

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

doi:10.15421/nvlvet8238

ISSN 2518–7554 print  
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 631.82

## Вміст нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра установки замкнутого водопостачання за використання різних типів наповнювача

Н.Є. Гриневич  
gnatbc@ukr.net

*Білоцерківський національний аграрний університет,  
пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна*

*Проведено моніторинг вмісту нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра установки замкнутого водопостачання за використання різних наповнювачів. Під час аналізу нітрифікуючих мікроорганізмів визначали кількісні зміни нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з керамзитовим наповнювачем, з наповнювачем RK PLAST, з наповнювачем KALDNER K1П, з наповнювачем AQ-25 за введення їх в експлуатацію.*

*Аналізували середню кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з різними видами наповнювача за тривалості досліду 30 днів*

*Результат моніторингу кількісних змін нітрифікуючих мікроорганізмів важливо враховувати під час проектування індустріального форелевого господарства. Тип наповнювача реактора біофільтра відіграє ключове значення в очищенні води у системі замкнутого водопостачання, що за останні роки стає стандартним методом біофільтрації в аквакультури. У порівнянні з іншими способами біоочистка пропонує вирішальні переваги як, наприклад, високу ефективність, компактне розміщення і легке обслуговування.*

**Ключові слова:** *нітрифікуючи мікроорганізми, реактор біофільтра, керамзит, пластиковий наповнювач, райдужна форель, установки замкнутого водопостачання.*

## Состав нитрифицирующих микроорганизмов в воде реактора биофильтра установки замкнутого водоснабжения при использовании разных типов наполнителя

Н.Е. Гриневич  
gnatbc@ukr.net

*Белоцерковский национальный аграрный университет  
пл. Соборная, 8/1, м. Белая Церковь, 09117, Украина*

*Проведен мониторинг содержания нитрифицирующих микроорганизмов в воде реактора биофильтра установки замкнутого водоснабжения за использование различных наполнителей. При анализе нитрифицирующих микроорганизмов определяли количественные изменения нитрифицирующих микроорганизмов в воде реактора биофильтра с керамзитовым наполнителем, с наполнителем RK PLAST, с наполнителем KALDNER K1П, с наполнителем AQ-25 по введение их в эксплуатацию.*

*Анализировали среднее количество нитрифицирующих микроорганизмов в воде реактора биофильтра с различными видами наполнителя по продолжительности опыта 30 дней.*

*Результат мониторинга количественных изменений нитрифицирующих микроорганизмов важно учитывать при проектировании индустриального форелевого хозяйства. Тип наполнителя реактора биофильтра играет ключевое значение в*

### Citation:

Grynevych, N. (2017). The content of nitrifying microorganisms in the water of the biofilter reactor for closed water supply system during for the use of different types of filler. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(82), 184–187.

очистке воды в системе замкнутого водоснабжения, что за последние годы становится стандартным методом биофильтрации в аквакультуре. По сравнению с другими способами биоочистка предлагает решающие преимущества как, например, высокую эффективность, компактное размещение и легкое обслуживание.

**Ключевые слова:** нитрифицирующие микроорганизмы, реактор биофильтра, керамзит, пластиковый наполнитель, радужная форель, установки замкнутого водоснабжения.

## The content of nitrifying microorganisms in the water of the biofilter reactor for closed water supply system during for the use of different types of filler

N. Grynevych  
gnatbc@ukr.net

Belotserkovskii national agrarian university.  
Cathedral Pi., 8/1, Bila-Tserkva, 09117, Ukraine

*The monitoring of the content of nitrifying microorganisms in the water of the reactor of the biofilter of the closed water supply system during use of various fillers has been carried out (RAS). During the analysis quantitative changes of nitrifying microorganisms in the water of a biofilter reactor with keramzite filler, with filler RK PLAST, with filler KALDNER KIP, with filler AQ-25 for their putting into operation were determined.*

*The average number of nitrifying microorganisms in the water of a biofilter reactor with different types of filler was analyzed for the duration of the experiment for 30 days.*

*The result of monitoring the quantitative changes of nitrifying microorganisms is important to consider when designing an industrial trout farm. The type of biofilter reactor filler plays a key role in the purification of water in the closed water supply system, which has become the standard method of biofiltration in aquaculture in recent years. Compared to other methods, bio-purification offers crucial benefits such as high efficiency, compact placement and easy maintenance.*

*Microorganisms-nicifiers quickly colonize the biofilter with RK PLAST filler, somewhat slower with the fillers AQ-25 and KALDNER KIP and the slowest with the expanded clay filler. At the same time, the amount of nitrifying microorganisms in the water of the biofilter reactor with RK PLAST filler was 8.91% higher, compared to the expanded clay expanded 6.88% and 4.45% higher than in water filled with AQ-25 and KALDNER KIP.*

**Key words:** nitrifying microorganisms, biofilter reactor, keramzite, plastic filler, rainbow trout, system RAS.

### Вступ

Належне функціонування установок замкнутого водопостачання (УЗВ) залежить як від якості води, що живить установку, так і від зворотної води, що циркулює в установці. У процесі експлуатації у циркулюючій воді установок можуть накопичуватися амоній, нітрити, нітрати і завислі речовини, які у різній мірі впливають на здоров'я риб (Hrebenuk and Konstantynenko, 2015; Hrynevych, 2016). Обов'язковими вузлами очищення й обробки циркулюючої води в УЗВ є механічні барабанні фільтри, блок біологічного очищення, пристрої ультрафіолетової обробки води або озонування, блок терморегуляції та аератор або оксигенатор (Turin et al., 2010). Найефективнішими в УЗВ є механічні барабанні фільтри, які видаляють завислі у воді речовини, і біофільтри, у яких очищення води від шкідливих для риб речовин здійснюють живі мікроорганізми шляхом біологічного окислення і окислювально-відновних реакцій.

**Актуальність.** Особливості використання біофільтрів в установках замкнутого водопостачання в аквакультурі показані у наших попередніх повідомленнях і свідчать, що наповнювачі біофільтрів відіграють одну з ключових ролей для підтримання оптимальних умов для роботи УЗВ (Shekk, 2015; Hrynevych, 2016; Hrynevych, 2017; Hrynevych and Kukhtyn, 2017). Разом з цим досліджень, які показують динаміку зміни кількості нитрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра УЗВ за використання різних наповнювачів ми не виявили у доступній нам літературі, а окремі повідомлення не висвітлюють поставленої проблеми і

є розрізненими (Feofanov and Golosuj, 1986; Prockupenko, 2003; Shekk, 2015).

*Метою і завданнями досліджень* було визначити кількість нитрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з різними видами наповнювача за введення його в технологічний процес і тривалості досліду 30 днів

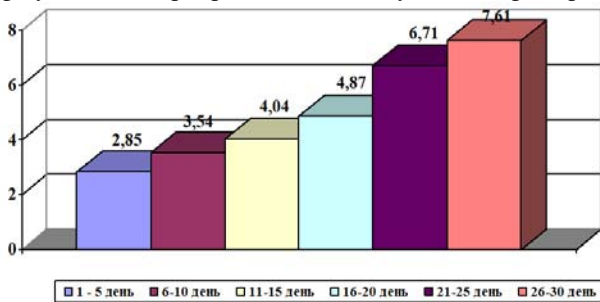
### Матеріал і методи досліджень

У досліді використали чотири види наповнювачів біофільтра: 1 – статичний керамзит; 2 – RK PLAST – який виготовлений із пропліну, корисна (робоча поверхня)  $635 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , діаметр 15/15, вага  $175 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; 3 – AQ-25 – поліпропілен високої щільності HDPE  $312 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , корисна (робоча поверхня)  $226 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , діаметр 25/25, вага  $71 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; 4 KALDNER K1П – поліпропілен високої щільності корисна (робоча поверхня)  $450 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , діаметр 16/10. Матеріалом для дослідження служила вода УЗВ, яку відбирали безпосередньо з біофільтра. Нитрифікуючі мікроорганізми виділяли згідно методики описаної Spieck E.C., Hartwig I. та ін. (Altmann et al., 2003; Spieck et al., 2006).

### Результати та їх обговорення

Біофільтри УЗВ можуть бути спроектовані як фільтри з плаваючим або нерухомим наповнювачем. На сьогоднішній день всі біофільтри, що використовують у рециркуляції, під час експлуатації повністю занурені у воду. Очищення води методом біофільтрації, базується на здатності мікроорганізмів поселятися і

розмножуватися на поверхні наповнювача і переробляти шкідливі для риб речовини, з яких найбільш небезпечними є нітрити, у відносно нешкідливі сполуки. Результати досліджень кількості нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра, в якому наповнювачем є керамзит, показали (рис. 1), що найбільш інтенсивно мікроорганізми заселяють досліджуваній наповнювач у перші п'ять днів після введення біофільтра в експлуатацію. У вказаний період кількість нітрифікуючих бактерій становила в середньому  $2,85 \text{ logKYO/cm}^3$  води. У наступні п'ятнадцять діб кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у воді продовжувала зростати і на 20-й день експлуатації зросла у 1,71 раза, порівняно із початком досліджу, та становила  $4,87 \text{ logKYO/cm}^3$ . Протягом 21–25 дня досліджу кількість досліджуваних мікроорганізмів у воді біофільтра зросла у 1,38 рази, порівняно із 20-м днем дослідження, і досягла найвищого показника на 30-й день досліджу –  $7,61 \text{ logKYO/cm}^3$  води. Саме цей факт може свідчити про повне заселення керамзиту нітрифікуючими мікроорганізмами і запуском біофільтра.

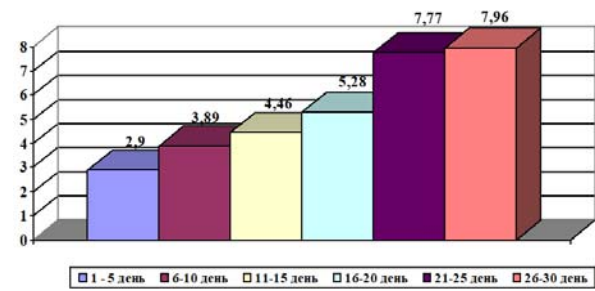


**Рис. 1.** Кількісні зміни нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з керамзитовим наповнювачем, за введення його в експлуатацію,  $\text{logKYO/cm}^3$ ,  $M \pm m$ ,  $n = 12$

Результати досліджень кількості нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра, в якому наповнювачем є RK PLAST, показали, що динаміка заселення наповнювача була такою ж як і при заселенні мікроорганізмами керамзиту (рис. 2). Період адаптації нітрифікуючих мікроорганізмів до наповнювача RK PLAST, який припадає на перші п'ять днів досліджу, не відрізнявся від періоду адаптації до керамзиту, на що вказує майже однакова кількість нітрифікаторів у воді реактора біофільтра –  $2,9 \text{ logKYO/cm}^3$ . У наступні три періоди досліджу кількість нітрифікаторів у воді біофільтра поступово зростала, відповідно на 34,14%, 53,79% і на 20-й день виявилася вищою, порівняно із початком досліджу у 1,82 раза або на  $2,38 \text{ logKYO/cm}^3$  води. Особливої уваги заслуговує період 21–25-й день, у який кількість нітрифікаторів у воді різко зросла, порівняно із попереднім періодом, і становила  $7,77 \text{ logKYO/cm}^3$  води, що у 2,68 раза вище, порівняно із початком досліджу. У останні п'ять днів досліджу кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у воді біофільтра зростала незначно – на 2,44%, порівняно із 21–25 днем, що свідчить про завершення колонізації наповнювача RK PLAST нітрифікаторами.

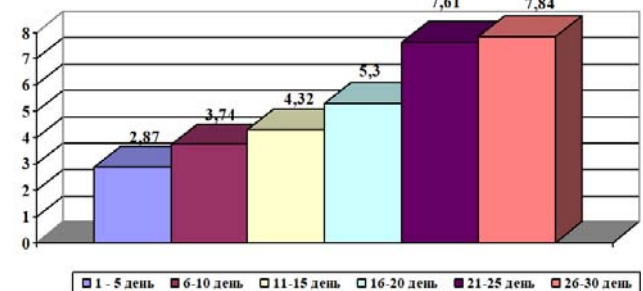
Аналогічно біофільтру з наповнювачем RK PLAST змінювалася кількість нітрифікуючих мікроорганізмів

у воді реактора біофільтра, в якому наповнювачем є AQ-25.



**Рис. 2.** Кількісні зміни нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з наповнювачем RK PLAST, за введення його в експлуатацію,  $\text{logKYO/cm}^3$ ,  $M \pm m$ ,  $n = 12$

При цьому максимальна кількість нітрифікаторів була у останні два періоди досліджу і становила на 25-й день  $7,61$  і на 30-й день  $7,84$  нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра, в якому наповнювачем є AQ-25. Це, ми вважаємо, свідчить про завершення колонізації наповнювача біофільтра нітрифікуючими мікроорганізмами.



**Рис. 3.** Кількісні зміни нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з наповнювачем AQ-25, за введення його в експлуатацію,  $\text{logKYO/cm}^3$ ,  $M \pm m$ ,  $n = 12$

Подібно до двох попередніх пропіленових наповнювачів RK PLASTу і AQ-25, нітрифікатори розмножувалися і у воді біофільтра з наповнювачем KALDNER K1П. Особливістю цього наповнювача є те, що до 21 дня досліджу наростання кількості нітрифікаторів у воді біофільтра відбувалося повільніше, порівняно із іншими досліджуваними поліпропіленовими наповнювачами, і на 20-й день їх кількість становила лише  $5,04 \text{ logKYO/cm}^3$  води.

Аналіз середньої кількості нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з різними видами наповнювача за тривалості досліджу 30 днів (рис. 5) показав, що нітрифікатори найшвидше колонізували біофільтр у якому наповнювачем був RK PLAST, дещо повільніше з наповнювачами AQ-25 і KALDNER K1П і найповільніше де наповнювачем був керамзит. При цьому вищою середня кількість нітрифікуючих мікроорганізмів, порівняно з керамзитом, на 8,91% була у воді реактора біофільтра з наповнювачем RK PLAST, на 6,88% з наповнювачем AQ-25 і на 4,45% з наповнювачем KALDNER K1П.

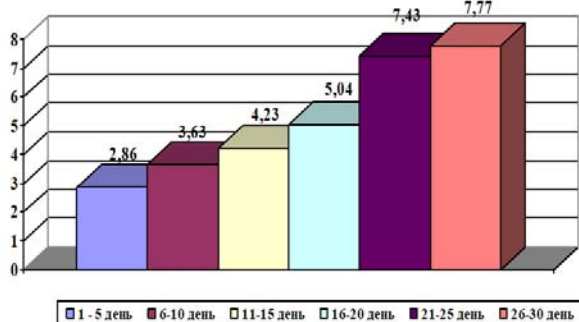


Рис. 4. Кількісні зміни нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з наповнювачем KALDNER K1P, за введення його в експлуатацію,  $\log \text{КУО}/\text{см}^3$ ,  $M \pm m$ ,  $n = 12$

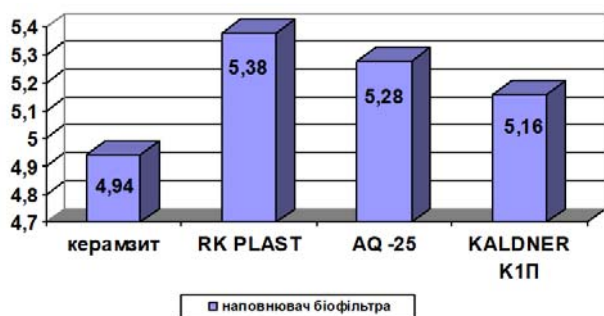


Рис. 5. Середня кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з різними видами наповнювача за тривалості дослідження 30 днів,  $\log \text{КУО}/\text{см}^3$ ,  $M \pm m$ ,  $n = 12$

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра була вищою за використання пропіленових наповнювачів, порівняно із керамзитовим наповнювачем за введення його в технологічний процес і тривалості дослідження 30 днів

### Висновки

Мікроорганізми-нітрифікатори найшвидше колонізують біофільтр з наповнювачем RK PLAST, дещо повільніше з наповнювачами AQ-25 і KALDNER K1P і найповільніше з керамзитовим наповнювачем. При цьому кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра з наповнювачем RK PLAST була на 8,91% більшою, порівняно з керамзитом наповнювачем і на 6,88% та 4,45% більша, ніж у воді з наповнювачем AQ-25 і KALDNER K1P.

### Бібліографічні посилання

Tyrin, D.V., Kovacheva, N.P., Nazartseva, M.Iu. (2010). Vplyv temperatury vody i typu napovniuvacha na zapusk biofiltra v kholodnovodnykh ustanovkakh iz

zamknutym tsyklom vodovykorystannia dlia utrymanna rakopodobnykh. Trudy «VNYRO». 148, 131–136 (in Ukrainian).

Hrebeniuk, T.V., Konstantynenko, H.V. (2015). Metody ochystky vody na rybovodnykh pidpriemstvakh v umovakh vyroshchuvannya ryby v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannia. Visnyk NTUU «KPI». 28, 110–114 (in Ukrainian).

Hrynevych, N.Ie. (2016). Osoblyvosti vykorystannia biofiltriv z riznyimi typamy napovniuvacha v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannia v akvakulturi. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho. 18, 3(70), 57–61 (in Ukrainian).

Hrynevych, N.Ie. (2017). Vplyv mikrobiolohichnoho startera napovniuvacha biofiltra «Filtronorm – D» na intensyvniat nityfikuiuchy protsesiv mikroflory reaktora biofiltra pid chas zapusku UZV dlia vyroshchuvannya raiduzhnoi foreli. Ahrarnyi visnyk Prychornomia. 83, 33–38 (in Ukrainian).

Hrynevych, N.Ie., Kukhtyn, M.D. (2017). Mikrobiolohichniy starter napovniuvacha biofiltra forelevoho inkubatora v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannia «Filtronorm – D»: TU Ukrainy. 10.9-00493712-001:2017 (in Ukrainian).

Bogdanova, L.A., Perminova, E.B., Puhovskij, A.B., Asarova, M.H. (1988). Mineral'nyj sostav vodnoj srody v zamknutyh rybovodnyh sistemah. Industrial'noe rybovodstvo v zamknutyh sistemah: sb. nauchn. trudov. M.: Izd-vo VNIIPRH, 18–23 (in Russian).

Ppockupenko, I.V. (2003). Zamknute pybovodnye ustanovki. M.: Izdatel'ctvo VNIPO (in Russian).

Feofanov, Ju.A., Golosuj, V.P. (1986). K vyboru metodov ochistki oborotnoj vody industrial'nyh rybovodnyh hozjajstv s zamknutym ciklom vodoispol'zovanija. Tehniceskie sredstva marikul'tury: sb. nauchn. trudov. M.: Izd-vo VNIRO, 152–158 (in Russian).

Shekk, P.P. (2015). Recirkuljacionnye sistemy dlja kul'tivirovanija kefalevih kambalovih ryb. Voprosy ribnogo hazjajstva Belarusi. 31, 117–126 (in Russian).

Spieck, E.C., Hartwig, I., McCormack, F., Maixner, M. (2006). Selective enrichment and molecular characterisation of a previously uncultured *Nitrospira*-like bacterium from activated sludge. Environ. Microbiol. 8, 405–415.

Altmann, D., Stief, P., Amann, R., De Beer, D., Schramm, A. (2003). In situ distribution and activity of nitrifying bacteria in freshwater sediment. Environ. Microbiol. 5, 798–803.

Received 9.10.2017

Received in revised form 3.11.2017

Accepted 7.11.2017