

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК 619:639.2.09;639.3.09

ГРИНЕВИЧ Н. Є.

gnatbc@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

ВПЛИВ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СТАРТЕРА НАПОВНЮВАЧА БІОФІЛЬТРА «ФІЛЬТРОНОРМ-Д» НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ

Створення у біофільтрах сприятливих умов для існування біоценозів забезпечує установка замкнутого водопостачання (УЗВ) від токсичної дії нітритів, яким донедавна як токсикантам для водних організмів не надавали великого значення. Однак встановлено, що вони дуже токсичні для риби і водних безхребетних. Метою роботи було дослідити вплив мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д" на поведінку дорослої райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ. Дослідження проводили у Східноукраїнському центрі по розведенню цінних видів риб в умовах замкнутого водопостачання при вирощуванні райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*). У першому варіанті оцінювали клінічні ознаки дорослої райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST – контроль. У другому варіанті оцінювали клінічні ознаки дорослої райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST та додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" – дослід. У дослідній групі у воду біофільтра вносили розроблений нами мікробіологічний стартер наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д", який містить живі культури нітрифікуючих і денітрифікуючих бактерій у кількості – 10^7 КУО в 1 см³. "Фільтронорм-Д" вносили з розрахунком, щоб у воді біофільтра початкова кількість нітрифікуючих бактерій становила не менше 10^4 КУО/см³.

Встановлено, що під час запуску УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST та додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" найбільш небезпечним є період з 15 до 20-ї доби. Розроблений нами мікробіологічний стартер наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" істотно впливає на інтенсивність перебігу нітрифікуючих процесів мікрофлори реактора біофільтра і дає можливість на 10 діб швидше сформувати дієвий мікробіоценоз та запустити систему замкнутого водопостачання для безпечного вирощування райдужної форелі.

Ключові слова: УЗВ, біофільтр, райдужна форель, "Фільтронорм-Д", нітрити, поведінка риби, ознаки отруєння.

doi: 10.33245/2310-4902-2019-149-1-15-21

Постановка проблеми. На сьогодні в Україні вирощування риби, зокрема райдужної форелі в установці замкнутого водопостачання (УЗВ) тільки починає розвиватися. Досвід ведення форелівництва в УЗВ у наших господарствах незначний і практично всю технологію приватні господарства "копіюють" в Європи, не звертаючи уваги на санітарно-гігієнічні аспекти. Внаслідок такого підходу після введення в дію УЗВ виникає низка невирішених проблем, здебільшого пов'язаних із гігієнічними вимогами до якості води та проведення санітарних заходів під час функціонування УЗВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створення у біофільтрах сприятливих умов для існування біоценозів забезпечує УЗВ від токсичної дії нітритів, яким донедавна як токсикантам для водних організмів не надавали великого значення. Однак встановлено, що вони дуже токсичні для риби і водних безхребетних [3, 5, 16, 22].

Накопичення нітритів відбувається ендогенно як проміжний продукт у процесі нітрифікації. Біологічне окиснення амоніаку до нітритів здійснюється бактеріями роду *Nitrosomonas*. Подальше перетворення нітритів у нітрати здійснюють бактерії роду *Nitrobacter*. Енергія, що виникає внаслідок окиснення амоніаку і нітритів використовується бактеріями нітрогенного циклу на задоволення своїх потреб у вуглеці шляхом фіксації вуглекислоти. За нормальних умов перше перетворення (амоніаку в нітрити) – фаза, лімітуюча швидкість всього процесу; друге перетворення (нітритів в нітрати) відбувається досить швидко [4, 8, 13, 17, 19]. За концентрації вище 2 мг/дм³ нітрити (NO₂⁻) є токсичними для риби. Ознакою отруєння ними риби, що знаходиться у замкнутій системі, є хватання повітря (така клінічна картина характерна в основному

для лососевих), незважаючи на достатню концентрацію кисню. За високих концентрацій нітритів через зябра потрапляють у кров, що перешкоджає поглинанню кисню [6, 7, 10, 23].

Отже, вивчення впливу на організм риби дії нітритів в установках замкнутого водопостачання під час запуску біофільтра є актуальним, оскільки дану технологічну стадію експлуатації установки неможливо виключити [1, 14, 18, 21]. Отримані таким чином результати досліджень будуть мати не тільки теоретичне, а й практичне значення, що дозволить рибоводам диференціювати нітритне отруєння від інших видів патологій. Крім того, обґрунтованим є застосування в УЗВ мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д".

Метою роботи є дослідження впливу мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д" на поведінку, клінічний стан та збереженість райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у Східноукраїнському центрі по розведенню цінних видів риб в умовах замкнутого водопостачання при вирощуванні райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*). Варіанти дослідів були наступні.

У першому варіанті оцінювали клінічні ознаки дорослої райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST – контроль.

У другому варіанті оцінювали клінічні ознаки дорослої райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST та додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" – дослід. У дослідній групі у воду біофільтра вносили розроблений нами мікробіологічний стартер наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д", який містить живі культури нітрифікуючих і денітрифікуючих бактерій у кількості – 10^7 КУО в 1 см^3 ТУ У 10.9-00493712-001:2017 [1]. "Фільтронорм-Д" вносили з розрахунком, щоб у воді біофільтра початкова кількість нітрифікуючих бактерій становила не менше 10^4 КУО/см³.

Результати дослідження. Попередніми дослідженнями [2, 11, 12] встановлено, що застосування розробленого нами мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д" під час запуску УЗВ для вирощування райдужної форелі впливає на розвиток нітрифікуючих і денітрифікуючих мікроорганізмів, що обумовлює зниження нітритів у воді до безпечної кількості [9, 15, 20]. Тому для повної характеристики впливу мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм-Д" на організм риби було проведено аналіз клінічних ознак райдужної форелі під час запуску УЗВ. Стосовно денітрифікуючих бактерій у воді, після внесення мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" на 6 добу, їх кількість зросла у 26,8 разів, на 11 добу – у 294,7, на 16 добу – у 515,8, на 21 і 26 добу відповідно у 6842,1 і 30000,0 рази, порівняно із початком дослідів. Стрімке наростання денітрифікуючих мікроорганізмів у воді з реактора біофільтра свідчить про створення сприятливих умов для їх росту й розвитку та виконання функції відновлювати нітрати до молекулярного азоту.

Формування біоценозу в УЗВ для вирощування райдужної форелі за використання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" вплинуло на динаміку кількості нітритів у воді з реактора біофільтра (рис. 1).

Із наведених на рисунку 1 даних видно, що стартерні мікроорганізми не вплинули на початковий вміст нітритів у воді, концентрація якого становила $0,4 \text{ мг/дм}^3$ води.

На 15 добу після внесення в УЗВ "Фільтронорм Д" нами виявлено зростання концентрації нітритів в 2,75 раза ($p < 0,05$) – порівняно з початком дослідів, що може бути пов'язано із заселенням мікроорганізмами біоценозу. Із формуванням сталого складу мікроорганізмів в УЗВ, починаючи з 15 доби, концентрація нітритів у воді з реактора біофільтра стабілізувалася і утримувалася на такому рівні до 20 доби.

Із 20 доби запуску УЗВ виявлено інтенсивний нітрифікуючий процес і на 20 добу дослідів кількість нітритів знизилася в 1,8 раза ($p < 0,05$) та становила $0,6 \text{ мг/дм}^3$. Практично на 25 добу кількість нітритів знизилася до максимально можливого рівня ($0,6 \pm 0,1 \text{ мг/дм}^3$) за вирощування райдужної форелі в УЗВ, оскільки упродовж наступних десяти діб дослідження їх вміст знаходився на одному рівні. Це вказує на те, що починаючи з 15 доби за використання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра "Фільтронорм Д" в УЗВ формується сталий біоценоз зі значною кількістю нітрифікуючих і денітрифікуючих бактерій, які утилізують сполуки амоніаку. Установа працює безпечно без токсичного впливу нітритів на організм риби, на це також вказують результати досліджень з визначення клінічного стану форелі (табл. 1).

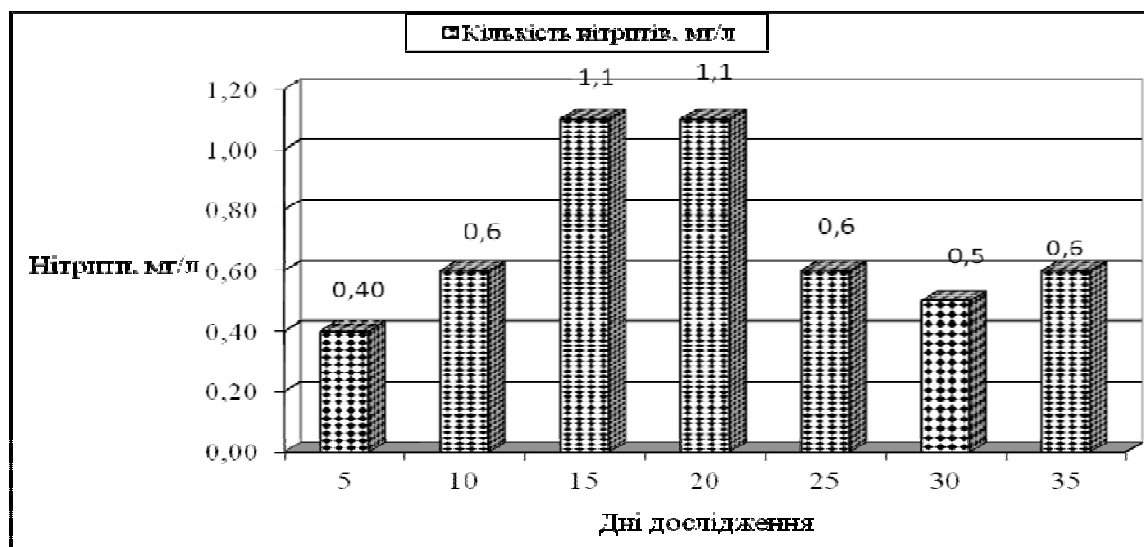


Рис. 1. Динаміка кількості нітритів у воді з реактора біофільтра під час запуску УЗВ для вирощування райдужної форелі за використання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д”.

Таблиця 1 – Клінічні ознаки дорослої райдужної форелі під час запуску біофільтра УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST та додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д”, n = 1000

Доба досліді	Ознаки отруєння, кількість риб			
	Поведінка риби	Пігментація шкіри	Колір зябер	Загибель, шт.
5 доба	ознаки отруєння відсутні, вся риба плаває у товщі води, рухлива	природна	червоний	0
10 доба	≈ 5% риби тривалий час нерухомо стоять у кутах басейну, рухливість іншої риби в цілому без змін	природна, ≈ у 5% риби потемніння тіла і плавників	природний, у окремих особин коричневий	1
15 доба	≈ 25% риби тривалий час нерухомо стоять у кутах басейну, рухливість всієї риби знижується, деякі особини піднімаються до поверхні води	≈ у 10% риби потемніння тіла і плавників, ущільнення плавників	≈ у 10% риби коричневий	12
20 доба	практично вся риба підпливає до місця подавання води, у деяких особин відмічається нервово тремтіння тіла та плавників	≈ у 30% риби потемніння тіла і плавників, плавники ущільнені	≈ у 30% риби коричневий	31
25 доба	≈ у 20% риб плаває у верхніх шарах води, а решта занурена у товщу води, рухливість відновлена, як на 5 добу	≈ у 5% риби потемніння тіла і плавників, плавники ущільнені	≈ у 5% риби коричневий, у інших риб червоний	9
30 доба	весь риба занурюється у товщу води, рухливість задовільна	природна	червоний	1
35 доба	весь риба плаває у товщі води, рухливість задовільна	природна	червоний	0

Як видно з даних таблиці, упродовж перших п'яти діб досліді видимих змін клінічних ознак нітритного отруєння і загибелі риби не спостерігали. На 10-у добу досліді після застосування мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” виявляли приблизно 5 % риби з початковими клінічними ознаками нітритного отруєння. Риби тривалий час нерухомо стояли в кутах басейну, у них було наявне потемніння тіла і коричневий колір зябер. Рухливість іншої частини риби практично не змінювалась. Упродовж зазначеного часу виявлено загибель однієї риби.

На 15-у добу після запуску УЗВ і застосування “Фільтронорм Д” виявлено зміни поведінки у більшій частині дослідних об'єктів, що може вказувати на зростання кількості нітритів у воді і дію їх на організм форелі. Приблизно 25 % риби тривалий час нерухомо стояли у кутах басей-

ну, рухливість всієї риби знизилась, деякі особини піднімалися до поверхні води. Виявляли також зміни пігментації тіла близько у 10 % особин. Тіло ставало темнішим, плавники ущільнювалися, зябра набували коричневого забарвлення. Упродовж зазначеного періоду досліджуваної смертність риби становила 1,3 %.

На 20-у добу досліджуваної ознаки нітритного отруєння риби ставали дедалі більше вираженими. Вони характеризувалися тим, що вся риба підпливала до місця подавання води, у деяких особин відмічали нервові тремтіння тіла та плавників. У цей період зростала кількість риби зі зміненою пігментацією тіла і плавників порівняно з попереднім періодом. Приблизно у 30 % риби виявляли наявність потемніння тіла і плавників, останні були ущільнені. У цієї ж риби спостерігали змінений колір зябер – з червоного на коричневий. Крім того, у цей період досліджень встановили найвищу загибель форелі – 3,1 %, що майже в 2,4 рази ($p < 0,05$) більша порівняно з 15-добовим періодом.

Період запуску УЗВ з 20 до 25-ї доби характеризувався зниженням вмісту нітритів з 1,1 до 0,6 мг/дм³. Процес зниження вмісту нітритів у воді позначився на активності риби – лише близько 20 % форелі плавало у верхніх шарах води. Ймовірно, риба зазнала нітритного токсикозу, який ще не завершився, оскільки інша частина форелі була занурена у товщу води і рухливість її відновилася. Водночас видимі клінічні ознаки токсичної дії нітритів було виявлено лише у 5-ти % форелі (потемніння тіла і плавників, їх ущільнення, коричневий колір зябер). Смертність риби у цей період становила 0,9 %.

На 30-у добу запуску УЗВ із застосуванням мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” ознак нітритного отруєння у райдужної форелі не відмічали. Вся риба плавала в товщі води, рухливість її була задовільна, пігментація тіла природна, а колір зябер червоний. Таку саму картину відмічали і на 35-у добу досліджень. Загибелі риби у зазначений період практично не відмічали, лише на 30-у добу виявили одну мертву рибину, однак ознаки характерні для нітритного отруєння у неї були відсутні.

Водночас під час застосування поліпропіленового наповнювача RK PLAST без додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” найбільш проблематичний період для риби, за якого вона найінтенсивніше гине внаслідок дії нітритів, є період з 25 до 30 доби.

Таким чином, проведені дослідження доводять, що під час запуску УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST та додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” найбільш небезпечним є період з 15 до 20-ї доби. У цей період реєструють найбільшу загибель риби і ознаки нітритного отруєння, що потребує проведення ветеринарно-санітарних профілактичних заходів для зменшення токсичного впливу нітритів.

Висновки. 1. Встановлено, що під час запуску УЗВ за використання у ньому поліпропіленового наповнювача RK PLAST та додавання мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” найбільш небезпечним є період з 15 до 20-ї доби.

2. Розроблений нами мікробіологічний стартер наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” істотно впливає на інтенсивність перебігу нітрифікуючих процесів мікрофлори реактора біофільтра і дає можливість на 10 діб швидше сформуванню дієвий мікробіоценоз та запустити систему замкнутого водопостачання для безпечного вирощування райдужної форелі.

У подальшому планується впровадження мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” у рибницьких господарствах України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриневич Н. Є. Оцінка токсичності мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” для вирощування райдужної форелі за показниками виживаності риб гупші та інфузорій : НТБ ДНДКІ вет. преп. та корм. доб. Львів, 2017. Вип. 18. № 2. С. 219–224.
2. Гриневич Н. Є. Вплив мікробіологічного стартера наповнювача біофільтра “Фільтронорм Д” на інтенсивність нітрифікуючих процесів мікрофлори реактора біофільтра під час запуску УЗВ для вирощування райдужної форелі. Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. праць. Одеса, 2017. Вип. 83. Ветеринарні науки. С. 33–38.
3. Шахмурзов М. М., Призенко В. К. Отравление рыб нитритами в форелевых хозяйствах и организация мер борьбы с токсикозами. Вторая всесоюзная конф. по с/х токсикологии: тезисы докладов. Санкт-Петербург, 1991. Т. 2. С. 265–266.
4. Шахмурзов М. М., Казанчев М. Х., Гушин В. Н. Содержание нитритов и нитратов в воде и рыбе рыбохозяйственных водоемов. Сборник научных трудов ВНИИ вет.сан., гигиены и экол. 1998. С. 64–67.

5. Blancheton J.P. "Recent developments in recirculation systems". Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presented at the International conference "Aquaculture Europe 2002", Trieste, Italy, 2002. P. 3–9.
6. Attramadal K.J.K. Water treatment as an approach to increase microbial control in the culture of cold water marine larvae – PhD Dissertation at the Department of Biology/ Norwegian University of Science and Technology (NTNU). 2011.
7. Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives/ J. Dalsgaard et al. *Aquacultural Engineering*. 2013. Vol. 53. P. 2–13.
8. Nitrite toxicity assessment in *Danio rerio* and *Poecilia reticulata*/ P. Dolezalova et al. *Acta Veterinaria Brno*. 2011. Vol. 80. P. 309–312.
9. Chen S., Ling J., Blancheton J.P. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquacultural Engineering*. 2006. Vol. 34. P. 179–197.
10. Clauss T., Dove A., Arnold J. Hematologic disorders of fish. *The veterinary clinics of North America Exotic Animal Practice*. 2008. Vol. 11. P. 445–462.
11. Grynevych N., Dyman T., Kukhtyn M., Semaniuk N. Composition of psychrotrophic microflora of water and biofilter filler in recirculation aquaculture system on trout farm. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. Vol. 8(3). P. 900–905.
12. Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) at nitrite poisoning/ N. Grynevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. no. 8 (1). P. 402–408.
13. Effect of organic carbon on nitrification efficiency and community composition of nitrifying biofilms/ J. Hu et al. *Journal of Environmental Sciences*. 2009. Vol. 21. P. 387–394.
14. Itoi S., Ebihara N., Washio S., Sugita H. "Nitrite-oxidizing bacteria, *Nitrospira*, distribution in the outer layer of the biofilm from filter materials of a recirculating water system for the goldfish *Carassius auratus*. *Aquaculture*. 2007. Vol. 264. P. 297–308.
15. Itoi S., Niki A., Sugita H. Changes in microbial communities associated with the conditioning of filter material in recirculating aquaculture systems of the pufferfish *takifugu rubripes*. *Aquaculture*. 2006. Vol. 256. P. 287–295.
16. Kim E.W., Bae J.H. Alkalinity requirements and the possibility of simultaneous heterotrophic denitrification during sulfur-utilizing autotrophic denitrification. *Water Science and Technology*. 2000. Vol. 42. P. 233–238.
17. Kroupová H., Máchová J., Svobodová Z. Nitrite influence on fish – a review. *Vet Med – Czech*. 2005. Vol. 50. P. 461–471.
18. Krumins K., Ebeling J.M., Wheaton F. Ozone's effects on power-law particle size distribution in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*. 2001. Vol. 25. P. 13–24.
19. Spatial and temporal heterogeneity of the bacterial communities in stream epilithic biofilms/ G. Lear et al. *FEMS Microbiology Ecology*. 2008. Vol. 65. P. 463–473.
20. Bacteria and nutrients – Nitrogen and carbon – In a recirculating system for sea bass production/ N. Leonard et al. *Aquacultural Engineering*. 2002. Vol. 26. P. 111–127.
21. Lequette Y., Boels G., Clarisse M., Faille C. Using enzymes to remove biofilms of bacterial isolates sampled in the food-industry. *Biofouling. The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*. 2010. Vol. 26. no. 4. P. 421–431.
22. High rate algal pond treatment for water reuse in a marine fish recirculation system: Water purification and fish health/ E. Metaxa et al. *Aquaculture*. 2006. Vol. 252. P. 92–101.
23. Pulvenis J.F. *The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)*, FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2009.

REFERENCES

1. Grynevych, N.Ye. (2017). Otsinka toksychnosti mikrobiolohichnoho startera napovniuvacha biofiltra "Filtronorm D" dlia vyroshchuvannya raiduzhnoi foreli za pokaznykamy vyzhyvanosti ryb huppi ta infuzorii : NTB DNDKI vet. prep. ta korm. dob. [Toxicity Assessment of Microbiological Starter of Biofilter Filtronorm D Filler for Rainbow Trout Cultivation by Guppy and Infusion Survival Ratios: NTB DNDKI Veterinary Drug and Feed Additives]. Lviv, Issue. 18, no. 2, pp. 219–224.
2. Grynevych, N.Ye. (2017). Vplyv mikrobiolohichnoho startera napovniuvacha biofiltra "Filtronorm D" na intensyvnyy nityfikuiuchykh protsesiv mikroflory reaktora biofiltra pid chas zapusku UZV dlia vyroshchuvannya raiduzhnoi foreli [Influence of microbiological starter of biofilter filler "Filtronorm D" on the intensity of nitrifying processes of the microflora of the biofilter reactor during the launch of the ultrasound for growing rainbow trout]. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Region: a collection of scientific works*. Odessa, Veterinary science. Issue 83, pp. 33–38.
3. Shakhmurzov, M.M., Pryzenko, V.K. (1991). Otravlenie ryb nitritami v forelykh hozjajstvah i organizacija mer bor'by s toksikozami [Fish nitrite poisoning in trout farms and the organization of measures to combat toxicosis]. *Vtoraja vsesojuznaja konf. po c/h toksikologii: tezisy dokladov* [The Second All-Union Conference on Agricultural Toxicology: Abstracts]. St. Petersburg, Vol. 2, pp. 265–266.
4. Shakhmurzov, M. M., Kazanchev, M. Kh., Hushchyn, V. N. (1998). Soderzhanie nitritov i nitratov v vode i rybe rybohozjajstvennykh vodoemov [The content of nitrites and nitrates in water and fish in fishery reservoirs]. *Sbornik nauchnykh trudov VNII vet.san., gigieny i jekol.* [Collection of scientific papers of the All-Union Scientific Research Institute of Veterinary San., Hygiene and ecol.]. pp. 64–67.
5. Blancheton, J.P. (2002). Recent developments in recirculation systems. Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presented at the International conference. *Aquaculture Europe 2002*, Trieste, Italy, pp. 3–9.
6. Attramadal, K.J.K. (2011). Water treatment as an approach to increase microbial control in the culture of cold water marine larvae – PhD Dissertation at the Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU).
7. Dalsgaard, J. (2013). Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives. *Aquacultural Engineering*. Vol. 53, pp. 2–13.

8. Dolezalova, P., Macova, S., Pistekova, V., Svobodova, Z., Bedanova, I., Voslarova, E. (2011). Nitrite toxicity assessment in *Danio rerio* and *Poecilia reticulata*. *Acta Veterinaria Brno*. Vol. 80, pp. 309–312.
9. Chen, S., Ling, J., Blancheton, J.P. (2006). Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquacultural Engineering*. Vol. 34, pp. 179–197.
10. Clauss, T., Dove, A., Arnold, J. (2008). Hematologic disorders of fish. *The veterinary clinics of North America Exotic Animal Practice*. Vol. 11, pp. 445–462.
11. Grynevych, N., Dyman, T., Kukhty, M., Semaniuk, N. (2017). Composition of psychrotrophic microflora of water and biofilter filler in recirculation aquaculture system on trout farm. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. Vol. 8(3), pp. 900–905.
12. Grynevych, N., Sliusarenko, A., Dyman, T., Sliusarenko, S., Gutyj, B., Kukhtyn, M., Hunchak, V., Kushnir, V. (2018). Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) at nitrite poisoning. *Ukrainian Journal of Ecology*. no. 8 (1), pp. 402–408.
13. Hu, J., Li, D., Liu, Q., Tao, Y., He, X., Wang, X., Li, X., Gao, P. (2009). Effect of organic carbon on nitrification efficiency and community composition of nitrifying biofilms. *Journal of Environmental Sciences*. Vol. 21, pp. 387–394.
14. Itoi, S., Ebihara, N., Washio, S., Sugita, H. (2007). Nitrite-oxidizing bacteria, *Nitrospira*, distribution in the outer layer of the biofilm from filter materials of a recirculating water system for the goldfish *Carassius auratus*. *Aquaculture*. Vol. 264, pp. 297–308.
15. Itoi, S., Niki, A., Sugita, H. (2006). Changes in microbial communities associated with the conditioning of filter material in recirculating aquaculture systems of the pufferfish *takifugu rubripes*. *Aquaculture*. Vol. 256, pp. 287–295.
16. Kim, E.W., Bae, J.H. (2000). Alkalinity requirements and the possibility of simultaneous heterotrophic denitrification during sulfur-utilizing autotrophic denitrification. *Water Science and Technology*. Vol. 42, pp. 233–238.
17. Kroupová, H., Máčková, J., Svobodová, Z. (2005). Nitrite influence on fish – a review. *Vet Med – Czech*. Vol. 50, pp. 461–471.
18. Krumins, K., Ebeling, J.M., Wheaton, F. (2001). Ozone effects on power-law particle size distribution in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*. Vol. 25, pp. 13–24.
19. Lear, G., Anderson, M.J., Smith, J.P., Boxen, K., Lewis, G.D. (2008). Spatial and temporal heterogeneity of the bacterial communities in stream epilithic biofilms. *FEMS Microbiology Ecology*. Vol. 65, pp. 463–473.
20. Leonard, N., Guiraud, J.P., Gasset, E., Cailleres, J.P., Blancheton, J.P. (2002). Bacteria and nutrients – Nitrogen and carbon – In a recirculating system for sea bass production. *Aquacultural Engineering*. Vol. 26, pp. 111–127.
21. Lequette, Y., Boels, G., Clarisse, M., Faille, C. (2010). Using enzymes to remove biofilms of bacterial isolates sampled in the food-industry. *Biofouling. The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*. Vol. 26, no. 4, pp. 421–431.
22. Metaxa, E., Deviller, G., Pagand, P., Alliaume, C., Casellas, C., Blancheton, J.P. (2006). High rate algal pond treatment for water reuse in a marine fish recirculation system: Water purification and fish health. *Aquaculture*. Vol. 252, pp. 92–101.
23. Pulvenis, J.F. (2009). *The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)*, FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome.

Влияние микробиологического стартера наполнителя биофильтра "Фильтронорм-Д" на сохранность радужной форели

Гриневич Н. Е.

Создание в биофильтрах благоприятных условий для существования биоценозов защищает установку замкнутого водоснабжения (УЗВ) от токсического действия нитритов, которым до недавнего времени как токсикантам для водных организмов не придавали большого значения. Однако установлено, что они очень токсичны для рыбы и водных беспозвоночных. Целью работы было исследовать влияние микробиологического стартера наполнителя биофильтра "Фильтронорм-Д" на поведение взрослой радужной форели при запуске биофильтра УЗИ. Исследования проводили в Восточном центре по разведению ценных видов рыб в условиях замкнутого водоснабжения при выращивании радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). В первом варианте оценивали клинические признаки взрослой радужной форели при запуске биофильтра УЗИ за использования в нем полипропиленового наполнителя RK PLAST – контроль. Во втором варианте оценивали клинические признаки взрослой радужной форели при запуске биофильтра УЗВ за использования в нем полипропиленового наполнителя RK PLAST и добавления микробиологического стартера наполнителя биофильтра "Фильтронорм-Д" – опыт. В опытной группе в воду биофильтра вносили разработанный нами микробиологический стартер наполнителя биофильтра "Фильтронорм-Д", который содержит живые культуры нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий в количестве – 107 КОЕ в 1 см³. "Фильтронорм-Д" вносили с расчетом, чтобы в воде биофильтра начальное количество нитрифицирующих бактерий составляла не менее 104 КОЕ / см³.

Установлено, что при запуске УЗВ за использования в нем полипропиленового наполнителя RK PLAST и добавления микробиологического стартера наполнителя биофильтра "Фильтронорм Д" наиболее опасным является период с 15 до 20-х суток. Разработанный нами микробиологический стартер наполнителя биофильтра "Фильтронорм-Д" существенно влияет на интенсивность течения нитрифицирующих процессов микрофлоры реактора биофильтра и дает возможность на 10 суток быстрее сформировать действенный микробиоценоз и запустить систему замкнутого водоснабжения для безопасного выращивания радужной форели.

Ключевые слова: УЗВ, радужная форель, биофильтр, "Фильтронорм-Д", нитриты, поведение рыбы, признаки отравления.

Influence of microbiological starter of filler of biofilter of "Filtronorm D" on stored of rainbow trout

Grynevych N.

Creation in biofilters of favorable conditions for the existence of biocenoses secures RAS from the toxic effects of nitrites, which until recently did not attach great importance to toxicants for aquatic organisms. However, it has been found that

they are very toxic to fish and aquatic invertebrates. The purpose of the work was to investigate the effect of microbiological starter of the "Filtronorm-D" biofilter filler on the behavior of adult rainbow trout during the launch of the biofilter.

Investigation of the influence of the microbial starter of the filtronorm-D biofilter filler on the behavior and clinical condition and the preservation of rainbow trout during the launch of the biofilter of the ultrasound has been studied.

Evaluated the clinical signs of adult rainbow trout during the launch of the biofilter CWS for the use of polypropylene filler RK PLAST-control in it. According to the second variant, the clinical signs of adult rainbow trout were evaluated during the startup of the biofilter of the ultrasound scanner for the use of polypropylene filler RK PLAST in it and the addition of the microbiological starter of the biofilter "Filtronorm-D" – experiment. In the experimental group, the biofilter water was introduced by our microbiological starter, biofilter filler "Filtronorm-D", containing live cultures of nitrifying and denitrifying bacteria in the amount of 107 CFU/cm³.

On the 10th day of the experiment, after the application of the microbiological starter of the biofilter filler "Filtronorm-D", approximately 5 % of the fish with the initial clinical signs of nitrite poisoning were detected. The fish for a long time stood motionless in the corners of the pool, they had the darkening of the body and the brown color of the gills. On the 15th day after the launch of the CWS and the use of "Filtronorm-D", changes in behavior were detected in most of the research objects, which may indicate an increase in the amount of nitrites in water and their effect on the body of trout. Approximately 25 % of fish for a long time stays motionless in the corners of the pool, the mobility of the whole fish has decreased, some individuals have risen to the surface of the water. Changes in pigmentation of the body were also found in approximately 10 % of the individuals. The body became darker, the fins were sealed, the gills got brown color. During this trial period, the mortality rate of the fish was 1,3 %. On the 20th day of the experiment, the signs of nitrite poisoning of fish became increasingly pronounced. Approximately 30 % of the fish showed the presence of darkening of the body and fins, the latter were sealed. In the same fish, the changed color of the gills was observed – from red to brown. In addition, during this period of research, the highest trout death was determined – 3,1 %, which is almost 2.4 times ($p < 0,05$) higher than in the 15-day period. The period of ultrasound starting from the 20th to the 25th day was characterized by a decrease in the content of nitrites from 1,1 mg/dm³ to 0.6 mg/dm³. The process of reducing the content of nitrites in water affected the activity of fish – only about 20 % of trout swam in the upper layers of water. On the 30th day of the launch of the ultrasound with the use of the microbiological starter of the biofilter filler "Filtronorm-D" no signs of nitrite poisoning in rainbow trout were noted. The loss of fish in the indicated period was practically not marked. At the same time, during the application of polypropylene filler RK PLAST without the addition of a microbiological starter of the biofilter filler "Filtronorm D", the most problematic period for fish, in which it is most dying due to the effect of nitrites, is the period from 25 to 30 days.

Thus, the conducted researches prove that during the launch of ultrasound for the use of polypropylene filler RK PLAST in it and the addition of the microbiological starter of the biofilter filler "Filtronorm D" the most dangerous is the period from 15 to 20 days. During this period, the largest death of fish and signs of nitrite poisoning is recorded, which requires the implementation of veterinary and sanitary preventive measures to reduce the toxic effects of nitrites.

Key words: RAS, rainbow trout, biofilter, "Filtronorm-D", nitrites, fish behavior, signs of poisoning.

Надійшла 05.04.2019 р.