

УДК 639.3

М.Л. Калайда, С.Д. Борисова, Е.С. Пиганов, Ф.А. Исмаилов, А.А. Калайда

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОМОВ (*SILUROIDEA*) – *SILURUS GLANIS L.*, *CLARIAS GARIEPINUS*, *PANGASIVUS SUTCHI* НА ВОДАХ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

**Аннотация.** Рассмотрены современные биотехнологии воспроизводства и выращивания европейского сома, африканских клариевых сомов и пангасиусов. Показано, что в Средней Волге в зоне затопления Куйбышевского водохранилища уловы европейского сома варьировали от 1,58 до 4,48 т, после образования водохранилища уловы сома не превышали 20 т, составляя 0,2 – 0,6 % от общего улова. Развитие биотехнологий привело к разработке технологии воспроизводства сома методом гормонального инъецирования с сохранением жизни самкам и усыплением самцов для забора чистой спермы. Дальнейшее развитие биотехнологий связано с расширением видового разнообразия и включения в аквакультуру на теплых водах африканских клариевых сомов и пангасиусов. Сравнение скорости весового роста молоди клариевого, европейского сомов и пангасиуса, размерно-весовой группы от 1 до 50 г показало, что максимальный среднесуточный прирост был у клариевого сома – 95,24 % от массы тела, у европейского сома соответственно 14,67 % и у пангасиуса в условиях УЗВ кафедры – 7,2 % и 48 % в условиях Вьетнама. Показана необходимость дальнейшей доработки технологии выращивания сомов и возможность организации фермерских хозяйств с использованием вод объектов энергетики с разным температурным режимом.

**Ключевые слова:** аквакультура, биотехнологии, клариевый сом *Clarias gariepinus*, воспроизводство, самки, самцы, сурфагон, половые продукты.

## IMPROVEMENT OF BIOTECHNOLOGY OF GROWING SOMAS (*SILUROIDEA*) – *SILURUS GLANIS L.*, *CLARIAS GARIEPINUS*, *PANGASIVUS SUTCHI* IN THE WATER OF POWER OBJECTS

**Abstract.** The modern biotechnologies of reproduction and cultivation of European catfish, African clary catfish and pangasius are considered. It is shown that in the Middle Volga in the flooding zone of the Kuibyshev reservoir, catches of European catfish varied from 1.58 to 4.48 tons; after the formation of the reservoir, catfish catches did not exceed 20 tons, amounting to 0.2-0.6%. The development of biotechnology led to the development of a technology for its reproduction by the method of hormonal injection with the preservation of the life of the females and the euthanasia of the males for the collection of pure sperm. Further development of biotechnology is associated with the expansion of species diversity and the inclusion of African clary catfish and pangasius in aquaculture in warm waters. Comparison of the weight growth rate of juveniles of Clarius catfish, European catfish and Pangasius, size-weight group from 1 to 50 g showed that the maximum average daily gain was in the Clarius catfish - 95.24% of body weight, in the European catfish, respectively, 14.67% and in pangasius in the conditions of the RAS department - 7.2% and 48% in Vietnam. The need for further refinement of the technology for growing catfish and the possibility of organizing farms using the waters of energy facilities with different temperature regimes is shown.

**Keywords:** aquaculture, biotechnology, *Clarias gariepinus* catfish, reproduction, females, males, surfagon, reproductive products.

**Введение.** В последний период активно развиваются различные направления аквакультурных рыбоводных хозяйств. В регионе Среднего Поволжья исторически базовым направлением работ была пастбищная аквакультура на базе самого крупного водохранилища в Европе – Куйбышевского водохранилища [1].

До зарегулирования р. Волга, рассматривая рыб внутренних водоемов, Дрягин П.А. [2] сома обыкновенного (*Silurus glanis L.*) в сводке промысловых рыб не указывает, а Кожин Н.И. [3] относит его не к хозяйственно-ценным породам рыб, а к хищным рыбам, «безусловно подлежащим уничтожению». В соответствии с такими представлениями о соме, как редком объекте-хищнике, при разработке рабочей гипотезы комплексной схемы использования Волги в 1931 году в проекте сооружения ГЭС сом в качестве перспективного объекта для вылова не рассматривался и входил в группу прочих. Такая оценка перспективности сома, как объекта промысла, была связана с его малочисленностью. Он был редким и ловился единичными экземплярами не только в верховьях неволжских водохранилищах (Рыбинское, Угличское), но и в Средней Волге, в зоне затопления Куйбышевского водохранилища, где уловы варьировали перед затоплением от 1,58 до 4,48

т. [4] (рис. 1). После образования Куйбышевского водохранилища (по данным Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан) вылов сома не превышал 20 т, составляя в уловах 0,2 – 0,6 % от общего улова (рис. 1).



Рис. 1 – Вывод сома из р. Волга в зоне затопления Куйбышевского водохранилища и в водохранилище

Анализ данных по уловам сомов (рис. 1) показывает возможности пастбищной аквакультуры на базе крупнейшего в Европе объекта гидроэнергетики – Куйбышевского водохранилища: годовые уловы сома обыкновенного составляют не более 20 т. В связи с этим возникают задачи совершенствования биотехнологий выращивания сомов с целью увеличения их продукции. Целью нашего исследования является рассмотрение возможности совершенствования аквакультуры по выращиванию сомов в регионе Среднего Поволжья на базе вод объектов энергетики.

**Материал и методика исследования.** В ходе работы был проведен анализ результатов собственных исследований клариевых сомов и пангасиусов в условиях выращивания в установке с замкнутым циклом водообеспечения на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» с 2016 года по настоящее время (рис. 2) и по литературным данным регионов Республики Татарстан, Литвы по экологии и биологии европейского сома, по результатам выращивания канальных сомов на сбросных теплых водах ТЭС и АЭС и Вьетнама – по пангасиусу. В анализе использованы данные статистических сведений по выловам рыбы в Куйбышевском водохранилище. Проведен анализ современных биотехнологий искусственного воспроизводства сомов и их выращивания по разным биотехнологическим схемам.



Рис. 2 – Установка замкнутого цикла водообеспечения на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» КГЭУ (слева) и клариевые сома в одном из бассейнов (справа)

В экспериментах по воспроизводству клариевого сома были использованы выращенные 13 самок и 18 самцов; рост молоди пангасиусов в условиях установки замкнутого цикла водообеспечения исследовался на 40 экземплярах с начальной массой 1,7 г.

При анализе популяционной структуры, биологических характеристик рыб, рыбоводно-технологических показателей использовались традиционные методы. Температура воды, содержание кислорода измерялись прибором МАРК-303Э. Взвешивание рыб проводилось на электронных весах марки ЕК-200i (с точностью измерений 0,01 г) и на электронных весах марки ЕК-1200i (с точностью измерений 0,1 г).

Достоверность результатов работы обеспечена сходимостью теоретических решений и экспериментальных данных, полученных в работе. Статистическая обработка результатов проводилась по стандартным методикам.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При выборе объектов для искусственного воспроизводства и выращивания сомов в аквакультуре региона Среднего Поволжья рассмотрим их разных представителей и их потенциальные возможности с позиций аквакультуры и использования на водоемах объектов энергетики с разным температурным режимом, с учетом исторического аспекта в их освоении.

Единственный аборигенный представитель сомовых (*Siluroidea*) – сом европейский (*Silurus glanis L.*) – в регионе Среднего Поволжья является одним из ценных представителей ихтиофауны, который никогда не был значительно представлен в уловах (рис. 1). Это одна из наиболее крупных рыб – живой массой до 300 кг и длиной до 5 м [5], в условиях Куйбышевского водохранилища встречается наиболее часто с живой массой от 2 до 10 кг. Сомы – одиночные хищники, приуроченные к ямам с корягами вблизи русловых участков.

Высокая скорость весового (рис. 3) и линейного (рис. 4) роста делают европейского сома привлекательным объектом аквакультуры и спортивного рыболовства, а высокие вкусовые качества еще больше усиливают это.

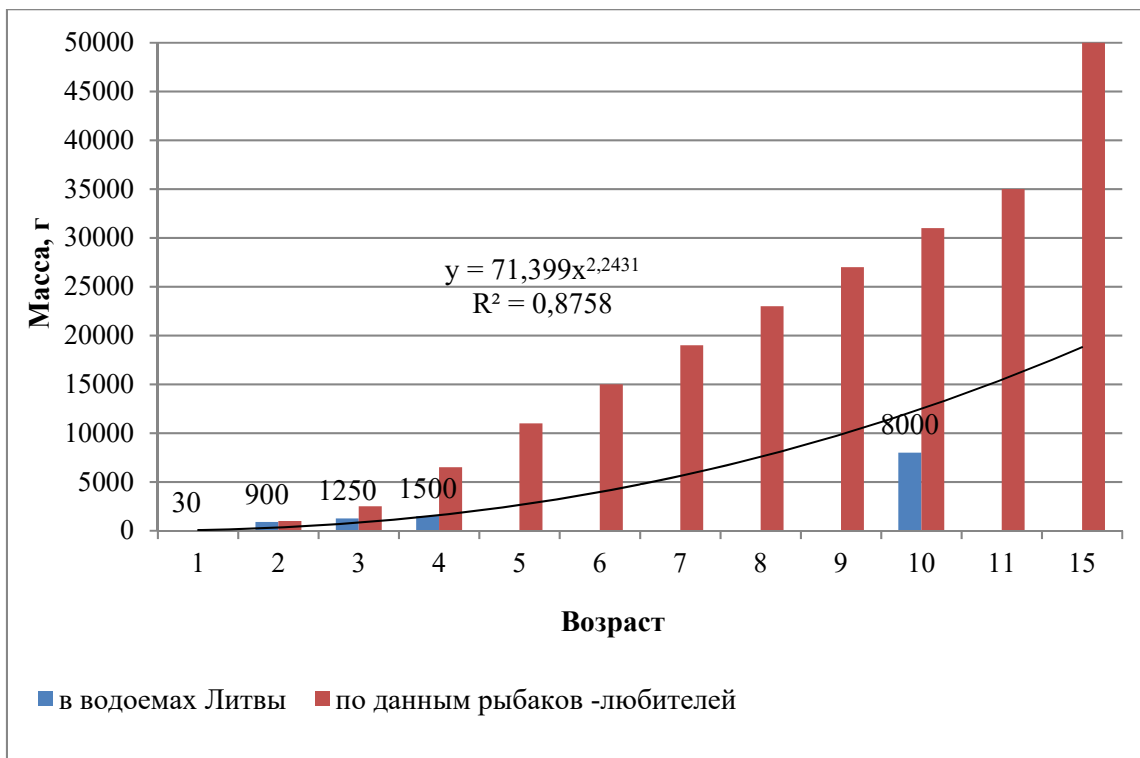


Рис. 3 – Весовой рост европейского сома в условиях водоемов Литвы по [5] и по данным рыбаков-любителей по [13] (где  $x$  – возраст европейского сома (годы),  $y$  – масса (г),  $R$  – величина достоверности аппроксимации)

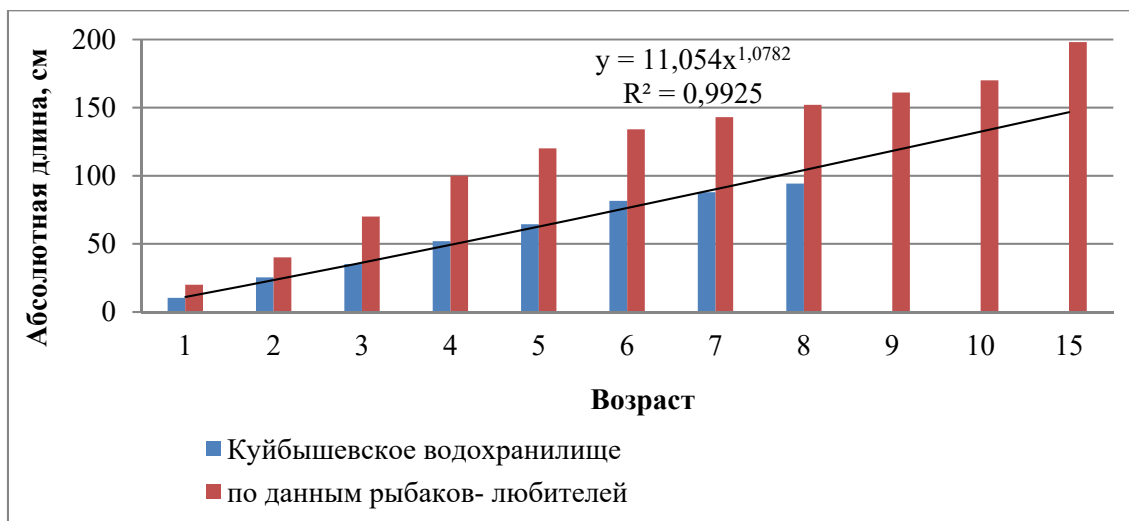


Рис. 4 – Линейный рост европейского сома в Куйбышевском водохранилище по [4] и по данным рыбаков-любителей по [13] (где  $x$  — возраст европейского сома (годы),  $y$  — абсолютная длина (см),  $R$  — величина достоверности аппроксимации)

Поскольку европейские сомы во всех регионах встречаются единичными экземплярами [3, 4, 5, 12], то представляет интерес информация рыбаков [13].

На рисунках 2 и 3 представлены в сравнительном аспекте данные научных исследований [4, 5] и данные рыбаков-любителей [13]. Материалы наглядно показывают «рыбацкую» тенденцию к завышению реальных размерно-возрастных характеристик сомов.

Проведенная оценка вылова рыбы браконьерами и рыбаками-любителями в водоемах Республики Татарстан показала, что сом ловится на р. Кама (4%) и р. Меше (3%) [9]. Процесс естественного воспроизводства в условиях пастбищной аквакультуры европейского сома [5, 7] характеризуется рядом признаков: половая зрелость наступает на 4–5-м году жизни; сомы – фитофилы с клейкой икрой размером 2–6 мм в диаметре; нерест парный при температуре 18–20°C, массовый нерест – при температуре 20–23°C в мае–июне; плодовитость зависит от возраста самки и составляет от 11 до 500 тыс. икринок; откладка икры идет в гнездо, которое самка строит на глубине 40–50 см из растительности; продолжительность инкубационного периода 2,5–3 суток (60 градусодней); самец охраняет икру и с помощью движения хвоста аэрирует воду.

Учитывая, что по данным официальной статистики средняя рыбопродуктивность Куйбышевского водохранилища составляет 5 кг/га [8], а с учетом браконьерского лова – 14 кг/га [8, 9], доля европейских сомов в уловах в разные годы составляет 0,2–0,5 %. В структуре рыбопродуктивности Куйбышевского водохранилища они составляют около 0,03–0,07 кг/га. Сравнивая полученные величины рыбопродуктивности в Куйбышевском водохранилище с биотехнологией прудового воспроизводства сомов, можно отметить, что последняя по величине рыбопродуктивности значительно эффективнее.

Важным моментом выращивания молоди является предупреждение каннибализма, характерного как для молоди европейского сома, так и для клариевых сомов.

Можно отметить, что технология воспроизводства европейского сома совершенствовалась и в направлении использования обработки икры. Согласно данным Иванова Г.Ю. [10], после обесклеивания икры раствором молока и отмывания от этого раствора водой для профилактики грибковых и бактериальных заболеваний ее подвергают обработке отваром коры и листьев ивы при перемешивании пузырьками воздуха в течение 20 – 30 мин. Соотношение икры и отвара – 1:0,5 – 0,6.

Повысить эффективность рыбоводства можно путем интенсификации производства, например, введением в культуру выращивания новых объектов с быстрым темпом роста. Это позволит получать товарную продукцию в сокращенные сроки при меньших затратах труда и материальных средств. В связи с этим, во второй половине XX столетия в аквакультуру России вовлекаются и сомы-акклиматизанты [7, 10, 12, 14, 15, 16]. Для расширения спектра

выращиваемых в аквакультуре объектов требуется накопление знаний об их рыбоводно-биологических характеристиках, поскольку рыбоводство относится к наукоемкой отрасли сельского хозяйства.

В 1972 г в Россию завезены канальные сомы – *Ictalurus punctatus* Raf – основные объекты товарного рыбоводства в Америке и излюбленные объекты спортивного рыболовства. Были разработаны методы их воспроизводства: прудовый, садковый и аквариумный. Канальные сомы активно использовались для выращивания в садковых хозяйствах на теплых водах объектов энергетики [14, 15, 16].

Среди наиболее перспективных объектов выращивания на теплых водах в установках с замкнутым циклом водоснабжения – африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*), работы по рыбохозяйственному освоению которого начаты в России с 1996 г. [17]. Кларии обладают высокой скоростью массонакопления (рис. 5): от личинки до товарной массы 1,2 кг время выращивания составляет шесть месяцев в условиях УЗВ, кроме того, они отличаются устойчивостью к заболеваниям [12, 17].

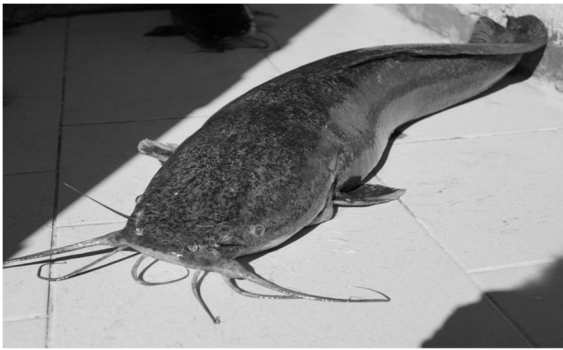


Рис. 5 – Клариевые сомы: слева – клариевый сом (*Clarias gariepinus*), справа – нильский кларий (*Clarias anguillaris*)

Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*), нильский клариас (*Clarias anguillaris*) относятся к семейству клариевых сомов (*Clariidae*), которое насчитывает 15 родов со 100 видами, распространенными в Африке, Юго-Восточной и Малой Азии. Поскольку это теплолюбивые рыбы, их выращивание успешно осуществляется в Краснодарском крае, где кроме *Clarias gariepinus* используется нильский клариевый сом (*Clarias anguillaris*) [20].

Нильский клариевый сом обитает в водах Нила, в озёрах и болотах дельты Нила, где является массовым видом и вырастает до 60 см в длину. При пересыхании водоемов, в которых он обитает, он способен перелезть по суше в другие водоемы. Нижней границей температуры его выживания является 13°C. По сравнению с *Clarias gariepinus*, нильский сом способен выдерживать более высокие температуры и ещё более непривередлив в питании.

Главной особенностью клариевых сомов, благодаря которой они заняли видное место в тепловодной аквакультуре, является наличие специального наджаберного органа для дыхания атмосферным кислородом. От жаберной полости отходит древовидно разветвлённый наджаберный орган, стенки которого пронизаны множеством кровеносных сосудов и имеют очень большую поверхность (рис. 6). А.И. Никифоров [21], описывая особенности наджаберного органа сома, отмечает, что наджаберный орган содержит воздух и эффективно функционирует при влажности 81%. Если у клариевого сома нет доступа к захвату воздуха на поверхности воды, он погибает через 8–24 ч. Отмечают, что наджаберный орган для жизни клариевого сома более важен, чем жабры [21]. Если у клариевых сомов способность выживать в условиях низкого содержания кислорода связана с наличием наджаберного органа, то у европейского сома кожа покрыта слизью и содержит клетки, способные поглощать кислород [5, 7], что позволяет европейскому сому в покое выдерживать длительные периоды гипоксии в зависимости от температуры воды. Эти его особенности, так же как размеры и расположение плавников показывают, что вид обитает преимущественно в донной части водоёма. Малая подвижность в придонных условиях как европейских сомов, так и клариев, связана с тактикой

охоты этих представителей – долгое выжидание добычи. В природе кларии питаются водными насекомыми, рыбами, моллюсками и различной высшей водной растительностью, практически всеядны [17, 20].

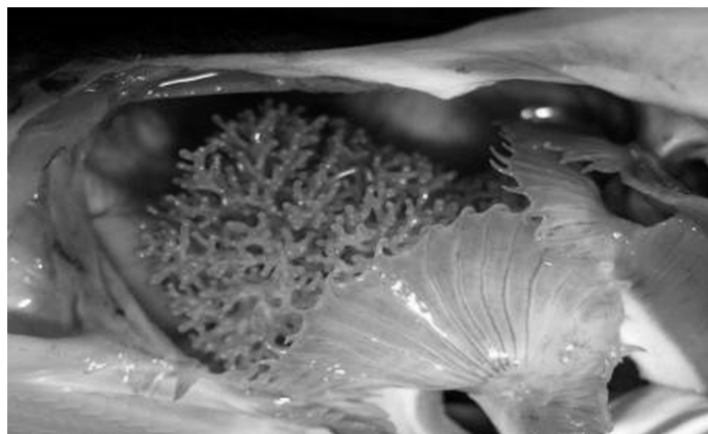


Рис. 6 – Внешний вид наджаберного органа дыхания клариевого сома

Клариевые сомы обладают вкусным, насыщенным, плотным мясом беловатого цвета, которое сравнимо с мясом угря или семги. Низкое содержание жира (около 5%) и высокое содержание белка (около 16%) позволяют отнести клариевого сома к диетическим продуктам и использовать в детском меню [18], поэтому он так популярен в странах Европы и теперь активно внедряется в аквакультуру России.

Рост доли потребления объектов аквакультуры в структуре питания – объективная тенденция, связанная с рядом факторов, таких как увеличение численности населения, сокращение уловов из природных водных экосистем, необходимость в потреблении ценной белковой продукции, ориентированность на здоровый образ жизни [22] (рис. 7).

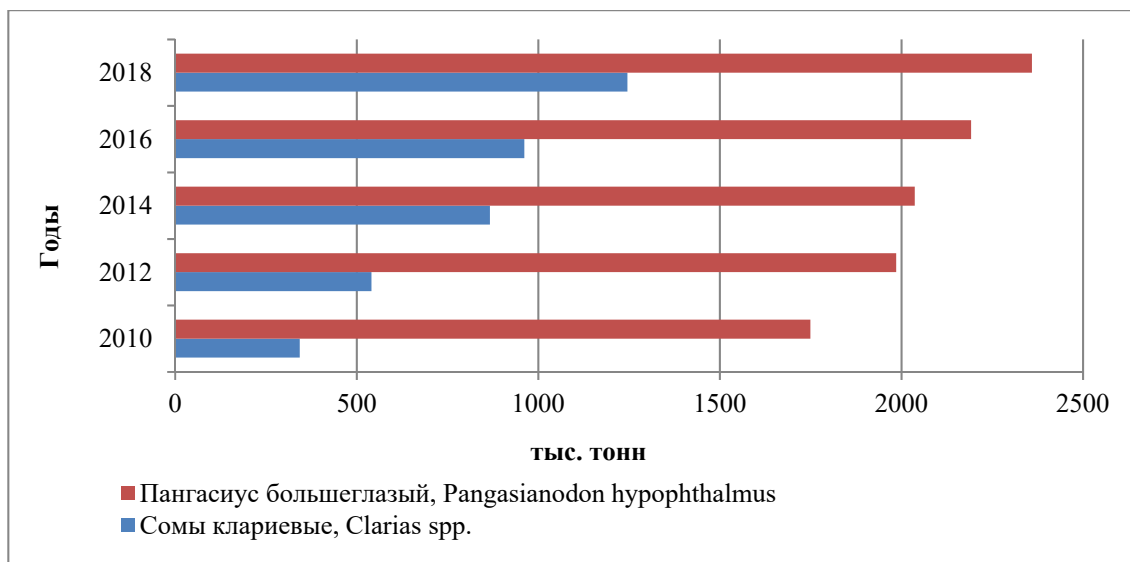


Рис. 7 – Современные объемы производства клариевых сомов и пангасиуса большеглазого в мировой аквакультуре по [22]

Как видно из актуальных данных по мировой аквакультуре [22], в последние десятилетия отмечается устойчивый рост производства как клариевых сомов, так и пангасиусов (*Pangasianodon hypophthalmus*). В Российской Федерации в последний период действуют около 4 тыс. рыбоводных хозяйств [23]. С 2000 г. производство товарной рыбы выросло с 77 до 173,6 тыс. тонн в 2016 году [23]. В регионе Среднего Поволжья развитие фермерских рыбоводных хозяйств является перспективным и соответствует не только основным тенденциям в развитии ре-

гиональной аквакультуры [20], но и тренду увеличения производства сомов в мировой аквакультуре. Для включения клариев в товарное фермерское производство необходимо налаженное производство молоди. В связи с этим проводились работы по оценке возможности получения половых продуктов при использовании сурфагона для инъекцирования производителей [24].

Опыт воспроизводства клариевых сомов изучался также в рамках стажировки магистранта кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ» в Университете г. Росток (Германия) в период с 1 октября по 31 ноября 2019 г в рамках грантового проекта Правительства Республики Татарстан «Алгарыш» и Меморандума о совместной деятельности в области аквакультуры с Университетом Росток.

Преднерестовое содержание производителей клариевого сома проходило на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ» в экспериментальных установках замкнутого водоснабжения. Сомы содержались в бассейнах объемом 0,4 м<sup>3</sup> при плотности посадки до 30 кг/м<sup>3</sup> и температуре воды 26–27°С. Для сравнения биотехнологий использовался опыт сотрудников немецкой компании PAL (Асбтхаген, Германия) в рамках международного сотрудничества.

Проведенные эксперименты выявили возможность преднерестового содержания клариевых сомов в условиях малой УЗВ, применимость технологических приемов воспроизводства клариевого сома заводским методом. Результаты выявили возможность использования для инъекцирования суспензии сурфагона, применяемого в нашей стране для инъекцирования осетровых рыб. В Германии для инъекцирования клариев использовались препараты, применяемые для лососевых рыб.

Если при получении половых продуктов имеется возможность получения икры у самок методом сцеживания и сохранения им жизни, то необходимость забоя самцов для получения половых продуктов снижает эффективность формирования маточного поголовья. Методом забоя самцов получали сперму клариев как в нашей лаборатории, так и в Германии. Однако если мы поливали икру посуху молоками из разрезанных семенников, то при осеменении икры в немецкой лаборатории семенники мелко нарезались, икра поливалась не только молоками, но и водой, в которой отмывались нарезанные семенники. После инъекцирования отбирались половые продукты (рис. 8).



**Рис. 8 – Половые продукты клариевых сомов: слева – семенники, в центре – икра, справа – процесс оплодотворения икры**

Наилучший результат достигался при стимуляции производителей суспензией сурфагона в дозе 3 мг/кг массы тела сома с добавлением раунатина – препарата растительного происхождения с седативным или успокаивающим действием.

Нами использовались самки, выращенные в условиях УЗВ кафедры массой от 560 до 4000 г, в Германии масса используемых для получения икры самок варьировала от 5,6 до 9,8 кг. Власов В.А. [25] отмечал, что впервые созревающие самки клариевых сомов имели массу 200 г при длине от 26 см. Учитывая, что рабочая плодовитость варьировала от 60 до 100 тыс. шт/кг [25], минимальная рабочая плодовитость составила 12 тыс. шт.

В проведенных нами экспериментах средняя рабочая плодовитость самок клариевого сома составила 72,8 тыс. шт. (рис. 9), минимальная – 10,3 тыс. шт у самки массой 560 г. Оплодотворяемость икры – от 70 до 90 %. Средняя масса одной икринки – 1,85 мг.

Зависимость величины рабочей плодовитости от массы тела самки описывается уравнением, представленным на рис. 9:  $y = -0,01x^2 + 16,49x + 390,19$ , где  $x$  – рабочая плодовитость (тыс. шт.),  $y$  – масса рыбы (г),  $R$  – величина достоверности аппроксимации.

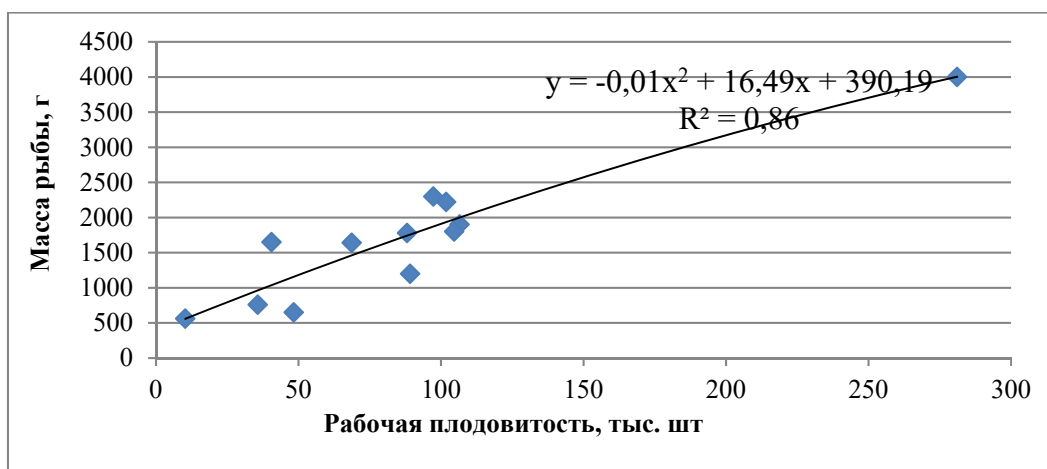


Рис. 9 – Рабочая плодовитость самок клариев в зависимости от массы тела

В немецкой компании PAL не используются приемы обесклеивания икры, и она содержится при температуре 27–28°C в аквариумах, где обеспечивается аэрация и водооборот. Через сутки после оплодотворения зародыши в икринке начинают активное вращение, и еще через 4–6 ч происходит их выклев.

Масса самцов, участвующих в размножении, варьировала от 522 до 1560 г. Средняя масса семенников составила 9,37 г и варьировала от 0,82 до 2,09 % от массы тела. Масса пустых семенников у разных самцов отличается в процентном отношении к массе тела значительно меньше, чем полных. Масса полных семенников зависит от массы рыбы. Связь массы полного семенника и массы самца клариевого сома описывается уравнением:  $y = 0,061x^2 + 1,3113x + 0,8833$ , где  $x$  – масса полного семенника (г),  $y$  – масса рыбы (г).

Самцы, использовавшиеся для воспроизводства в Германии, имели массу тела 3,5 – 4 кг, а количество полученной семенной жидкости варьировало от 15 до 20 мл. Использование взрослых производителей крупного размера является крайне предпочтительным для местной организации: половые продукты, получаемые от взрослых крупноразмерных производителей, значительно лучшего качества, больше в процентном отношении к массе тела и легче в работе.

При проведении инкубации в аппаратах Вейса при температуре воды 27°C выклев начался через 20 ч после оплодотворения икры.

Скорость весового роста молоди клариевого сома значительно выше, чем у европейского. Таким образом, сочетание возможности искусственного воспроизводства, круглогодичного выращивания на теплых водах индустриальными методами, способность выдерживать высокие плотности посадки и обеспечивать высокую рыбопродуктивность делают клариевого сома одним из лучших объектов современной индустриальной аквакультуры.

Одновременно индустриальные методы аквакультуры в наибольшей степени отвечают условию значительного увеличения продуктивности водных экосистем, позволяют выращивать рыбу по ресурсосберегающим и экологически чистым технологиям. Это позволяет и в дальнейшем расширять спектр выращиваемых сомов в аквакультурных хозяйствах. Перспективными объектами искусственного воспроизводства являются другие представители сомообразных: шильбовые сомы – пангасиус сиамский (*Pangasius sutchi*) [11] и *Pangasius sanitwongsei* из семейства пангасиевых (*Pangasiidae*), которых называют акульевыми сомами. *P. Sanitwongsei* сравнительно более крупный и отличается большей агрессивностью, имеет статус находящегося под угрозой вида [26, 27]. Эти виды вошли в аквакультуру Вьетнама и получили широкое мировое признание как перспективные объекты садкового индустриального рыбводства. Они могут использоваться для садкового выращивания на теплых водах объектов энергетики. Для этих целей необходимо наличие посадочного материала – молоди пангасиуса.



Биотехнология, которая разработана во Вьетнаме [26] включает в себя как использование прудов, так и бассейнов. Для воспроизводства отбираются особи массой около 2 кг из маточного стада, которое включает впервые созревающих особей в возрасте 3-х лет и более старших – до 10 лет. Подготовка к искусственному воспроизводству включает этап их интенсивного кормления промышленными или приготовленными кормами, дополненными витаминами и питательной жидкостью – маслом печени кальмара [27].

Гормональные инъекции проводят хорионическим гонадотропином человека (ХГЧ) или гонадотропин-рилизинг гормоном (гонадолиберин), которые вводят 3–4-мя инъекциями для самок, одной – для самца. Инъекции индуцируют созревание яйцеклеток и овуляцию примерно через 8 ч после последней инъекции [27].

Отцеженная икра оплодотворяется спермой самца и помещается в емкости с циркулирующей водой и кислородом. Вода, используемая на этом этапе, должна быть хорошего качества и нагретой до оптимальной температуры 32–34°C для ускорения вылупления и повышения выживаемости личинок. Личинки начинают вылупляться через 20–30 ч. Аэрация осуществляется на протяжении всего процесса инкубации икры [27].

Вылупившиеся личинки развиваются за счет желточных мешков от 24 до 30 ч. В первые 2–3 дня жизни личинок отмечается их очень высокая смертность. В связи с этим проводятся обработки раствором формалина, малахитовым зеленым, что благотворно влияет на показатели выживаемости [26]. На первом этапе выращивания молоди пангасиуса ее кормят живыми кормами – ветвистоусыми рачками. Через 10 дней в корма добавляют высокобелковый коммерческий корм (40% белка) фирмы Uni-President. К 30-му дню выращивания молодь достигает 0,5–1 г и продается как посадочный материал. Динамика роста приобретенной нами молоди пангасиуса в установке с замкнутым водоснабжением представлена на рисунке 10. Среднесуточный прирост составил 0,24 г или 7,2% от массы тела.

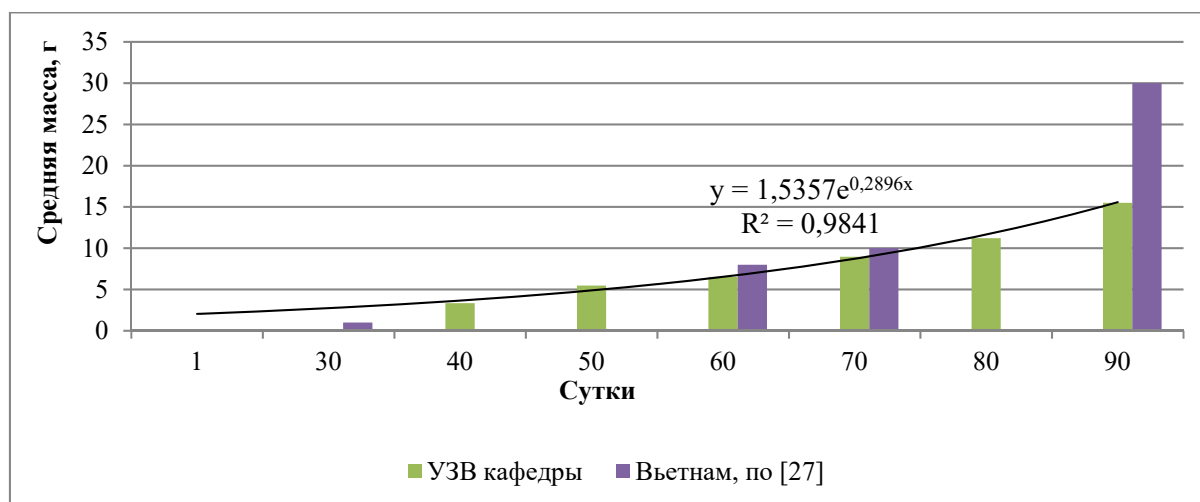


Рис. 10 – Весовой рост *Pangasius sutchi* в условиях в рыбноводной установке с замкнутым циклом водоснабжения кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО КГЭУ и рыбноводном предприятии Вьетнама по [27] (где  $x$  — время (сут),  $y$  — средняя масса (г),  $R$  — величина достоверности аппроксимации)

Сравнивая скорость весового роста молоди клариевого, европейского сомов и пангасиуса соответствующих размерно-весовых групп, можно отметить, что максимальный среднесуточный прирост был у клариевого сома – 95,24 % от массы тела, у европейского сома соответственно 14,67% и у пангасиуса в условиях УЗВ кафедры – 7,2% и 48% в условиях Вьетнама по [27]. Относительно низкий прирост пангасиуса в установке кафедры может быть связан с его транспортировкой и адаптацией к новым условиям и качеством используемых кормов.

Совершенствование биотехнологии воспроизводства и выращивания сомов – актуальная задача, которая в развитии аквакультуры позволяет формировать нишу фермерских рыбноводных

хозяйств с разной степенью интенсификации, включая высокоинтенсивные технологии с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения, в том числе на теплых водах объектов энергетики.

Создание инновационных биотехнологических комплексов позволит не только восстановить качественное состояние потребляемых водных биологических ресурсов, но и создать современные товарные фермерские рыбоводные хозяйства. Развитие фермерских рыбоводных хозяйств соответствует документам федерального уровня в области производства водных биологических ресурсов, постановлению Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» в части формирования и реализации механизма долгосрочного и эффективного управления водными биологическими ресурсами и развитию искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов. Среди наиболее важных мероприятий – разработка пилотных проектов по созданию современных рыбохозяйственных предприятий, разработка биотехнологий выращивания перспективных объектов аквакультуры, формирование рекомендаций по размещению товарных рыбоводных хозяйств.

**Заключение.** Таким образом, на современном этапе развития региональной аквакультуры повысить эффективность рыбоводства можно путем введения в культуру выращивания новых объектов с быстрым темпом роста.

В товарном выращивании наиболее перспективен клариевый сом, который из-за наличия у него специального наджаберного органа для дыхания атмосферным кислородом может выращиваться не только в условиях высоких плотностей посадки в установках с замкнутым циклом водообеспечения, но и в условиях теплых вод объектов энергетики с относительно низким содержанием кислорода. Он обладает большей скоростью весового роста по сравнению с европейским сомом и пангасиусом. В экспериментах показана перспективность искусственного воспроизводства клариев с применением сурфагона.

Использование в аквакультуре европейского сома, клариев и пангасиусов позволяет, с одной стороны, расширить перечень объектов аквакультуры на водах с разным термическим режимом, с другой стороны, расширить ассортимент товарной рыбной продукции разного качества.

Увеличить в регионе Среднего Поволжья продукцию европейского сома возможно за счет биотехнологий искусственного воспроизводства и пастбищной аквакультуры на базе водохранилищ с естественным температурным режимом.

#### Библиография

1. Водохранилища мира. М.: Наука, 1979. 287 с.
2. Кожин Н.И. Основные принципы рационального озерного рыбного хозяйства: справочник по рыбному хозяйству малых водоемов. М.-Л.: Гос.издательство ОГИЗ, 1934. С.52-79
3. Дрягин П.А. Рыбы внутренних водоемов СССР: справочник по рыбному хозяйству малых водоемов. М.-Л.: Гос.издательство ОГИЗ, 1934. С.20-51.
4. Гайниев С.С. Рыбохозяйственное значение и некоторые аспекты биологии сома Куйбышевского водохранилища // Биология и экология рыб Куйбышевского водохранилища./ Ученые записки. Ульяновск: Приволжское книжное изд-во, 1966. Т. XX вып. 2. С.59-68.
5. Хрусталева Е.И., Брюханов В.В. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы. Калининград: изд-во «ИП Мишуткина И.В.», 2009. 198 с.
6. Янкевичюс К., Литов А.Н. Куршю марес: итоги комплексного исследования. Вильнюс: ССР Ин-т биологии, Б.и., 1960. 549 с.
7. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Справочник рыбовода. М.: Россельхозиздат, 1980. - 220с.
8. Калайда М.Л. История и перспективы развития рыбного хозяйства Татарстана. Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 2001. 96 с.
9. Калайда М.Л. Необходимость учета любительского и браконьерского рыболовства при аквакультуре водохранилищ / Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития // Материалы Международной научно-практической конференции (п. Рыбное, 3-6 сентября 2002 г.). М.: Изд-во ВНИРО, 2002. С. 88-91.
10. Патент № 2011132038/05. Российская Федерация 27.04.2012 Способ искусственного воспроизводства европейского сома (*Silurus glanis* L.)/ Иванов Г.Ю. Индекс МПК - А01К 61/00 (2006.01). дата гос регистрации 25.12.2014

11. Ислам Асифул, Калайда М.Л. Шильбовые сомы-пангасии *Pangasius sutchi* (Fowler, 1937) - перспективный объект аквакультуры // Биоразнообразие и биоресурсы Среднего Поволжья и сопредельных территорий / Сборник материалов посвященных 125-летию Казанского государственного педагогического университета. Казань, 2002. С.150-151.
12. Власов В.А., Мустаев С.Б. Разведение пресноводных рыб и раков. М.: ООО «Изд-во Астрель»: ООО «Изд-во АСТ»: ООО «Транзиткнига», 2004. 256 с.
13. Сом, вес и возраст. URL: <https://www.gribalka.com.ua/Stati/Lovlya-soma/Som-ves-i-vozrast.html> (дата обращения: 10.01.2021).
14. Виноградов В.И., Ерохина Л.В., Кривцов В.Ф., Колмыков Л.В. Разведение и выращивание канального сома: методические рекомендации. М: ВНИИПРХ, 1982. 46 с.
15. Рыбоводно-биологические нормы выращивания рыбы на сбросных теплых водах ТЭС и АЭС. М: ВНИИПРХ, 1985. 34 с.
16. Филатов В.Т., Шмаков Н.Ф., Шутов В.А., Доманевский М.А. и др. Технологии выращивания молоди канального сома и форели в УЗВ. М.: ВНИИПРХ, 1989. 16 с.
17. Власов В.А. Результаты выращивания африканского сома при различных условиях кормления и содержания // Известия ТСХА. М.: 2009. Вып. 3. С. 136 – 146.
18. Подушка С.Б. Клариевый сом и его использование в рыбоводстве // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны. Ростов н /Д.: 2006. С. 71–74.
19. Калайда М.Л. Современное состояние и задачи развития аквакультуры в Республике Татарстан. Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы национальной научно-практической конференции (Саратов, 4-5 октября 2016 г.) Саратов: изд. «Научная книга», 2016. С.38 – 45.
20. Власов В.А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) при различных условиях содержания и кормления // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сборник научных трудов ВНИИ ирригационного рыбоводства, 2010. С. 168 – 179.
21. Никифоров А.И. Особенности морфологического строения африканского сома *Clarias gariepinus* // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности / Сборник научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХ им. К.А.Тимирязева по итогам Международной научно-практической конференции. М.: 2005. С. 215 – 219.
22. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. // Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2018. URL: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library/fao/Состояние202018.pdf> (дата обращения: 20.02.2020).
23. Справочная информация о развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 64 с.
24. Калайда М.Л., Пиганов Е.С., Калайда А.А., Хамитова М.Ф. Клариевый сом *Clarias gariepinus* при задачах искусственного воспроизводства / Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: V национальная научно-практическая конференция (Калининград 22-23 октября 2020 г.) // под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ. Саратов: Амирит, 2020. С.108–112.
25. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения: инструктивно-метод. изд. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 48 с.
26. Subagia J., Slembrouck J., Hung LT, et al. (1999) "Larval rearing of an Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluroidei, Pangasiidae): Analysis of precocious mortality and proposition of appropriate treatments", *Aquatic Living Resources*, 12
27. Strategic alliance for sustainable aquaculture PANGASIUS FARMING PRACTICES IN VIETNAM \ A study in view of sustainability issues, A GTZ / Binca PPP program \ Designed by Gregoire Poisson and collaborators, 2004.

#### References

1. *Vodohranilishha mira*, [Reservoirs of the world], М.: Nauka, 1979, PP. 287
2. Kozhin N.I., Osnovnye principy racional'nogo ozernogo rybnogo hozjajstva, [Fundamental Principles of Sustainable Lake Fisheries], Spravochnik po rybnomu hozjajstvu malyh vodoemov, [Small Water Fisheries Handbook], М.Л., Gos.izdatel'stvo OGIЗ, 1934, PP. 52-79
3. Drjagin P.A. Ryby vnutrennih vodoemov SSSR, [Fish of inland water bodies of the USSR], Spravochnik po rybnomu hozjajstvu malyh vodoemov, [Small Water Fisheries Handbook], М.-Л., Gos.izdatel'stvo OGIЗ, 1934, PP.20-51
4. Gajniev S.S. Rybohozjajstvennoe znachenie i nekotorye aspekty biologii soma Kujbyshevskogo vodohranilishha, [Fishery importance and some aspects of the biology of catfish of the Kuibyshev reservoir], *Biologija i jekologija ryb Kujbyshevskogo vodohranilishha*, [Biology and ecology of fish in the Kuibyshev reservoir], *Uchenye zapiski*, 1966, V. XX, V.2, Ul'janovsk: Privolzhskoe knizhnoe izd-vo, PP.59-68
5. Hrustalev E.I. Biotekhnicheskij i proizvodstvennyj potencial pastbishhnoj akvakultury na transgranichnyh vodoemah Rossii i Litvy, [Biotechnical and production potential of pasture aquaculture in transboundary water bodies of Russia and Lithuania], *otv.red. E.I.Hrustalev, V.V. Brjuhanov, Kaliningrad, izd-vo, IP Mishutkina I.V.*, 2009, PP.198
6. Jankevichjus K. Kurshju mares, itogi kompleksnogo issledovanija, [results of a comprehensive study], *SSR In-t biologii- Vil'njus, B.i.*, 1960, PP.549

7. Kozlov V.I. Spravochnik rybovoda [Fish farmer's guide], Kozlov V.I., Abramovich L.S., M, Rossel'hozizdat, 1980, PP.220
8. Kalajda M.L. Istorija i perspektivy razvitija rybnogo hozjajstva Tatarstana, [History and prospects for the development of the fisheries of Tatarstan], Kazan', Izd-vo «Matbugat jorty», 2001, PP.96
9. Kalajda M.L. Neobhodimost' ucheta ljubitel'skogo i brakon'erskogo rybolovstva pri akvakul'ture vodohranilishh, [The need to take into account amateur and poaching fishing in the aquaculture of reservoirs], Akvakul'tura nachala HHI veka: istoki, sostojanie, strategija razvitija, [Aquaculture at the beginning of the XXI century: origins, state, development strategy], Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (p.Rybnoe, 3-6 sentjabrja 2002 g.), M.:Izd-vo VNIRO, 2002, PP. 88-91
10. Patent № 2011132038/05. *Sposob iskusstvennogo vosproizvodstva evropejskogo soma (Silurus glanis L.)*, [Method of artificial reproduction of European catfish (Silurus glanis L.)], Rossijskaja Federacija 27.04.2012 Ivanov G.Ju.- Indeks MPK - A01K 61/00 (2006.01).- data gos registracii 25.12.2014
11. Islam Asiful, Shil'bovye somy-pangasii Pangasius sutchi (Fowler,1937), [Shilbovye pangasia catfish Pangasius sutchi (Fowler, 1937) - a promising object of aquaculture], Bioraznoobrazie i bioresursy Srednego Povolzh'ja i sopredel'nyh territorij (Sbornik materialov posvjashhennyh 125-letiju Kazanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta), [Biodiversity and biological resources of the Middle Volga region and adjacent territories (Collection of materials dedicated to the 125th anniversary of Kazan State Pedagogical University)], Islam Asiful, Kalajda M.L. , Kazan', 2002, PP.150-151
12. Vlasov V.A., Razvedenie presnovodnyh ryb i rakov, [Breeding freshwater fish and crayfish], V.A.Vlasov, S.B. Mustaev.- M.: OOO «Izd-vo Astrel': OOO «Izd-vo AST»[ LLC "Publishing house Astrel: LLC" Publishing house AST], OOO «Tranzitkniga», 2004, PP. 256
13. Som, ves i vozrast, [Catfish, weight and age], URL: [https://www.gribalka.com.ua,Stati,Lovlya-soma,Som-ves-i-vozrast.html](https://www.gribalka.com.ua/Stati,Lovlya-soma,Som-ves-i-vozrast.html) (data obrashhenija: 10.01.2021). – Tekst, jelektronnyj.
14. Vinogradov V.I. Razvedenie i vyrashhivanie kanal'nogo soma, [Breeding and rearing channel catfish], (metodicheskie rekomendacii), [ guidelines], Vinogradov V.I., Erohina L.V., Krivcov V.F. , Kolmykov L.V.,M: VNIIPRH, 1982, PP. 46
15. *Rybovodno-biologicheskie normy vyrashhivaniya ryby na sbrosnyh teplyh vodah TJeS i AJeS*. [Fish-breeding biological norms of fish growing on waste warm waters of TPPs and NPPs], M, VNIIPRH, 1985, PP. 34
16. Filatov V.T. Tehnologii vyrashhivaniya molodi kanal'nogo soma i foreli v UZV, [Technologies for growing juvenile channel catfish and trout in the RAS], Filatov V.T., Shmakov N.F., Shutov V.A., Domanevskij M.A. i dr. M, VNIIPRH, 1989, PP. 16
17. Vlasov V.A. Rezul'taty vyrashhivaniya afrikanskogo soma pri razlichnyh uslovijah kormlenija i sodержanija, [The results of raising African catfish under various conditions of feeding and housing], Izvestija TSHA, [Izvestia TSKHA], M, 2009. V. 3, PP.136-146
18. Podushka S.B. Klarievyy som i ego ispol'zovanie v rybovodstve, [Clary catfish and its use in fish farming], Sostojanie i perspektivy razvitija fermerskogo rybovodstva aridnoj zony, [State and prospects for the development of fish farming in the arid zone] Rostov n/D, 2006. PP. 71–74
19. Kalajda M.L. Sovremennoe sostojanie i zadachi razvitija akvakul'tury v Respublike Tatarstan, [Current state and objectives of aquaculture development in the Republic of Tatarstan], Sostojanie i puti razvitija akvakul'tury v Rossijskoj Federacii v svete importozameshhenija i obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti strany: materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, [The state and ways of development of aquaculture in the Russian Federation in the light of import substitution and ensuring the country's food security: materials of the national scientific and practical conference], Saratov, 4-5 oktjabrja 2016 g, Saratov: izd. «Nauchnaja kniga», 2016, PP.38-45
20. Vlasov V.A., Vyrashhivanie klarievogo soma (Clarias gariepinus Burchell) pri razlichnyh uslovijah sodержanija i kormlenija, [Cultivation of Clarius catfish (Clarias gariepinus Burchell) under different conditions of housing and feeding], Nauchnye osnovy sel'skohozjajstvennogo rybovodstva, sostojanie i perspektivy razvitija, [Scientific foundations of agricultural fish farming: state and development prospects], Sbornik nauchnyh trudov VNII irrigacionnogo rybovodstva. 2010, PP. 168-179
21. Nikiforov A.I. Osobennosti morfologicheskogo stroenija afrikanskogo soma Clarias gariepinus, [Features of the morphological structure of the African catfish Clarias gariepinus], Akvakul'tura i integrirovannye tehnologii: problemy i vozmozhnosti: Sbornik nauchnyh trudov GNU VNIIR i RGAU-MSH im. K.A.Timirjazeva po itogam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, [Aquaculture and Integrated Technologies: Problems and Opportunities: Collection of Scientific Papers of the State Scientific Institution VNIIR and the Russian State Agricultural University named after V.I. K.A. Timiryazeva following the results of the International Scientific and Practical Conference], M. 2005, PP. 215–219
22. *Prodovol'stvennaja i sel'skohozjajstvennaja organizacija Ob#edinennyh Nacij. Sostojanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury*, [Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture], 2018. – URL: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library/fao/Sostojanie202018.pdf> (data obrashhenija: 20.02.2020). – Tekst: jelektronnyj.
23. Spravochnaja informacija o razvitii i podderzhke akvakul'tury (rybovodstva) v Rossijskoj Federacii, [Background information on the development and support of aquaculture (fish farming) in the Russian Federation], - M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2017, PP. 64

24. Kalajda M.L. Klarievij som *Clarias gariepinus* pri zadachah iskusstvennogo vosproizvodstva, [Clarias gariepinus catfish for artificial reproduction], Sostojanie i puti razvitija akvakul'tury v Rossijskoj Federacii: V nacional'naja nauchno-praktičeskaja konferencija, [Status and development of aquaculture in the Russian Federation: V national scientific and practical conference], Kaliningrad – 22-23 oktjabrja 2020 g., Kalajda M.L., Piganov E.S., Kalajda A.A., Hamitova M.F., pod red. A.A. Vasil'eva; Saratovskij GAU.- Saratov: Amirit, 2020, PP.108-112

25. *Rekomendacii po vosproizvodstvu i vyrashhivaniu klarievogo soma s ispol'zovaniem ustanovok s zamknutym ciklom vodoobespečenija: instruktivno-metod*, [Recommendations for the reproduction and cultivation of clarius catfish using installations with a closed water supply cycle], izd. - M., FGNU «Rosinformagroteh», 2010, PP. 48 ISBN 978-5-7367-0757-7

26. Subagia J., Slembrouck J., Hung LT, et al. "Larval rearing of an Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluroidei, Pangasiidae), Analysis of precocious mortality and proposition of appropriate treatments", Aquatic Living Resources, 1999, PP. 12

27. Strategic alliance for sustainable aquaculture PANGASIUS FARMING PRACTICES IN VIETNAM, A study in view of sustainability issues, A GTZ, Binca PPP program, Designed by Gregoire Poisson and collaborators, 2004.

#### Сведения об авторах

Калайда Марина Львовна – д. биол. наук, профессор, заведующий кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, Казань, 420066, РТ, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, e-mail: kalayda4@mail.ru

Борисова Светлана Дмитриевна – к. техн. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, Казань, 420066, РТ, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, e-mail: Svetlana-zag@bk.ru

Пиганов Евгений Сергеевич – аспирант кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, Казань, 420066, РТ, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, e-mail: vip.piganov@mail.ru

Исмагилов Фархад Азатович – магистрант кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, Казань, 420066, РТ, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, e-mail: f9033422551@yandex.ru

Калайда Андрей Андреевич – аспирант ФГБОУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Россия, 107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17, e-mail: charict131@gmail.com

#### Information about the authors

Kalaida Marina L. – Dr. biol. sci., Professor, Head of the Department "Aquatic Bioresources and Aquaculture", Kazan State Power Engineering University, Russia, Kazan, 420066, RT, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51, e-mail: kalayda4@mail.ru.

Borisova Svetlana D. – cand. of technical sciences, Associate Professor at the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kazan State Power Engineering University, Russia, Kazan, 420066, RT, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51, e-mail: Svetlana-zag@bk.ru.

Piganov Evgeny S. – graduate student at the Department of "Aquatic Bioresources and Aquaculture" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Power Engineering University", Russia, Kazan, 420066, RT, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51, e-mail: vip.piganov@mail.ru.

Ismagilov Farkhad A. – master student in the direction Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kazan State Power Engineering University, Russia, Kazan, 420066, RT, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51, e-mail: f9033422551@yandex.ru

Kalaida Andrey A. – graduate student at the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography", Russia, 107140, Moscow, st. Verkhnyaya Krasnoselskaya, 17, e-mail: charict131@gmail.com