



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A01K 61/00 (2024.01); C12N 1/20 (2024.01); C02F 3/34 (2024.01); C12R 2001/38 (2024.01); C12R 2001/46 (2024.01); C12R 2001/125 (2024.01); C12R 2001/225 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023122933, 04.09.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.09.2023

Дата регистрации:
22.07.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.09.2023

(45) Опубликовано: 22.07.2024 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

344003, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1,
ДГТУ, отдел интеллектуальной собственности,
Лобова Екатерина Викторовна

(72) Автор(ы):

Яронтовский Василий Евгеньевич (RU),
Ткачева Ирина Васильевна (RU),
Байдук Елена Алексеевна (RU),
Попова София Николаевна (RU),
Карасёва Александра Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Донской государственный
технический университет" (ДГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2721534 C1, 19.05.2020.

ТКАЧЕВА И.В., ПОЛЯКОВ В.С. "Способ
водоподготовки для запуска бифлоковой
системы на основе пробиотиков с разными
композициями"; Рыбоводство и рыбное
хозяйство, 2019, N 11, с.62,63; таблица 1. CN
107593546 A, 19.01.2018. VASARA RJ et al.
"Biofloc technology: An innovative approach to
zero-water exchange and tentative (см. прод.)

(54) СПОСОБ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ BIOFLOC TECHNOLOGY

(57) Реферат:

Изобретение относится к биотехнологии. Предложен способ культивирования гидробионтов, включающий добавление в бассейн с водой смеси пробиотических микроорганизмов *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus paracasei*, *Streptococcus termophilus*; *Pseudomonas aureofaciens*, аэрацию и перемешивание воды восходящими потоками водовоздушной смеси со дна бассейна при помощи 6 диффузоров на EPDM мембране и поршневого компрессора; при достижении нулевого уровня содержания общего аммонийного азота в воде в бассейн высаживают гидробионтов и начинают их культивирование. При этом контролируют уровень общего аммонийного азота, растворенного кислорода,

количество активного ила; при достижении пороговых значений активного ила из бассейна осуществляют слив воды с частицами активного ила, для восполнения слитой воды в бассейн доливают очищенную воду до тех пор, пока количество активного ила не будет доведено до безопасного уровня для культивируемых гидробионтов. Для питания микроорганизмов в воду бассейна добавляют свекловичную мелассу в количестве 5-18 г мелассы на 1 г азота в воде, пока концентрация общего аммонийного азота не будет снижена до безопасного уровня для выращиваемых гидробионтов. Изобретение обеспечивает расширение арсенала способов подготовки среды для выращивания объектов

аквакультуры. 1 табл.

(56) (продолжение):

zero-feed system: A review"; 2020, Journal of entomology and zoology studies, N8(2), 1036-1040.

R U
2 8 2 3 3 4 8
C 1

R U
2 8 2 3 3 4 8
C 1



(51) Int. Cl.
A01K 61/00 (2006.01)
C12N 1/20 (2006.01)
C02F 3/34 (2006.01)
C12R 1/38 (2006.01)
C12R 1/46 (2006.01)
C12R 1/125 (2006.01)
C12R 1/225 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

A01K 61/00 (2024.01); C12N 1/20 (2024.01); C02F 3/34 (2024.01); C12R 2001/38 (2024.01); C12R 2001/46 (2024.01); C12R 2001/125 (2024.01); C12R 2001/225 (2024.01)

(21)(22) Application: **2023122933, 04.09.2023**(24) Effective date for property rights:
04.09.2023Registration date:
22.07.2024

Priority:

(22) Date of filing: **04.09.2023**(45) Date of publication: **22.07.2024** Bull. № 21

Mail address:

**344003, g.Rostov-na-Donu, pl. Gagarina, 1, DGTU,
 otdel intellektualnoj sobstvennosti, Lobova
 Ekaterina Viktorovna**

(72) Inventor(s):

**Iarontovskii Vasilii Evgenevich (RU),
 Tkacheva Irina Vasilevna (RU),
 Baiduk Elena Alekseevna (RU),
 Popova Sofiia Nikolaevna (RU),
 Karaseva Aleksandra Iurevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
 obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
 obrazovaniia «Donskoi gosudarstvennyi
 tekhnicheskii universitet» (DGTU) (RU)**

(54) METHOD OF CULTIVATING HYDROBIONTS USING BIOFLOC TECHNOLOGY

(57) Abstract:

FIELD: biotechnology.

SUBSTANCE: disclosed is a method of cultivating hydrobionts, which involves adding a mixture of probiotic microorganisms to a pool with water *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus paracasei*, *Streptococcus thermophilus*; *Pseudomonas aureofaciens*, aeration and mixing of water with ascending flows of water-air mixture from the bottom of pool using 6 diffusers on the EPDM membrane and a piston compressor; upon reaching zero level of total ammonium nitrogen content in water, hydrobionts are planted in the pool and their cultivation is started. Level of total ammonium nitrogen, dissolved oxygen, the amount of active sludge is

controlled; when threshold values of active sludge are reached, water with active sludge particles is drained from the pool, to replenish drained water, purified water is added to the pool until the amount of active sludge is brought to a safe level for cultivated hydrobionts. To feed microorganisms, beet molasses is added to the pool water in amount of 5–18 g of molasses per 1 g of nitrogen in the water, until concentration of total ammonium nitrogen is reduced to a safe level for grown hydrobionts.

EFFECT: invention widens the range of methods for preparing a medium for growing aquaculture objects.
 1 cl, 1 tbl

Изобретение относится к индустриальной аквакультуре, то есть выращиванию гидробионтов в замкнутых системах с регулируемыми и заданными параметрами среды обитания.

Одним из важных технологических этапов эксплуатации установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) в аквакультуре является вывод в рабочий режим аппарата биологической очистки воды. В конструкцию известных УЗВ входят аппараты биоочистки, которые должны содержать необходимое количество биоплёнки - сообществ микроорганизмов, которые осуществляют очистку воды от отходов жизнедеятельности гидробионтов. Начальный период эксплуатации любой УЗВ характеризуется тем, что в аппарате биоочистки отсутствует необходимое количество биоплёнки, осуществляющей очистку. Увеличение объема биоплёнки до необходимых значений требует значительного времени и материальных затрат.

Известен способ подготовки аппаратов биоочистки рыбоводных установок с системой оборотного водоснабжения для выращивания гидробионтов [Патент RU № 2304881 МПК А01К 61/00, опубл. 27.08.2007] путем внесения в аппарат биоочистки культур нитрификаторов и денитрификаторов с последующим ежедневным внесением хлорида аммония.

Известен способ вывода на рабочий режим биоочистки УЗВ путем внесения в аппараты биоочистки культур нитрификаторов и денитрификаторов и веществ, необходимых для их развития [см. Башкатов В.Ф., Максименко В.И., Морозов Г.Г. К вопросу выращивания рыб в установках с замкнутой системой водоснабжения /Технические средства марикультуры // М: ВНИРО, 1986. - С.147-151].

Известно устройство замкнутого водоснабжения УЗВ [Патент RU № 2637522 МПК А01К 61/00, опубл. 05.12.2017], которое включает взаимодействующие между собой посредством водопроводов и информационно-коммутиционных каналов блоки выращивания гидробионтов, стабилизационный водяной танк, блок механической фильтрации, блок биологического обогащения воды, денитрификационный биофильтр, нитрификационный биофильтр, канал аэрации, блок ультрафиолетового облучения, бойлер, блок стабилизации рН воды, насос, первый воздушный компрессор, рыбные танки, резервный танк для воды, второй воздушный компрессор, блок подачи свежей воды, блок отвода отработанной воды и осадочных фракций, первый, второй и третий затворы, блок уровневой автоматики, блок слежения и управления параметрами воды, насос откачки осадочных фракций из блока биологического обогащения воды, смеситель, насос блока биологического обогащения воды и насос резервного танка воды.

Существующие способы культивирования гидробионтов в замкнутых установках водоснабжения (УЗВ) дорогостоящие, трудоёмкие и включают в себя большое количество оборудования.

Известен способ водоподготовки для культивирования гидробионтов в замкнутых объемах [Патент RU № 2721534, МПК А01К 61/00, опубл. 19.05.2020], принятый за прототип, заключающийся в том, что проводят водоподготовку воды, аэрацию воды, контроль качества воды, посадку гидробионтов, кормление, механическую и биологическую фильтрацию, а при достижении предельной плотности посадки - рассадку гидробионтов в другие бассейны, отличающийся тем, что рыбоводный бассейн заливают водой с гидрохимическими и физическими параметрами, необходимыми для жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов в качестве которых используют полезные микроорганизмы *Bacillus subtilis*, аэрацию воды создают восходящими потоками водовоздушной смеси со дна бассейна, водоподготовку воды проводят в

течение 7-14 дней, в процессе которой создают питательную среду для пробиотических микроорганизмов, добавляя в бассейн в первый день 0,2 л/м³ патоки, 5-10 мл/м³ пробиотических микроорганизмов, а после 7-14 дней, когда в толще воды образуются парящие частицы активного ила, представляющие бактериальную биомассу

5 микроорганизмов *Bacillus subtilis*, перерабатывающих продукты жизнедеятельности гидробионтов в собственную биомассу, начинают ежедневно контролировать качество биологически очищаемой воды по аммонийному азоту, нитритам и нитратам, и на 8-14 день, а когда уровень общего аммонийного азота в воде снижается до 0 мг/л, водоподготовку заканчивают, и в бассейн высаживают гидробионтов (рыбу и/или

10 беспозвоночных), при этом в процессе культивирования продолжают отслеживать уровень общего аммонийного азота, количество активного ила и растворённого кислорода, и при достижении пороговых значений активного ила, из бассейна начинают сливать отработанную воду и доливать чистую, при этом для поддержания жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов в воду бассейна добавляют

15 углеродосодержащие вещества в соотношении 6-20 грамм углерода на 1 грамм азота в воде.

Недостатками является применение пробиотических микроорганизмов только рода *Bacillus subtilis*, которые не позволяют запустить процесс водоподготовки в более ускоренном режиме и не отвечают всем необходимым лечебно-профилактическим

20 задачам, предъявляемым по содержанию к флоковой среде.

Задачей изобретения является осуществление быстрой и эффективной водоподготовки в системе Biofloc за счет применения комплекса пробиотических штаммов.

Технический результат заключается в повышении качества выращиваемой рыбной продукции, уменьшения количества необходимого оборудования для выращивания

25 гидробионтов, снижения количества затрачиваемых энергетических, земельных и водных ресурсов, а также снижение вредного воздействия на окружающую среду.

Технический результат достигается за счет того, что способ культивирования гидробионтов заключается в том, что в бассейн с водой добавляют смесь пробиотических штаммов, осуществляют аэрацию и перемешивание воды восходящими потоками

30 водовоздушной смеси со дна бассейна при помощи шести диффузоров на EPDM мембране и поршневого компрессора, при достижении нулевого уровня содержания общего аммонийного азота в воде, в бассейн высаживают гидробионтов и осуществляют процесс их выращивания, причем в процессе выращивания отслеживают уровень общего аммонийного азота, растворенного кислорода, водородный показатель, температуру

35 воды, нитриты, нитраты и количество активного ила, при достижении пороговых значений активного ила, из бассейна осуществляют слив воды с частицами активного ила, для восполнения слитой воды в бассейн доливают очищенную воду до тех пор, пока количество активного ила не будет доведено до безопасного уровня для выращиваемых объектов аквакультуры, при этом в воду бассейна для питания

40 микроорганизмов периодически добавляют свекловичную мелассу, в соотношении 5-18 г мелассы на 1 г азота в воде до тех пор, пока концентрация общего аммонийного азота не будет снижена до безопасного уровня для выращиваемых объектов аквакультуры, причем пробиотические штаммы добавляют в следующем объеме:

- 45 *Bacillus subtilis* – 2,5 мл/м³;
- Lactobacillus paracasei* – 2,5 мл/м³;
- Streptococcus termophilus* – 2,5 мл/м³;
- Pseudomonas aureofaciens* – 2.5 мл/м³.

Мембрана EPDM – высокопрочный и эластичный гидроизоляционный материал, получаемый на основе этиленпропиленового каучука, армированного полимерными волокнами.

Заявленный способ культивирования гидробионтов по технологии Biofloc Technology подразумевает применение интенсивной водоподготовки, путем внесения подобранных штаммов *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus paracasei*, *Streptococcus thermophilus*, *Pseudomonas aureofaciens* пробиотических культур для работы системы Biofloc, тем самым ускоряя процесс вселения гидробионта, поддерживая его физиологическое состояние за счет лечебно-профилактического влияния. Было проведено исследование, в ходе которого

Bacillus subtilis - сенная палочка или травяная палочка, представляет собой грамположительную каталазу-положительную бактерию, обитающую в почве и желудочно-кишечном тракте жвачных, людей и морских губок. Как представитель *Bacillus*, *B. subtilis* имеет палочковидную форму и может образовывать прочную, защитную эндоспору, что позволяет ему переносить экстремальные условия окружающей среды. *B. subtilis* исторически классифицировался как облигатный аэроб, хотя существуют доказательства того, что это факультативный анаэроб. *B. subtilis* считается наиболее изученной грамположительной бактерией и модельным организмом для изучения репликации бактериальных хромосом и дифференцировки клеток. Это один из бактериальных чемпионов по производству секретуемых ферментов, который используется в промышленных масштабах биотехнологическими компаниями.

Lactobacillus paracasei (обычно сокращенно *Lc. paracasei*) - грамположительный гомоферментативный вид молочнокислых бактерий, которые обычно используются при ферментации молочных продуктов и в качестве пробиотических культур. *Lc. paracasei* - бактерия, действующая путем комменсализма. Обычно встречается во многих местах обитания человека, таких как кишечный тракт и рот, а также в сточных водах, силосе и ранее упомянутых молочных продуктах. Название включает в себя морфологию палочковидной бактерии (форма бациллы) шириной от 2,0 до 4,0 мкм и длиной от 0,8 до 1,0 мкм.

Штаммы *L. paracasei* были выделены из различных сред, включая молочные продукты, растения или растительные ферменты, а также из желудочно-кишечного тракта человека и животных. Длительный период охлаждения перед желудочно-кишечным транзитом *in vitro* (ЖКТ) не влиял или влиял очень слабо на клеточную резистентность.

Streptococcus thermophilus - стрептококк термофильный, ранее известный как *Streptococcus salivarius* subsp. Термофильный - грамположительная бактерия, ферментирующий факультативный анаэроб из группы *viridans*. Анализ на цитохром, оксидазу и каталазу отрицательный, а на альфа-гемолитическую активность положительный. Он неподвижен и не образует эндоспор. *S. thermophilus* имеет отростки.

Также классифицируется как молочнокислая бактерия. *S. thermophilus* содержится в кисломолочных продуктах и обычно используется в производстве йогурта, наряду с *Lactobacillus delbrueckii* subsp. болгарicus. Эти два вида обладают синергизмом, и *S. thermophilus*, вероятно, обеспечивает *L. d. bulgaricus* фолиевой кислотой и муравьиной кислотой, которые он использует для синтеза пуринов. *S. thermophilus* имеет оптимальный диапазон температур роста 35-42°C (95-108°F), в то время как *L. d. bulgaricus* имеет оптимальный диапазон 43-46°C (109-115 ° F).

Pseudomonas aureofaciens - желтоватая, аэробная, грамотрицательная, подвижная, с полярными жгутиками, палочковидная бактерия, выделенная из глины близ реки Маас. На основании анализа 16S рРНК, *P. aureofaciens* был отнесен к группе *P. chlororaphis*.

Заявленный способ обеспечивает отказ от механического и биологического фильтров,

от систем стерилизации, а также от групп мощных насосов для циркуляции больших масс воды через трубопровод и систему фильтрации биофильтров, что значительно упростит способ культивирования объектов аквакультуры и удешевит реализацию продукции.

5 Способность пробиотиков *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus paracasei*, *Streptococcus termophilus*, *Pseudomonas aureofaciens* утилизировать токсичные продукты жизнедеятельности рыбы в безопасную бактериальную биомассу, позволяют использовать пробиотические микроорганизмы для формирования безопасного
10 активного ила и проводить подготовку воды и культивирование гидробионтов в одной емкости. Это происходит за счет ярко выраженных протеолиптических свойств бактерий *Bacillus subtilis*, а также обладающих набором свойств: антагонистической активности, способности к адгезии на эпителиоцитах кишечника, позволяющие конкурировать с патогенными и условнопатогенными микроорганизмами. Молочнокислые бактерии *Lactobacillus paracasei* – микроаэрофильные грамположительные бактерии, которые
15 сбраживают углеводы с последующим образованием молочной кислоты, живущие за счет процессов брожения, тем самым активно способствуют процессу образования флоков. *Streptococcus termophilus* – шаровидные или яйцевидные грамположительные факультивно-анаэробные активно участвующие в пищеварительной системе и непосредственно в процессе. *Pseudomonas aureofaciens* – грамотрицательные аэробные
20 неспорообразующие бактерии, помогающие в процессе утилизации отходов жизнедеятельности.

Вышеперечисленные пробиотические штаммы значительно улучшают качество воды, т.к. угнетают различные патогенные микроорганизмы, а при попадании внутрь гидробионта благоприятно влияют на организм за счет улучшения его кишечного
25 микробного баланса. Хлопья бактерий, которые являются уникальным составом, подобранным для интенсификации процесса, обладают специфическим положительным влиянием на организм выращиваемого объекта, имеют высокую питательную ценность, богатый источник белков и липидов, доступный и необходимый в качестве корма для гидробионтов. Потребление такого флока культивируемыми организмами, повышает
30 иммунитет и скорость роста, снижает коэффициент конверсии корма, что соответственно снижает общую стоимость производства и сокращает сроки выращивания до товарной массы, а также способствует повышению качества выращиваемой рыбной продукции. Данный подход является новым и актуальным в современном агропромышленном комплексе.

35 Рассмотрим применение способа.

Данный способ был апробирован в лаборатории «Декоративного рыбоводства» Донского государственного технического университета. Для запуска системы Biofloc
были задействованы: бассейн с рабочим объемом 2 м³, система для подачи воздуха, состоящая из 6 диффузоров с EPDM мембраной и поршневого компрессора
40 производительностью 275 л/мин.

Сначала наполняют бассейн водой, объемом 1 м³, вносят одновременно пробиотические штаммы в следующем объеме: *Bacillus subtilis* – 2,5 мл; *Lactobacillus paracasei* – 2,5 мл; *Streptococcus termophilus* – 2,5 мл; *Pseudomonas aureofaciens* – 2.5 мл/м³.
45 Затем вносят в бассейн свекловичную мелассу, в следующем соотношении – 200 г/м³. Ранее были проведены исследования по различным дозировкам пробиотических штаммов и углеродсодержащих веществ. Которые оказались неэффективными. Оптимальной была признана дозировка, которая составляет для четырех

пробиотических штаммов – 10 мл/м³, для углеродсодержащих веществ – 200 г/м³. С точки зрения экономических затрат и рентабельности выращенной продукции, превышение дозировки пробиотических штаммов, нецелесообразно. Также увеличение дозировки пробиотических штаммов и углеродсодержащих веществ выше применяемых в заявленном способе не обеспечивают правильное формирование хлопьев активного ила, тем самым неправильно сформированные частицы активного ила, не будут препятствовать развитию нитчатых бактерий, которые приводят к вспуханию активного ила, а при уменьшении – не гарантирует данных результатов, так как меньшая дозировка не обеспечит запуск системы Biofloc, тем самым процесс водоподготовки не произойдет. Включают компрессор для создания восходящих потоков водо-воздушной смеси.

При достижении нулевого уровня содержания общего аммонийного азота в воде, в бассейн высаживают гидробионтов и осуществляют процесс их выращивания, причем в процессе выращивания отслеживают уровень общего аммонийного азота, растворенного кислорода, водородный показатель, температуру воды, нитриты, нитраты и количество активного ила, при достижении пороговых значений активного ила, из бассейна осуществляют слив воды с частицами активного ила, для восполнения слитой воды в бассейн доливают очищенную воду до тех пор, пока количество активного ила не будет доведено до безопасного уровня для выращиваемых объектов аквакультуры, при этом в воду бассейна для питания микроорганизмов периодически добавляют свекловичную мелассу, в соотношении 5-18 г мелассы на 1 г азота в воде до тех пор, пока концентрация общего аммонийного азота не будет снижена до безопасного уровня для выращиваемых объектов аквакультуры.

В период водозапуска проводят гидрохимический анализ, для корректировки показателей воды. Применение заявленных пробиотических штаммов для данных условий показало положительную динамику в образовании активного ила, что способствовало ускоренному запуску системы и вселению африканского клариевого сома. Система Biofloc была запущена в течении 7 дней. На 8 день прошла адаптация африканского клариевого сома к системе. Данные гидрохимических показателей представлены в таблице 1. По результатам представленных данных, можно сделать вывод, что предложенный способ позволяет за короткий промежуток времени (7 дней) качественно подготовить среду для вселения и адаптации гидробионта, являясь экологически чистой по отношению к выращиванию объектов аквакультуры и в окружающей среде в целом. В отличие от вышеуказанного прототипа, где для процесса водоподготовки используется лишь один пробиотический штамм *Bacillus subtilis*, при этом водоподготовка занимает от 8 до 14 дней. В заявленном способе используется смесь пробиотических штаммов, состоящая из специально подобранных для данных условий штаммов: *Bacillus subtilis*; *Lactobacillus paracasei*; *Streptococcus termophilus*; *Pseudomonas aureofaciens*. Данная смесь пробиотических штаммов, позволяет уменьшить срок водоподготовки до 7 дней, также положительно влияет на пищеварительную систему рыбы. В качестве углеродсодержащего сырья для переработки аммиачных соединений микроорганизмами, применяется свекловичная меласса. Меласса является оптимальным сахаро- и углеродсодержащим компонентом для системы Biofloc, также у нее низкая себестоимость, в отличие патоки, которая применяется в вышеуказанном прототипе. Для улучшенного перемешивания хлопьев активного ила и уменьшения застойных зон, используют систему для подачи воздушной смеси, которая состоит из шести диффузоров на EPDM мембране и поршневого компрессора, в отличие от прототипа, где использовались 4 диффузора на EPDM мембране и вихревая воздухоподводка.

Таблица 1 – Гидрохимические показатели системы Biofloc

День	TAN, мг/л	t, °C	Ph	O ₂ , мг/л	Нитраты (NO ₃), мг/л	Нитриты (NO ₂), мг/л	Меласса, гр.
1 День (Водозапуск)	10	23,2	7,49	8,4	10	0	200
3 День	5	23,7	7,38	8,4	-	-	344
5 День	2	20,4	7,18	8,3	-	-	138
7 День (Окончание водозапуска, вселение африканского клариевого сома в систему)	0	25	6,58	8,6	100	0,1	140

(57) Формула изобретения

Способ культивирования гидробионтов, заключающийся в том, что в бассейн с водой добавляют смесь пробиотических микроорганизмов *Bacillus subtilis*, осуществляют аэрацию и перемешивание воды восходящими потоками водовоздушной смеси со дна бассейна при помощи диффузоров на EPDM мембране и поршневого компрессора, при достижении нулевого уровня содержания общего аммонийного азота в воде в бассейн высаживают гидробионтов и начинают их культивирование, в процессе культивирования контролируют уровень общего аммонийного азота, растворенного кислорода и количество активного ила, при достижении пороговых значений активного ила из бассейна осуществляют слив воды с частицами активного ила, для восполнения слитой воды в бассейн доливают очищенную воду до тех пор, пока количество активного ила не будет доведено до безопасного уровня для культивируемых гидробионтов, при этом в воду бассейна для питания микроорганизмов добавляют углеродсодержащие вещества до тех пор, пока концентрация общего аммонийного азота не будет снижена до безопасного уровня для выращиваемых гидробионтов, отличающийся тем, что в качестве пробиотических микроорганизмов используют наряду с *Bacillus subtilis*; *Lactobacillus paracasei*; *Streptococcus thermophilus*; *Pseudomonas aureofaciens* в виде смеси; а для питания микроорганизмов в воду бассейна добавляют свекловичную мелассу в количестве 5-18 г мелассы на 1 г азота в воде; аэрацию и перемешивание воды осуществляют восходящими потоками водовоздушной смеси со дна бассейна при помощи 6 диффузоров на EPDM мембране.