

ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

Ribogospod. nauka Ukr., 2017; 3(41): 50-64
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2017.03.050>
УДК [639.311:631.8]:579.68

ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАЛЬНИХ СТАВІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ БАКТЕРІАЛЬНОГО ДОБРИВА «ФОСФОБАКТЕРИН»

Т. В. Григоренко, grygorenko-@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Н. М. Савенко, hydrobiology@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

А. М. Базаєва, a_bazaeva@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Н. П. Чужма, n_chuzhma@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

О. М. Колос, ecology@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Л. В. Титова, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН, м. Київ

Мета. Дослідити вплив бактеріального добрива «Фосфобактерин» на формування гідрохімічного режиму, розвиток природної кормової бази та рибопродуктивність вирощувальних ставів.

Методика. При проведенні досліджень були використані загальноприйняті в гідрохімії, мікробіології, гідробіології та рибництві методики.

Результати досліджень. У статті представлено результати досліджень щодо продуктивності вирощувальних ставів за різних способів застосування бактеріального добрива «Фосфобактерин».

Встановлено, що гідрохімічний режим експериментальних ставів формувався під впливом джерела водопостачання та заходів, спрямованих на інтенсифікацію розвитку природної кормової бази, і був сприятливий для розвитку кормових організмів та вирощування рибопосадкового матеріалу.

Внесення бактеріального добрива на початку вегетаційного сезону, лише по поверхні водного дзеркала, виявилось малоефективним для підвищення продуктивності екосистеми ставу в цілому. Більш ефективним способом підвищення біологічної продуктивності, в тому числі рибопродуктивності вирощувальних ставів, виявилось застосування «Фосфобактерину» впродовж вегетаційного сезону як по ложу, так і по поверхні водного дзеркала в комплексі з органічним добривом — перегноем ВРХ. В дослідному ставу за комплексного удобрення середні за вегетаційний сезон показники біомаси фітопланктону були в 1,5 раза, бактеріопланктону — в 1,1 раза, зообентосу — в 2,6 раза вищими, а отримана загальна рибопродуктивність — в 1,2 раза вищою, порівняно з контрольним ставом (при застосуванні лише перегною ВРХ).

Наукова новизна. Досліджено особливості формування гідрохімічного і гідробіологічного (фіто-, бактеріо-, зоопланктон, зообентос) режимів вирощувальних ставів та представлено рибницькі показники при застосуванні бактеріального добрива «Фосфобактерин» як самостійно, так і в поєднанні з традиційним органічним добривом — перегноем ВРХ.

Практична значимість. На підставі отриманих результатів розроблені тимчасові рекомендації щодо застосування бактеріального добрива «Фосфобактерин» для підвищення продуктивності вирощувальних ставів.

© Т. В. Григоренко, Н. М. Савенко, А. М. Базаєва, Н. П. Чужма, О. М. Колос,
Л. В. Титова, 2017



Ключові слова: вирощувальні стави, гідрохімічний режим, фітопланктон, бактеріопланктон, зоопланктон, зообентос, перегній ВРХ, «Фосфобактерин», удобрення ставів.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сучасних умовах розвитку ставової аквакультури особлива увага приділяється ресурсозаощадливим й екологічно доцільним технологіям вирощування риби.

Відомо, що підвищення продуктивності ставів в умовах пасовищного вирощування риби зводиться до управління розвитком природної кормової бази за використання різних видів добрив, що сприяє інтенсивному розвитку кормових для риб організмів. Для інтенсифікації розвитку природної кормової бази у ставовому рибористві традиційно застосовуються мінеральні (азотні, фосфорні, калійні, кальцієві) та органічні (перегній, гноївка, компости тощо) добрива [1–4].

Однак, в умовах сьогодення європейське суспільство ставить за мету зменшити та запобігти забрудненню ґрунтів та води, спричиненого застосуванням мінеральних добрив та гною сільськогосподарських тварин [5]. Крім того, недостатня кількість і якість традиційних органічних добрив, зокрема перегною та компостів на його основі, спонукають до пошуку нових удобрювальних речовин.

У сільському господарстві більшості європейських країн поряд з традиційними мінеральними та органічними добривами все більшої популярності набуває застосування бактеріальних препаратів на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, що здатні до ферментативного або метаболічного (внаслідок продукування певних метаболітів) перетворення важкорозчинних ґрунтових фосфатів у розчинні форми. Бактеріальні добрива відносять до екологічно безпечних, застосування яких забезпечує економію енерговитрат і матеріальних ресурсів, зменшує забруднення навколишнього середовища, сприяє природному проходженню біологічних процесів. В Україні налагоджено виробництво бактеріальних добрив, які успішно використовуються в рослинництві [6–8].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Екологічно безпечні технології мають забезпечувати і зростання природної продуктивності рибогосподарських водойм. Одним із способів підвищення продуктивності ставових екосистем є вивільнення поживних речовин ставового ґрунту, переведення їх у доступну для гідробіонтів форму. Так, у ґрунті міститься багато органічних фосфатів, які малодоступні рослинам. Шляхом застосування фосформобілізуючих бактерій можна перевести наявні фосфати у розчинну форму. Дослідження проведенні в останні роки рядом вчених, підтверджують успішність застосування з данною метою бактерій роду *Bacillus* [8–13], що і зумовило, в свою чергу, проведення нами досліджень з використанням бактеріального препарату «Фосфобактерин», створеного на основі фосфатмобілізуючих бактерій *Bacillus megaterium*.



Тому метою представленої роботи було дослідження впливу бактеріального добрива «Фосфобактерин» на формування гідрохімічного режиму, розвиток природної кормової бази та рибопродуктивність вирощувальних ставів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводилися у 2015 р. на базі ДП ДГ «Нивка» ІРГ НААН у трьох експериментальних ставах площею 0,05–0,08 га та середньою глибиною 1,0 м, один з яких був контрольним. Для інтенсифікації розвитку природної кормової бази у став № 113 (дослід I) навесні (травень) було внесено перегній ВРХ (1,0 т/га), а за 5 діб до заливки його водою – бактеріальне добриво «Фосфобактерин» (1,0 л/га), шляхом розпилювання по ложу ставу. Ще раз у такій же кількості бактеріальне добриво вносили в липні, по поверхні водного дзеркала ставу. У став № 117 (дослід II) бактеріальне добриво вносили лише по поверхні водного дзеркала, на початку вегетаційного сезону (1,0 л/га). Контролем був став № 118, в який навесні було внесено перегній ВРХ з розрахунку 2,0 т/га (табл. 1).

Таблиця 1. Схеми проведення досліджень в експериментальних ставах ДП ДГ «Нивка», 2015 р.

Варіанти дослідів (номери ставів)	Площа ставу, га	Середня глибина ставу, м	Густина посадки непідрослених личинок, тис. екз./га		Інтенсифікаційні заходи
			короп	білий амур	
Контроль (№ 118)	0,08	1,0	50,0	10,0	Перегній ВРХ
Дослід I (№ 113)	0,08	1,0	50,0	10,0	Перегній + «Фосфобактерин»
Дослід II (№ 117)	0,05	1,0	50,0	10,0	«Фосфобактерин»

Стави зарибнювались непідросленими 3–4-добовими личинками нивківського лускатого коропа та личинками білого амура, отриманими заводським методом відтворення. Рибопосадковий матеріал вирощувався за пасовищної технології.

Впродовж періоду вирощування риби проводились спостереження за температурним, гідрохімічним та гідробіологічним режимами експериментальних ставів.

Гідрохімічні та гідробіологічні проби впродовж вегетаційного сезону відбирались двічі на місяць.

Відбір проб води для хімічного аналізу та їх оброблення в лабораторії екологічних досліджень ІРГ НААН проводилися згідно методики [14].

Відбір та опрацювання проб бактеріопланктону здійснювалися за методиками [15,16].

Відбір, фіксація, камеральне опрацювання проб фіто-, зоопланктону та зообентосу проводилися за загальноприйнятими в гідробіології методами [17]. Для визначення якісного складу планктонних водоростей та безхребетних тварин використовувались визначники [18–24].



Для розрахунку продукції використовувались середньосезонні біомаси фіто-, зоопланктону і зообентосу та відомі із літератури Р/В – коефіцієнти [25].

Результати вирощування цьоголіток риб оцінювали за отриманими рибницькими показниками, а саме: за виходом цьоголіток від посаджених на вирощування личинок (%), середньою масою риб (г) та рибопродуктивністю ставів (кг/га).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

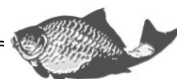
Температура води в експериментальних ставах впродовж вегетаційного сезону, який тривав 135 діб, коливалася від 15,3 до 24,2°C, з максимальними показниками в перших декадах липня (до 23,8°C) та серпня (до 24,2°C). Зниження температури води до 15,3°C спостерігалось у вересні.

Гідрохімічний режим формувался під впливом джерела водопостачання, підстилаючих ґрунтів та різних біологічних процесів, що відбувалися в екосистемі ставів за внесення добрив та вирощування риби.

За хімічним складом вода експериментальних ставів згідно з класифікацією О. О. Альокіна відносилась до гідрокарбонатного класу групи кальцію, що є характерним для природних вод поліської фізико-географічної зони. Вміст гідрокарбонатів (HCO_3^-) перебував у межах норми і коливався від 183,1 до 292,2 мг/дм³. Концентрації іонів кальцію (Ca^{2+}) у воді вирощувальних ставів змінювалися в межах від 56,1 до 86,2 мг/дм³ і дещо перевищували нормативні значення, особливо це характерно для контрольного ставу (табл. 2).

Таблиця 2. Гідрохімічні показники експериментальних ставів ДП ДГ «Нивка», 2015 р. (мін–макс / $M \pm m$, $n=7$)

№ з/п	Показники	Варіанти досліджу			НЗ для ставової води
		Дослід I	Дослід II	Контроль	
1	Водневий показник, рН	<u>7,60–9,40</u> 8,20±0,20	<u>7,50–8,30</u> 7,90±0,10	<u>7,50–7,90</u> 7,70±0,10	6,50-8,50
2	Вільний аміак NH_3 , мгN/дм ³	<u>0,01–0,36</u> 0,10±0,05	<u>0,01–0,04</u> 0,02±0,01	<u>0,01–0,04</u> 0,02±0,00	до 0,05
3	Перманганатна окиснюваність, мгО/дм ³	<u>8,70–21,00</u> 11,10±1,70	<u>8,80–15,10</u> 11,10±0,80	<u>7,20–18,30</u> 10,40±1,40	до 15,0
4	Біхроматна окиснюваність, мгО/дм ³	<u>21,70–52,50</u> 27,70±4,20	<u>21,90–37,70</u> 27,60±2,0 0	<u>17,90–45,80</u> 26,00±3,60	до 50,0
5	Амонійний нітроген, NH_4^+ , мгN/дм ³	<u>0,58–0,86</u> 0,71±0,04	<u>0,62–1,19</u> 0,88±0,08	<u>0,64–0,90</u> 0,78±0,04	до 2,00
6	Нітрити, NO_2^- , мгN/дм ³	<u>0,05–0,08</u> 0,06±0,00	<u>0,06–0,10</u> 0,08±0,01	<u>0,05–0,07</u> 0,06±0,00	до 0,10
7	Нітрати, NO_3^- , мгN/дм ³	<u>0,18–0,37</u> 0,27±0,02	<u>0,15–0,36</u> 0,28±0,03	<u>0,18–0,31</u> 0,25±0,02	до 2,00
8	Мінеральний фосфор, PO_4^{3-} , мгP/дм ³	<u>0,27–0,87</u> 0,46±0,09	<u>0,17–0,32</u> 0,26±0,02	<u>0,27–0,39</u> 0,33±0,02	до 0,70



Продовження табл. 2

№ з/п	Показники	Варіанти дослідів			НЗ для ставової води
		Дослід I	Дослід II	Контроль	
9	Загальне залізо, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , мг/дм ³	<u>0,10–0,40</u> 0,26±0,04	<u>0,21–0,92</u> 0,54±0,09	<u>0,23–0,85</u> 0,40±0,09	до 1,00
10	Кальцій, Ca ²⁺ , мг/дм ³	<u>56,10–84,20</u> 70,10±5,300	<u>68,10–86,20</u> 77,20±3,70	<u>74,10–86,20</u> 80,20±2,70	до 70,00
11	Магній, Mg ²⁺ , мг/дм ³	<u>10,90–15,80</u> 13,40±1,10	<u>18,2–26,7</u> 22,5±1,9	<u>10,9–26,7</u> 18,8±3,5	до 30,00
12	Натрій+Калій, Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	<u>78,30–80,30</u> 79,30±0,40	<u>38,50–74,30</u> 56,40±8,00	<u>50,50–65,50</u> 58,00±3,30	до 50,00
13	Гідрокарбонати, HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	<u>183,10–292,90</u> 238,00±24,50	<u>244,10–256,30</u> 250,20±2,70	<u>219,70–292,90</u> 256,30±16,40	до 300,00
14	Хлориди, Cl ⁻ , мг/дм ³	<u>100,00–104,20</u> 102,10±0,94	<u>93,1–100,0</u> 96,5±3,4	<u>95,8–97,2</u> 96,5±0,7	до 70,00
15	Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<u>42,80–46,50</u> 44,70±1,80	<u>50,60–58,00</u> 54,30±3,70	<u>42,4–49,0</u> 45,7±3,3	до 60,00
16	Загальна твердість, мг-екв./дм ³	<u>3,70–5,50</u> 4,600±0,900	<u>4,90–6,50</u> 5,70±0,80	<u>4,6–6,5</u> 5,6±0,9	5,00–7,00
17	Мінералізація, мг/дм ³	<u>481,10–618,20</u> 549,60±30,70	<u>555,30–558,80</u> 557,10±1,70	<u>509,80–558,80</u> 555,40±20,40	до 1000,00

Мінералізація води вирощувальних ставів була середньою з сумою іонів на рівні 549,6–557,1 мг/дм³.

Загальна твердість води не виходила за межі нормативних значень і складала 4,6±0,9–5,7±0,8 мг-екв./дм³ у дослідних варіантах та 5,6±0,9 мг-екв./дм³ у контрольному (табл. 2).

Водневий показник (рН) впродовж вегетаційного сезону в дослідних варіантах коливався від 7,5 до 9,4, тобто середовище змінювалося від слабколужного до лужного. У контролі рН впродовж вегетаційного сезону змінювався в межах 7,5–7,9, тобто середовище було слабколужне (табл. 2).

Величина перманганатної окиснюваності, що визначає кількість водорозчинної органічної речовини та рівень органічного забруднення водного середовища, знаходилася в межах нормативних значень — 7,2–15,1 мгО/дм³ і, лише у кінці серпня спостерігалось незначне її підвищення до 21,0 мгО/дм³ у досліді I та до 18,3 мгО/дм³ у контрольному варіанті (табл. 2).

У воді експериментальних ставів впродовж вегетаційного сезону були присутні всі біогенні елементи (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Fe²⁺³⁺), концентрації яких не перевищували нормативні значення. При цьому вміст мінерального фосфору в середньому за вегетаційний сезон в досліді I був 1,8 раза вищим, порівняно з дослідом II та в 1,4 раза, порівняно з контролем. Внесення бактеріального препарату як по ложу, так і по воді (дослід I) виявилось більш ефективним для підвищення вмісту мінерального фосфору, ніж застосування препарату лише по поверхні водного дзеркала ставу (дослід II). У контролі ж (при застосуванні перегною ВРХ) вміст мінерального фосфору був 1,3 раза вищим, порівняно з дослідом II (див. табл. 2).



Стави господарства піддаються забрудненню як із джерела водопостачання, так із прилеглих територій, що мало істотний вплив на вміст ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) та Cl^- . Вміст хлоридів особливо у весняний період був на рівні 93,1–104,2 мг/дм³, що в 1,3–1,5 рази перевищувало нормативні значення для ставової води. Дане явище вказує на досить високе забруднення води, що надходила в експериментальні стави.

В цілому, гідрохімічний режим як дослідних, так і контрольного ставів був сприятливим для розвитку кормових організмів та вирощування рибопосадкового матеріалу.

Впродовж вегетаційного сезону експериментальні стави заростали макрофітами. Найбільш сильне заростання (до 40% водного дзеркала) ставів водною рослинністю (*Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*, *Polygonum amphibium* L., *Lemna minor*) спостерігалось в липні та серпні.

Дослідження гідробіологічного режиму експериментальних ставів показали, що якісний склад рослинного планктону істотно не відрізнявся, флористичне різноманіття його збільшувалося від весни до осені. Всього в альгофлорі вирощувальних ставів було виявлено 148 видів та внутрішньовидових таксонів водоростей, що належать до 6 систематичних відділів: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*, *Chryzophyta* та *Chlorophyta*. Основу видового складу планктонних водоростей становили зелені (59–66%), евгленові (14–17%), синьозелені (7–12%) та діатомові (7–11%).

Фітопланктон експериментальних ставів характеризувався помірним розвитком. На початку вегетаційного сезону біомаса фітопланктону в дослідних ставах була на однаковому рівні (4,41–4,78 мг/дм³), у контрольному – майже вдвічі вищою (7,89 мг/дм³). Головна роль у формуванні біомаси належала зеленим водоростям, переважно хлорококовим (35,6–44,8% загальної біомаси фітопланктону).

При застосуванні органічного добрива в комплексі з бактеріальним (дослід I), виявилися кращі умови для розвитку рослинного планктону, чисельність якого досягала 98,1 млн. кл./дм³, біомаса — 21,11 мг/дм³. У контрольному ставу чисельність фітопланктону впродовж вегетаційного сезону не перевищувала 32,1 млн. кл./дм³, біомаса — 9,65 мг/дм³. Найнижчі кількісні показники розвитку фітопланктону були в досліді II (табл. 3).

Таблиця 3. Фітопланктон експериментальних ставів ДП ДГ «Нивка», 2015 р.

Варіанти досліді	Загальна чисельність, тис. кл./дм ³	Біомаса, мг/дм ³	Продукція за сезон, кг/га
Контроль	232,0–41208,0	0,15–9,65	5490,0
	15851,0±6019,9	3,66±1,39	
Дослід I	2118,0–98080,0	0,70–21,11	8445,0
	24876,4±12670,4	5,63±2,62	
Дослід II	390,0–27429,0	0,10–5,06	1590,0
	9408,3±4046,1	2,12±0,73	

Примітка: Тут і надалі чисельник — межі коливань; знаменник — середнє значення.



Мінімальний розвиток фітопланктону в усіх вирощувальних ставах спостерігали в кінці червня та липні в період активного розвитку бактеріо- та зоопланктону.

Максимальні показники чисельності та біомаси фітопланктону як у дослідних, так і в контрольному ставах було зафіксовано в другій половині серпня. Домінуюче становище в цей час займав представник зелених водоростей *Scenedesmus quadricauda*.

В середньому за вегетаційний сезон кількісний розвиток рослинного планктону за комплексного удобрення ставу (дослід I) був у 1,5 раза вищим, ніж у контрольному ставі, та в 2,7 раза, ніж у ставі (дослід II). Продукція фітопланктону за вегетаційний сезон у ставах була на рівні 1590,0-8445,0 кг/га (табл. 3).

Основна роль у формуванні чисельності фітопланктону експериментальних ставів в середньому за вегетаційний сезон належала синьозеленим (49,0–55,7%) та зеленим (37,4–45,0%) водоростям. Біомасу рослинного планктону першочергово формували зелені водорості (43,9–57,0%), хоча слід також зазначити, що евгленові водорості за мінімальної чисельності, яка складала в середньому за сезон лише 2,0–2,3% від загальної чисельності фітопланктону, продукували значну біомасу, яка становила 17,0–24,5% від загальної біомаси фітопланктону (рис. 1).

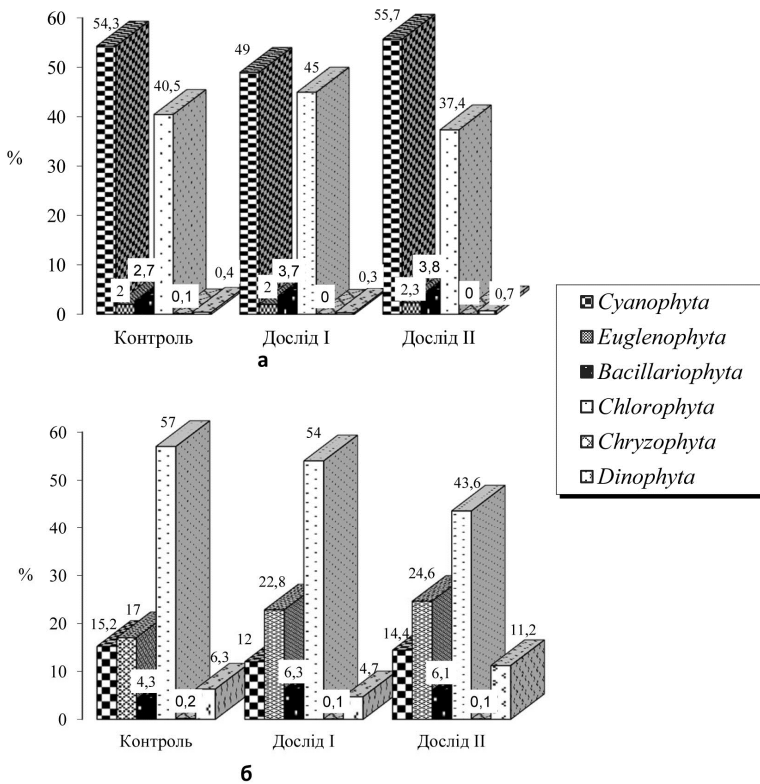
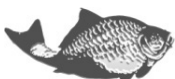


Рис. 1. Таксономічна структура фітопланктону за чисельністю (а) та біомасою (б) експериментальних ставів ДП ДГ «Нивка», 2015 р.



Бактеріопланктон вирощувальних ставів був представлений мікроскопічними кулястими та паличкоподібними формами. Загальна чисельність мікроорганізмів впродовж вегетаційного сезону в дослідних ставах змінювалася в межах 2,87–11,02 млн кл./мл, з середньосезонними показниками на рівні 5,98–6,59 млн кл./мл, біомаса — 2,29–8,81 мг/дм³, з середньосезонними показниками на рівні 4,78–5,24 мг/дм³. У контрольному варіанті чисельність бактеріопланктону змінювалася в межах від 3,83 до 8,39 млн кл./мл, за середніх значень 6,09 млн кл./мл, біомаса — відповідно 3,06–6,72 мг/дм³ та 4,87 мг/дм³ (табл. 4).

Таблиця 4. Бактеріопланктон експериментальних ставів ДП ДГ «Нивка», 2015 р.

Варіанти дослідів	Загальна чисельність, млн. кл./мл	Біомаса, мг/дм ³	Гетеротрофи, тис. кл./мл
Контроль	<u>3,83–8,39</u>	<u>3,06–6,72</u>	<u>0,17–5,04</u>
	6,09±0,68	4,87±0,56	2,51±0,72
Дослід I	<u>2,87–11,02</u>	<u>2,29–8,81</u>	<u>0,48–4,84</u>
	6,59±1,03	5,24±0,82	1,86±0,54
Дослід II	<u>2,91–10,67</u>	<u>2,33–8,53</u>	<u>0,11–6,68</u>
	5,98±1,07	4,78±0,86	2,19±0,83

Вищі показники розвитку бактеріопланктону були характерні для дослідних ставів, де піки чисельності мікроорганізмів, як правило, спостерігалися після внесення бактеріального добрива «Фосфобактерин».

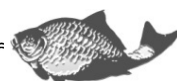
Середні за вегетаційний сезон показники чисельності та біомаси бактеріопланктону в досліді I були в 1,2 раза вищими, ніж в досліді II, та в 1,1 раза, ніж у контролі (табл. 3).

Вивчення розвитку гетеротрофів в експериментальних ставах показало, що найвищі показники чисельності в усіх ставах (4,84–6,68 тис. кл./мл) було зафіксовано на початку серпня, в період найвищих температур води.

Середньосезонні показники чисельності гетеротрофних бактерій у воді ставів знаходилися в межах від 1,86 до 2,51 тис. кл./мл (табл. 4). При цьому найбільша чисельність гетеротрофної мікрофлори характерна для контрольного ставу (із внесенням перегною ВРХ). В цілому ж, показники забрудненості в усіх ставах відповідають якості води (ОСТ 15.372.87), що використовується в рибецьких господарствах.

У зоопланктонних угрупованнях контрольного та дослідних ставів усього було зареєстровано 23 таксони гідробіонтів, що належать до трьох основних груп: *Rotifera* (11 видів), *Cladocera* (10 видів), *Copepoda* (2 види). Серед групи інших організмів були відмічені планктонні личинки хірономід (*Chironomidae larvae*), веснянки (р. Perlidae), ефіпії ракоподібних, статобласти моховаток (*Bryozora*) та черепашкові рачки (*Ostracoda sp.*).

Вивчення сезонної динаміки розвитку зоопланктону показало, що, незважаючи на достатню забезпеченість зоопланктону їжею (бактеріо- і фітопланктон), через значне виїдання рибою чисельність його в дослідних ставах не перевищувала 621,0–654,0 тис. екз./м³, біомаса — 7,06–9,35 г/м³, у контрольному — відповідно 519,0 тис. екз./м³ та 8,37 г/м³ (табл. 5).



Таблиця 5. Зоопланктон експериментальних ставів ДП ДГ «Нивка», 2015 р.

Варіанти дослідів	Загальна чисельність, тис. екз./м ³	Біомаса, г/м ³	Продукція за сезон, кг/га
Контроль	181,0–519,0	1,96–8,37	1026,0
	310,7±48,9	5,13±0,85	
Дослід I	104,0–621,0	1,81–7,06	792,0
	234,8±68,2	3,96±0,72	
Дослід II	63,0–654,0	1,09–9,35	1118,0
	387,7±94,9	5,59±1,13	

Внесення у став бактеріального добрива в комплексі з органічним забезпечило в ньому кращі стартові умови для вирощування цьоголіток корошових риб. Так, на момент зарибнення ставів личинками корошових риб в досліді I основу чисельності (до 67,3%) та біомаси (до 41,8%) зоопланктону становили коловертки (*Brachionus diversicornis*, *Br. calyciflorus*, *Euchlanis dilatata*) – найбільш доступні кормові організми для личинок риб на даному етапі їх розвитку, в контролі 63,0 та 38,4% відповідно — гіллястовусі ракоподібні (*Bosmina longirostris*, *Moina rectirostris*). У досліді II чисельність (38,1%) та біомасу (74,3%) тваринного планктону формувала група інших організмів, менш доступна на цей час для личинок риб.

У подальшому зоопланктон експериментальних ставів формувався за рахунок розвитку гіллястовусих (*Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Moina rectirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia affinis*, *Scapholeberis mucronata*) та веслоногих (*Cyclops* sp., їх наупліальні та копеподитні стадії розвитку) ракоподібних.

Середні за вегетаційний сезон показники розвитку зоопланктону в дослідних ставах були на рівні 234,8–387,7 тис. екз./м³ за чисельністю та 3,96–5,59 г/м³ за біомасою, у контрольному — відповідно 310,7 тис. екз./м³ та 5,13 г/м³ (табл. 5). При цьому основу чисельності та біомаси зоопланктону в дослідних ставах майже в рівних кількостях формували гіллястовусі та веслоногі ракоподібні, у контрольному – веслоногі (рис. 2).

Продукція зоопланктону за вегетаційний сезон у дослідних варіантах була на рівні 792,0–1118,0 кг/га, в контрольному – 1026,0 кг/га.

Макрозообентос експериментальних ставів був представлений личинками двокрилих із родин *Chironomidae*, *Heleidae* та малочетинковими червами (*Oligochaeta*).

У дослідних варіантах основу як чисельності (до 69–100%), так і біомаси (до 78–100%) становили личинки хірономід. У контрольному основу чисельності формували малочетинкові черви (до 56%), а біомаси — личинки хірономід (до 57%).

Основними домінуючими видами серед личинок хірономід були: *Chironomus dorsalis*, *Chironomus plumosus*, *Cryptohironomus ex. gr. defectus*.

Кількісний розвиток зообентосу в експериментальних ставах впродовж вегетаційного сезону був незначний. У дослідних ставах чисельність зообентосу не перевищувала 599,4–666,0 екз./м², а біомаса — 2,23–3,97 г/м², у контрольному — відповідно 133,3 екз./м² та 1,24 г/м².



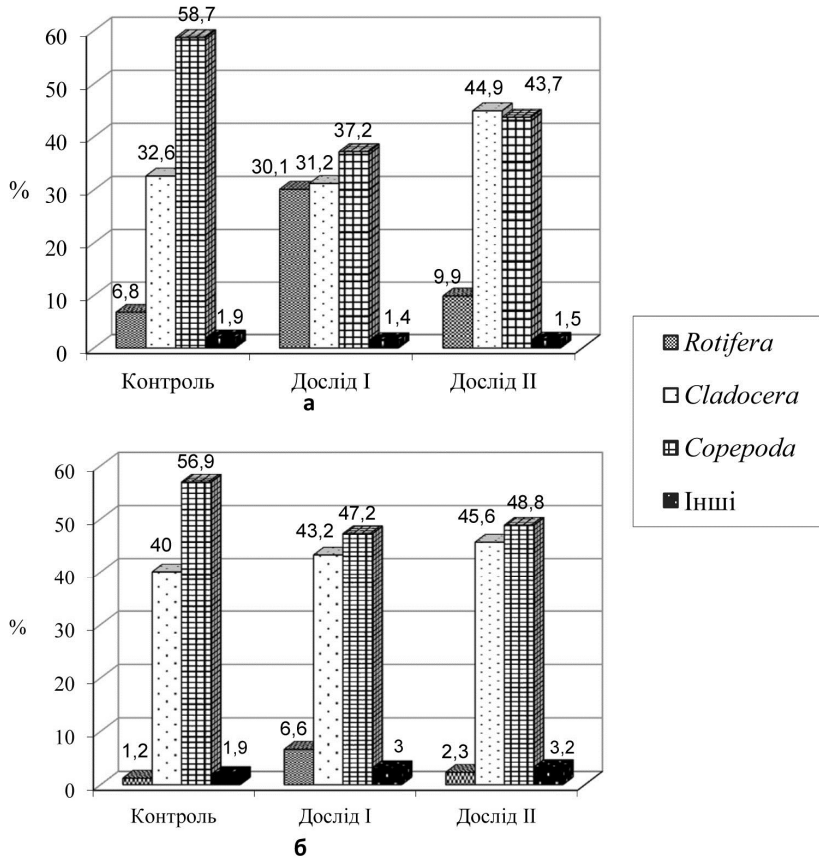


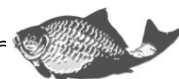
Рис. 2. Співвідношення основних таксономічних груп зоопланктону експериментальних ставів ДП ДГ «Нивка» за середньосезонними показниками чисельності (а) та біомаси (б)

Оскільки біомаса макрозообентосу формувалася, в основному, за рахунок розвитку личинок хірономід, то її динаміка впродовж вегетаційного сезону була зумовлена як життєвими циклами їх розвитку, так і елімінацією коропом. Найбільш інтенсивно донна фауна видалася в другій половині вегетаційного сезону.

Середні за вегетаційний сезон показники розвитку зообентосу в дослідних варіантах були на рівні 114,2–138,0 екз./м² за чисельністю та 0,59–0,70 г/м² за біомасою, що відповідно в 2,7–3,2 та в 2,6–3,0 рази вище, ніж у контрольному. За вегетаційний сезон в дослідних ставах створювалося 35,4–41,4 кг/га продукції макрозообентосу, в контрольному — 13,8 кг/га.

Восени під час обловів ставів, середня маса вирощених цьоголіток коропа найбільшою була в досліді I – 25,1 г, а найменшою в досліді II – 18,0 г. У контролі маса цьоголіток коропа становила 23,4 г (табл. 6).

Вихід цьоголіток коропа від посаджених на вирощування заводських непідрощених личинок в експериментальних ставах знаходився на рівні 20,0–22,3 % (див. табл. 6).



Таблиця 6. Результати вирощування цьоголіток риб в експериментальних ставах ДП ДГ «Нивка», 2015 р.

Варіанти дослідів	Вид риб	Посаджено негідрощених личинок тис. екз./га	Виловлено цьоголіток			Рибопродуктивність, кг/га	
			тис. екз./га	середня маса, г	вихід, %	за видами	загальна
Контроль	Короп	50,0	10,95	23,4±1,2	21,9	256,2	
	Білий амур	10,0	1,00	65,4±2,7	10,0	65,4	321,6
Дослід I	Короп	50,0	10,00	25,1±1,7	20,0	251,0	
	Білий амур	10,0	3,24	46,4±3,2	32,4	150,3	401,3
Дослід II	Короп	50,0	11,15	18,0±2,1	22,3	200,7	
	Білий амур	10,0	0,64	77,8±2,0	6,4	49,8	250,5

Середня маса вирощених цьоголіток білого амура в усіх ставах значно перевищувала нормативні показники (20–25 г) і становила 46,4–77,8 г. Вихід цьоголіток білого амура найвищим був у досліді I — 32,4%, а в контролі та досліді II становить відповідно 10 і 6,4 %.

Рибопродуктивність за коропом в експериментальних ставах була на рівні 200,7–256,2 кг/га, загальна рибопродуктивність становила 250,5–401,3 кг/га. В досліді I загальна рибопродуктивність складала 401,3 кг/га і була більшою на 79,7 кг/га, ніж у контролі, та на 150,8 кг/га, ніж у досліді II.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Гідрохімічний режим експериментальних ставів формувався під впливом джерела водопостачання та заходів, спрямованих на інтенсифікацію розвитку природної кормової бази, і був сприятливим для розвитку кормових організмів та вирощування рибопосадкового матеріалу.

Внесення бактеріального добрива на початку вегетаційного сезону, лише по поверхні водного дзеркала, з розрахунку 1,0 л/га виявилось малоефективним для підвищення продуктивності екосистеми ставу в цілому. Більш ефективним способом підвищення біологічної продуктивності, в тому числі рибопродуктивності вирощувальних ставів, виявилось застосування «Фосфобактерину» впродовж вегетаційного сезону як по ложу (1,0 л/га), так і по поверхні водного дзеркала (1,0 л/га) в комплексі з органічним добривом — перегноем ВРХ.

За сумісного застосування бактеріального добрива з двічі меншою кількістю органічного добрива (перегною ВРХ) в дослідному ставі створювалися сприятливі умови для розвитку природної кормової бази, росту та виживання цьоголіток коропових риб, а отримана загальна рибопродуктивність була в 1,2 раза вищою, ніж у контрольному ставі (за застосування лише перегною ВРХ).

Подальше вивчення продуктивності ставових екосистем за використання бактеріальних добрив дозволить розробити науково обґрунтовані норми екологічно безпечного удобрення ставів при вирощуванні рибопосадкового матеріалу.



ЛІТЕРАТУРА

1. Методи підвищення природної рибопродуктивності ставів / Андрющенко А. І. та ін. ; ред. М. В. Гринжевський. Київ, 1998. 124 с.
2. Винберг Г. Г., Ляхнович В. П. Удобрение прудов. Москва : Пищевая промышленность, 1965. 272 с.
3. Wurts W. A. Organic fertilization in culture ponds // World Aquaculture. 2004. Vol. 35, iss. 2. P. 64—65.
4. Brunson M. W., Stone N., Hargreaves J. Fertilization of Fish Ponds // Southern Regional Aquaculture Center Publication. 1999. № 471.
5. Калініченко А. В., Мінькова О. Г. Біологічний азот у законодавстві ЄС // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. 2014. № 3(60). С. 7—9. (Серія : Біологія).
6. Патыка В. Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. 2014. № 3(60). С. 10—14. (Серія : Біологія).
7. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / Волкогон В. В., та ін. ; ред. В. В. Волкогон. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
8. Токмакова Л. М. Мікробні препарати на основі фосфатмобілізуючих мікроорганізмів у землеробстві // Пропозиція. 2006. № 9. С. 68—70.
9. Родина А. Г. Микроорганизмы и повышение рыбопродуктивности прудов. Москва, 1958. С. 159—164.
10. Садунова А. В. Общая характеристика бактерий рода *Bacillus*. Владивосток. 66 с.
11. Сулова М. Ю. Распространение и разнообразие спорообразующих бактерий рода *Bacillus* в водных экосистемах : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология», 03.00.07 «Микробиология». Улан-Удэ, 2007. 22 с.
12. Павлова Г. Г., Рой А. О., Курдиш І. К. Фосфатмобілізувальні бактерії, виділені з донних відкладень дофінівського лиману та одеського регіону північно-західної частини Чорного моря // Мікробіологічний журнал. 2014. Т.76, № 4. С. 34—40.
13. Базаєва А. В. Біологічні основи використання фосформобілізуючого бактеріального препарату поліміксобактерину в рибництві : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.02.03 «Рибництво». Київ, 2011. 20 с.
14. Алёкин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 262 с.
15. Кузнецов С. И., Дубинина Г. А. Методы изучения водных микроорганизмов. Москва : Наука, 1989. 285 с.
16. Антипчук А. Ф. Микробиология рыбоводных прудов. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. 145 с.
17. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М. та ін. ; ред. В. Д. Романенко ; НАН України, Ін-т гідробіології. Київ : Логос, 2006. 408 с.
18. Асаул З. И. Определитель пресноводных водорослей. Эвгленовые. Москва : Наука, 1973. 330 с.
19. Пресноводные водоросли Украинской ССР / Топачевский А. В., Масюк Н. П. ; ред. Макаревич М. Ф. Киев : Вища школа, 1984. 336 с.



20. Водоросли. Справочник / Вассер С. П. и др. Киев : Наукова думка, 1989. 608 с.
21. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев : Наук. думка, 1990. 208 с.
22. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. Ленинград : Наука, 1970. 744 с.
23. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. Москва ; Ленинград : Наука, 1964. 328 с.
24. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части ССР (Планктон, бентос). Ленинград : Гидрометеоздат, 1977. 512 с.
25. Шерман І. М. Ставове рибництво. Київ : Урожай, 1994. 336 с.

REFERENCES

1. Andriushchenko, A. I., Baltadzhi, R. A., Vovk, N. I., Hrynzhovskyi, M. V., Hudyma, B. I., & Demchenko, I. T. et al. (1998). *Metody pidvyshchennia pryrodnoi ryboproduktyvnosti staviv*. M. V. Hrynzhovskyi (Ed.). Kyiv.
2. Vinberg, G. G., & Lyakhnovich, V. P. (1965). *Udobrenie prудov*. Moskva: Pishchevaya promyshlennost'.
3. Wurts, W. A. (2004). Organic fertilization in culture ponds // *World Aquaculture*, 35(2), 64-65.
4. Brunson, M. W., Stone, N., & Hargreaves, J. (1999). Fertilization of Fish Ponds // *Southern Regional Aquaculture Center Publication*, 471.
5. Kalinichenko, A. V., & Minkova, O. H. (2014). Biologichnyi azot u zakonodavstvi YeS. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu*, 3(60), 7-9.
6. Patyka, V. F. (2014). Biologicheskyy azot i novaya strategiya proizvodstva produktsii rastenievodstva v Ukraine. *Naukovi zapysky Ternopil's'kogo natsional'nogo pedagogichnoho universitetu*, 3(60), 10-14.
7. Volkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., & Kovalevska, T. M. et al. (2006). *Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka*. V. V. Volkohon (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka.
8. Tokmakova, L. M. (2006) Mikrobnii preparaty na osnovi fosfatmobilizuiuchykh mikroorhanizmiv u zemlerobstvi. *Propozytsiia*, 9, 68-70.
9. Rodina, A. G. (1958). *Mikroorganizmy i povyshenie ryboproduktyvnosti prудov*. Moskva.
10. Sadunova, A. V. (2012). *Obshchaya kharakteristika bakteriy roda Bacillus*. Vladivostok.
11. Suslova, M. Yu. (2007). Rasprostranenie i raznoobrazie sporoobrazuyushchikh bakteriy roda *Bacillus* v vodnykh ekosistemakh. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ulan-Ude.
12. Pavlova, H. H., Roi, A. O. & Kurdysh, I. K. (2014). Fosfatmobilizувальні бактерії, виділені з донних відкладен дофінівського лиману та одеського регіону північно-західної частини Чорного моря. *Мікробіологічний журнал*, 76, 4, 34-40.
13. Bazaieva, A. V. (2011). Biologichni osnovy vykorystannia fosformobilizuiuchoho bakterialnogo preparatu polimiksobakterynu v rybnytstvi. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
14. Alekin, O. A., Semenov, A. F., & Skopintsev, V. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi*. Leningrad: Gidrometizdat.
15. Kuznetsov S. I., Dubinina G. A. (1989). *Metodi izucheniya vodnykh mikroorganizmov*. Moskva: Nauka.



16. Antipchuk, A. F. (1983). *Mikrobiologiya rybovodnykh prudov*. Moskva: Legkaya i pishchevaya promyshlennost'.
17. Arsan, O. M., Davydov, O. A., & Diachenko, T. M. et al. (2008). *Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevyykh vod*. V. D. Romanenko (Ed.). Kyiv: Lohos.
18. Asaul, Z. I. (1973). *Opredelitel' presnovodnykh vodorosley. Evglenovye*. Moskva: Nauka.
19. Topachevskiy, A. V., & Masyuk, N. P. (1984). *Presnovodnye vodorosli Ukrainskoy SSR*. Makarevich M. F. (Ed.). Kyiv: Vishcha shkola.
20. Vasser, S. P., Kondrat'eva, N. V., & Masyuk, N. P. et al. (1989). *Vodorosli. Spravochnik*. Kyiv: Naukova dumka.
21. Tsarenko, P. M. (1990). *Kratkyi opredelytel khlorokokkovykh vodoroslei Ukraynskoi SSR*. Kyiv: Naukova dumka.
22. Kutikova, L. A. (1970). *Kolovratki fauny SSSR*. Leningrad: Nauka.
23. Manuylova, E. F. (1964). *Vetvistousyе rachki (Cladocera) fauny SSSR*. Moskva; Leningrad: Nauka.
24. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeyskoy chasti SSR (Plankton, bentos)*. (1977). Leningrad: Gidrometeoizdat.
25. Sherman, I. M. (1994). *Stavove rybnytstvo*. Kyiv.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЫРОСТНЫХ ПРУДОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ «ФОСФОБАКТЕРИН»

Т. В. Григоренко, grygorenko-@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
Н. Н. Савенко, hydrobiology@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
А. Н. Базаева, a_bazaeva@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
Н. П. Чужма, n_chuzhma@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
Е. Н. Колос, ecology@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
Л. В. Титова, Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН, г. Киев

Цель. Исследовать влияние бактериального удобрения «Фосфобактерин» на формирования гидрохимического режима, развитие естественной кормовой базы и рыбопродуктивность выростных прудов.

Методика. При проведении исследований были использованы общепринятые в гидрохимии, микробиологии, гидробиологии и рыбоводстве методики.

Результаты исследований. В статье представлены результаты исследования продуктивности выростных прудов при разных способах применения бактериального удобрения «Фосфобактерин».

Установлено, что гидрохимический режим экспериментальных прудов формировался под влиянием источника водоснабжения и мероприятий, направленных на интенсификацию развития естественной кормовой базы, и был благоприятным для развития кормовых организмов и выращивания рыбопосадочного материала.

Внесение бактериального удобрения в начале вегетационного сезона по поверхности водного зеркала пруда оказалось малоэффективным для повышения продуктивности экосистемы пруда в целом. Более эффективным методом повышения биологической продуктивности, в том числе и рыбопродуктивности выростных прудов, оказалось применение «Фосфобактерина» на протяжении вегетационного сезона как по ложу, так и по поверхности водного зеркала в комплексе с органическим удобрением — перегноем КРС. В опытном пруду при комплексном удобрении средние за вегетационный период биомассы



фитопланктона були в 1,5 раза, бактериопланктона — в 1,1 раза, зообентоса — в 2,6 раза, а полученная общая рыбопродуктивность в 1,2 раза выше, чем в контрольном пруду (при применении только перегноя КРС).

Научная новизна. Исследованы особенности формирования гидрохимического и гидробиологического (фито-, бактерио-, зоопланктон, зообентос) режимов выростных прудов и представлены рыбоводные показатели при использовании бактериального удобрения «Фосфобактерин» как самостоятельно, так и совместно с традиционным органическим удобрением — перегноем КРС.

Практическая значимость. На основании полученных результатов разработаны временные рекомендации по применению бактериального удобрения «Фосфобактерин» для повышения продуктивности выростных прудов.

Ключевые слова: выростные пруды, гидрохимический режим, фитопланктон, бактериопланктон, зоопланктон, зообентос, перегной КРС, «Фосфобактерин», удобрение прудов.

PRODUCTIVITY OF GROWING PONDS WHEN APPLYING THE BACTERIAL FERTILIZER «PHOSPHOBAKTERIN»

T. Hryhorenko, gyrgorenko@ukr.net, Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Kyiv
N. Savenko, hydrobiology@if.org.ua, Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Kyiv
A. Bazaieva, a_bazaeva@ukr.net, Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Kyiv
N. Chuzhma, n_chuzhma@ukr.net, Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Kyiv
O. Kolos, ecology@if.org.ua, Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Kyiv
L. Tytova, Danulo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NAS, Kyiv

Purpose. To investigate the effect of the bacterial fertilizer "Phosphobacterin" on the formation of the hydrochemical regime, development of the natural food supply and fish productivity in the growing ponds.

Methodology. The work was conducted according to generally accepted hydrochemical, microbiological, hydrobiological and fish farming methods.

Findings The article presents the results of a study of the productivity of growing ponds with different methods of the application of the bacterial fertilizer "Phosphobacterin".

It was found that the hydrochemical regime of the experimental ponds was formed under the effect of the source of water supply and measures aimed at intensifying the development of the natural food supply and was favorable for the development of feed organisms and the cultivation of fish seeds.

Application of the bacterial fertilizer at the beginning of the growing season along the water pond surface proved to be little effective for increasing the productivity of the pond ecosystem as a whole. A more effective method of increasing biological productivity, including fish productivity of growing ponds, was the application of "Phosphobacterin" during the growing season both on the bed and on the water surface in combination with the organic fertilizer - cattle humus. In the experimental pond under complex fertilization, the average phytoplankton biomass during the growing season was 1.5 times, bacterioplankton 1.1 times, zoobenthos 2.6 times higher, and the obtained total fish productivity was 1.2 times higher than in the control pond (when applying only cattle humus).

Originality. The peculiarities of formation of hydrochemical and hydrobiological (phyto-, bacterio-, zooplankton, zoobenthos) regimes of growing ponds and the fishery indices are studied, both for bacterial fertilizer "Phosphobacterin" independently and together with the traditional organic fertilizer - cattle humus.

Practical value. Based on the obtained results, we developed temporary recommendations for using the bacterial fertilizer "Phosphobacterin" to increase the productivity of growing ponds.

Key words: growing ponds, hydrochemical regime, phytoplankton, bacterioplankton, zooplankton, zoobenthos, cattle humus, Phosphobacterin, ponds fertilizers.

