Информация об авторах

Дегтярев Владимир Георгиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения факультета гидромелиорации, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (РФ, 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13), тел.: +78612215860, e-mail: cst2007@mail.ru

Дегтярев Георгий Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Строительного производства Архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (РФ, 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13), тел.: +78612215915, e-mail: degtyarev.g.v@mail.ru

Дегтярева Ольга Георгиевна, доктор технических наук, доцент кафедры Строительного производства Архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (РФ, 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13), тел.: +78612215915, e-mail: marxotgeo@mail.ru

Authors Information

Degtyarev Vladimir Georgievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydraulics and Agricultural Water Supply faculty of hydro-reclamation, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Russian Federation, 350044, Krasnodar Krai, Krasnodar, Kalinin str., 13), tel.: +78612215860, e-mail: cst2007@mail.ru

Degtyarev Georgy Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Construction Production Faculty of Architecture and Civil Engineering Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Russian Federation, 350044, Krasnodar Krai, Krasnodar, Kalinin str., 13), tel.: +78612215915, e-mail: degtyarev.g.v@mail.ru

Degtyareva Olga Georgievna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Production Faculty of Architecture and Civil Engineering Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Russian Federation, 350044, Krasnodar Krai, Krasnodar, Kalinin str., 13), tel.: +78612215915, e-mail: marxotgeo@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-54

CORRECTION OF WATER ACIDITY AND CONCENTRATION OF OXYGEN DISSOLVED IN WATER IN CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATIONS

A. P. Evdokimov, V. I. Komarova, A. A. Cherniaev

Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Received 23.05.2023 Submitted 04.07.2023

Corresponding author E-mail: apevdokimov@yandex.ru

The research was carried out within the framework of the postgraduate training program in the department "Electrical equipment and electrical equipment of agricultural enterprises" of the Volgograd State Agrarian University on a budgetary basis

Summary

The article presents the results of a research of the rate of change in the pH level and the maximum pH values when soda is added to distilled water and water from fish production. The dependences of the change in the concentration of dissolved oxygen in water on the change in the volume of supplied air are obtained.

Abstract

Introduction. The most important chemical parameters of water in recirculating water supply installations are the level of water acidity and the concentration of oxygen dissolved in water. They have a significant impact on the growth and development of fish and require special attention. During stable operation, the system can independently maintain the pH level, but if emergency situations occur, the water can change the pH in an acidic direction to values dangerous for fish. Baking soda can restore the optimal PH level during acidification. It not only makes it possible to raise the pH to the alkaline

side, but also increases the productivity of biological filters. The oxygen concentration is constantly maintained using oxygen generators, which saturate the water with oxygen. To control the oxygen supply system to water, it is necessary to have information about the dependence of changes in the concentration of dissolved oxygen on the volume of supplied air. **Object.** Chemical parameters of water in closed water supply installations. **Materials and methods.** Studies have been carried out to determine the rate of change in water pH and its maximum value. During the study, distilled water and water from closed water supply installations were used, and air was supplied to it to simulate the process of bubbling water. The study of the process of water saturation with oxygen depending on the volume of air supplied per unit time took place in two stages. At the first stage, the required speed of air supply to the water was established. And on the second, the process of measuring the concentration of oxygen dissolved in water took place. **Results and conclusions.** The dependence of the change in pH of distilled water on time was obtained for different masses of added soda. It has been established that the process of pH growth, depending on the increase in soda concentration, occurs faster in distilled water than in water from closed water supply systems. A study of the process of water saturation with oxygen showed that an increase in the aeration rate leads to an increase in the maximum oxygen concentration in water and a decrease in the time to reach the maximum oxygen concentration.

Key words: *acidity of water, dissolved oxygen, recirculation systems, soda, hydrobionts.*

Citation. Evdokimov A.P., Komarova V.I., Cherniaev A.A., Correction of water acidity and concentration of oxygen dissolved in water in closed water supply installations. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2023. 3(71). 553-565 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-54.
Author's contribution. All authors of the current study are directly involved in the planning, execution or analysis of this study. All authors submitted articles about travel and travel submitted in the final version.
Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

УДК 639.3.06:681.542.32

КОРРЕКЦИЯ КИСЛОТНОСТИ ВОДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО В ВОДЕ КИСЛОРОДА В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

А. П. Евдокимов, *кандидат технических наук, доцент*
В. И. Комарова, *кандидат биологических наук, доцент*
А. А. Черняев, *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Российская Федерация

Исследования проводились в рамках программы аспирантской подготовки по кафедре «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий АПК» Волгоградского государственного аграрного университета на бюджетной основе

Актуальность. Важнейшими химическими параметрами воды в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) являются уровень кислотности воды и концентрация растворенного в воде кислорода. Они оказывают существенное влияние на рост и развитие рыбы и требуют особого к себе внимания. При стабильной работе система может самостоятельно поддерживать уровень pH, однако при возникновении аварийных ситуаций вода может изменить pH в кислую сторону до опасных для рыбы значений. Восстановить оптимальный уровень PH при закислении может пищевая сода. Она не только дает возможность поднять pH в щелочную сторону, но и позволяет повысить производительность биологических фильтров. Концентрацию кислорода постоянно поддерживают с помощью оксигенераторов, которые насыщают воду кислородом. Для управления системой подачи кислорода в воду необходимо обладать информацией о зависимости изменения концентрации растворенного кислорода от объема подаваемого воздуха. **Объект.** Химические параметры воды в установках замкнутого водоснабжения. **Материалы и методы.** Проведены исследования для определения скорости изменения pH воды и его максимального значения. При исследовании применялась дистиллированная вода и вода из УЗВ, а

для имитации процесса барботации воды в нее подавался воздух. Исследование процесса насыщения воды кислородом в зависимости от объема подаваемого в единицу времени воздуха происходило в два этапа. На первом этапе устанавливался необходимый скоростной режим подачи воздуха в воду. А на втором происходил процесс измерения концентрации растворенного в воде кислорода. **Результаты и выводы.** Получена зависимость изменения pH дистиллированной воды от времени при различной массе вносимой соды. Установлено, что процесс роста pH в зависимости от увеличения концентрации соды происходит быстрее у дистиллированной воды, чем у воды из УЗВ. Исследование процесса насыщения воды кислородом показало, что увеличение скорости аэрации приводит к увеличению максимальной концентрации кислорода в воде и уменьшению времени достижения максимального значения концентрации кислорода.

Ключевые слова: *кислотность воды, растворенный кислород, установки замкнутого водоснабжения, сода, гидробионты.*

Цитирование: Евдокимов А. П., Комарова В. И., Черняев А. А. Коррекция кислотности воды и концентрации растворенного в воде кислорода в установках замкнутого водоснабжения. *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 553-565. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-54.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили его с представленным окончательным вариантом.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения обладает рядом преимуществ перед другими способами культивации рыбы [1]. В прудовых хозяйствах, обладающих обширными площадями водоемов, требуется отслеживание состояния воды и экологических показателей всего водоема [9], а на показатели жизнедеятельности рыбы оказывает существенное влияние смена сезонов года.

К преимуществам УЗВ можно отнести малые производственные площади, экологическую чистоту производства, независимость от внешних погодных условий и времени года, создание комфортных условий для рыбы внутри производственных помещений [7, 13]. Однако данная технология обладает и своими недостатками, одним из которых является необходимость следить за химическим составом воды: концентрацией растворенного кислорода в воде, уровнем кислотности воды pH, количеством нитритов, нитратов и аммиака в воде и т.д. Важнейшими химическими параметрами воды являются концентрация растворенного кислорода в воде и уровень кислотности воды [2, 11].

Для разных пород рыбы существуют свои безопасные границы кислотности и нормы по концентрации растворенного кислорода. Полная шкала pH приведена на рисунке 1.

Для тех видов рыб, жизненной средой которых является холодная проточная вода (лосось, форель и т.д.), требуется более высокая концентрация кислорода, чем для рыб, обитающих в теплой слабопроточной воде или в теплых морях (карпы, сомы, угри и т.д.) [4, 12].

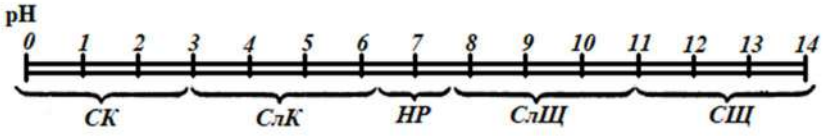

Рисунок 1 – Шкала pH
СК – сильнокислая среда; СлК – слабокислая среда; НР – нейтральная среда;
СлЩ – слабощелочная среда; СЩ – сильнощелочная среда
Figure 1 – pH scale
СК – strongly acidic medium; СлК – slightly acidic medium; НР – neutral environment;
СлЩ – weakly alkaline medium; СЩ – strongly alkaline environment

От pH зависят константы диссоциации многих химических реакций, происходящих в водных растворах. С увеличением pH равновесие между NH_4^+ (аммоний) и NH_3 (аммиак) в водной среде сдвигается в сторону образования NH_3. Для большинства видов рыб NH_3 является высокотоксичным веществом. Если значение pH воды в значительной мере отличается от нейтральной, то вода сама по себе может стать токсичной для большинства гидробионтов.

Изменение уровня кислотности воды оказывает влияние на то, как часто рыба питается, сколько усвоится корма, на прирост массы, уровень газообмена в организме и другие жизненные процессы, а при критических изменениях может привести к гибели рыбы [5, 8, 10].

Во время работы установок замкнутого водоснабжения происходит саморегулирование pH как системой биологической и механической фильтрации, так и организмами, живущими в воде, но это не исключает вероятности возникновения аварийных ситуаций, во время которых pH может опускаться до опасных для рыбы значений [3]. В таких случаях необходимо применять регулирующие вещества, а иногда и полностью перезапускать систему и заново разводить бактерий, живущих в биологическом фильтре. Пример установки замкнутого водоснабжения приведен на рисунке 2.

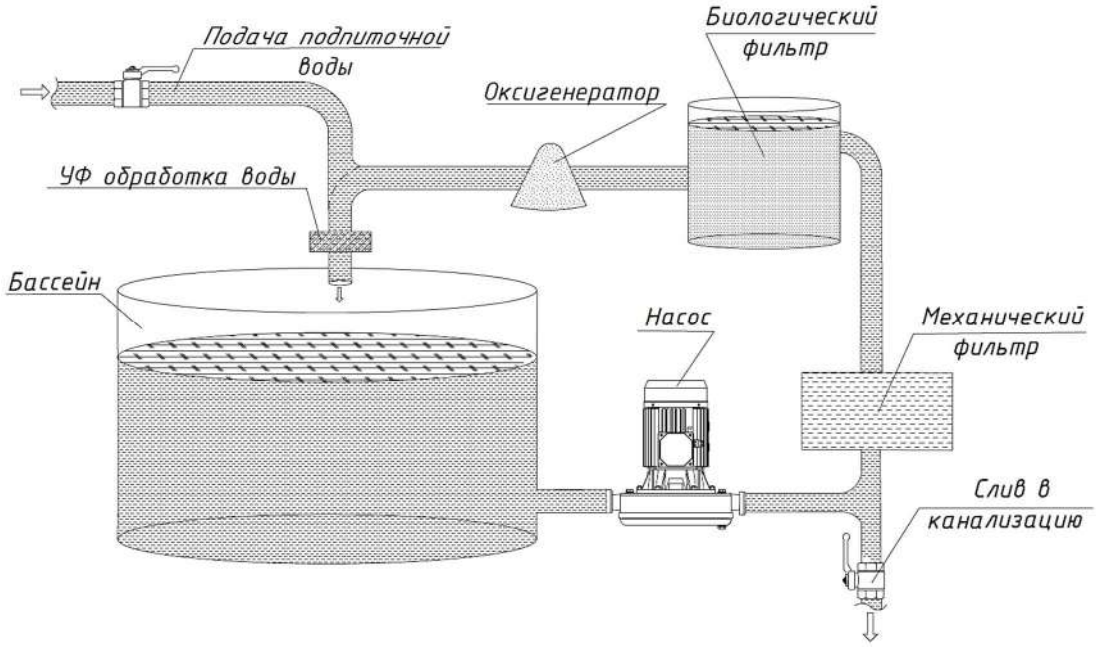

Рисунок 2 – Схема установки замкнутого водоснабжения
Figure 2 – Scheme of the recirculating aquaculture system

Одним из веществ, которые могут предотвратить изменение pH в кислую сторону, является пищевая сода [3]. Она не только дает возможность изменить pH в щелочную сторону при закислении воды, но также питает бактерии – автотрофы, живущие в биологических фильтрах системы, поднимая производительность этих фильтров.

Пищевая сода ($NaHCO_3$) вступает в реакцию с водой с образованием угольной кислоты H_2CO_3, которая диссоциирует на CO_2 и H_2O:

$$NaHCO_3 + H_2O \leftrightarrow Na^+ + HCO_3^{\square}.$$

Теоретически pH рассчитывается по формуле:

$$pH_{теор.} = 7 + (0{,}5 \cdot Pk) + (0{,}5 \cdot \lg(C)), \quad (1)$$

где Pk – константа диссоциации неорганических кислот (табличное значение); C – молярный объем $NaHCO_3$, моль.

Однако результаты такого расчета требуют экспериментальной проверки.

Если при стабильной работе установка может самостоятельно поддерживать уровень pH, то концентрацию кислорода постоянно поддерживают с помощью оксигенераторов, которые насыщают воду кислородом. Процесс насыщения выполняется как перед подачей воды в бассейн, так и в самом бассейне с помощью распылителей.

Насыщенность воды кислородом регулируют с помощью изменения объема воздуха, подаваемого в воду в единицу времени (интенсивности аэрирования). На результат аэрации также оказывает влияние размер пузырьков воздуха, подаваемого аэратором через распылитель. Распылители делятся на три группы: крупнопузырьковые (диаметр пор распылителя до 3,0 мм, образующиеся пузыри воздуха имеют диаметр от 10 до 15 мм), среднепузырьковые (диаметр пор от 1,5 до 3,0 мм, пузыри воздуха – от 5 до 10 мм) и мелкопузырьковые (диаметр пор до 1,0 мм, пузыри воздуха – до 5 мм).

При концентрации растворенного кислорода ниже оптимальных значений рыба начинает дышать чаще, частота сердцебиения может возрасти до 5 раз, компенсируя низкую концентрацию кислорода за счет более частого дыхания, вследствие чего происходит увеличение трат энергии на обеспечение рыбы кислородом [6]. Стоит отметить, что даже в положении покоя рыба расходует до половины всей энергии на процесс дыхания, а при дефиците кислорода для дыхания используется кислород, предназначенный для обмена веществ и прироста массы.

Таким образом, pH и концентрация растворенного в воде кислорода оказывают существенное влияние на рост и развитие рыбы и требуют особого внимания.

Материалы и методы. Проведены экспериментальные исследования изменения pH дистиллированной воды и воды из оборотной системы УЗВ при внесении соды, а также изучен процесс насыщения кислородом воды в зависимости от скорости аэрации.

Схема эксперимента с дистиллированной водой приведена на рисунке 3. В емкость наливалась дистиллированная вода объемом 250 мл, после чего туда вносилась порошковая сода. Для ускорения процесса растворения вносимой соды осуществлялась барботация воды в емкости путем подачи воздуха с помощью распылителя 1 компрессора 4. Измерения кислотности воды производились ранее разработанным pH-метром. При этом данные от датчика поступали в аналоговом виде в АЦП микроконтроллера, преобразовывались в цифровой код и записывались во внешней EEPROM памяти, позволяющей сохранить более 16 000 экспериментальных значений с интервалом между записями 0,5 с. Это позволило получить большой массив экспериментальных данных, что облегчило процесс аппроксимации.

Для определения объема воды в опыте применялась мерная посуда для жидкости, а соду взвешивали на весах с абсолютной погрешностью ± 1 мг. Температура исследуемого раствора поддерживалась в интервале от 20 до 22°C.

Перед проведением каждого опыта вся посуда промывалась дистиллированной водой, воздушный компрессор также помещался в отдельную емкость с дистиллированной водой и некоторое время работал, чтобы из его распылителя удалился щелочной раствор от предыдущего опыта. Массу вносимой соды увеличивали и начинали проведение нового опыта.

Полученные данные считывались из микросхемы памяти с помощью устройства извлечения, в состав которого входит микроконтроллер и интерфейс преобразования данных. Преобразованные данные поступали в компьютер, на котором было установлено специальное программное обеспечение, которое выводило полученные данные на экран монитора.

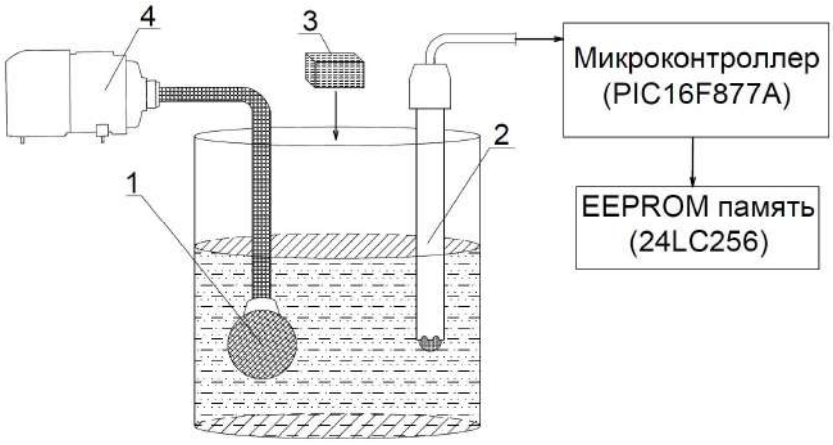

Рисунок 3 – Схема проведения опыта по исследованию pH дистиллированной воды:
1 – распылитель кислорода; 2 – датчик pH; 3 – вносимая сода;
4 – воздушный компрессор.
Figure 3 – Scheme of the experiment on the study of the pH of distilled water:
1 – oxygen atomizer; 2 – pH sensor; 3 – applied soda; 4 – air compressor.

Экспериментальное исследование зависимости pH от концентрации соды в воде проводилось как в дистиллированной воде, так и в воде из УЗВ. В емкость с водой объемом 250 мл вносилась порошковая сода. Путем барботация воды в емкости происходило полное растворение соды (рисунок 4). Измерение кислотности воды производилось аналогично предыдущему эксперименту.

Стоит отметить, что в отличие от дистиллированной воды в воде из УЗВ находилось много такого биологического материала, как остатки кормов, результаты процесса жизнедеятельности рыбы, а также микроорганизмы. Все это оказало влияние на процесс растворения соды и характер изменения pH. Важно было провести опыты непосредственно после забора воды, так как по истечении суток она мутнела, приобретала неприятный запах и по своим параметрам кардинально отличалась от свежей воды из УЗВ.

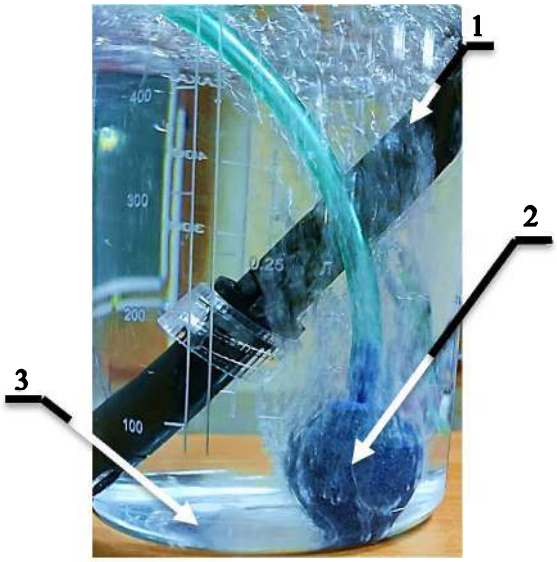

Рисунок 4 – Исследование pH оборотной воды из УЗВ:
1 – датчик pH; 2 – погружаемая часть воздушного компрессора; 3 – внесенная сода
Figure 4 – Investigation of pH of recycled water from closed water supply installations:
1 – pH sensor; 2 – submersible part of the air compressor; 3 – applied soda

Эксперимент по изучению процесса насыщения кислородом воды в зависимости от скорости аэрации проходил в два этапа. На первом этапе устанавливался необходимый режим подачи воздуха, на втором – измерялась концентрация растворенного кислорода.

Применялось следующее оборудование: две емкости с объемом 1 и 5 литров, воздушный компрессор AquaSolid IQ 027 со скоростью подачи воздуха 3 л/м, мелкопузырьковый распылитель, аналоговый датчик растворенного кислорода DFRobot и микроконтроллер Atmega328P.

Для определения скорости аэрации была разработана установка (рисунок 5), состоящая из емкостей 1 и 2. В емкость 2 набиралось 500 мл воды, после чего она помещалась в емкость 1, которая была предназначена для приема вытесняемой жидкости. Для подачи воздуха использовался компрессор 5, а регулирование скорости аэрации осуществлялось краном 4. Было необходимо так отрегулировать кран 4, чтобы 500 мл воздуха вытеснялись за необходимое время. Интервалы времени фиксировались секундомером 6. Для эксперимента были выбраны 5 скоростных режимов подачи воздуха от 0,5 л/м до 2,5 л/м с шагом 0,5 л/м. В таблице 1 приведены данные о времени и соответствующей скорости подачи воздуха.

Таблица 1 – Исходные данные первого этапа эксперимента
Table 1 – Initial data of the first stage of the experiment

Объем вытесняемой жидкости, мл	500				
Время полного вытеснения, с	60	30	20	15	12,5
Скорость подачи воздуха, л/м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

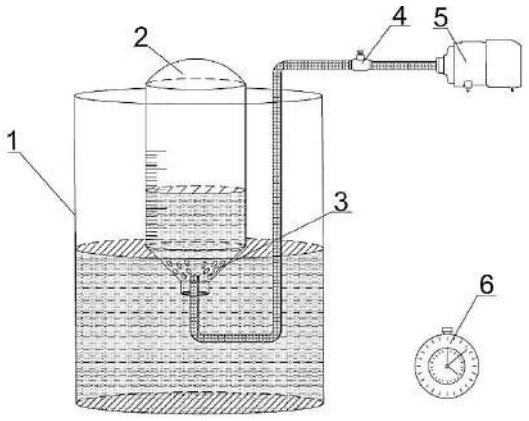

Рисунок 5 – Установка для определения объема подачи воздуха:
1 – большая емкость, 2 – емкость с мерными отметками, 3 – отверстия для отвода воздуха,
4 – регулировочный кран, 5 – воздушный компрессор, 6 – секундомер
Figure 5 – Installation for determining the volume of air supply:
1 – large container, 2 – container with measured marks, 3 – air outlet holes,
4 – adjusting valve, 5 – air compressor, 6 – stopwatch

Воздушный компрессор 5 запускался одновременно с секундомером 6 и производился отсчет времени до того момента, пока из емкости 2 не произойдет вытеснение необходимого объема воды подаваемым воздухом. Зная время и вытесненный объем жидкости, можно было рассчитать скорость подачи воздуха. Как только достигалась требуемая скорость, положение вентиля крана отмечалось цветной меткой.

После тарировки скорости подачи воздуха начинался второй этап (рисунок 6).

Концентрацию растворенного кислорода измеряли в емкости с водой 1, в которую помещался датчик 2 и распылитель 3 воздушного компрессора. Перед началом каждого опыта проводилось измерение температуры воды в емкости, так как этот параметр оказывает влияние на концентрацию растворенного в воде кислорода. Данные от датчика 2 преобразовывались в цифровой код, поступали в компьютер и в режиме реального времени выводились на монитор компьютера.

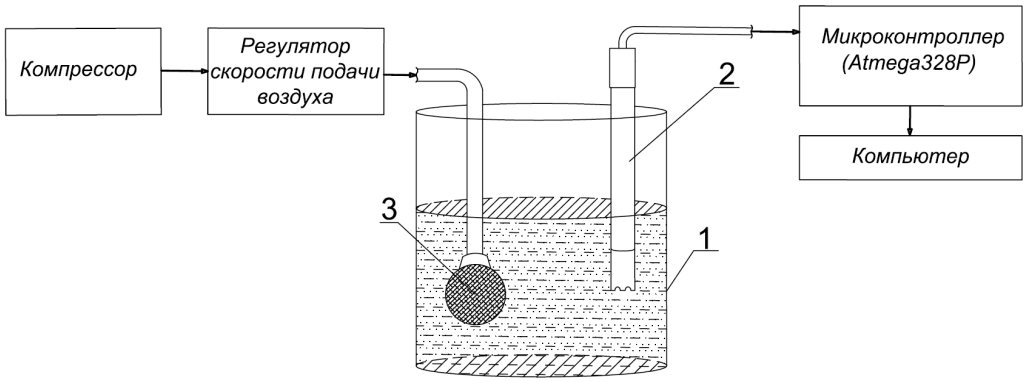

Рисунок 6 – Установка для определения количества растворенного кислорода:
1 – емкость с водой, 2 – датчик растворенного кислорода,
3 – распылитель кислорода

Figure 6 – Installation for determining the amount of dissolved oxygen:
1 – container with water, 2 – sensor of dissolved oxygen, 3 – oxygen atomizer

Результаты и обсуждение. Зависимость изменения pH от времени при различной массе соды, внесенной в воду объемом 250 мл, показана на рисунке 7.

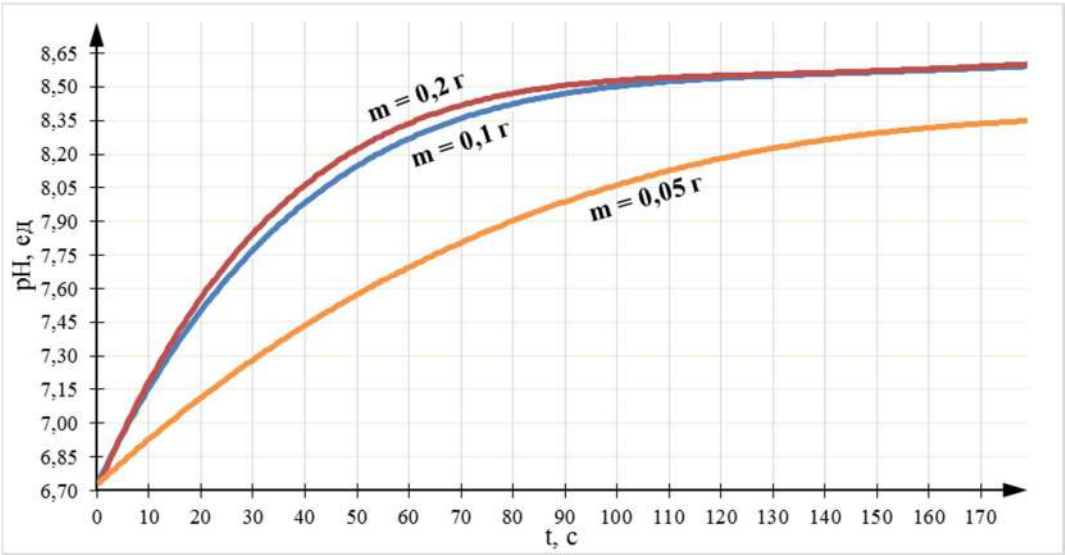

Рисунок 7 – Изменение кислотности воды в функции времени при различной массе вносимой соды

Figure 7 – Change in water acidity as a function of time for various mass transfers of soda

При внесении соды массой 0,05 г рост pH происходил более 170 с, а максимальное значение pH достигло 8,35 ед. При внесении 0,1 г соды pH преодолел значение 8,35 ед. за 70 с, а при внесении 0,2 г – за 60 с. Таким образом, с увеличением массы вносимого вещества скорость роста pH в щелочную сторону увеличивается.

Зависимости изменения максимального значения pH от концентрации растворенной соды для дистиллированной воды и воды из УЗВ показаны на рисунке 8.

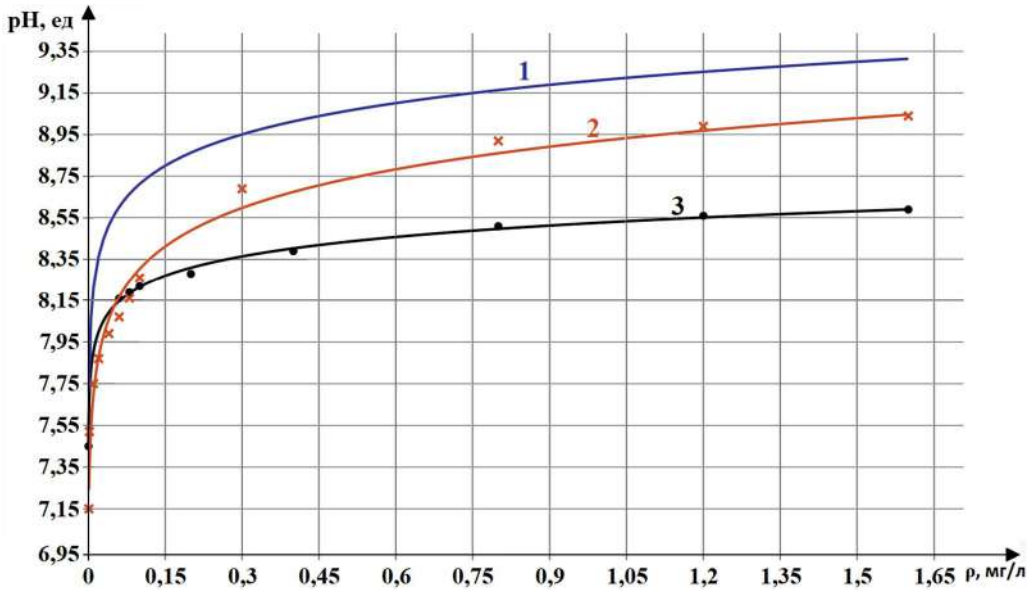

Рисунок 8 – Зависимость максимального значения pH от концентрации соды в воде:
1 – теоретический расчет; 2 – дистиллированная вода, эксперимент;
3 – вода из УЗВ, эксперимент

Figure 8 – Dependence of the maximum pH value on the concentration of water in water: 1 – distilled water, theoretical calculation; 2 – distilled water, experiment; 3 – water from RAS, experiment

С увеличением концентрации соды растет и значение pH. При концентрации растворенной соды 0,1 мг/л значение pH в дистиллированной воде и воде, взятой в установках замкнутого водоснабжения, не превышает 8.15 ед. pH. При концентрации растворенной соды 1,6 мг/л pH воды из УЗВ достигает значения 8.36 ед., а pH дистиллированной воды при той же концентрации превышает 9 ед.

Теоретическая зависимость изменения pH от концентрации растворенной соды была получена на основании уравнения (1). Отметим, что данное уравнение не учитывает сопутствующие факторы, которые влияют на значение pH. К таким факторам можно отнести качество воды, ее вид (дистиллированная, пресная проточная или вода с примесями из УЗВ); не учитывается также и температура раствора, которая оказывает существенное влияние на pH.

Процесс роста pH в зависимости от увеличения концентрации соды происходит быстрее у дистиллированной воды, чем у воды из УЗВ, и начинается с более низкого значения вследствие отсутствия примесей.

У воды из УЗВ pH до внесения соды выше из-за того, что в УЗВ поддерживается оптимальная для разводимой рыбы кислотность, которая может отличаться от нейтральных значений. В воде из УЗВ кислотность увеличивается медленнее, что является следствием содержания в воде микроорганизмов, питающихся содой, а также биологических веществ, преодолевших систему фильтрации.

Изменение pH при внесении соды в воду из УЗВ слабо влияет на уровень кислотности, и ее применение в установках замкнутого водоснабжения не нанесет критического урона разводимой рыбе. Кроме того, сода благоприятно воздействует на микроорганизмы в системе биологической фильтрации воды, что позволяет повысить производительность биологических фильтров.

При исследовании процесса растворения кислорода в воде были получены зависимости концентрации растворенного в воде кислорода от времени при различных режимах подачи воздуха (рисунок 9).

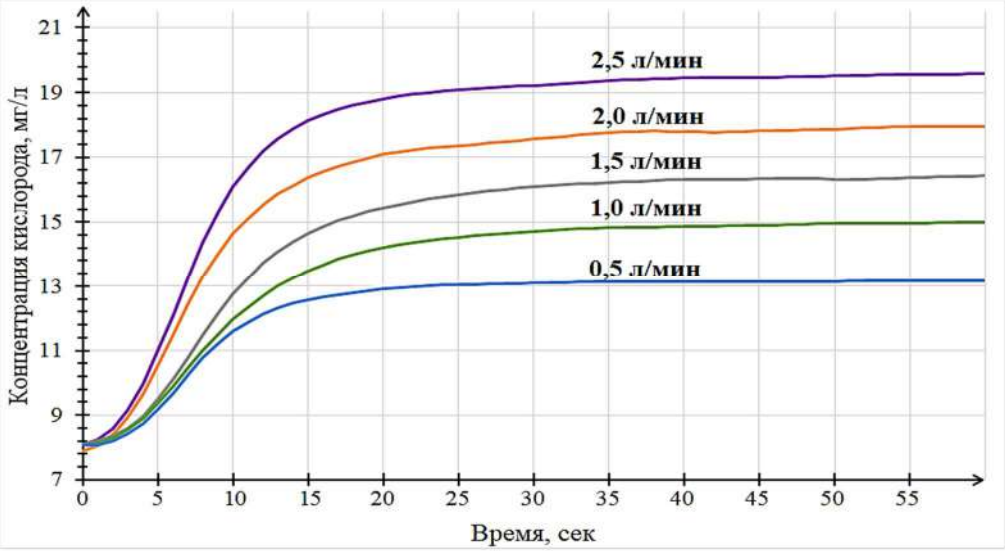

Рисунок 9 – Зависимость концентрации кислорода в дистиллированной воде от времени при различной скорости аэрации

Figure 9 – Time dependence of oxygen concentration in distilled water at different aeration rates

Увеличение скорости аэрации приводило к увеличению максимальной концентрации кислорода в воде и уменьшению времени достижения максимального значения концентрации кислорода. При скоростях аэрации от 0,5 до 2,5 л/мин время достижения максимальной концентрации растворенного кислорода практически не превышало 30 с.

Подаваемый в воду воздух является смесью газов, в которой кислород составляет примерно 23% от всего объема. Если аэрировать воду большими объемами воздуха, то в ней растворятся и другие газы, входящие в его состав, что может негативно сказаться на физическом состоянии рыбы. Обладая информацией о том, как изменяется концентрация растворенного кислорода в зависимости от скорости аэрации, можно осуществлять управление системой подачи кислорода в воду без причинения вреда рыбе.

Выводы. Зависимость изменения pH дистиллированной воды от времени при различной массе вносимой соды показывает, что с увеличением массы происходит увеличение скорости роста pH и его максимального значения.

Процесс роста pH в зависимости от увеличения концентрации соды происходит быстрее у дистиллированной воды, чем у воды из УЗВ, и начинается с более низкого значения.

Увеличение скорости аэрации приводит к увеличению максимальной концентрации кислорода в воде и уменьшению времени достижения максимального значения концентрации кислорода.

Проведенное исследование позволит оптимизировать процессы подачи кислорода и поддержания необходимого уровня pH воды, что позитивно повлияет на производительность биологических фильтров и качество воды в УЗВ.

Conclusions. The dependence of the change in the pH of distilled water on time at different masses of soda introduced shows that with an increase in mass, an increase in the growth rate of pH and its maximum value occurs.

The process of pH growth depending on the increase in soda concentration occurs faster in distilled water than in closed water supply installations, and starts from a lower value.

An increase in the aeration rate leads to an increase in the maximum oxygen concentration in water and a decrease in the time to reach the maximum oxygen concentration.

The study will allow optimizing the processes of oxygen supply and maintaining the required pH level of water, which will positively affect the performance of biological filters and the quality of water in closed water supply installations.

Библиографический список

1. Буяров В. С., Юшкова Ю. А., Буяров А. В. Пути повышения эффективности товарного рыбоводства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 1 (60). С. 161-168.

2. Динамика функционального состояния молоди гибрида русско-ленского осетра при моделировании условий выращивания в установке замкнутого водоснабжения / Е. Н. Пономарева, Г. Ф. Металлов, В. А. Григорьев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2012. № 5 (171). С. 72-76.

3. Евдокимов А. П., Евдокимов Р. А., Черняев А. А. Исследование изменения уровня кислотности воды в установках замкнутого водоснабжения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 480-490.

4. Инновационная биотехнология получения экологически чистой продукции аквабиокультуры в модульной установке замкнутого водоснабжения / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева, А. В. Казарникова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2016. № 3(191). С. 41-48.

5. Инновационные решения в условиях импортозамещения / С. И. Кононенко, Н. А. Юрина, Е. А. Максим, А. З. Утижев // Вестник аграрной науки Дона. 2016. № 3 (35). С. 93-99.

6. Камшилов И. М., Запруднова Р. А. Особенности гемоглобиновой системы окуня (Perca fluviatilis L.) // Вестник Мордовского университета. 2015. Т. 25. № 2. С. 152-157.

7. Кононенко Р. В. Использование установки замкнутого водоснабжения для производства рыбопродукции // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2015. № 3. С. 37-47.

8. Пронина Г. И. Возможность повышения иммунной устойчивости гидробионтов в аквакультуре // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 180-182.

9. Разработка и возможности применения робототехнического устройства для мониторинга экологической обстановки на водных объектах / В. Е. Костин, И. Н. Хлобжева, Н. А. Соколова [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2022. № 6 (54).

10. Рыбоводно-биологическая характеристика сибирского осетра при выращивании на основе комбикормов с белковым концентратом из белого люпина / Д. А. Ранделин, М. И. Сложенкина, А. М. Я. Эльебяри Мохсен, Е. С. Воронцова, Ю. М. Батракова // Известия НВ АУК. 2021. № 3 (63). С. 218-226.

11. Совершенствование процессов товарного выращивания тепловодных объектов аквакультуры / Е. Г. Васильева, И. В. Мельник, В. И. Кантемиров, В. Н. Крючков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 3 (55). С. 258-264.

12. Хрусталев Е. И., Молчанова К. А., Пекарскайте В. В. Оценка эффективности выращивания угря в установке замкнутого водоиспользования // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 5 (19). С. 59-63.

13. Шишанова Е. И., Новосадов А. Г., Маилкова А. В. Осетровые рыбы как объект разведения в искусственных условиях с зимней паузой роста (на примере электрогорской ГРЭС им. Классона) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 4 (20). С. 176-178.

References

1. Buyarov V. S., Yushkova Yu. A., Buyarov A. V. Ways to increase the efficiency of commercial fish farming // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2019. V. 12. № 1 (60). Pp. 161-168.

2. Dynamics of the functional state of the juvenile hybrid of the Russian-Lena sturgeon when modeling growing conditions in a closed water supply plant / E. N. Ponomarev, G. F. Metallov, V. A. Grigoriev [et al.] // Izvestia of higher educational institutions. North Caucasus region. Series: Natural Sciences. 2012. № 5 (171). Pp. 72-76.

3. Evdokimov A. P., Evdokimov R. A., Chernyaev A. A. Research of changing the level of water acidity in closed water supply plants // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: science and higher professional education. 2022. № 2 (66). Pp. 480-490.

4. Innovative biotechnology of obtaining environmentally friendly aquabioculture products in a modular closed water supply plant / G. G. Matishov, E. N. Ponomarev, A. V. Kazarnikova [et al.] // Izvestia of higher educational institutions. North Caucasus region. Series: Natural Sciences. 2016. № 3 (191). Pp. 41-48.

5. Innovative solutions in import substitution / S. I. Kononenko, N. A. Yurina, E. A. Maxim, A. Z. Utizhev // Bulletin of Agricultural Science Don. 2016. № 3 (35). Pp. 93-99.

6. Kamshilov I. M., Zaprudnova R. A. Features of the hemoglobin system of perch (Perca fluviatilis L.) // Bulletin of the University of Mordovia. 2015. V. 25. № 2. Pp. 152-157.

7. Kononenko R. V. Using a closed water supply plant for the production of fish products // Fish farming and fisheries. 2015. № 3. Pp. 37-47.

8. Pronina G. I. The possibility of increasing the immune resistance of hydrobionts in aquaculture // Izvestia of the Orenburg State Agrarian University. 2014. № 3 (47). Pp. 180-182.

9. Development and possibilities of using a robotic device for monitoring the environmental situation on water bodies / V. E. Kostin, I. N. Khlobzheva, N. A. Sokolova [et al.] // AgroEcoInfo. 2022. № 6 (54).

10. Fish and biological characteristics of Siberian sturgeon when grown on the basis of combined feed with protein concentrate from white lupin / D. A. Randelin, M. I. Stastenkin, A. M. Ya. Elebyari Mohsen, E. S. Vorontsova, Yu. M. Batrakova // Izvestia NV AUK. 2021. № 3 (63). Pp. 218-226.

11. Improvement of the processes of commercial cultivation of thermal water aquaculture objects / E. G. Vasilyeva, I. V. Melnik, V. I. Kantemirov, V. N. Kryuchkov // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: science and higher professional education. 2019. № 3 (55). Pp. 258-264.

12. Khrustalev E. I., Molchanova K. A., Bakarskaite V. V. Assessment of the effectiveness of eel cultivation in a closed water use plant // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2017. № 5 (19). Pp. 59-63.

13. Shishanova E. I., Novosadov A. G., Mailkova A. V. Sturgeon fish as an object of breeding in artificial conditions with a winter pause in growth (on the example of the Klasson Electrogorsk State District Power Plant) // Izvestia of the Orenburg State Agrarian University. 2008. № 4 (20). Pp. 176-178.

Информация об авторах

Евдокимов Алексей Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, Южный Федеральный округ, Волгоградская область, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), тел. 8 (961) 073-77-48, e-mail: apevdokimov@yandex.ru

Комарова Валерия Ивановна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Химия и микробиология», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, Южный Федеральный округ, Волгоградская область, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), тел. +7 (8442) 41-10-22, e-mail: vivkomarova.ptit@volgau.com

Черняев Артем Андреевич, аспирант кафедры «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, Южный Федеральный округ, Волгоградская область, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), тел. 8 (902) 652-60-82, e-mail: www_artemka_ru@mail.ru

Authors Information

Evdokimov Alexey Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department "Electrical Equipment and Electrical Equipment of Agricultural Enterprises" of the Volgograd State Agrarian University (400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), tel. 8 (961) 073-77-48, e-mail: apevdokimov@yandex.ru

Komarova Valeria Ivanovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Food and Microbiology, Volgograd State Agrarian University (400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), tel. +7 (8442) 41-10-22, e-mail: vivkomarova.ptit@volgau.com
Chernyaev Artem Andreevich, postgraduate student of the Department "Electrical Equipment and Electrical Facilities of Agricultural Enterprises", Volgograd State Agrarian University (400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), tel. 8 (902) 652-60-82, e-mail: www_artemka_ru@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-55

IMPROVEMENT OF THE IRRIGATION SYSTEM USING THE TRANSPORT FUNCTION FOR RECLAMATION OF SALT FLATS

A. V. Mayer

Federal State Budget Science Center «All-Russian Scientific Research Institute of Hydrotechnics and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov»
Moscow, Russian Federation

Corresponding author E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Received 22.05.2023 Submitted 15.08.2023

Summary

As a result of the improvement of the irrigation system with the purification of exhaust gases with subsequent activation of irrigation water with carbon dioxide, it will allow us to abandon significant structural elements developed in the previous similar irrigation system, such as a compressor for pumping air and a mixer for saturating irrigation water with purified carbon dioxide, which will reduce the cost and simplify the low-volume irrigation system during its further operation.

Abstract

Introduction.In the Volgograd region, up to 10% of arable land falls on saline soils. Russian and foreign scientists have proved what a positive effect carbon dioxide (CO_2) has on improving the soil structure. **Object**. The object of the study is the principle of purification of diesel engine exhaust gases from exhaust gases from toxic substances by means of an oxidizing catalyst and the mode of intake of purified gas with its supply to the irrigation system to activate irrigation water with subsequent delivery to water outlets, thereby ensuring its solubility in the soil for reclamation of salt pans. **Materials and methods**. The research material was the structural elements of the drip irrigation system and a separate device installed in the irrigation system for cleaning exhaust gases by means of an oxidizing catalyst with subsequent activation of irrigation water with purified carbon dioxide. The development of the theoretical foundations of the solonetz process by K.K. Gedroits was used, in the formation of unfavorable water-physical and chemical properties, to establish the leading role of exchange-absorbed sodium in solonetzic soils. **Results and conclusions**. The introduction of an oxidizing catalyst into the design of the irrigation system will make it possible to clean the exhaust gases from toxic substances. After passing through the oxidizing catalyst, the exhaust gases react with precious metals located in the ceramic cells of the catalyst device, the exhaust gases are converted into carbon dioxide and water ($CO_2 + H_2O$). Then the purified carbon dioxide is mixed with irrigation water during water intake and transported to distribution and irrigation pipelines and fed into the soil.

Key words: *irrigated lands, salt wells, irrigation system, reclamation of salt licks.*

Citation. Mayer A. V. Improvement of the irrigation system using the transport function for reclamation of salt flats. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2023. 3(71). 565-573 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-55.
Author Contribution. The author of this study was directly involved in the planning, execution, or analysis of this study. The author of this article has reviewed and approved the final version presented.
Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.