

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 619:615.837:597:577

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АФРИКАНСКОГО СОМА ПРИ ОБРАБОТКЕ УЛЬТРАЗВУКОМ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Л. В. Бунеева¹, О. Н. Воронис², О. А. Сапожкова¹, И. Д. Шелякин¹

¹ – Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

г. Воронеж, Российская Федерация (Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1; e-mail: buneeval@mail.ru);

² – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: ультразвук, икра и личинка африканского сома, рыбоводство, установка замкнутого водоснабжения.

Аннотация. Воздействие ультразвуком на икру, предличинок и личинок в эксперименте дало увеличение количества крупных личинок, что благоприятно для получения рыбопосадочного материала. Своевременная сортировка предотвратит возможность каннибализма среди молоди рыбы в процессе выращивания. Применение ультразвука в рыбоводстве требует дальнейшего изучения с целью выявления кратности обработки и влияния на иммунитет, скорость роста товарной рыбы, что позволит обеспечить растущие потребности населения в качественных продуктах рыбной промышленности.

AFRICAN CATFISH PERFORMANCE IN LOW POWER SONICATION

L. V. Buneeva¹, O. N. Voronis², O. A. Sapozhkova¹, I. D. Shelyakin¹

¹ – Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great
Voronezh, Russia (e-mail: buneeval@mail.ru);

² – EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: ultrasound, African catfish roe and larvae, fish farming, closed water supply installation.

Summary. Ultrasound exposure of eggs, prelarvae and larvae in the experiment gave an increase in the number of large larvae, which is favorable for obtaining fish planting material. Timely sorting will prevent the possibility of cannibalism among juvenile fish during the growing process. The use of ultrasound in fish farming

requires further study in order to identify the frequency of processing and the effect on immunity, the growth rate of marketable fish, which will meet the growing needs of the population in high-quality products of the fishing industry.

(Поступила в редакцию 17.06.2024 г.)

Введение. Африканский сом (*Clarias gariepinus*) – один из наиболее важных видов аквакультуры. Для рыбоводства в разных регионах характерен ряд общих проблем: низкие объемы рыбоводства, высокие по стоимости качественные корма, недостаточность ассортимента отечественной аквакультурной продукции, невысокая отдача и низкая производительность, высокая зависимость от импортного оборудования, ветеринарных препаратов, кормов и рыбопосадочного материала – обычные вопросы и трудности, с которыми сталкиваются отечественные рыбоводы [5, 8]. Икра, личинки и молодь африканского сома очень чувствительны к изменениям окружающей среды, любой стресс на раннем этапе развития приводит к снижению темпов роста и выживаемости [7, 9].

В целом, повышение рыбопродуктивности требует комплексного подхода, учитывающего физиологические, генетические, пищеварительные и зоогигиенические факторы [7, 9]. Оптимизация условий выращивания, использование адаптированного рыбопосадочного материала и применение современных технологий при водоподготовке могут помочь в повышении рыбопродуктивности и получению качественной продукции для питания людей [2, 3, 4, 5, 13].

В данной работе была использована биостимуляция икры африканского (клариевого) сома, предличинок и личинок ультразвуком в аквариумах для последующего помещения на дорастивание в установку замкнутого водоснабжения в качестве потенциального метода улучшения роста и выживаемости на ранних стадиях развития данного биологического объекта и профилактики инфекционных и инвазионных заболеваний [6, 14, 18, 19].

Биологическая суть воздействия ультразвука сводится к потенциально положительному влиянию на мембраны живых клеток организма, повышая их проницаемость, что позволяет лучше усваивать питательные вещества, повышать активность ферментов и стимулировать выработку факторов роста, способствовать регенерации тканей [1]. Рекомендуемые параметры интенсивностей ультразвука, используемого для стимулирующего воздействия в физиотерапии 0,05 – 1 Вт/см², реже до 2 – 3 Вт/см². При интенсивностях ниже 0,05 Вт/см² ультразвук практически не оказывает регистрируемого биологического действия, а при интенсивностях, превышающих 1 Вт/см², может вызвать нежелательные эффекты, такие как подавление физиологических функций, перегрев тканей, деструкцию клеток и клеточных органелл, повреждение ДНК [10,

15, 16, 20]. Таким образом, биологическое действие ультразвука на клетки и ткани определяется интенсивностью ультразвука и экспозицией, как следствие, может оказывать положительное и отрицательное влияние на организм в целом [2, 10, 11, 15].

Ультразвук – форма энергии, которую можно использовать на разных этапах выращивания данного биологического объекта в установках замкнутого водоснабжения. Целями использования ультразвуковых установок могут быть как непосредственно биологические объекты, так и вода, которая обрабатывается с целью инактивации микроорганизмов и паразитов [12, 17, 21, 22]. Причем при воздействии на среду обитания африканского сома можно использовать ультразвуковые установки разных мощностей [11].

Цель работы – изучить производственные показатели африканского сома при обработке ультразвуком малой мощности.

Материал и методика исследований. В ходе эксперимента были сформированы 4 группы: 1, 2, 3 – экспериментальные и 4 – контрольная. Объектом исследования являлась икра африканского сома на 19 ч от начала инкубации, затем производили обработку вышедших из икры предличинок с аналогичными экспозициями по группам на следующий день, далее обработку личинок проводили каждые 3 дня (экспозиция выдерживалась в соответствии с группой). Всего произвели 6 обработок: 19 ч – икра, следующий день – обработка предличинок, далее каждые три дня 4 раза). Время обработки – с 10 до 11 часов утра. Сортировку и взвешивание провели на 15 день от начала инкубации. Обрабатываемая икра африканского сома была получена от одной самки-производителя и распределялась на инкубационные сетки в количестве 70 г. Инкубация происходила при следующих параметрах входящей в аквариумы артезианской воды: температура – 27,3 °C, уровень – pH 7,3 при насыщении воды кислородом 96 %. Источником воздействия являлся погружной ультразвуковой источник УСУ 0710 (сертификат соответствия № ЕАЭС RU C-RU.НАО4.В.00119/20 серии RU № 0128152 срок действия с 19.05.2020 г. по 18.05.2025 г.) мощностью воздействия 0,243 Вт/см². Временные экспозиции в группах следующие: 1 – группа 30 с, 2 – группа 60 с, 3 – группа 120 с, 4 – группа контрольная (воздействие не проводилось). Таким образом, проведенные 6 обработок ультразвуком: на икре (1 раз), на предличинках (1 раз), на личинках (4 раза) в соответствии с периодами онтогенеза исследуемого объекта. Причем предличинками считаются биологические объекты данного вида возрастом двое-трое суток, личинками – возрастом до четырех недель (до 30 суток), мальком – возрастом 6 недель (40 суток), молодью – 7 недель (50 суток) [9]. Произведено четыре серии опытов. Каждый раз максимально повторяли

заданные условия эксперимента. В четырех сериях самки-производители и самцы соответственно разные, гормональная подготовка самок сомов, получение икры и метод смешивания с молоками аналогичны. Распределение на сетки икры в каждом повторе одинаково. Кратность обработки, температурный режим и гидрологические показатели, сроки сортировки в сериях не менялись.

Сортировка личинок производилась ситом собственного производства, габаритная длина – 300 мм, ширина – 360 мм, высота – 200 мм. Отверстие сита круглой перфорации от 1 до 10 мм в диаметре. Сортировку личинок проводили с помощью лотков с размерами ячеек: для крупных личинок диаметр ячейки составил 3 мм, для средних личинок диаметр ячейки – 2,5 мм, личинки, которые прошли через сито с диаметром ячеек 2,5 мм, – мелкие. Личинок взвешивали на электронных весах М-ЕТР2 FLAT максимально допустимой массой взвешивания 200 г и точностью взвешивания до 0,01 г. При проведении сортировки взвешивали массу каждой партии личинок (крупные, средние и мелкие) из четырех групп. Средний вес личинок из каждой группы определяли методом взвешивания 25 личинок по отдельности, нашли средний вес из каждой отсортированной партии. Затем общую массу личинок делили на среднюю массу одной личинки и получали количество особей в отсортированной партии. Для математической обработки полученных результатов использовали программу Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение. Групповая сортировка молоди африканского сома является жизненно важной практикой в аквакультуре, обеспечивающей оптимальный рост и снижение конкуренции между особями. Механическая сортировка с использованием лотков или сит является ценным и простым методом группировки рыбы по размеру. Первая группа исследуемого объекта обрабатывалась в течение 30 с, вторая группа – в течение 60 с, третья группа – 120 с, в четвертой группе (контрольная) обработка не проводилась. Используя размерно-весовую характеристику на личинках африканского сома при разных экспозициях ультразвуком малой мощности, получены следующие результаты по сериям и группам.

В таблице 1 отражено суммарное среднее количество личинок по четырем сериям после сортировки по группам. По условиям эксперимента икра получена от одной самки в каждой серии эксперимента и раскладывалась на инкубацию при одинаковых условиях.

Таблица 1 – Общее количество личинок после сортировки по размеру в 4-х сериях

Количество, шт.	1 группа, 30 с	2 группа, 60 с	3 группа, 120 с	4 группа, контроль
Крупные, шт.	9590	13 070	12 440	5100
Средние, шт.	11 578	14 861	14 847	19 850
Мелкие, шт.	387	514	718	2602

Таблица 2 – Количество личинок по сериям и по группам

Размер	Серия	Группы			
		1 группа, 30 с	2 группа, 60 с	3 группа, 120 с	4 группа, контроль
Крупные, шт.	1 серия	1360	3300	2720	1145
	2 серия	2150	3500	3050	1230
	3 серия	3100	3250	3620	1315
	4 серия	2980	3020	3050	1410
Средние, шт.	1 серия	1665	4005	3235	4790
	2 серия	2603	3815	3690	4850
	3 серия	3730	3515	4316	4860
	4 серия	3580	3526	3606	5350
Мелкие, шт.	1 серия	50	165	140	681
	2 серия	147	135	180	585
	3 серия	93	145	264	625
	4 серия	97	69	134	711
Крупные, среднее количество, шт.	1-4 серии	2397,50	3267,50	3110,00	1275,00
Средние, среднее количество, шт.	1-4 серии	2894,50	3715,25	3711,75	4962,50
Мелкие, среднее количество, шт.	1-4 серии	96,00	128,50	179,50	650,50

При анализе и статистической обработке получены следующие результаты (таблица 2): в среднем в экспериментальных группах крупных личинок больше по сравнению с контрольной группой. Во второй группе больше всего получено больших личинок (экспозиция 60 с) (3267,50 шт.) по сравнению с другими обработанными группами. Личинок среднего размера в среднем больше в контрольной группе (4962,50 шт.) по сравнению с обработанными группами. Личинок мелких в среднем больше в контрольной группе (650,50 шт.) по сравнению с экспериментальными группами.

Таблица 3 – Всего получено личинок по сериям в группах, шт.

Номер серии	Группы			
	1 группа, 30 с	2 группа, 60 с	3 группа, 120 с	4 группа, контроль
1 серия	3075	7470	6095	6616
2 серия	4900	7450	6920	6665
3 серия	6980	6910	8200	6800
4 серия	6657	6615	6790	7471
Всего, шт.:	21 612	28 445	28 005	27 552

В таблице 3 отражено количество личинок после проведения сортировки, но в первой группе первой серии получен очень маленький выклев 3075 шт. личинок против 2, 3 и 4 групп этой же серии. По условиям эксперимента икра получена от одной самки и раскладывалась на инкубацию в одно время, при одинаковых условиях проводилось оплодотворение и инкубация, что позволяет предполагать о возможной неоднородности распределения молок при смешивании с икрой.

Таблица 4 – Процентное соотношение количества личинок разного размера по группам

Размер личинки	1 группа, 30 с	2 группа, 60 с	3 группа, 120 с	4 группа, контроль
Крупные, %	44	46	44	19
Средние, %	54	52	53	72
Мелкие, %	2	2	3	9

В процентном выражении крупных особей было больше в обработанных ультразвуком группах соответственно (данные представлены в среднем значении по всем сериям и округлены до целого числа): 1-3 группы по результатам сортировки содержали крупных личинок африканского сома от 44 до 46 %, контрольная группа имела следующие показатели по крупным личинкам – 19 %; по среднему размеру личинок, после сортировки в процентном соотношении получили следующий результат: 1-3 экспериментальные группы – от 52 до 54 % от общего количества личинок, в контрольной – 72 %; по мелким личинкам получены следующие значения: группы 1-3 – от 2 до 3 %, в контрольной – 9 % от общего количества по группам и сериям соответственно.

Таблица 5 – Средняя масса личинки в группах по результатам сортировки

Средняя масса (г)	1 группа, 30 с	2 группа, 60 с	3 группа, 120 с	4 группа, контроль
Крупные	0,34 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,34 ± 0,02
Средние	0,21 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,21 ± 0,01
Мелкие	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,18 ± 0,01

По средней массе личинок после сортировки произведен подсчет и получен результат по крупным личинкам: в экспериментальных группах средняя масса составила от $0,34 \pm 0,02$ до $0,35 \pm 0,02$ г по отношению к контрольной, в контрольной – $0,34 \pm 0,02$ г соответственно; средние личинки: эксперимент – от $0,21 \pm 0,01$ до $0,22 \pm 0,01$ г, контрольная – $0,21 \pm 0,01$ г; мелкие личинки весили в экспериментальных группах от $0,18 \pm 0,01$ г до $0,19 \pm 0,01$ г, в контрольной – $0,18 \pm 0,01$ г. По массе личинок во всех группах каждой серии выраженного различия не наблюдалось.

За личиночный период онтогенеза биомасса личинок африканского сома в экспериментальных группах составила: крупных особей по четырем сериям (в пропорции 3 : 1): $14\,149,60 \pm 702,00$ г, $1734,00 \pm 102,00$ г – в контрольной; средних особей: $8967,14 \pm 412,86$ г – по всем сериям, $4168,5 \pm 198,50$ г – в контрольной; мелких особей: $296,56 \pm 16,19$ г – по всем сериям, $468,36 \pm 26,02$ г – в контрольной. Соответственно, в пересчете среднего значения биомассы личинки (в пропорции 1 : 1) получили следующие значения: крупные особи: $4716,53 \pm 234,00$ г – обработанные ультразвуком, контроль – $1734,00 \pm 102,00$; средние особи: $2989,05 \pm 137,62$ – обработанные ультразвуком, контроль – $4168,5 \pm 198,5$ г; мелкие особи: $98,85 \pm 5,4$ – обработанные ультразвуком, контроль – $468,36 \pm 26,02$ г. Биомасса живой личинки в первой группе (экспозиция 30 с) по всем сериям составила $5761,64 \pm 311,45$ г; во второй группе (экспозиция 60 с) – $7941,58 \pm 415,15$ г; в третьей группе (экспозиция 120 с) – $7749,58 \pm 404,45$ г; в контрольной группе (обработка не проводилась) – $6370,86 \pm 326,52$ г. В первой группе первой серии получен очень маленький выклев – 3075 шт. личинок против 2, 3 и 4 групп этой же серии, следовательно, суммарная биомасса первой группы по всем сериям меньше, т. к. меньше суммарное количество личинок всех размеров первой группы по отношению ко второй, третьей и контрольной, но в процентном соотношении по размеру личинок (таблица 4) в обработанных ультразвуком группах процентное соотношение сопоставимо. Из обработанных ультразвуком групп вторая группа (экспозиция 60 с) дала по крупной личинке максимальный результат в 46 % по отношению к первой и второй – 44 % обработанным группам. Анализ полученной биомассы личинок африканского сома оценивали по второй и третьей группе по отношению к контрольной. Биомасса второй группы по всем размерам во всех сериях составила $7941,58 \pm 415,15$ г; третьей группы – $7749,58 \pm 404,45$ г; контроль – $6370,86 \pm 326,52$ г. Во второй группе по отношению к контрольной биомасса личинки на 24,65 % ($t_{st} = 2,97$;

$P \leq 0,05$) больше, в третьей группе биомасса больше, чем в контрольной, на 21,64 % ($t_{st} = 2,65$; $P \leq 0,05$).

Таким образом, запуск личинок кормами с пробиотиками, полноценное кормление в соответствии с суточными нормами потребления корма, соблюдение температурного режима являются определяющими для динамики роста молоди любых видов рыбы, выращиваемой в установках замкнутого водоснабжения, но методы биостимуляции икры, предличинок и личинок дают положительные результаты при небольших дозировках воздействия ультразвуком. Выявление повреждающих доз ультразвука для икры и личинки африканского сома в данном эксперименте не являлось исследуемой задачей.

Закключение. Научное обоснование использования ультразвука при выращивании рыбопосадочного материала в установках замкнутого водоснабжения требует дальнейшего исследования. В данной работе вторая экспериментальная группа (экспозиция 60 с) показала лучший результат по общей биомассе выращиваемых личинок. Погружных ультразвуковых источников, выпускаемых для целей воздействия ультразвуком малых мощностей на объекты аквакультуры с биостимуляционной целью, на рынке крайне мало, носит чаще экспериментальное и штучное, чем производственное исполнение. Достаточно широко представлено ультразвуковое оборудование зарубежных и отечественных производителей для обеззараживания воды и интенсификации процессов в различных сферах производства. Для ультразвуковых излучателей малых мощностей погружного характера разных производителей надо в рыбоводческих хозяйствах выявлять свои режимы воздействия, которые могут отличаться из-за конструктивных особенностей излучателей, разных условий выращивания разных видов рыбы и других гидробионтов, а также физико-химических свойств воды – среды обитания водных биологических объектов.

Однако необходимо отметить, что воздействие ультразвука на икру в процессе инкубации на ранних стадиях изучено недостаточно, что дает возможность также произвести исследования на разных видах рыб и других гидробионтах.

Стимулирующее воздействие ультразвука посредством влияния на развитие и рост биообъектов, повышение качества водной среды, безопасность использования и эффективность, все эти задачи укладываются в рамки получения качественной и безопасной товарной рыбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян, В. Б. Основы медицинской акустики: учебно-методическое пособие / В. Б. Акопян, С. В. Альков; МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский ун-т). – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. – 58 с.

2. Основы применения ультразвука в рыбном хозяйстве / В. Б. Акопян [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 92 с.
3. Альтернативные решения для очистки (обеззараживания) воды в оборотных системах различного назначения / С. П. Самсонова [и др.] // Энергосбережение и водоподготовка. – 2018. – № 4(114). – С. 16-20.
4. Антушева, Т. И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы / Т. И. Антушева // Живые и биокосные системы. – 2013. – № 4. – С. 11.
5. Волкова, А. А. Аквакультура в РФ: актуальное состояние и перспективы развития / А. А. Волкова // Современная наука и молодые ученые: сборник статей XII Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 декабря 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2022. – С. 135-137.
6. Выживаемость зародышей амфибий после воздействия непрерывного ультразвука / В. К. Утешев [и др.] // Биофизика. – 2006. – Т. 51, № 3. – С. 539-544.
7. Выращивание и кормление молоди клариевого сома / К. Н. Сыздыков [и др.] // Путь науки. – 2019. – № 9(67). – С. 16-19.
8. Рыбная отрасль: перспективы развития / В. Агеев [и др.] // Наука и инновации. – 2020. – № 3(205). – С. 4-9.
9. Сравнительные исследования роста и развития популяций африканского клариевого сома, репродуцированных в разные сезоны / М. Э. Мухитова [и др.] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 193-198.
10. Ультразвук. Аппараты и технологии / В. Н. Хмелев [и др.]. – Барнаул: ООО «Издательский дом «Бия», 2015. – 687 с.
11. Ультразвуковые технологии и оборудование для интенсификации процессов / В. Н. Хмелев [и др.] // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Бийск, 2015. – С. 11-20.
12. Abeledo-Lameiro, M. J. Use of ultrasound irradiation to inactivate *Cryptosporidium parvum* oocysts in effluents from municipal wastewater treatment plants / M. J. Abeledo-Lameiro, E. Ares-Mazás, H. Gómez-Couso // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2018. – Vol. 48. – P. 118-126. – DOI 10.1016/j.ultrsonch.2018.05.013. – EDN YHXRFR. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417718302037>.
13. Ariadna Sitjà-Bobadilla, Birgit Oidtmann, Chapter 5 – Integrated Pathogen Management Strategies in Fish Farming, Editor(s): Galina Jeney, Fish Diseases, Academic Press, 2017, Pages 119-144, ISBN 9780128045640, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00005-3>.
14. Barth, A. N. Survival of zebrafish, *Brachydanio rerio* (Hamilton-Buchanan), embryos after methanol immersion and ultrasound exposure with implications for cryopreservation / A. N. Barth, H. A. Kyaw // *Aquaculture Research*. – 2003. – P. 34. – No. 8. – P. 609-615. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00852.x>.
15. Ultrasound-induced DNA damage and cellular response: a historical review, analysis of mechanisms and therapeutic consequences / Y. Furusawa [et al.] // *Radiation Research*. – 2022. – P. 197. – No. 6. – PP. 662-672. <https://doi.org/10.1667/RADE-21-00140.1.S1>.
16. Effect of different ultrasound powers on the structure and stability of protein from sea cucumber gonads / H. Li [et al.] // *Lwt*. – 2021. – P. 137. – P. 110403. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110403>.
17. Liu, Bd., Dong, Ht., Rong, Hw. et al. Effects and mechanism of ultrasound treatment on *Chironomus kinesis* eggs. *Environ Sci Pollut Res* 29, 85482–85491 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21856-w>.
18. Navarro-Guillén C, do Vale Pereira G, Lopes A, Colen R, Engrola S (2021) Egg nutritional modulation with amino acids improved performance in zebrafish larvae. *PLoS ONE* 16(4): e0248356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248356>.

19. Przystupski D., Ussovich M. Spectrum of cellular bioeffects caused by ultrasonic radiation // International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – vol. 23. – no. 19. – P. 11222. <https://doi.org/10.3390/ijms231911222>.
20. Rahman, S. M., Strüssmann, C.A., Suzuki, T., Majhi, S.K., Hattori, R.S., Md. Alam, A. (2017). Effects of ultrasound on permeation of cryoprotectants into Japa-nese whiting Sillago japonica. Cryobiology, Pages 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2017.06.003>.
21. Tan, W.K., Chia, S. K., Parthasarathy, S., Rajesh, R.P., Pang, K.H., & Man-ickam, S. (2021). Water purification in fish ponds using ultrasonic cavitation and advanced oxidation processes. Chemosphere, 274, 129702. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129702>.
22. Teher D, Milla S. and Banas D. Evaluation of the sublethal effect of a low-power and dual-frequency anti-cyanobacterial ultrasound device on common carp (Cyprinus carpio): a field study. Pollution Solution 24, 5669–5678 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8305-6>.

УДК 619:615.837:597:577

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (ОБЗОР)

Л. В. Бунеева¹, О. Н. Воронис², О. А. Сапожкова¹, И. Д. Шелякин¹

¹ – Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

г. Воронеж, Российская Федерация (Российская Федерация,
г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1; e-mail: buneeval@mail.ru);

² – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: ультразвуковое оборудование, профилактика протозойных и инфекционных болезней, рыба, африканский сом.

Аннотация. Использование ультразвуковых технологий является перспективным, при правильном встраивании в технологический процесс выращивания рыбы и гидробионтов позволит обеспечить профилактический эффект при протозойных и инфекционных болезнях биологических водных объектов в условиях промышленного производства рыбы.