





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

На тему «Перспективы выращивания африканского клариевого сома
(*Clarias gariepinus*) в искусственных условиях в Ленинградской области»
Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,
профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»

Исполнитель  Панкова Анна Андреевна
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель  Шошин А. В., к.б.н.
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой  Королькова С.В., к.т.н.
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

« 21 » июня 2023 г.

Санкт-Петербург

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАРИЕВОГО СОМА.....	
1.1. Общая биология вида	
1.2. Жизненный цикл и размножение в естественных условиях	
2. ВЫРАЩИВАНИЕ КЛАРИЕВОГО СОМА В УЗВ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	
2.1. Требования к условиям среды	
2.2. Общая характеристика установок замкнутого водоснабжения	
2.3. Крестьянское фермерское хозяйство Петровой Р. Н.	
2.4. Этапы выращивания клариевого сома в УЗВ	
2.4.1. Создание маточного стада	
2.4.2. Отбор рыб в маточном стаде	
2.4.3. Получение половых продуктов	
2.4.4. Осеменение.....	
2.4.5. Инкубация икры.....	
2.4.6. Выклев предличинок	
2.4.7. Выдерживание предличинок и выращивание личинок	
2.4.8. Выращивание мальков	
2.4.9. Выращивание молоди	
2.4.10. Выращивание рыб до товарных размеров	
3. ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫРАЩИВАНИЯ АФРИКАНСКОГО СОМА КАК ОБЪЕКТА АКВАКУЛЬТУРЫ	
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВЕДЕНИЯ СОМА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ

Африканский клариевый сом — *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) — тепловодный вид, который имеет панафриканское распространение и внешне напоминает обыкновенного сома (*Silurus glanis*) [3]. Данный вид является одним из важнейших мировых объектов пресноводной аквакультуры, который пользуется широким спросом за рубежом. Формирование его современной культуры по большей части копирует тенденции развития культуры тилапии. Эту рыбу называют по-разному: африканский сом, клариевый сом, острозубый кларий, кармут, минья, мраморный сом, царский сом и так далее [3]. По общепринятой научной классификации, клариевый сом относится к отряду Сомообразных (*Supriniformes*), подотряду Сомовидных (*Siluroidei*), семейству Клариевых (*Clariidae*), роду Кларии (*Clarias*).

Первые попытки разведения *C. gariepinus* были предприняты в 1950-1970-х годах. Первопроходцем в изучении данного вида является голландский рыбовод Х. Хогедоорн, который в 1976 г. проводил исследования сначала в Камеруне, а затем в Голландии. Он выявил, что африканский сом служит прекрасным объектом для интенсивного рыбоводства. В результате проведения многочисленных исследований в Европе (Нидерландах, Бельгии) и Африке (Центральная Африканская Республика, ЮАР, Кот-ди-Вуар, Нигерия) данный вид стали выращивать лишь в 1980-х годах после разработки базовой технологии регулируемого искусственного воспроизводства с применением гормонального стимулирования. С постепенным усовершенствованием технологии производства гранулированных сбалансированных кормов с высоким содержанием белка в 1990 году были выявлены новые интенсивные технологии культивирования. Африканского сома в 1991-1993 гг.

привезли для выращивания в Китай, Индонезию, Таиланд, Бирму, Бразилию и на Филиппины [20]. В Европе рыбоводные предприятия были открыты в Бельгии, Германии, Венгрии, Польше и других странах.

В Африке сома обычно разводят в небольших (площадью до 1 га и глубиной до 2 метров) земляных либо бетонных прудах, достигая рыбопродуктивности от 25 до 40 ц/га. Иногда данный вид используют в качестве рыбы-санитара (мелиоратора), чтобы регулировать численность тилапии в прудах, получая рыбопродуктивность 5-15 ц/га. В Индии применяется технология выращивания африканских сомов на очищенных сточных водах винокуренного хозяйства с ежегодной рыбопродуктивностью 25-60 т/га.

В Россию для товарного разведения этот вид в первый раз был доставлен в 1994 году. Молодь из Нидерландов (в количестве 150 штук) привезли в опытно-промышленный рыбоводный цех Новолипецкого металлургического комбината, где была изучена биотехника его культивирования и налажено разведение в немалых объёмах. Рыбоводы смогли благополучно вырастить маточное стадо [6]. К концу 1995 года производство сома достигло 44 тонн товарной продукции, а в 1996 году — 115-120 тонн. Однако предприятие в скором времени было закрыто, а товарная продукция и маточные стада распроданы [20].

В настоящее время в России выращиванием *C. gariepinus* занимаются некоторые рыбохозяйственные хозяйства, которые находятся в Орле, Екатеринбурге, Липецке, Курске, Рязани, Краснодарском крае, Воронежской и других областях [1]. На территории РФ действуют около 10 крупных предприятий по товарному выращиванию клариевого сома с общей мощностью более 1,5 тыс. тонн в год. Кроме того, существует немалое количество фермерских хозяйств (об их численности и объёмах производства товарной продукции какие-либо сведения отсутствуют). Большая часть рыбоводных предприятий сосредоточена в Европейской

части: в Краснодарской, Московской и Ленинградской областях [33]. Около 10 лет назад африканских сомов начали разводить в небольшом количестве в тёплые месяцы года на сбросных тепловодных каналах водоёмов-охладителей ГРЭС и атомных АЭС.

Актуальность темы ВКР: общий объём производства продукции товарной аквакультуры составляет в Ленинградской области 12,6 тыс. тонн. Исходя из общей суммы ежегодного объёма производства продуктов аквакультуры, лишь 200 тонн (около 2%) приходится на применение установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). В УЗВ в Ленинградской области обычно разводят таких объектов аквакультуры, как радужная форель, осётр, карп, африканский сом, нельма, паляя, судак и т.д. [31]. В настоящее время объём выращивания африканского сома невелик и составляет не более 0,5% [42]. Клариевый сом является относительно новым объектом аквакультуры, биологические особенности которого делают его одним из перспективных рыб для культивирования в установках замкнутого водоснабжения в Ленинградской области.

Цель работы: изучить перспективы выращивания клариевого сома в искусственных условиях в Ленинградской области.

Задачи:

1. Ознакомиться с биологической характеристикой вида;
2. Рассмотреть особенности разведения африканского сома в УЗВ;
3. Описать преимущества разведения этой рыбы как объекта аквакультуры;
4. Рассчитать экономическую эффективность культивирования сома в Ленинградской области.

Предмет исследования: перспективы выращивания клариевого сома в искусственных условиях в Ленинградской области.

Объект исследования: африканский сом (*Clarias gariepinus*).

Выпускная квалификационная работа представлена на 60 страницах (из них 46 страниц основного текста) и состоит из введения, 4 глав, заключения и выводов по написанной работе, а также включает в себя список использованной литературы в количестве 43 источников, из них 7 — на иностранном языке. В работе присутствуют 8 рисунков и 3 таблицы.

1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАРИЕВОГО СОМА

1.1. Общая биология вида

Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*) имеет гладкое, удлинённое, округлое в сечении тело с длинными анальными и спинными плавниками, почти достигающие хвостового (рис. 1). Плавники состоят исключительно из мягких лучей [33]. Жировой плавник у африканского сома отсутствует. Наружный луч грудного плавника зазубрен (выполняет защитную функцию). Брюшные и грудные плавники имеют, как правило, 8-9 лучей. Спинной плавник насчитывает от 64 до 67 лучей, а анальный — 50-55. Данный вид имеет сплюсненную, заострённой голову с большим, конечным ртом, мелкими глазами и четырьмя парами неразветвлённых усов: одна — назальная, одна — максиллярная на сошнике, и две мандибулярные — внутренняя и наружная. На первой жаберной дуге присутствует 24-110 жаберных тычинок. Многочисленные мелкие зубы имеются на челюстях и сошнике [6]. Широкий хвостовой плавник закруглённый.



Рис. 1. Африканский клариевый сом, общий вид [33].

Тело покрыто железами, обильно выделяющими слизь, что препятствует пересыханию кожи, а также выполняет антибактерицидную функцию: подавляет развитие патогенной микрофлоры, препятствуя росту бактерий (*Bacillus* sp., *Sarcina* sp.) и грибов (*Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp.), а также способствует скорейшему заживлению ран. Кроме того, слизь этих рыб может поглощать минеральные элементы в воде [6]. Цвет тела может немного меняться в зависимости от субстрата и других внешних условий. Обычно он варьирует от серовато-оливкового до тёмно-коричневого цвета с зеленоватыми пятнами. Брюхо от бледно-кремового до белого цвета.

У африканских сомов высоко развита регенерация повреждённых частей тела (кожа, усы, плавники): полученные травмы у них заживают достаточно быстро и бесследно, не оставляя рубцов [33]. Установлено, что ампутированные усы у взрослого сома полностью отрастают за 2-3 месяца, а плавники восстанавливаются на протяжении одного месяца.

Почти все внутренние органы (за исключением кишечника и половых гонад) находятся в передней части туловища и защищены черепной крышкой. Плавательный пузырь небольших размеров, состоит из двух долей и заключен в капсулу, которая сформирована поперечными выростами прапофизов четвертого и пятого позвонков [6]. Африканский сом характеризуется наличием большого количества пилорических придатков в кишечнике, что позволяет ему наиболее быстро усваивать пищу. Внутренние органы занимают маленький объем (около 10%) от массы тела [5].

В наджаберной полости у африканских сомов находится парный орган дыхания — кларий [33]. Он представлен разветвленными образованиями, находящимися на второй и четвертой жаберных дугах, в значительной степени покрыт васкуляризированной тканью, с помощью которой особь поглощает кислород из воздуха [6]. Наджаберная полость, в которую поступает воздух, сообщается с глоткой и жаберными полостями. Дополнительное воздушное дыхание предоставляет возможность клариевым сомам в течение относительно длительного промежутка времени жить вне воды или в мутной воде с низким содержанием кислорода, а также передвигаться по поверхности земли. В воде, насыщенной кислородом, сомы обычно не используют воздушное дыхание. Кларий наиболее эффективно работает при влажности около 81%. Выключение дыхания жабрами приводит к гибели сомов через 14-47 ч; при полном отсутствии доступа к поверхности воды они погибают примерно через 9-25 ч, а без воды и воздуха — за пару минут [6]. Установлено, что наджаберный орган для жизнедеятельности этих рыб более важен, чем жабры.

Африканский сом — пресноводная рыба, естественный ареал которой включает большую часть Африки: от Южной Африки до Ближнего востока (рис. 2). Его нет только в Магрибе, Верхней и Нижней

Гвинеи и провинции Кейп. Распространён он в Иордании, Ливане, Израиле и Турции. Данный вид завезён во многие страны Африки (где он отсутствовал в естественном состоянии), а также в некоторые страны Европы, Азии и Южной Америки [33].

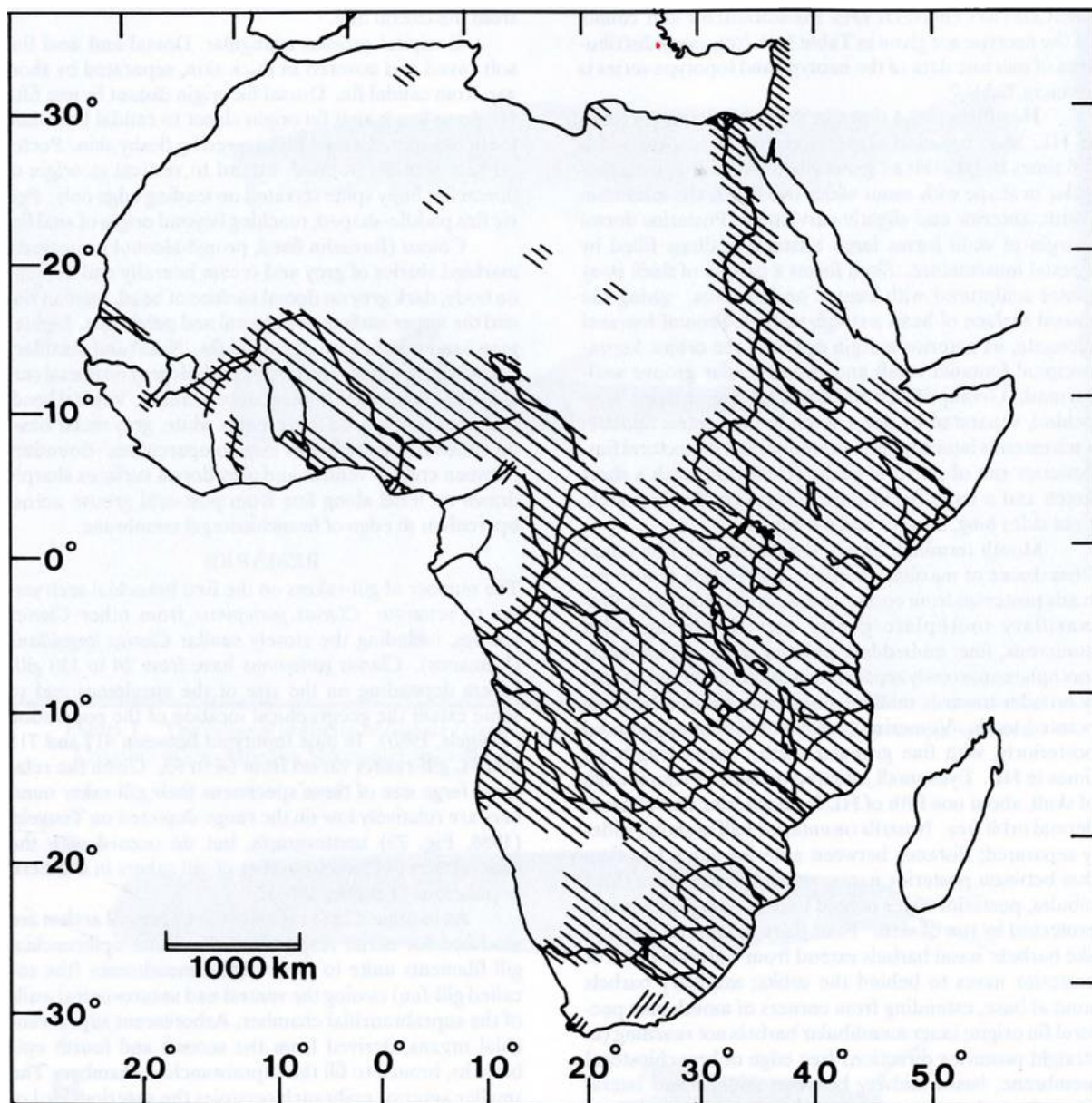


Рис. 2. Ареал *Clarias gariepinus* [39].

Обычным местом обитания африканского сома является периодически высыхающие пойменные водоёмы и протоки, а также озёра, реки, ручьи, водохранилища и болота. Сомы предпочитают мелководные болотистые участки с илистым субстратом и медленным течением, но могут встречаться и в быстротекущих реках [36]. Благодаря способности

дышать атмосферным кислородом, данный вид может переползать из водоёма в другой водоём по суше (пока его кожа остается влажной), преодолевая расстояния до 1-1,5 км, и закапываться с наступлением сезона засухи в пересыхающее дно водоёма (рис. 3). Кроме того, клариевые сомы способны без особых усилий осуществлять горизонтальные миграции из основной реки в малые отшнурованные водоёмы.



Рис. 3. Африканский сом на дне водоёма в период засухи [38].

В естественных условиях африканский сом может достигать максимальной длины до 170 см и веса до 60 кг. Обычные размеры этого вида варьируют от 500 г до 1,5 кг веса и длины 35-55 см. Продолжительность жизни составляет 8-15 лет.

Африканские сомы — ночные хищники, которые добывают до 70 % пищи в это время суток. Считаются бенто-пелагическими рыбами. Обоняние у сомов сильно развито (концентрация мотыля в объёме 0,005 г/л не служит пороговой) и для обнаружения добычи они используют свои усики. Клариевые сомы являются эврифагами — всеядными рыбами с большой тенденцией к хищничеству. Обычная тактика их охоты — методичное подстерегание жертвы в течение длительного промежутка

времени [6]. В природе сомы питаются, главным образом, водными насекомыми, рыбами, моллюсками, отчасти высшей водной растительностью, а также иногда могут употреблять в пищу наземных насекомых, фрукты и семена. Африканский сом обладает рядом приспособлений, позволяющих ему питаться столь разнообразной пищей. Например, широкий рот помогает ему заглатывать крупную добычу или фильтровать большие объёмы воды, а зубы на челюстях не позволяют добыче сбежать.

Клариевые сомы в присутствии особи того же вида способны вырабатывать электрические сигналы (длительностью 5-260 миллисекунд). Особь обычно уходит или принимает вызов, посылая разряды в ответ. Однако в большинстве случаев бойцы расходятся и до схватки дело не доходит. Когда они отдаляются друг от друга на расстоянии от 30 до 40 см и больше, то генерация электросигналов прерывается [33].

1.2. Жизненный цикл и размножение в естественных условиях

Клариевые сомы размножаются при достижении половой зрелости в возрасте от одного года до двух лет, достигая веса 900-1000 г и длины – 30-50 см. Данный вид обладает высокой плодовитостью, составляющей 5-105 тыс. икринок. Относительная рабочая плодовитость самки составляет примерно до 60 000 икры/кг массы тела [15]. Созревание цикличное. На этот процесс влияют такие факторы, как годовые изменения температуры воды, фотопериодичность, повышение уровня воды из-за выпадения осадков, наличие нерестового субстрата и так далее. Половой диморфизм у африканских сомов выражен достаточно хорошо. Самцы, как правило, крупнее самок и имеют небольшую удлинённую уrogenитальную папиллу (рис. 4). У созревших самок заметно выделяется мягкое округлое брюшко, воспалённое генитальное отверстие и округлая вытянутая уrogenитальная

папилла. Вес гонад составляет 1-15 % в природных условия (при достаточно хорошем кормлении может достигать до 25 %). Питание и температура воды — первостепенные факторы, контролирующие размерно-весовое соотношение при первом созревании [6]. Уровень питания влияет на развитие яичников, а температура воды — на созревание семенников.



Рис. 4. Округлая папилла у самки (слева) и удлиненная папилла у самца (справа) [34].

Нерест африканских сомов в природных условиях северного полушария приурочен к сезону дождей. В тропиках он длится с апреля до декабря (пик в июле-августе). В субтропиках южного полушария размножение происходит с июля по сентябрь, что связано с повышением температуры воды и увеличением продолжительности светового дня [6]. В Южной Африке нерест протекает при температуре воды выше 18-22°C. Сомы чаще всего размножаются один раз в сезон в водоемах с дождевой или грунтовой водой, маленьких речках (иногда во время дождя). В начале

они собираются в косяки, а затем начинаются агрессивные столкновения между самцами.

Ухаживание за самкой и сам процесс спаривания происходят между обособленной парой производителей ночью (поскольку в это время суток они менее уязвимы для хищников) на мелководьях рек, ручьёв, озёр и т.д. Брачная поза представляет собой форму амplexуса (самец U-образно изгибается вокруг головы самки), которая удерживается в течение нескольких секунд. Нерест относительно короткий, и сперматозоиды сохраняют свою подвижность на протяжении 80-120 секунд. Выделяющаяся сперма и икра разбрасываются самкой активными движениями хвоста на большое расстояние [6]. Клейкие яйца прилипают к подводной растительности и вылупляются через 20-60 часов (в зависимости от температуры). Быстро вылупившиеся личинки начинают плавать спустя 35 часов после оплодотворения. Через 30 дней они достигают массы 3-7 грамм. С окончанием периода дождей, когда затопленные прибрежные участки начинают высыхать, пары недолго отдыхают, а затем разбиваются самцами, которые не принимали участия в нересте, и уходят в глубоководную часть водоёма.

2. ВЫРАЩИВАНИЕ КЛАРИЕВОГО СОМА В УЗВ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1. Требования к условиям среды

Африканские сомы — эврибионтные рыбы, то есть они способны выдерживать широкие колебания различных факторов природной среды. Темпы роста и жизнедеятельность этих рыб обусловлены рядом таких основных показателей окружающей среды, как: температура, содержание растворённого в воде кислорода, рН (уровень кислотно-щелочного баланса), концентрация аммиака и так далее.

Температура воды — один из главных факторов при культивировании африканских сомов, который оказывает непосредственное влияние на жизнедеятельность и поведение этих рыб. Оптимальная температура воды для данного вида колеблется в пределах 25-30°C [6]. Растёт он при прогреве воды от 20°C и выше. При температуре воды 25-26°C у *C. gariepinus* отмечается максимальный прирост массы. Установлено, что при 22°C наблюдается снижение темпов роста клариевого сома на 30-40% по сравнению с более высокой температурой [33].

Низкие температуры воды служат причиной вялого поведения и существенного снижения активности потребления комбикормов у сомов. При температуре воды 17-18°C данный вид перестает питаться, а погибает спустя 48 часов в воде с температурой 14°C, однако при этом выдерживает кратковременное понижение её до 5-8°C. Оптимальная температура для созревания гонад — 27-30°C (минимальная температура — 17-18°C). При 35 °C особь погибает через 2-3 часа [33].

Африканский сом отличается устойчивостью к высокому содержанию в воде соединений азота. Смертельная концентрация аммиака для него составляет 6,5 мг/л [9].

Оптимальная солёность для африканского сома находится в пределах 0-2,5‰ [33]. Кратковременное воздействие более высокой солёности может являться весьма эффективным средством при лечении эктопаразитарных заболеваний. Максимальная солёность, которую способен выдержать сом на протяжении непродолжительного промежутка времени составляет 10-12 ‰. Данная рыба имеет высокую устойчивость по отношению к рН и оптимальная величина для него колеблется в пределах от 6,5 до 8,0. Если рН опускается ниже 6,5 или выше 9, то размножение и рост сома замедляются [40]. Диапазон dН колеблется в широких пределах от 5 до 28 [36].

Clarias gariepinus предпочитает находиться в тени и пытается свести к минимуму свое пребывание на освещённых участках. При культивировании освещение должно быть на минимальном уровне, а ёмкости с сомами рекомендуется покрывать светозащитными крышками. На основании опытов было выявлено, что более комфортными для африканских сомов служат условия с низкой освещённостью бассейнов (30 лк), чем с высокой (300 лк). Это обуславливается тем, что при содержании в условиях с низкой освещённостью эти рыбы показывали за 2 месяца более высокую индивидуальную массу и выход рыбопродукции [5].

Сомы нетребовательны к содержанию в воде кислорода, однако они лучше себя чувствуют и растут более интенсивно, когда концентрация его в воде не меньше 3. Предпочтительнее, когда она составляет 5 мг/л и более [40]. *C. gariepinus* способен с лёгкостью выдерживать длительное снижение содержания растворённого в воде кислорода до 2 мг/л или абсолютное его отсутствие непродолжительный промежуток времени (около 20 часов). Отмечено, что в бассейнах с высокой концентрацией кислорода в воде эти рыбы более активны и демонстрируют иерархическое поведение. Это отражается в том, что крупные

доминантные особи поедают корм первыми, прогоняя всех остальных (из-за чего происходит разброс в массе практически в 1,5 раза). Африканские сомы в более насыщенной кислородом воде становятся менее агрессивными, а их атаки наносятся чаще всего с целью устрашения [5].

Содержание кислорода в воде отражается и на эффективности использования потребляемого комбикорма. Затраты корма в воде с низким содержанием кислорода (до 0,5 мг/л) возрастают на 5-10 % [5]. Воздействие кислорода на усвоение пищи с увеличением массы сомов уменьшается, так как по мере роста рыбы начинают усваивать атмосферный кислород, а на ранних этапах молодь необходимо содержать в хорошо аэрируемых условиях в связи с недостаточным развитием клария. У взрослого сома наджаберный орган удовлетворяет потребность в кислороде на 95% [33].

Мутность воды является мало критичным параметром для данного вида из-за достаточно развитых органов обоняния и осязания [33]. Иными словами, сом прекрасно себя ощущает в непрозрачной воде.

Clarias gariepinus из четырёх классических вкусов (сладкое, кислое, горькое, соленое) особо отдаёт предпочтение корму, в котором присутствует сахароза [6]. При альтернативном выборе для данного вида наиболее притягательны гранулы синего цвета (не красного, как у многих других рыб). Высокопротеиновые, калорийные сбалансированные корма обеспечивают более быстрый рост клариевого сома. Обнаружено, что при разведении *C. gariepinus* на одинаковом по качеству корме в теле более быстрорастущих особей внутреннего жира накапливается намного больше по сравнению с их ровесниками, которые имеют более низкие темпы роста. Клариевый сом — это рыба, которая обладает высокой скоростью переваривания пищи, и для достижения значительных показателей темпов роста её рекомендуется постоянно кормить спустя каждые 3-4 часа.

На отсутствие глубокой сенсорной специализации в пищевом поведении у африканских сомов указывает их стремительное нахождение корма и проявление вкусовой избирательности [6]. Когда меняются условия окружающей среды, то роль главенствующей сенсорной системы способна с лёгкостью переходить от одного органа чувств к другому, что свидетельствует о высоком уровне развития многих сенсорных систем (особенность рыб-эврифагов). Соблюдение оптимальных параметров при разведении африканского сома позволяет добиться максимальных темпов роста и массонакопления при относительно невысоких затратах корма.

2.2. Общая характеристика установок замкнутого водоснабжения

Установка замкнутого водообеспечения (УЗВ) — это комплексное гидротехническое сооружение, созданное для выращивания рыбы в контролируемых условиях среды и ежегодного получения высококачественной и экологически чистой продукции. В Европе клариевый сом культивируется, как правило, в установках замкнутого водообеспечения [33]. Зарыбление проводится 2-12 раз в год (зависит от мощности хозяйства). Ежегодно возможно осуществление двух полных рыбоводных циклов по выращиванию данного вида.

Основными преимуществами установок замкнутого водообеспечения являются:

- обеспечение необходимых условий для достижения наиболее быстрых темпов роста выращиваемых гидробионтов;
- абсолютное регулирование всех параметров разведения (температура, гидрохимический режим, освещённость и так далее) и управление над производственным процессом;
- отсутствие ограничивающих факторов природной среды;
- экономия водных, земельных ресурсов, а также энергии;

- возможность максимальной механизации и автоматизации производственных процессов;
- универсальность технологического оборудования, позволяющая успешно перепрофилировать рыбоводное хозяйство на разведение новых видов, а также совместное выращивание нескольких объектов.

Культивирование гидробионтов в установках замкнутого водообеспечения позволяет сократить затраты на воду за счёт многократного использования одного и того же объема воды, который очищается и снова поступает в рыбоводные ёмкости. Например, на разведение в УЗВ одного килограмма *C. gariepinus* до товарных размеров приходится 50-100 литров воды, 0,01 м² земли и 5-10 кВт/ч электрической энергии [33]. Вместе с тем рост сома в 2 раза превосходит его рост в искусственных бассейнах, в 3 раза в садках и в 5 раз в прудах. При культивировании гидробионтов в условиях УЗВ следует принимать во внимание условия, которые могут послужить причиной появления и стремительного распространения вспышек заболеваний (высокие плотности посадки, замкнутость водоснабжения).

При разведении в УЗВ африканского сома используют полициклическую технологию, которая представляет собой многократное получение посадочного материала и товарной рыбы на протяжении года. Данная технология не допускает предельных нагрузок по объёму образующихся загрязнений на установки замкнутого водообеспечения (могут возникать при однократном съёме). При постепенном съёме рыбы и параллельной новой посадке более мелких групп сомов происходит равномерная нагрузка на биофильтры, что, в свою очередь, обеспечивает надёжную работу блока биологической очистки [33].

Чаще всего УЗВ размещаются в закрытых и утепленных помещениях, что обусловлено большой теплоотдачей воды и высокими

финансовыми затратами на её подготовку. Первостепенным составляющим УЗВ служит комплект бассейнов и система фильтрации, корпуса которых могут производиться из пластика, металла, бетона и других материалов. Установки включают такие составные части, как: рыбоводные ёмкости, модуль механической и биологической очистки, система обеззараживания, автоматического кормления и управления установкой, системы водоподготовки и водоподачи [33].

Технологическая система в УЗВ работает таким образом: предварительно очищенная и подготовленная вода посредством насосов или систем эрлифта поступает в бассейны. Вода, загрязнённая отходами рыб, из бассейнов идёт в механический фильтр, освобождается от различных твердых частиц и взвесей, а затем поступает в биофильтр, где применяется её биологическая очистка (нитрифицирующие бактерии преобразуют аммиак в нитриты и нитраты.). После очищенная вода стерилизуется УФ-обеззараживателями или озонаторами (бактериологическая очистка, направленная против патогенных бактерий и одноклеточных организмов) и вновь поступает в бассейны с рыбой. Некоторая часть воды, которая составляет не выше 10-20 %, каждый день вместе с накопленными нитратами и другими загрязнениями спускается [33].

Отходы, которые остаются после эксплуатации УЗВ, могут очищаться несколькими методами [4]. В большинстве случаев используется вторичная механическая очистка воды, установленная для концентрации шлама, содержащегося в сбросной воде. Фракция попадает в накопитель отходов для седиментации или механического обезвоживания и сбрасывается в почву (применяется для удобрения сельскохозяйственных земель). Механическое обезвоживание заметно упрощает обращение с отходами, сокращая объём, из-за чего стоимость удаления их снижается, однако недостатком данного способа служат

большие инвестиционные и эксплуатационные расходы. В очищенных сточных водах (носят название “осветлённый сток”) после вторичной очистки, как правило, содержатся в немаленьких количествах азот и фосфор. От этих веществ можно избавиться путем направления воды в водоочистные пруды с растениями, а также корневую зону или земляной фильтр. Осветлённый сток или сливают в природную среду (река, ручей и т.д.), или направляют снова в установки замкнутого водоснабжения (рис. 5). Высокая степень рециркуляции позволяет использовать меньше подпиточной воды и, соответственно, уменьшает объём сбросной воды, которую требуется очищать.

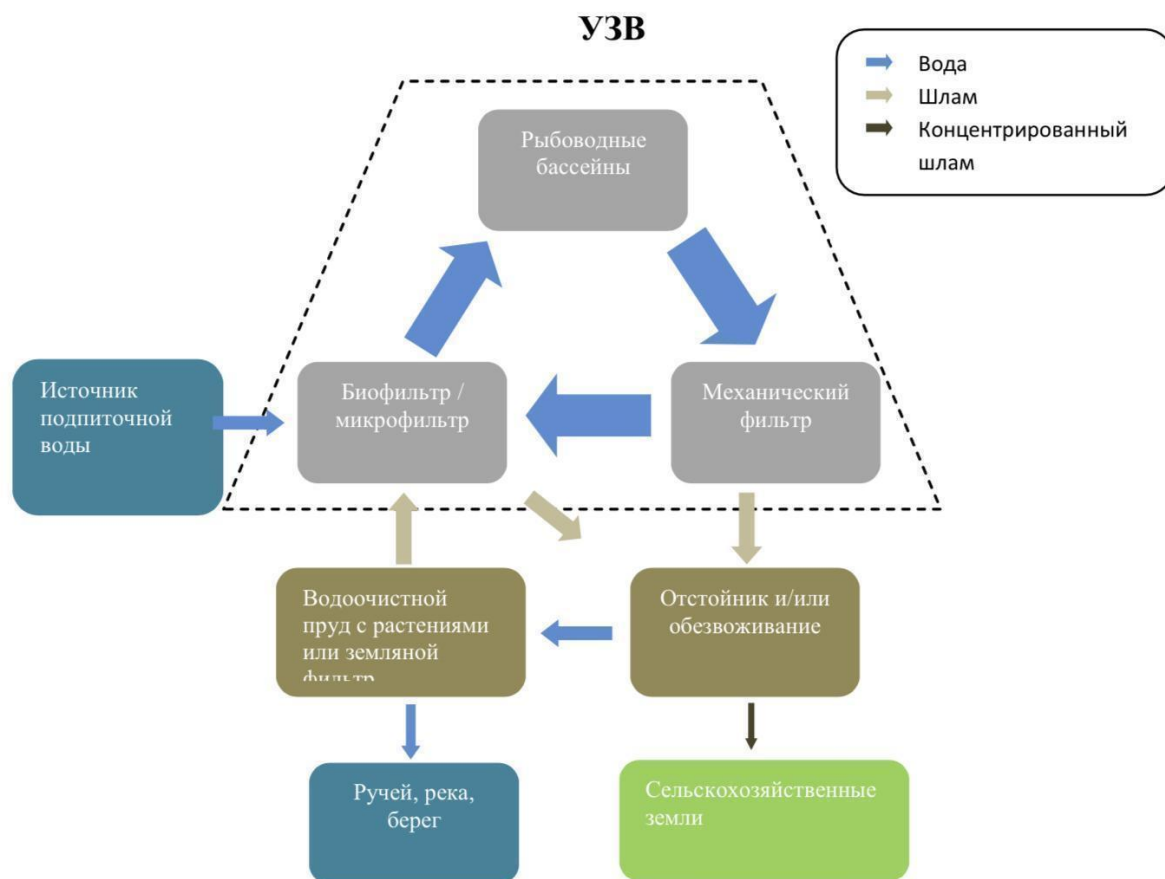


Рис. 5. Очистка сточных вод [4].

Одна из главных характеристик УЗВ — это регулярно используемая рециркулирующая вода, для которой применяется механическая, биологическая и бактериологическая очистка воды. Источниками воды

для рыбоводных предприятий могут являться: артезианские скважины, поверхностные водоёмы, сбросные тёплые воды электростанций [33]. Источник водоснабжения должен постоянно снабжать рыбоводное хозяйство требуемым объёмом воды. В воде должны отсутствовать: посторонние запахи, привкусы, окраски, а также свободный хлор, сероводород, метан, закисное железо и другие токсичные соединения, которые негативно влияют на жизнедеятельность гидробионтов (табл. 1).

Таблица 1

Нормы качества воды при разведении рыб в УЗВ [33]

Показатели	Нормативы для поступающей воды
Взвешенные вещества, мг/л	до 10
Нитраты, мг/л	2-3
Нитриты, мг/л	до 0,02
Аммонийный азот, мг/л	до 1,0
Аммиак свободный, мг/л	до 0,05
Водородный показатель рН	6,8-7,2
Окисляемость бихроматная, мг О/л	до 30
Окисляемость перманганатная, мг О/л	до 10

2.3. Крестьянское фермерское хозяйство Петровой Р. Н.

Расположено в Ленинградской области по адресу: улица Мирная, дом 6, посёлок Беседа, Волосовский район [41]. Крестьянское хозяйство специализируется на выращивание африканского сома в установке замкнутого водообеспечения, которое размещено в здании размером 260

м². В помещении имеются 4 цеха: цех инкубации, цех доращивания мальков, цех по выращиванию товарной рыбы и цех по разделки и переработки рыбы. Для выращивания данного вида вода берётся из скважины.

Крестьянское фермерское хозяйство Петровой Р. Н. было основано в 1997 г. Только в 2007 году хозяйство перепрофилировалось на выращивание клариевого сома. В 2015 г. был запущен цех переработки рыбы, начато строительство второй очереди цеха выращивания товарной рыбы и нового малькового цеха [41]. К 2017 году строительство подошло к концу и новое производство было запущено в эксплуатацию.

В настоящее время фермерское хозяйство работает уже больше 15 лет, выпуская в объёме около 40-50 тонн рыбы в год (планируется увеличить до 60 тонн). Кроме того, оно имеет собственный цех по копчению и переработки рыбы, производя более 20 видов разнообразной продукции из неё, которая включает филе, стейки горячего копчения, фарш, сом потрошённый, рыбий жир, котлеты, три вида колбасных изделий, различные полуфабрикаты и так далее [41]. На рыбноводном предприятии для получения дополнительной прибыли регулярно проводятся экскурсии, позволяющие лучше ознакомиться с хозяйством и продегустировать африканского сома.

2.4. Этапы выращивания клариевого сома в УЗВ

2.4.1. Создание маточного стада

Продолжительность всего цикла разведения клариевого сома от личинки до взрослой особи составляет около 160-180 суток, но лишь в оптимальных условиях и с применением кормов высокого качества с кормовым коэффициентом, который приближается к единице (рис. 6). Маточное стадо — стадо, состоящее из производителей, которых разводят

для получения от них потомства [15]. Производителей обычно содержат в бассейнах инкубационного цеха, где выдерживают их около года. За данный промежуток времени сомы теряют сезонную периодичность репродуктивного цикла и способны к многократному созреванию в течение года. Как правило, рекомендуют содержать два стада маточного поголовья (одно находится в работе, а другое является запасным для последующего использования).

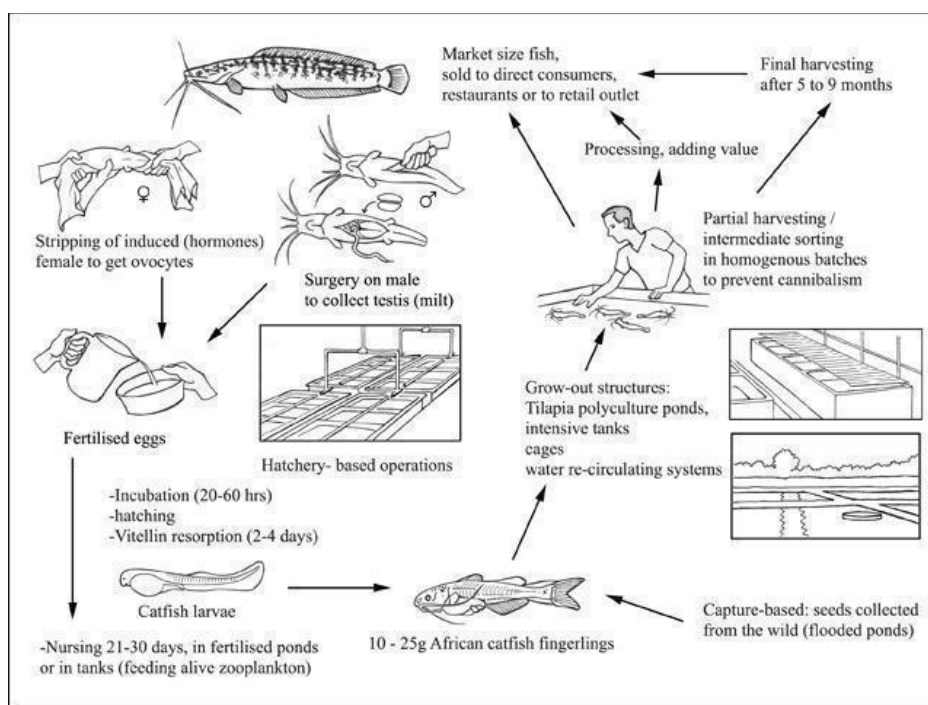


Рис. 6. Этапы выращивания клариевого сома [40].

Предпочтительнее использовать производителей возрастом от одного года до двух лет. Наиболее удобным размером для них считается длина 30-40 см и масса 0,5-1,5 кг, поскольку с такими рыбами легко проводить рыбоводные манипуляции, а качество зрелых половых продуктов у них высокое [16]. Среднее время эксплуатации самок составляет 3-5 нерестов, а самцов используют только единожды. Одних и тех же самок можно эксплуатировать каждые 4-8 недель (при этом порции икринок и их качество не уменьшаются). Количество самцов в стаде зависит от числа используемых в каждом цикле размножения и самих нерестовых операций [6].

Половозрелых рыб содержат в прямоугольных бассейнах размером 1-1,5 м³ с плотностью посадки 70-100 кг/м³ и при оптимальной температуре воды 25-27°C. Аэрация воды должна составлять не менее 3 мг/л [15]. Производителей клариевых сомов обоих полов можно содержать вместе в одном бассейне, поскольку в искусственных условиях у них не наблюдается спонтанного самопроизвольного нереста, что позволяет сэкономить объёмы воды для зимовки производителей. Для зимовки около 100 сомов обычно используются бассейны объемом воды около 30 м³.

Кормление производителей осуществляется экструдированными кормами с оптимальным содержанием протеина 33-48 % и жиров около 7 %. Рацион (количество корма в сутки) определяют из соотношения 0,5-0,7 % от биомассы сомов.

При недостаточном контроле за потомством весьма быстро могут начаться близкородственные скрещивания или инбридинг. Это негативно отражается на объекте, так как у потомства замедляется рост, снижается качество половых продуктов, растёт отход на всех этапах жизненного цикла и так далее. Для устранения инбридинга нужно поколения разных лет и от разных производителей содержать отдельно, маркировать рыб индивидуально, а также время от времени обновлять маточное стадо [15]. Требуется наличие резерва — ремонтного стада от различных производителей. В маточном поголовье из ремонтного стада рекомендуется менять ежегодно 30 % самок и 100 % самцов.

2.4.2. Отбор рыб в маточном стаде

Для формирования маточного стада необходим, начиная с молоди, постоянный отбор самых быстрорастущих рыб, который называется бонитировкой. Старшее ремонтное стадо должно быть минимум в два раза большим по численности, чем то количество рыб, которое предполагается использовать в определённой нерестовой операции [15].

Самок отбирают в маточное стадо по проявлению внешних половых признаков: округлое увеличенное брюшко должно быть мягким, а генитальное отверстие — красновато-розоватым и набухшим [25]. Самцов отбирают по наличию плоского и небольшого по размерам брюшка, а также по длине и форме папиллы. Отобранных особей отсаживают отдельно.

Клариевые сомы бывают весьма активными при попытках их вылова в бассейне и могут пораниться. В таких случаях нередко применяют транквилизаторы для усыпления этих рыб на 10-20 минут. К примеру, используют феноксиэтанол (10 мл/10 л воды) или гвоздичное масло (1-2 мл/10 л воды) [15].

2.4.3. Получение половых продуктов

Clarias gariepinus не мечет икру естественным способом в неволе, поэтому воспроизводство происходит искусственно с помощью стимуляции получения половых продуктов путём гормональной инъекции. За сутки до взятия половых продуктов производителей прекращают кормить для освобождения кишечника от химуса, чтобы при отцеживании икры фекалии не попадали в неё. За трое суток до проведения гормональной стимуляции повышают температуру воды с 25 до 28-29 °С [27].

Самки без особых усилий отдают зрелую икру зеленовато-жёлтого цвета после инъектирования гормональных препаратов. Для стимулирования овуляции используют такие гонадотропные препараты, как: дезоксикортикостерона ацетат (дозировка 50 мг/кг тела рыб), синтетический LHRH (10-50 µг/кг тела), вводимый вместе с пимозидом (дозой 5 мг/кг тела рыбы), препарат Оваприм (0,5 мл/кг массы тела), «Ovopel» (0,3 мл/кг массы тела), хорионический гонадотропин HCG (4 ME на 1 г веса) и другие [35].

Нередко применяют в свежем виде или высушенном виде гипофизы таких половозрелых рыб, как карп (3-4 мг/кг массы тела рыб или 1-2 гипофиза на самку), клариевый сом (1 мг/кг), нильская тилapia (3-4 гипофиза на самку) и нильский окунь (1-2 гипофиза) [35]. Чтобы получить свежий гипофиз, необходимо обездвижить рыбу с помощью анестетика (например, MS-222) и аккуратно отделить верхнюю челюсть от нижней. Следует смыть кровь с черепа и получить доступ к гипофизу с вентральной части стороны открытого черепа. Затем осторожно извлечь гипофиз.

Самцов рекомендуется тоже инъектировать (дозы инъекций составляют 0,25-0,3 мг/кг) для увеличения количества семени у них [15]. При инъектировании ацетонированными карповыми гипофизами применяется двукратная гипофизарная инъекция, включающая в себя предварительную инъекцию (0,3-0,5 мг гипофиза на 1 кг массы рыбы), и разрешающую, которую проводят через 12 часов из расчета 3-4 мг/кг массы рыбы [5].

Требуется определить количество препарата, который нужно вводить определённой рыбе. Инъекции рекомендуется проводить утром или вечером для уменьшения стресса рыб. Специалисты вводят шприц либо у основания грудных плавников, либо в брюшную полость, либо в спинную часть тела. Наиболее распространённым методом является внутримышечная инъекция в спинную часть тела. Вначале наполняют водой второй бассейн для содержания инъектированных рыб и немного спускают воду из бассейнов с сомами, чтобы можно было быстро и эффективно извлекать особей. Затем сома отлавливают сачком из первого бассейна, бережно достают из воды, вводят ему дозу гипофизарной инъекции и сажают во второй [15].

Необходимо каждый час фиксировать температуру воды в бассейнах для определения оптимального времени отцеживания икры у сома после

инъекции гипофизом. Если попробовать получить икру раньше или позже срока, оптимального для овуляции (вымета икры), то икра будет низкого качества. Процент оплодотворения у икринок, отцеженных ранее необходимого времени чаще всего низкий, а количество неправильно формирующихся икринок высокое [15]. Процент правильно развивающихся икринок может быть равен нулю, если отцеживание проводят очень рано (сразу или вскоре после возникновения первых свободно вытекающих икринок). При поздним сцеживании искры качество икры также заметно ухудшается.

По истечении 10-14 часов нахождения производителей в бассейнах самок следует отловить и положить на стол. Голову оборачивают влажным полотенцем, а затем рыбу переворачивают и начинается сам процесс отцеживания, при котором необходимо с силой нажимать на брюшко. Большим пальцем осторожно надавливают на брюшко, проводя от грудного плавника в сторону генитальной папиллы [35]. Нередко икринки вытекают, склеившись в кучки, и прилипают к стенкам ёмкости. Масса икры зависит от времени отцеживания: в оптимальные сроки масса икры будет меньше, а если время истекло, то больше. Форма икринок тоже может указывать на сроки отцеживания: самка готова к отцеживанию, если форма икринок слегка плоская в жидкости (не сферическая), и ядра не заметны у анимального полюса. Зрелые икринки, как правило, имеют более-менее одинаковый размер [35]. Самка сома весом 1 кг обычно несёт от 50 до 200 г икры. Овулировавшая икра легко вытекает густой струёй из генитального отверстия и обычно её собирают в один сухой пластиковый контейнер в количестве не более 200-250 г, поскольку оплодотворение малых порций считается более эффективным [15]. Успокоительные препараты применяют лишь для крупных рыб, имеющих массу тела более 3 кг. Время сцеживания одной группы самок составляет в среднем 40-90 минут [13].

При искусственном воспроизводстве самцов клариевых сомов (даже при их стимулировании гормональными препаратами) нельзя получить сперму прижизненным способом, поэтому её берут путём извлечения гонад у забитых самцов, что осуществляется либо несколько заранее, либо после получения икры. Наличие зрелой спермы в молоках выявляется по белому, молочному цвету и густой консистенции. После инъектирования самцов обездвиживают, препарируют и вырезают гонады (рис. 7). Молоки очищают от жира и плёнок, обсушивают бумагой, а затем их кладут в чашки Петри [15]. Половые продукты можно либо использовать сразу, либо держать в холодильнике непродолжительное время (несколько часов), поместив их в раствор соли хлорида натрия 0,9 %. Нужно стараться исключить контакт гонад с водой, так как капли воды активируют спермии, которые после этого могут оплодотворять всего пару секунд.



Рис. 7. Половые продукты самца клариевого сома [9].

2.4.4. Осеменение

Икру осеменяют сухим способом (рис. 8). Для оплодотворения 1 кг икры берут около 3-5 мл спермы от двух-трех самцов [5]. Вскрывают молоки скальпелем, кусочки отжимают и протирают через сито с ячейкой 0,5-1 мм на икру. Половые продукты аккуратно смешивают в течение 5-10 секунд, распределяя сперму по всей икре. Оплодотворение происходит

после добавления 20% к объёму икры воды, при перемешивании икры пером на протяжении 2-3 минут. В течение последующих 5 минут оплодотворённую икру промывают и очищают [15]. Икра африканского сома клейкая и достаточно мелкая диаметром около 1,5-2 мм [28]. Для обесклеивания её хорошо подходит танин (7-10 г на 10 литров воды) или однопроцентный раствор молока (1 г сухого молока на 100 г воды). В тазик добавляют раствор молока и мешают на протяжении нескольких минут. Далее икру закладывают в аппарат для инкубации.



Рис. 8. Осеменение [9].

2.4.5. Инкубация икры

Инкубируют икру клариевого сома в аппарате Вейса. В данном аппарате необходимо настроить небольшой ток воды 0,5-0,7 л/мин. Спустя 7-8 часов ток увеличивают до 1,3-1,5 л/мин (при температуре 26-28°C). К концу гастрюляции икринки легко отклеиваются друг от друга легким перемешиванием, а после начинают передвигаться по всей толще воды в аппарате [15]. Обычно оплодотворённые икринки хорошего качества, которые правильно развиваются, имеют темно-зелёный цвет. Погибшие икринки со временем белеют. При температуре 27-28°C выклев начинается примерно через 20-26 часов после оплодотворения икры [11]. Выход эмбрионов составляет около 60-80 %. В связи с тем, что икринки и

свободно плавающие личинки обладают отрицательным фототаксисом (действие света негативно отражается на развитии икры) в течение всего инкубационного периода в цеху должен быть выключен свет [14].

Для предотвращения развития сапролегнии на икре (возбудителем является фикомицеты из рода *Saprolegnia*) в инкубационных аппаратах в обязательном порядке должны осуществляться своевременные меры по профилактике. Например, используют раствор малахитового зелёного (раствор препарата из расчета 2-5 мг/л, период экспозиции — 5-10 минут), перекись водорода (250-500 ppm на 15 минут), раствор формалина (2 мл/10 л на 20 минут), фиолетового К, бриллиантового зеленого, метиленового синего и другие [15].

2.4.6. Выклев предличинок

Вылупление предличинок африканского сома начинается с «вибрации» икры, который представляет собой процесс, когда созревшая предличинка старается разорвать оболочку икринки при помощи хвостового отдела. Длительность данного явления составляет в среднем от часа до трёх. С увеличением количества выклюнувшихся прозрачных личинок до сотен штук их, как правило, отбирают сифоном в тазик и сажают в бассейн или лоток [15]. Рекомендуется в бассейне поместить стол для выклева, который представляет собой слой газовой сети (с ячейёй 0,7-1,0 мм), на который осторожно помещают личинок и оставшуюся икру из аппарата Вейса. Обычные размеры выклюнувшихся личинок составляют примерно 5-7 мм, а масса колеблется от 1,2 до 3 мг.

2.4.7. Выдерживание предличинок и выращивание личинок

Предличиночный период африканского сома весьма короткий и длится около 2-3 суток. В первый день предличинки находятся в состоянии покоя на протяжении 6 часов и по большей части лежат на дне

на боку, питаясь за счет желточного мешка [23]. Спустя некоторое время они начинают совершать поступательные движения на дне бассейна. Со второго дня после выхода из оболочки тела предличинок понемногу темнеют и рыбы переходят на смешанное питание (желточный мешок рассасывается на 30 %). Здоровые особи собираются в кучу в тёмных местах во избежания попадания прямого света. Через 7 часов происходит выход на «плав». На третьи-четвертые сутки личинка клариевого сома переходит на экзогенное питание до того, как желточный мешок до конца рассосался (желточный мешок рассасывается на 70 %).

При выращивании личинок сома рекомендуемая плотность посадки составляет не более 50-100 тыс. шт./м³. Содержание растворенного кислорода в воде не должно быть меньше 5 мг/л, однако не следует перенасыщать воду кислородом в течение первых пяти суток, поскольку рыбы перорально поглощают пузырьки и могут лишиться способности плавать. Скорость течения не превышает 1-3 см/с (при штучной массе личинок до 0,2 г).

Личинок начинают кормить при рассасывании желточного мешка примерно на 30-50 %, то есть с переходом сомов на смешанное питание (рост рыбы происходит за счёт остатков желточного мешка и экзогенного питания). Первые 2-4 дня личинок кормят живыми или декапсулированными науплиями артемии (*Artemia salina*), трубочником (*Tubifex*), коловратками или другим мелким зоопланктоном. С четвёртого дня начинают к живому корму добавлять сухие корма, постепенно увеличивая порции до десятого дня. Процесс кормления сухими кормами может осуществляться с помощью автокормушек или вручную [18]. Существует мнение, что наиболее эффективно кормление личинок вручную, поскольку так сотрудники могут лучше судить о поедаемости корма. Первоначально требуется вносить корм примерно по 8-10 небольших порций в сутки до полного насыщения личинок (голодные

личинки проявляют активность, а сытые лежат на дне). Обеспеченность пищей в положенные сроки на этом этапе позволяет избежать каннибализма и большого разброса рыб по массе.

В бассейне требуется внимательно наблюдать за качеством воды и 2 раза ежедневно очищать бассейн, убирая сифоном остатки кормов, оболочки икринок, отмерших слабых личинок и так далее [15]. Сортировку не стоит проводить пока масса их не достигнет 1 г. Личинок чаще всего подращивают до массы 20-50 мг. Продолжительность личиночного периода африканского сома составляет в среднем 14-15 суток [23].

2.4.8. Выращивание мальков

Выращивают мальков обычно до навески 3-5 грамм при температуре 26-28°C в течение около 30-32 дней [23]. Для выращивания используются проточные бассейны с круговым током воды: круглые, квадратные с закруглёнными углами (к примеру, 2*2*0,6 м) или прямоугольные [15]. На входе и выходе воды в бассейнах нужно поставить фильтры из сетки с ячейей 0,30-0,35 мм (по мере роста сомов следует заменить на сеть с ячейей 0,4-0,5 мм). Оптимальная плотность посадки для мальков составляет 25-35 тыс. штук/м³. Ток воды контролируют на уровне 5-7 л/минуту, а при достижении рыбы 1 грамма повышают скорость до 10-15 л/мин. Содержание растворенного кислорода должно составлять не ниже 3,5 мг/л, ионов аммония (общий аммонийный азот) — не выше 1,0 мг/л при рН 6,5-7,5, концентрация нитритов - ниже 0,2 мг/л [15].

По мере роста клариевых сомов артемией необходимо кормить по 5-6 порций в сутки. Для того, чтобы обеспечить личинок достаточным количеством пищи необходимо примерно 3-4 кг цист на 100 тыс. мальков [15]. Спустя 9-10 дней после вылупления сомы начинают постепенно переходить с артемий на стартовые комбикорма с содержанием белка 55

%, жира не более 14 % и размером гранул 0,5-0,8 мм. К этому времени на каждые 100 тыс. личинок приходится 150-250 мл науплий артемии. Рацион комбикормов в начале кормления составляет 5-7% от биомассы, за неделю его повышают до 10% от биомассы. На 10-15 сутки кормление личинок живым кормом прекращают, заменяя его стартовыми кормами с размером частиц не менее 0,5 мм, которые вносят ежедневно по 4-5 порций. В настоящее время такие корма производятся следующими компаниями: Gemma wean (Франция), Rannan (Израиль), Koudjis (для мальков и сеголетков сома) и другие. Для разведения 80 тыс. мальков потребуется требуется 10-15 килограмм комбикормов. Корма рекомендуется вносить на площади 2/3 от бассейна пока эти рыбы не достигли размеров тела больше 5 см, так как это обеспечит максимальный доступ к корму и более-менее равномерный рост.

Для того, чтобы более точно рассчитать рацион этого вида, необходимо постоянно контролировать рост клариевого сома. Контрольный лов для данного быстрорастущего вида следует осуществлять посредством отлова случайных 20-30 рыб и определения их средней навески (каждые 1,5-2 месяца). Рыбовод взвешивает сомов, получая общий вес рыб в выборке, пересчитывает количество их в ведре и делит общий вес на количество сомов, определяя среднюю навеску особей. Затем перемножает среднюю навеску на общее количество рыб и устанавливает общую биомассу. Величины кормления рассчитываются по навеске рыб и температуре воды, а по общей биомассе определяется рацион [15].

Хоть клариевый сом достаточно устойчив к различным болезням, однако не стоит пренебрегать профилактикой заболеваний. Необходимо ежедневно очищать дно бассейна от взвесей и стенки бассейнов от обрастаний. Первостепенное значение имеет профилактика заболеваний раствором формалина до того времени, когда *Clarias gariepinus* начинает

дышать атмосферным воздухом, что чаще всего происходит спустя 3 недели после выклева при массе 0,25-0,3 г. Желательно вносить в бассейн раствор формалина (25 мл/м³) каждые 3-4 дня в начале разведения личинок [15]. В бассейне останавливают ток воды и добавляют раствор, а спустя час снова включают подачу воды. Начиная с мальков, нужно ежемесячно сортировать наиболее крупных и быстрорастущих особей, а также хорошо кормить рыб и снижать плотность посадки с увеличением массы молоди.

2.4.9. Выращивание молоди

Выращивают мальков в интенсивных условиях обычно за 2-2,5 месяца (60 дней) до массы 15-50 грамм. Для наиболее эффективного выращивания сомов рекомендуется использовать бассейны УЗВ размером 3,5-5 м³ [15]. Температура воды колеблется в пределах 25-27°C при оптимальном рН 6,5-7,5. Плотность посадки мальков массой 1 г составляет 30-40 тыс. штук/м³ при токе воды около 15-20 л/мин./м³. Концентрация ионов аммония должна быть не выше 200 мг/л, а нитритов — не более 0,2 мг/л. Способность мальков дышать атмосферным воздухом существенно снижает их потребность в кислороде. Количество растворённого кислорода должно быть не меньше 1,5 мг/л.

По мере роста сомов до навески 4-5 г их сортируют по размерам и пересаживают в бассейны с плотностью посадки 1800-2500 штук/м³ [15]. Концентрация растворённого в воде кислорода составляет от 0,5 мг/л и более при рН 6-7 и токе воды не менее 2-4 м³/час. Содержание общего аммонийного азота должно быть не более 80-100 мг/л, а концентрация нитритов — до 0,5-1,0 мг/л.

Необходимо сортировать клариевых сомов по размерам тела и хорошо кормить молодь. Особи при длине 4-5 см и массе тела 0,1-1 г способны неожиданно выпрыгивать из воды (на 25-50 см) при

возникновении таких стрессовых ситуаций, как резкий свет, шум, удары о стенки бассейна, обловы, атмосферные фронты и так далее. При выпрыгивании из бассейна они могут на протяжении 6-8 часов находиться на полу, а по возвращении в воду продолжают активно расти [5]. Чтобы избежать подобных ситуаций, стоит использовать бассейны с высокими бортами, которые на 50 см выше уровня воды, устанавливать сетчатые и иные крышки над всей площадью бассейна, чтобы сомы не смогли случайно выпрыгнуть из него [15]. При выращивании молодь потребляет высокобелковые комбикорма с кормовым коэффициентом около 1, содержанием протеина 50-55% и размером гранул 0,8-3 мм. Рекомендуется постоянно проводить очистку бассейнов от загрязнений.

2.4.10. Выращивание рыб до товарных размеров

Выращивание сома от 50 г до товарных размеров от 1 до 2 кг длится в течение 100 суток. Оптимальная температура воды 26-28°C и полноценное кормление — наиболее важные факторы для эффективного выращивания африканских сомов, а содержание растворённого кислорода, концентрация аммонийного азота и нитритов в воде уже не сильно оказывают влияние на взрослых особей (табл. 2). Для успешного выращивания товарной рыбы применяются проточные бассейны, садки и пруды.

При подращивании молоди навеской 200-300 г можно использовать непроточные пруды (глубиной до 1,2 м) при прогреве температуры воды от 22°C и выше [29]. Рекомендуется выпускать молодь в пруд массой не менее 20 г, поскольку сомы с меньшей навеской активно поедаются чайками.

Плотность посадки в бассейнах и садках составляет примерно 60-400 рыб/м³ при конечной рыбопродуктивности от 40 до 200 кг/м³ [15]. За период нагула необходимо 2 раза провести сортировку рыб по размерам с

разделением на 2-3 группы. Предпринимать какие-либо особые меры по профилактике заболеваний не требуется.

При интенсивном культивировании применяются экструдированные корма с содержанием протеина от 33 % и долей жира не более 12 % [29]. Корм должен съедаться африканскими сомами на протяжении 10-15 минут. *Clarias gariepinus* является донной рыбой, поэтому полноценный питательный и медленно тонущий корм более эффективен, чем просто плавающий. Рекомендуется давать сомам корм два раза в день в количестве, составляющим не более 1-2 % от их веса.

Таблица 2

Биотехнические нормативы выращивания африканского сома в УЗВ от 500 г до товарной массы 1 кг [5]

Показатели	Норматив
Оптимальная температура воды, °С	26-28
Содержание растворенного в воде кислорода, мг/л	3-5
Величина водородного показателя, рН	7-8
Предельно допустимая концентрация веществ, мг/л: аммонийный азот нитриты нитраты	до 10 до 0,4 до 100
Взвешенные вещества, мг/л	до 30
Продолжительность выращивания, суток	30-50
Плотность посадки, шт./м ³	350-400
Уровень воды в бассейнах, м	1,0

Водообмен, раз/ч	1
Выживаемость, %	95-98
Кормовой коэффициент	1-1,2
Кратность кормления в сутки, раз	4-6

3. ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫРАЩИВАНИЯ АФРИКАНСКОГО СОМА КАК ОБЪЕКТА АКВАКУЛЬТУРЫ

Биологические особенности клариевого сома и высокие пищевые качества продукта делают его одним из перспективных объектов культивирования [5]. К основным преимуществам для выращивания африканского сома относятся: наибольшие темпы роста и массонакопления, содержание при высоких плотностях посадки, широкий спектр питания (потребляет корма животного и растительного происхождения), нетребовательность к условиям выращивания (невысокое качество воды, низкая концентрация растворенного в воде кислорода), высокая плодовитость и жизнестойкость (выживаемость сома достигает более 90%), выносливость при длительных транспортировках и во время продажи, устойчивость ко многим заболеваниям [20].

Сом использует для дыхания атмосферный воздух, что предоставляет возможность отказаться от использования в составе УЗВ кислородных установок, а это существенно уменьшает капитальные затраты на строительство оборудования на 25-40% [5]. Ранее созревание при относительно небольших размерах — важная особенность клариевого сома при его культивировании, которая существенно удешевляет функционирование УЗВ. Время выращивания от личинки до товарной массы 1 кг составляет всего 6 месяцев.

Данный вид может выращиваться при более высоких плотностях посадки, чем большинство других видов рыб (до 350-500 кг/м³). Исходя из экономических соображений, чем выше концентрация рыб в единице объёма, тем больше отдача от площади рыбоводной емкости и, соответственно, возрастает рентабельность рыбоводного хозяйства [19]. По результатам многочисленных исследований, было выявлено, что клариевые сомы навеской от 100 грамм комфортнее себя чувствуют при высоких плотностях посадки. Низкая плотность посадки вызывает определённый стресс у *Clarias gariepinus*.

Стоит отметить, что взрослый африканский сом обладает хорошей выносливостью при длительных транспортировках и может оставаться живым вне водной среды (пока кожа остается влажной) при температуре 14-25°C в течение 1,5-2 суток. Особей перевозят в чистой ёмкости, обработанной раствором хлорной извести (10-20%). Сомов содержат в чистой воде от 2-10 часов до одного дня (промываются жабры и очищается кишечник). Наиболее благоприятная температура во время транспортировки клариевого сома колеблется в пределах от 18 до 25 °C [33]. Необходимо предоставить свободный доступ клариевых сомов к атмосферному воздуху. В тёплые месяцы года лучше перевозить этих рыб со слегка приоткрытыми люками. В холодный сезон требуется осуществить принудительную подачу воздуха внутрь ёмкостей с сомами. Часто применяют анестезирующие препараты, чтобы меньше подвергать рыб стрессу (например, хинальдин, анестетик MS-222, трикаин, метакаин и другие). Сомы обычно пребывают под воздействием этих препаратов в течение 2-7 суток при повышении плотности посадки в 2,5-4 раза.

Африканских сомов различных возрастных групп иногда транспортируют без воды в течение 4 часов. Их помещают в ящики в 1-2 ряда и каждые 20-30 минут орошают водой. Сомов транспортируют с помощью автомашин, железнодорожного, водного и авиационного

транспорта. Тара для перевозки может представлять собой открытые или герметичные ёмкости. Среди ёмкостей открытого типа выделяют автоцистерны, съёмные контейнеры, чаны, специальные вагоны, бочки, ванны, изотермические контейнеры и т.д. К ёмкостям закрытого типа принадлежат полиэтиленовые пакеты [33]. При транспортировке живой рыбы следует соблюдать ряд определённых правил. Прежде всего, нужно получить разрешение ветеринарного надзора на возможность перевозки. Запрещается спускать в водные объекты воду, которая применялась при транспортировке.

Культивирование африканского сома не требует больших капитальных и финансовых вложений. Разведение этой рыбы — быстрокупаемый бизнес, так как стремительный рост и высокая продуктивность дают возможность получить широкий ассортимент доступной по цене продукции. Среднесуточный прирост у данного вида колеблется в пределах от 0,7 до 0,9 грамм в сутки. Оптовая цена при реализации клариевого сома составляет в среднем 140-200 руб/кг (в живом виде). Себестоимость сома на 50 % зависит от затрат на искусственные высокопротеиновые комбикорма и подогрев воды для поддержания оптимального температурного режима [17]. Она составляет на 1 кг продукции примерно 35-80 рублей [6]. Несмотря на то, что разведение *C. gariepinus* на дорогих кормах высокого качества повышает себестоимость продукции на 29-40 %, однако является более выгодным с экономической точки зрения, потому что позволяет сократить расходы на корм, обеспечивает высокую выживаемость и быстрые темпы роста. Иными словами, одним из самых затратных этапов в биотехнологии культивирования африканского сома является процесс кормления, а выбор практики кормления непосредственно влияет на качество выращиваемой продукции. Использование несбалансированных кормов невысокого качества нередко может послужить причиной возникновения болезней

алиментарного характера, приводит к замедлению темпов роста этих рыб и в целом оказывает негативное влияние на экономику предприятия.

Африканский сом эффективно использует корм, затраты которого обычно составляют 0,8-1,2 кг на 1 кг продукции. Кроме того, стоимость кормов для выращивания этого вида, примерно в полтора раза ниже, чем, стоимость кормов для выращивания осетровых и форели [5]. В Европейских странах производством кормов для африканского сома занимаются, главным образом, Польша, Дания и Германия. Программы кормления при разведении данного вида включают в себя такие известные компании, как Aller Aqua (Дания) и Coppens (Нидерланды). Эти рыбы весьма интенсивно растут на всех комбикормах, создаваемых вышеперечисленными компаниями [17]. Считаются достаточно качественными экструдированные корма и от российских производителей, например, Aquarex, Лимкорм, Ассортимент агро, АквАлей, Агро-матик и т.д.

Установлено, что *Clarias gariepinus* в природной среде фактически свободен от различных возбудителей заболеваний. Разведение сомов в искусственных условиях при несоблюдении оптимальных условий содержания, включающих гидрохимический и санитарно-бактериологический режимы, приводит к возникновению стрессу у этих рыб, что, в свою очередь, ослабляет их иммунитет, повышая восприимчивость к болезнетворным организмам. К примеру, у молоди сома семейства клариевых *Clarias fuscus* (Lacépède, 1803) был обнаружен аэромоноз, спровоцированный бактериями *A. lwoffii*, который в результате стал причиной большого отхода особей [13]. У клариевого сома были выявлены некоторые патогенные организмы: одноклеточные паразиты (в частности *Costia*) и отдельные бактериальные болезни (например, *Flexybacter sp.*) [15].

Африканский сом — новый нетрадиционный малоизвестный объект аквакультуры в России, который получил распространение лишь в последние 10-20 лет. При его выращивании возникают проблемы, связанные со сбытом этой рыбы (особенно в живом виде), поскольку в настоящее время на рынке он не имеет достаточно широкого распространения и спроса. Для успешных продаж клариевого сома требуется особый подход, связанный с маркетинговой стратегией.

Мясо у клариевого сома имеет белый цвет, обладает нежным и сочным вкусом, напоминающим нечто среднее между курицей и рыбой. Африканский сом содержит фактически полный набор микроэлементов (кальций, калий, натрий, фосфор, селен, марганец, железо, йод, хром и прочие). В рыбе представлен широкий набор витаминов: А, В1, В2, В3, В5, В6, В9, В12, С, Е, РР [16].

В соме содержится около 18 различных аминокислот с преобладанием треонина, аргинина, серина, аспарагина, лейцина, лизина, фенилаланина. В составе белков мышечной ткани этой рыбы присутствует немалое количество незаменимых аминокислот: 49%. Доля насыщенных жирных кислот составляет 34% (с преобладанием пальмитиновой кислоты 23%). В составе мононенасыщенных жирных кислот (45%) доминируют олеиновая, пальмитоолеиновая и эйкозаеновая кислоты [2]. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в мышечной ткани сомов не превышает 21%. Биологически активные эссенциальные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидоновая) в липидах данного вида составляют около 14%. В мясе африканского сома присутствуют некоторые полиненасыщенные жирные кислоты (Омега-3 и Омега-6) [16].

Калорийность этой рыбы составляет 115 ккал на 100 г. Африканский сом относится к высокобелковым рыбам с низким содержанием жира (менее 5 %), что позволяет использовать этот продукт при составлении диетического рациона [16]. Мясо сома содержит не более 2%

соединительной ткани (в говядине более 8%), поэтому легко усваивается организмом. В нем содержится 18-20 % протеинов, 1,26-2 % липидов (доля полиненасыщенных жирных кислот составляет 2/3 от количества жиров) и 3 % зольных соединений. По содержанию белка мясо *Clarias gariepinus* не уступает карповым и некоторым видам осетровых, а по содержанию жира уступает лишь лососевым (форель) и осетровым рыбам. Преимущество данного вида также в том, что сом — продукт практически безотходный, поскольку в нем отсутствуют, чешуя, сильно выраженный рыбный запах и почти нет мелких костей [16].

Большой выход тушки (съедобных частей) вместе с тонковолокнистой структурой мышц и необходимым количеством жира указывает на высокие пищевые качества мяса данного вида. Высокий выход порки у них (до 90 %) связан с маленькой массой внутренних органов: сердце, печень, жабры и наджаберный аппарат в общей сумме составляют около 4,2 %. Из-за этого доля тушки у этих рыб значительно велика и составляет 66 % [6]. Доля филе достаточно высока (особенно у самцов) из общего веса рыбы и составляет до 80 %. В мясе сомов содержится 21-23,5 % сухого вещества. У особей, выращенных на высокобелковых кормах, данный показатель в мышцах рыб существенно выше, что связано с повышением накопления в мышцах жира.

Исходя из данных гистологического анализа, 95 % осевой мускулатуры клариевого сома представлено в виде глубокой боковой мышцы. Средняя толщина мышечных волокон колеблется в пределах 66,6 мкм. В глубокой боковой мышце преобладают волокна диаметром 60-80 мкм (составляют 35 % от общего числа волокон). Примерно 33 % поперечной площади мышцы образованы волокнами диаметром 40-60 мкм. Лишь 18 % представляют собой наиболее крупные волокна толщиной от 80 до 100 мкм [6].

Продукты из этой рыбы обладают более высоким качеством, чем филе европейского сома (*Silurus glanis*), гибрида клариевого сома (*Heterobranchus longifilis* x *Clarias gariepinus*) и пангасиуса (*Pangasianodon hypophthalmus*) [37]. В приготовлении пищи можно использовать все части рыбы: из головы и хвоста готовят супы и уху, а мясо, в свою очередь, жарят, тушат, запекают, маринуют (например, в растворе уксуса), фаршируют, готовят на гриле и т.д [16]. Клариевый сом крупных размеров является прекрасным продуктом для переработки. Из него можно делать множество котлет, сосисок, колбас и различных полуфабрикатов.

По данным нескольких исследований, было установлено, что отходы *Clarias gariepinus* можно применять в аквапонике для производства таких ценных растений, как базилик (*Ocimum basilicum*), мята (*Mentha spicata*) и тыква (*Telfairia occidentalis*) [37].

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВЕДЕНИЯ СОМА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассчитаем экономическую эффективность на примере рыбоводного хозяйства по разведению клариевого сома объемом до 30 тонн товарной рыбы в год. Вычисления основываются на экономическом анализе рыбоводных показателей. Финансовые расходы хозяйства по разведению африканского сома в условиях установок замкнутого водообеспечения подразделяются на капитальные (единовременные) и производственные (текущие).

Капитальные затраты включают в себя такие статьи расходов, как проектирование и строительство здания, закупку оборудования, а также инженерные сооружения (электрообеспечение, водообеспечение, система обработки и удаления стока, переработка рыбы товарных размеров до полуфабрикатов и так далее). К текущим расходам относятся: посадочный материал, комбикорма, электроэнергия, тепловая энергия (подогрев воды и поддержание температуры в холодный период года), вода для подпитки, сброс воды в канализационные сети и обслуживающий персонал [33].

На предприятии постоянно функционируют 12 бассейнов для мальков и товарной рыбы объемом около 5 м³. Для отопления применяется пеллетный котёл, работающий на пеллетах, представляющих собой гранулированные древесные опилки, потребление которых составляет в сутки около 100 кг. Рыбоводное предприятие расходует около 6 кВт электроэнергии в час. Рыба потребляет в сутки 80-100 кг корма [43]. Для

эффективной реализации рыбы в хозяйстве оборудованы цеха по разделке и переработки. Персонал фермы включает в себя 3-5 работников.

Расчёт оборудования производится следующим образом.

Расчёт основного оборудования:

1. Бассейн для выращивания малька

Бассейн (круглый из полипропилена; толщина стенок и дна 8 мм): 46 000 руб.*3 шт. = 138 000 рублей.

2. Бассейн для выращивания товарной рыбы

Бассейн (круглый из полипропилена; толщина стенок и дна 8 мм): 46 000 руб.*9 шт. = 414 000 рублей;

3. Механическая фильтрация

Большинство хозяйств, которые используют УЗВ, фильтруют воду, посредством микросита, оснащенного фильтровальной тканью с оптимальным размером пор (для клариевого сома от 80 до 150 микрон). Барабанный фильтр служит в особенности часто применяемым типом микросит [4].

Барабанный фильтр (максимальный расход 120 м³/час): 240 000 рублей;

Промывочный насос (3 кВт): 35 000 рублей.

4. Биологическая очистка

Это многоэтапный процесс, который представляет собой превращение органических веществ в нетоксичные для рыб соединения, выполняющийся аэробными бактериями в биофилтре [26]. Эти микроорганизмы в процессе окисления потребляют кислород и продуцируют углекислый газ, аммиак и различный шлам. В биофилтрах, как правило, применяется пластмассовый наполнитель, на котором растут бактерии [4]. Загрузка (субстрат) служит главным элементом биологического фильтра. Оценка её проводится по удельной поверхности

субстрата, выражаемой в $\text{м}^2/\text{м}^3$ (м^2 — поверхность, производимая субстратом; м^3 — объём активной зоны, заполненный субстратом).

Ёмкость для водоочистки с биоагрузкой (резервуар для биофильтра из полипропилена): 393 000 рублей;

Биоагрузка плавающая (общая площадь поверхности $940 \text{ м}^2/\text{м}^3$): 27 000 руб.*9 шт. = 243 000 рублей;

Биоагрузка тонущая (общая площадь поверхности $700 \text{ м}^2/\text{м}^3$): 18 600 руб.*9 шт. = 167 400 рублей;

Вихревая воздуходувка для аэрации биофильтра (мощность: 4,5 кВт.): 95 000 рублей;

Воздушный фильтр воздуходувки (мощность 5 тыс. литров/минуту): 7 500 рублей.

5. Насос

Насос (необходим для циркуляции воды; мощность 1600 Вт.): 41 000 рублей.

6. Подогрев воды

Пеллетный котёл (мощность 36 кВт): 150 000 рублей.

7. УФ-установка

Ультрафиолетовая установка (мощность 600 Вт): 146 500 рублей.

8. Щит управления оборудованием

Щит управления оборудованием — центральная система контроля, способная обеспечить мониторинг и контроль уровней кислорода, температуры, рН, уровня воды, работы моторов и так далее. Стоимость данного оборудования составляет 279 000 рублей. Если какой-либо параметр выходит за пределы заранее установленных значений, то запускается процесс пуска, который работает над устранением проблемы [4]. При возникновении аварийной ситуации срабатывает сигнализация.

9. Комплект трубопроводов обвязки

Трубы, фитинги и различная арматура для обвязки УЗВ (составляют 20% от стоимости оборудования): 625 000 рублей.

Расчёт дополнительного оборудования:

Бассейн для предпродажного выдерживания рыбы (круглый из полипропилена; объём = 5 м³, толщина стенок и дна 8 мм): 46 000 руб.*2 шт. = 92 000 рублей;

Система мониторинга качества воды:

рН-метр: 2 000 рублей;

чемодан с тестами параметров (для определения концентрации аммонийного азота, нитритов, нитратов и т.д.): 1500 рублей.

Рыбоводный инвентарь (сачки, ёмкости, вёдра и так далее): 25 000 рублей.

Бактерии для запуска биофильтра: 10 000 руб.*2 шт.=20 000 рублей.

Итоговая стоимость основного оборудования составляет 2 974 400 рублей, а дополнительного оборудования — 140 500 рублей. Конечная стоимость всего оборудования: 3 114 900 рублей.

Для расчётов используются следующие цены:

1. Посадочный материал (малёк массой 5-10 г; выживаемость составляет 90-95 %) — 13 руб./шт.;
2. Экструдированные корма для клариевого сома — 85 руб./кг;
3. Электрическая энергия — 3,2 руб./кВт;
4. Отопление (пеллеты) — 6 руб./кг;
5. Товарная рыба — 200 руб./кг;
6. Копчёная рыба — 500 руб./кг. (потери на переработку около 30 %).

В общей сумме капитальные расходы составляют 8 934 900 рублей (табл. 3).

Таблица 3

Капитальные затраты

Наименование	Описание	Конечная стоимость, рублей
Внешние коммуникации	Бурение скважины, подведение электрической энергии и т.д.	350 000
Здание	Строительство “под ключ”	4 000 000
Дизельный генератор	16 кВт	230 000
Стабилизатор напряжения	16 кВт	40 000
Технологическое оборудование (для разведения рыбы)	Бассейны, УФ-установка, насосы и прочее	3 114 900
Технологическое оборудование (для переработки рыбы)	Холодильники, коптильни (2 шт.), ёмкости для посола, ножи и т.д.	500 000
Доставка, монтаж	-	700 000

Производственные затраты на первый год работы (объём выращивания: 27 тыс. тонн):

1. Корма для рыбы: $85 \text{ руб./кг} * 30\,000 = 2\,550\,000$ рублей;
2. Посадочный материал: $30\,000 \text{ шт.} * 13 \text{ руб.} = 390\,000$ рублей;
3. Электроэнергия: $6 \text{ кВт/час} * 24 \text{ часа} * 3,2 \text{ руб./кВт} = 460,8$ рублей (за сутки); $460,8 \text{ руб.} * 360 \text{ дней} = 165\,888$ рублей;
4. Отопление: $100 \text{ кг/сут.} * 360 \text{ дней} = 36\,000 \text{ кг}$; $36\,000 \text{ кг} * 6 \text{ руб./кг} = 216\,000$ рублей;

Итого: 3 321 888 рублей в год.

Реализация рыбы:

$200 \text{ руб.} * 13\,500 \text{ шт.} = 2\,700\,000$ рублей (живая рыба);

$500 \text{ руб.} * 13\,500 \text{ шт.} = 6\,750\,000$ рублей (копченая рыба).

Итого: 9 450 000 рублей.

В общей сложности срок окупаемости рыбоводного хозяйства составляет 2 года. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что разведение африканского сома в УЗВ в Ленинградской области является экономически выгодным.

Рыбоводу следует заранее определить и разработать стратегию реализации товара. Сбыт товара в готовом виде рыбоводное хозяйство организует по мере увеличения объёмов производства и постепенного расширения каналов реализации продукции. Возможными каналами сбыта выступают чаще всего разнообразные магазины, рестораны, кафе и т.д. Кроме того, можно продавать живую рыбу непосредственно населению, оптом посредникам, а также предприятиям общественного питания, перерабатывающим предприятиям и так далее. Небольшим рыбоводным хозяйствам по разведению африканского сома (примерно 10-30 тонн в год) будет выгоднее продавать свою продукцию напрямую покупателю [15]. Это уменьшает комиссионные расходы и возвращает крупную прибыль предприятию. В ресторанах и других различных заведениях повара по

неопытности могут быть испуганы внезапными прыжками сомов, взятых из холодильника при длительном хранении их там. Между тем специалисты на кожу тела сома посыпают небольшое количество соли, и спустя пару минут эта рыба умирает.

Переработка значительно добавляет дополнительную прибавочную стоимость продукта. Многие рыбоводные хозяйства, занимающиеся реализацией переработанной рыбы, покупают специальное оборудование для переработки, хранения, упаковки рыбы и рыбопродуктов. Существует множество разновидностей рыбопродуктов. Такой род деятельности, как переработка рыбы обязует производителя соблюдать стандарты государства по требованиям к качеству условий для рыбопереработки и готового продукта [15]. Для получения информации об этих требованиях необходимо связаться с соответствующими органами ветеринарного и иного контроля. Переработка в компактном виде позволяет сократить затраты на транспортировку (привозят конечный продукт без воды) и имеет более высокие сроки хранения, чем у живой рыбы. Кроме того, у хозяйства расширяется ассортимент продукции и появляется значительно большее число покупателей, так как переработанный товар обычно пользуется достаточно высоким спросом. Реализовать клариевого сома в переработанном виде значительно проще, чем в свежем.

Рыбоводство в Ленинградской области — достаточно перспективное направление рыбохозяйственного комплекса, которое стремительно расширяется с каждым годом. Данная область располагает значительным количеством водоёмов, что способствует развитию рыбоводной деятельности, позволяя разводить ценных видов рыб и различных гидробионтов в объёмах, превышающих десятки тысяч тонн. Помимо относительно небольших внутренних водоёмов в регионе находятся такие водные объекты, как Финский залив, Ладожское и Онежское озёра. Рыбоводные предприятия работают в пятнадцати (из семнадцати)

муниципальных районов. Основной объём товарного выращивания сосредоточен в Приозерском и Выборгском районах, где находятся 17 хозяйств и производится примерно 3/4 всего объёма товарной рыбной продукции [24].

В рекомендациях по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, которые определяют предписания для здорового питания человека, выявлено, что среднелюдское потребление продуктов из рыбы должно составлять около 22 килограмм в год (в среднем 60 грамм в день) [22]. В Северо-Западном федеральном округе, в состав которого входит Ленинградская область, потребление рыбы и продуктов из неё составляет 17,9 кг в год на человека [8]. Рыба обязательно должна употребляться в пищу как детьми, так и взрослыми, включая людей с различными хроническими заболеваниями, высоким риском возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, а также онкологии.

В Ленинградской области население приобретает рыбу в небольших количествах, поскольку данный товар имеет немаленькую стоимость (превышающую цены на мясо и птицу), узкий выбор продукции в торговых маркетах и нередко обладает низким качеством [10]. Большинство покупателей заинтересованы в приобретении рыбы и рыбной продукции, принимая во внимание, что для здоровья необходимо её потребление на регулярной основе. В настоящее время у рыбоводов возникает интерес к товарному производству таких новых объектов аквакультуры, как африканский сом. Для покупателей эта рыба является привлекательным и вполне доступным по цене товаром, который обладает при этом высоким качеством с большим содержанием белка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рыбная отрасль снабжает россиян рыбой и разнообразными продуктами из неё, которые, в свою очередь, служат особо качественными товарами для потребления: источником полноценных легкоусвояемых белков, ненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, минеральных веществ и так далее [12]. Рыбные продукты характеризуются наличием диетических свойств, а также способствуют укреплению иммунитета.

В Ленинградской области работают не менее 40 рыбоводных хозяйств, среди которых имеются средние и крупные (мощностью более 100 тонн рыбы ежегодно), а также маленькие предприятия (производят около 10-30 тонн) [24]. Как правило, разводят радужную форель (более 95%), сиговых (ладожский сиг, пелядь чир, муксун и другие), осетровых (сибирский осётр, стерлядь) и в меньшей степени карповых рыб. Климатические условия региона способствуют росту и расширению товарных рыбоводных предприятий по культивированию лососевых и сиговых видов рыб. Ленинградская область является одним из лидирующих регионов по разведению радужной форели в садковых хозяйствах.

В данной области африканского сома выращивают в установках замкнутого водообеспечения. Клариевый сом — теплолюбивый объект аквакультуры, обладающий такими экономическими преимуществами при разведении, как быстрый рост, неприхотливость к условиям среды,

устойчивость ко многим заболеваниям, раннее половое созревание, многократный нерест на протяжении одного года и так далее [1]. При культивировании этого вида основными факторами служат: кормление высокобелковыми кормами, температурный и гидрохимический режим, плотность посадки и своевременная сортировка.

C. gariepinus достаточно известен в мировой аквакультуре, однако опыт его разведения в России небольшой: нет соответствующей нормативно-технической документации, а также наблюдается серьёзный дефицит научных публикаций и исследований по этой теме. В настоящее время, несмотря на успешно проработанную технологию формирования маточных стад, разведения посадочного материала и получения товарной продукции в условиях индустриальных хозяйств, остаются узкие места, которые нуждаются в более детальных исследованиях [20].

Выводы:

1. Клариевый сом — тропическая рыба, которая отличается наличием специального наджаберного органа, позволяющего ей дышать атмосферным кислородом.
2. Полный цикл выращивания африканского сома длится около 180 суток.
3. Основные преимущества разведения сома — это быстрый рост, содержание при высоких плотностях посадки, нетребовательность к условиям выращивания, выносливость при длительных транспортировках, устойчивость ко многим заболеваниям, а также высокие пищевые качества продукта.
4. В общей сложности срок окупаемости рыбоводного предприятия составляет 2 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, У. С. Выращивание нетрадиционных объектов аквакультуры в условиях установок с замкнутым водопользованием / У. С. Александрова, А. В. Ковалева, К. Д. Матишов // Наука юга России. — 2018. — № 4. — С. 74-81.
2. Артемов, Р. В. Исследование биологической ценности и функционально-технологических свойств перспективных объектов аквакультуры / Р. В. Артемов, М. В. Арнаутов, А. В. Артемов, Е. С. Коноваленко // Рыбное хозяйство. — 2016. — № 1. — С. 74-77.
3. Бондаренко, А. Б. Африканский сом – перспективный объект для тепловодных хозяйств и приусадебного рыбоводства / А. Б. Бондаренко // Мат. Межд. науч.-прак. конф. «Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности». — Москва, 2005. — С. 296–299.
4. Брайнбалле, Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения / Якоб Брайнбалле — Копенгаген, 2010. — 74 с.
5. Власов, В. А. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения: инструктивно-метод. / В. А. Власов, А. П. Завьялов, Ю. И. Есавкин. — Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. — 48 с.
6. Власов, В. А. Воспроизводство и выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в установках с замкнутым водообеспечением (УЗВ) / В. А. Власов // Рыбоводство: промышленное, фермерское, прудовое. — 2012. — №7: Рыбоводство и рыбное хозяйство. — С. 26-35.

7. Власов, В. А. Требования к племенному хозяйству по разведению клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в УЗВ / В. А. Власов // Рыбное хозяйство. — 2019. — №1. — С. 114-119.
8. Ермакова, Н. А. Основные тенденции в размещении производства товарной аквакультуры на территории России и роль аквакультуры в экономике региона / Н. А. Ермакова, А. И. Воронов // International agricultural journal. — 2023. — №1. — С. 236-251.
9. Калайда, М. Л. Биологические особенности клариевого сома *Clarias gariepinus* при задачах искусственного воспроизводства / М. Л. Калайда, Е. С. Пиганов, А. А. Калайда // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: мат. междунар. конф. — Новосибирск: НГАУ, 2020. — С. 97-100.
10. Как увеличить потребление рыбы в России? // Лаборатория ритейла. — 2021. — №9. — 23 с.
11. Калайда, М. Л. Клариевый сом при задачах искусственного воспроизводства / М. Л. Калайда, Е. С. Пиганов, А. А. Калайда, М. Ф.Хамитова // Состояние и пути развития аквакультуры в РФ: материалы V национальной науч.-практич. конф. — Калининград, 2020. — С. 108-112.
12. Клещевский, Ю. Н. Современное состояние и перспективы развития рынка рыбы и рыбных товаров в России / Ю. Н. Клещевский, М. А. Николаева, О. А. Рязанова // Вестник КемГУ. — 2017. — №3. — 34-42 с.
13. Ковалев, К. В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыбоводной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ): дис. канд. биол. наук. / Власов В. А., Наумова А. М. — Москва, 2006. — 132 с.

14. Куанчалеев, Ж. Б. Технология получения половых продуктов и инкубирования икры клариевого сома в условиях научно-исследовательского центра «Рыбное хозяйство» / Ж. Б. Куанчалеев, К. Н. Сыздыков, Э. Б. Марленов, А. С. Асылбекова, С. Е. Мусин, А. Д. Икрамбаева // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. — 2018. — №3. — С. 71-80.

15. Курбанов, А. Р. Разведение африканского сома (*Clarias gariepinus*) в условиях Узбекистана (Учебное пособие для фермеров) / А. Р. Курбанов, Б. Г. Камилов. — Ташкент: Навруз, 2017. — 52 с.

16. Курганский, В. Африканский сом. Воспроизводство и выращивание клариевого (африканского) сома в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) / В. Курганский — М.: Изд-во «Самиздат», 2021. — 50 с.

17. Левина О. А. Опыт использования комбикормов с различной нормой содержания протеина при выращивании молоди африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в условиях установки замкнутого водоснабжения / О. А. Левина, С. В. Пономарёв, М. А. Корчунова, Ю. В. Фёдоровых, Ю. М. Баканёва // Вестник АГТУ. — 2015. — №3. — С. 93-101.

18. Любомирова, В. Н. Совершенствование технологии кормления личинок клариевого сома (*Clarias gariepinus*) при переходе на экзогенное питание / В.Н. Любомирова, Е.М. Романова, М.Э. Мухитова, Т.М. Шленкина // Мат. IX межд. науч.-прак. конф. «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». — 2018. — №3. — 59-64.

19. Любомирова, В. Н. Морфофизиологические адаптации африканского сома к высоким плотностям посадки в УЗВ / В. Н. Любомирова, Е. М. Романова, В. В. Романов, Д. А. Харитонов // Вестник УГСА. — 2020. — №4. — С. 140-147.

20. Мельченков, Е. А. Африканский сом – перспективный объект аквакультуры в средней полосе России / Е. А Мельченков, В. В. Приз, Е. А. Чертихина, Т. А Канидьева // Рыбное хозяйство. — 2008. — №6. — С. 72-77.
21. Моисеенко, М. С. К вопросу разработки технологии продуктов функциональной направленности из объектов аквакультуры / М. С. Моисеенко, М. Д. Мукатова // Вестник АГТУ. — 2019. — №2. — С. 94-100.
22. Николаева, М. А. Роль внешней торговли в развитии рынка рыбных товаров в России / М. А. Николаева, Ю. Н. Клещевский, О. А. Рязанова // Российский внешнеэкономический вестник. — 2017. — №10. — 94-107 с.
23. Пономарева, Е. Н. Особенности развития клариевого сома (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) в раннем онтогенезе / Е. Н. Пономарева, У. С. Александрова, Т. С. Гридина, А. А. Кузов // Вестник АГТУ. — 2020. — С. 134.
24. Попов, Н. Ресурсы не исчерпаны / Н. Попов // Комбикорма. — 2011. — №3. — 19-20 с.
25. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство (учебники и учебные пособия для студентов высш. учебных заведений) / Ю. А Привезенцев, В. А. Власов. — М.: Мир, 2004. — 456 с.
26. Проскуренко, И. В. Замкнутые рыбоводные установки / И. В. Проскуренко. — М.: Изд-во ВНИРО, 2003. — 152 с.
27. Романова, Е. М. Инновационные подходы в получении половых продуктов африканского клариевого сома в бассейновой аквакультуре / Е. М. Романова, В. Н. Любомирова, В. В. Романов, М. Э. Мухитова // Вестник УГСА. — 2017. — №3. — С. 88-93.
28. Таразевич, Е. В. Влияние температурного режима и водообмена на рыбохозяйственные показатели инкубации икры

клариевого сома (*Clarias gariepinus*) при различных способах воспроизводства / Е. В. Таразевич, В. В. Ярмош // Агропанорама. — 2022. — №5 — С.19-24.

29. Филатов, В. И. Технологические аспекты выращивания африканского сома *Clarias gariepinus* в условиях замкнутого цикла водообеспечения / В. И. Филатов, Е. А. Мельченков, В. А. Слепнев // Рыбное хозяйство. — 2012. — №4. — С. 88-91.

30. Хрусталева, Е. И. Биотехнические аспекты выращивания клариевого сома в УЗВ в условиях калининградской области / Е. И. Хрусталева, К. А. Молчанова, Т. М. Курапова, Л. В. Савина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. — 2020. — №3. — С. 99-106.

31. Шинкаревич, Е. Д. Рыбоводство в Ленинградской области / Е. Д. Шинкаревич // Мат. межд. науч.-практ. конф. «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения». — 2017. — С. 260-263.

32. Экологический справочник для рыбной промышленности Северо-Запада России / Т. Киуру, Й. Виелма, Ю. Туркка [и др.] — Хельсинки, 2013. — 109 с.

33. Ярмош, В. В. Клариевый сом — перспективный объект индустриального рыбного хозяйства: моногр. / В. В. Ярмош, Л. С. Цвирко, Е. В. Таразевич [и др.] — Пинск: ПолесГУ, 2020. — 203 с.

34. Basiita R. K. Better management practices for African catfish (*Clarias gariepinus*) spawning and fingerling production in the Democratic Republic of Congo: monographs / R. K. Basiita, F. Rajts // The WorldFish Center. — 2021. — №4. — 1-20 p.

35. De Graaf, G. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa: a handbook / Gertjan de Graaf, Hans Janssen // Fisheries technical paper. — Rome: FAO, 1996. — 73 p.

36. North African Catfish (*Clarias gariepinus*) ecological risk screening summary // U.S. Fish & Wildlife Service. — 2022. — 1-27 p.
37. Pasch, J. Economic analysis and improvement opportunities of African catfish (*Clarias gariepinus*) aquaculture in Northern German / J. Pasch, H. P.W. Palm // Sustainability. — 2021. — № 13. — 1-23.
38. Păpuc, T. Swimming in the mud – a short review of environmental parameter ranges tolerated by *Clarias gariepinus* / T. Păpuc, I. V. Petrescu-Mag, C. Gavrioloaie, M. Botha, E. Kovacs, C. O. Coroian // Elba biofix. — 2019. — 9-17 p.
39. Skelton, P. H. Neotype description for the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (pisces, siluroidei, clariidae) / P. H. Skelton, G.G. Teugels // Institute of ichthyology bulletin of the J. B. Smith institute grahamstown, South Africa. — 1992. — №56. — 1-8 p.
40. Vlaeberg African sharptooth catfish feasibility study: final report / Vlaeberg // Department of agriculture forestry and fisheries. — 2018. — 73 p.
41. Крестьянское фермерское хозяйство Петровой Р. Н. [Электронный ресурс]: о хозяйстве. — Режим доступа: <https://sites.google.com/view/somclarius/o-хозяйстве> — (Дата обращения: 08.05.2023).
42. Сергеев, В. Н. Презентационный материал 2-й научно-практической конференции [Электронный ресурс]: здоровая рыба - в чистой воде. — Режим доступа: <https://veterinary.lenobl.ru/ru/news/48303/> — (Дата обращения 9. 06. 2023).
43. Рыбоводная ферма в Самаре [Электронный ресурс]: обзор готового бизнеса на УЗВ. — Режим доступа: <https://dzen.ru/media/aquafarmer/rybovodnaia-ferma-afrikanskogo-soma-v-samare-obzor-gotovogo-biznesa-na-uzv-6087a32d45ddec418457a28d> с (Дата обращения: 24.05.2023).