]. In: *Prespektivnye nauchno-tehnicheskie razrabotki i innovacionnoe razvitie regionov: sb. innovac. razrabotok po materialam kongres. meroprijatij birzhi delovyh kontaktov [Perspective scientific and technical developments and innovative development of regions: collection of articles. innovative developments on materials congress. events of the exchange of business contacts]*. Pinsk, 2018, pp. 14–17 (in Russian).

14. Rass, T.S. Zhizn' zhivotnyh: v 7 t., t. 4: Lancetniki. Krugloroty. Hryashhevye ryby. Kostnye ryby [Animal life: in 7 volumes, vol. 4: Lancelet. Roundstomes. Cartilaginous fish. Bony fish]. Prosveshhenie, Moscow, 1983, 575 p. (in Russian).

15. Zinovev, E.A., Mandrica, S.A. Metody issledovaniya presnovodnyh ryb: ucheb. posobie [Methods for the study of freshwater fish: textbook. allowance]. Perm, Perm. un-t, 2003, 115 p. (in Russian).

16. Ivanov, A.A. Fiziologija ryb: ucheb. posobie [Physiology of fish: textbook. allowance]. Saint-Petersburg, Lan', 2011, 280 p. (in Russian).

17. Kirillov, A.F. Prakticheskoe posobie po sboru materialov dlja izuchenija ryb : ucheb. posobie (Ch. 1.) [Practical guide for collecting materials for the study of fish: textbook. Allowance (Part 1)]. YSU Publishing House, Yakutsk, 2002, 33 p. (in Russian).

18. Kozlov, A.I., Dmitrovich, N.P., Kozlova, T.V. Innovacionnye ustrojstva dlja vyrashhivaniya ryby [Innovative devices for growing fish]. In: *Materialy i metody innovacionnyh issledovanij i razrabotok: sb. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Materials and methods of innovative research and development: collection of articles. Art. int. scientific-practical conf.]*. Ajeterna, Ufa, 2018, Part 2, pp. 41–44 (in Russian).

19. Kuz'mina, V.V. Zakonomernosti processov pishhevarenija u ryb Rybinskogo vodohranilishha (obzor) [Regularities of the processes of digestion in fish of the Rybinsk reservoir (review)]. *Transactions of the Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. Borok, 2015, vol. 72 (75), pp. 30–49 (in Russian).

20. Kuz'mina, V.V. Processy pishhevarenija u ryb. Novye fakty i gipotezy [Digestion processes in fish. New facts and hypotheses]. Filigran, Yaroslavl, 2018, 300 p. (in Russian).

21. Kunitsyn, M.V. Hlorella — budushhee pticevodstva [Chlorella — the future of poultry farming]. *Pticevodstvo*, 2009, no. 4, p. 20 (in Russian).

22. Muhramova, A.A., Kojshibaeva, S.K. Issledovanie vlijanija kormov s biologicheski aktivnymi dobavkami na rost osetrovyh ryb pri bassejnojvoj tehnologii vyrashhivaniya [Study of the effect of feed with biologically active additives on the growth of sturgeon fish in the basin technology of cultivation]. *Vestn. Kazah. nac. un-ta. Ser. jekolog*, 2012, no. 1 (33), pp. 106–108 (in Russian).
23. Dmitrovich, N.P., Kozlova, T.V., Kozlov, A.I., Dmitrovich, S.N. Kompaktnaja ustanovka zamknutogo vodoobespechenija dlja vyrashhivaniya ryb [Compact installation of closed water supply for fish farming]. Republic of Belarus utility model no. 11598. 2018 (in Russian).
24. Kunicyn, M.V. Sposob i produkt (varianty) pererabotki suspenzii planktonnyh shtammov hlorelly, al'golizovannyj kombikorm, sposob ego poluchenija, sposob vvedenija produkta pererabotki v sistemu poenija ptic ili svinej [Method and product (options) for processing a suspension of planktonic strains of chlorella, algolized feed, a method for its production, a method for introducing a processed product into a watering system for birds or pigs]. Russian Federation: patent no. 2538399. 2015 (in Russian).
25. Pestis, V.K., Kozlova, T.V., Kozlov, A.I., Dmitrovich, N.P. Novoe slovo v tehnologijah akvakul'tury [A new word in aquaculture technologies]. *Nauka i innovacii*, 2018, no. 2, pp. 28–34 (in Russian).
26. Petrukhin, I.V. Korma i kormovye dobavki: spravochnik [Feed and feed additives: a reference book]. Rosagropromizdat, Moscow, 1989, 526 p. (in Russian).
27. Prize, V.V. et al. Pervye rezul'taty primeneniya startovogo kombikorma dlja vyrashhivaniya lichinok afrikanskogo soma (*Clarias gariepinus*) [The first results of the use of starting compound feed for growing the larvae of the African catfish (*Clarias gariepinus*)]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi: sb. nauch. tr. [Issues of fisheries in Belarus: collection of scientific papers]*, 2008, Is. 24, pp. 183–186 (in Russian).
28. Ponomarenko, Yu.A. Pitatel'nye i antipitel'nye veshhestva v kormah [Nutrients and anti-nutrients in feed]. Ecoperspectiva, Minsk, 2007. 960 p. (in Russian).
29. Pravdin, I.F. Rukovodstvo po izucheniju ryb (preimushhestvenno presnovodnyh) [Guide to the study of fish (mainly freshwater)]. Pishchevaia promyshlennost', Moscow, 1966. 376 p. (in Russian).
30. Galasun, P.T. et al. Rybovodno-biologicheskij kontrol' v prudovyh hozjajstvah [Fish-breeding biological control in pond farms]. Pishchevaia promyshlennost', Moscow, 1976. 128 p. (in Russian).
31. Serpunin, G.G. Biologicheskie osnovy rybovodstva: praktikum [Biological bases of fish farming: workshop]. Morkniga, Moscow, 2015. 155 p. (in Russian).
32. Sklyarov, V.Ya., Gamygin, E.A., Ryzhkov, L.P. Kormlenie ryb: spravochnik [Feeding fish: a reference book]. Light and food industry, Moscow, 1984. 120 p. (in Russian).
33. Stolovich, V.N. et al. Otechestvennye produkcionnye kombikorma dlja foreli [Domestic production compound feed for trout]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi: sb. nauch. tr. [Issues of fisheries in Belarus: collection of scientific papers]*, 2005, is. 21, pp. 160–163 (in Russian).
34. Ufimcev, D.K. Ispol'zovanie suspenzii mikrovdorosli shtamma IFR № S-111 v racionah molodnjaka svinej [The use of a suspension of microalgae strain IGF No. C-111 in the diets of young pigs]. Abstr. Cand. Boilogi. Sci. diss., 2009. 24 p. (in Russian).
35. Faritov, T.A. Kormlenie ryb: ucheb. posobie [Feeding fish: textbook. allowance]. Saint-Petersburg, Lan, 2016. 344 p. (in Russian).
36. Shevelev, M.S. Instrukcii i metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke biologicheskoi informacii v rajonah issledovanij PINRO [Instructions and guidelines for the collection and processing of biological information in the research areas of PINRO]. Publishing house PINRO, Murmansk, 2001. 291 p. (in Russian).
37. Shcherbina, M.A., Gamygin, E.A. Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Publishing house VNIRO, Moscow, 2006. 360 p. (in Russian).
38. Assis, M.L., Machado A., Motta A.S., de Souza-Soaress L.A. Development and characterization of nanovesicles containing phenolic compounds of microalgae *Spirulina* strain LEB-18 and *Chlorella pyrenoidosa*. *Advances in Materials Phys. and Chem*, 2014, vol. 4, no 1, pp. 6–12.
39. Cultured Aquatic Species Information Programme (*Clarias gariepinus*) [Electronic resource]. Fisheries and Aquaculture Department (FAO). Available from: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en (Accessed 24.10.2016).

40. Kovac, D.J. et al. Algae in food and feed. *Food and Feed Research*, 2013, vol. 40 (1), pp. 21–31.
41. Luczkowich, J.J., Stelwag, E.J. Isolation of cellulolytic microbes from the intestinal tract of the pinfish. *Lagodon rhomboides*: size-related changes in diet and microbial abundance. *Marine Biol*, 1993, vol. 116, pp. 381–386.
42. Shields, R.J., Lupatsch, I. Algae for Aquaculture and Animal Feeds. *Technikfolgenabschätzung — Theorie und Praxis*, Heft 1, 2012, pp. 23–37.
43. Tibbetts, S.M. The Potential for «Next-Generation», Microalgae-Based Feed Ingredients for Salmonid Aquaculture in Context of the Blue Revolution. *Microalgal Biotechnology — InTech Open Publishing*, 2018, pp. 151–175.

Сведения об авторах

Тамара Васильевна Козлова — д-р с.-х. наук, доцент, профессор, УО «Гродненский государственный аграрный университет» (Республика Беларусь, Гродно). E-mail: kozlovaliv@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9382-1013.

Александр Иванович Козлов — д-р с.-х. наук, доцент, профессор, УО «Гродненский государственный аграрный университет» (Республика Беларусь, Гродно). E-mail: kozlovaliv@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9382-1013.

Наталья Павловна Дмитриевич — младший научный сотрудник, УО «Полесский государственный университет» (Республика Беларусь, Пинск); адрес для корреспонденции: 225715, Республика Беларусь, г. Пинск, ул. Центральная, д. 58, кв. 20. E-mail: natali-rigo@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3915-2250.

Николай Алексеевич Кузнецов — канд. вет. наук, доцент УО «Гродненский государственный аграрный университет» (Республика Беларусь, Гродно). E-mail: nsx.kuznecov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7790-0080.

Евгений Владимирович Нестерук — магистр вет. наук, УО «Гродненский государственный аграрный университет» (Республика Беларусь, Гродно). E-mail: nestsiaruk0720@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1764-9418.

Information about the authors

Tamara Kazlova — PhD (Agro), assistant professor, professor, Education Establishment “Grodno State Agrarian University” (Belarus, Grodno). E-mail: kozlovaliv@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9382-1013.

Aliaksander Kazlou — PhD (Agro), assistant professor, professor, Education Establishment “Grodno State Agrarian University” (Belarus, Grodno). E-mail: kozlovaliv@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9382-1013.

Natallia Dzmitrovich — junior researcher, Education Establishment “Polesky State University” (Belarus, Pinsk); address for correspondence: 225715, Republic of Belarus, Pinsk, Centralnaya St., 58, apt. 20. E-mail: natali-rigo@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3915-2250.

Mikalai Kuzniatcou — PhD (Vet), associate professor, doctoral student Education Establishment “Grodno State Agrarian University” (Belarus, Grodno). E-mail: nsx.kuznecov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7790-0080.

Yauhenii Nestsiaruk — M (Vet), Education Establishment “Grodno State Agrarian University” (Belarus, Grodno). E-mail: nestsiaruk0720@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1764-9418.