

ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

УДК 639.37:579.64:631.874

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗООПЛАНКТОННИХ УГРУПОВАНЬ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТУ ЕКОВІТАЛ І ВИКО-ВІВСЯНОГО ТРАВСТОЮ

Н. І. Цьонь, nattcon@ukr.net, Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства НААН, смт. Великий Любінь

Мета. Дослідити потенціал продуктивності зоопланктону водної екосистеми при зануренні у став мікрокосмів, використовуючи зелене добриво (вико-вівсяний травостій) та препарат Ековітал.

Методика. Дослідження проводили в умовах модельних екосистем (мікрокосмів), встановлених у рибницьких ставах. Застосовували комплекс інтенсифікаційних заходів (меліорація, інокуляція насіння вико-вівсяної суміші (1:1) препаратом Ековітал у кількості 1,4; 2,9; 4,3 мл/кг (варіанти Д1, Д2, Д3) із наступним засіванням по ложу ставів, вирощування вико-вівсяного травостою для зеленого добрива). Висівали насіння з розрахунку 70 кг зерна на 1 га ставової площі. Перший варіант контролю (К1) — без зеленого добрива і без препарату, в другому контрольному варіанті (К2) висівали насіння вико-вівсяної суміші, яке замочували у відповідній кількості води без препарату. Препарат Ековітал містить специфічні бульбочкові азотфіксуючі *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* та фосформобілізуючі бактерії *Bacillus megaterium*-6. Гідрохімічні, гідробіологічні, рибницькі та статистичні дослідження проводили у відповідності до стандартних методик.

Результати. Встановлено, що застосування препарату Ековітал у комплексі із меліоративними заходами дає можливість за 40 днів одержати зелене добриво в кількості до $1,03 \pm 0,08$ т/га для підвищення продуктивності ставової екосистеми.

Стимуляція розвитку зоопланктону дала можливість отримати максимальні показники його біомаси $9,85\text{--}31,78$ г/м³, що у 4-16 разів вище, ніж у контролі ($2,54\text{--}3,30$ г/м³). Середні показники біомаси зоопланктону в дослідних варіантах були на рівні $4,30\text{--}9,17$ г/м³ і у 3-9 разів перевищували контрольні ($1,06\text{--}1,40$ г/м³). У дослідних варіантах спостерігалася тенденція до зростання частки гіллястовусих ракоподібних.

У дослідних варіантах вдалося підвищити продукцію зоопланктонних організмів до $1834,8$ кг/га — рівня найбільш продуктивних ставів лісостепової зони рибництва України.

Потенціал природної рибопродуктивності водної екосистеми за зоопланктоном при застосуванні зеленого добрива (вико-вівсяного травостою) та препарату Ековітал зростає у 3-7 разів відносно контролю. У варіанті Д2 було досягнуто максимальної потенційної природної рибопродуктивності за рахунок зоопланктону на рівні $152,90 \pm 85,25$ кг/га.

Наукова новизна. Вперше представлено результати досліджень продуктивності зоопланктонних угруповань при застосуванні зеленого добрива з вико-вівсяного травостою і бактеріального препарату Ековітал в умовах модельних ставових екосистем (мікрокосмів).

Практична значимість. Одержані результати є основою для подальших досліджень використання способу підвищення природної рибопродуктивності вирощувальних ставів шляхом застосування зеленого добрива (вико-вівсяного травостою) і препарату Ековітал.

Ключові слова: зелене добриво, зоопланктон, Ековітал, природна кормова база, рибницькі стави, природна рибопродуктивність.



ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Внесення поживних речовин у ставову екосистему є необхідною умовою підвищення розвитку природної кормової бази і відповідно рибопродуктивності ставів [1]. З цією метою, особливо для малькових ставів, часто застосовують метод удобрення шляхом затоплення ложа з вирощеною на ньому вищою рослинністю. Завдяки фітобіомасі та мінеральним речовинам, акумульованим кореневими угрупованнями, вода ставу на ранніх етапах його функціонування стає придатним середовищем для швидкого розвитку первинних продуцентів. Відповідно, важливим залишається питання покращення хімічного складу ґрунтів ложа ставів перед заповненням їх водою. У сільському господарстві на сьогодні альтернативою вирішення проблеми підвищення родючості ґрунтів та їх урожайності є застосування нових екологічно безпечних видів добрив (нетрадиційних органічних, мікродобрив та біодобрив). Особливої уваги заслуговують бактеріальні та зелені добрива [2].

Експерименти із застосування зелених добрив у рибництві проводили у 60–80-х роках минулого сторіччя. Зараз лише в агрокультурі для отримання зеленого добрива застосовується посів рослин-сидератів, при цьому застосування бактеріальних добрив сприяє підвищенню продуктивності ґрунтів. Так, для збільшення їх врожайності використовують специфічні азотфіксуючі бактерії [3]. Нині в Україні налагоджено виробництво бактеріальних добрив, але вони використовуються переважно в рослинництві [4].

У водному середовищі з метою покращення його якості практикують внесення аеробних бактерій *Bacillus gemma*, *B. toyoi*, *B. subtilis* [5]. А застосування бактерії *B. megaterium* як кормової добавки сприяє збільшенню темпу росту і виживанню цінних гідробіонтів (креветок) [6]. В останні роки у вітчизняному рибництві успішно пройшли експерименти із застосування бактеріального препарату Поліміксобактерин на основі фосформобілізуючих бактерій штаму *B. polytuxa* KB [7]. Результати цих досліджень вказують на одержання позитивного впливу на водну екосистему. При цьому на організм риб негативного впливу виявлено не було [5, 7].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Застосування бактеріальних добрив у рибництві є перспективним напрямом. У зв'язку з цим набувають особливої актуальності пошуки ефективних методів підвищення біологічної продуктивності ставів за рахунок застосування бактеріальних добрив. Одним з вітчизняних препаратів є Ековітал. Він містить специфічні бульбочкові азотфіксуючі (*Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae*) та фосформобілізуючі (*Bacillus megaterium*-6) бактерії.

Метою даної роботи було дослідження потенціалу продуктивності зоопланктону водної екосистеми при зануренні у став мікрокосмів з використанням зелених добрив (вико-вівсяний травостій) та препарату Ековітал.



МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

На базі вирощувальних ставів Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН проведено експеримент в умовах мікрокосмів. Підстилаючі ґрунти ставів переважно торф'яні, з домішками піску. Для підвищення продуктивності ставової екосистеми було проведено низку меліоративних заходів, зокрема осушення та боронування ставового ложа.

У даному експерименті було застосовано високоефективний бактеріальний препарат Ековітал (рідка форма), створений на основі специфічних бульбочкових азотфіксуючих (*Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae*) та фосформобілізуючих та (*Bacillus megaterium-6*) бактерій для підвищення продуктивності вики. Препарат, розроблений Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, містить високоефективні штами бактерій у концентрації обох штамів не менше 3,0 млрд., КУО/мл, покращує мінеральне живлення рослин, стимулює їх ріст і розвиток, збільшує врожайність. Згідно з наданою виробником інформацією, рекомендується застосовувати одноразове оброблення насіння бобових у кількості 100–200 мл/га.

Зерно вико-вівсяної суміші було інокульовано водним розчином бактеріального препарату Ековітал ручним способом у кількості, що відповідає 100, 200, 300 мл/га. Оскільки висів зерна вико-вівсяної суміші по ложу ставу проводили з розрахунку 70 кг/га (овес — 50%, вика — 50%), то кількість препарату складала 1,4; 2,9; 4,3 мл/кг зерна (у дослідних варіантах Д1, Д2, Д3 відповідно). У першому варіанті контролю (К1) ложе ставів було без засіву і без препарату, у другому контрольному варіанті (К2) насіння перед засівом намочували у відповідній кількості води [8].

Через 40 діб після висіву зерна вирощені рослини було зважено, пораховано кількість на одиницю площі ґрунту, розраховано кількість отриманого зеленого добрива. На експериментальних ділянках було встановлено мікрокосми, після чого став почали заливати водою. Об'єм мікрокосмів складав 1 м³. Органічні та мінеральні добрива не застосовували. Тривалість експерименту складала 2 місяці.

Гідрохімічний аналіз ставової води проводили за методиками О. О. Альокіна (1973) [9]. Стежили за температурним та кисневим режимами води в мікрокосмах.

Відбір та опрацювання гідробіологічних проб проводили за загальноприйнятими методиками І. А. Кисельова (1953), В. І. Жадіна (1950) [10, 11]. Якісний склад зоопланктону встановлювали з допомогою визначників Л. О. Кутикової (1970), Є. Ф. Мануйлової (1964), В. І. Монченка (1974) [12, 13, 14]. Біомасу зоопланктонних безхребетних визначали за таблицями індивідуальних мас організмів за Ф. Д. Мордухай-Болтовським (1954) [15].

Біологічну продуктивність водного середовища та визначення його потенційної рибопродуктивності розраховували за В. Ф. Товстиком (2004). Відомо, що продукційно-біомасовий коефіцієнт (Р/В) для зоопланктону становить 20, кормовий коефіцієнт за зоопланктоном — 6 [16].

Отримані в процесі дослідження матеріали були статистично опрацьовані за допомогою стандартної комп'ютерної програми Excel-97.



РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті проведених меліоративних та посівних робіт було одержано зелене добриво. За 40 діб вегетації в дослідних варіантах біомаса отриманого зеленого добрива (вико-вівсяного травостою) у контролі К2 склала 0,09 т/га, в дослідних варіантах була в межах 0,79–1,03 т/га (табл. 1).

Таблиця 1. Кількість зеленого добрива, отриманого в результаті вирощування вико-вівсяної суміші по ложу ставу

Варіанти експерименту	Кількість висіяного насіння, кг/га	Кількість використаного препарату Ековітал для оброблення насіння, мл/кг	Отримано зеленого добрива, т/га
К1	—	—	—
К2	70	—	0,09 ± 0,01
Д1	70	1,4	0,79 ± 0,04
Д2	70	2,9	1,01 ± 0,11
Д3	70	3,4	1,03 ± 0,08

Температура води впродовж експерименту коливалась у межах 16–25°C. Максимальні показники були зафіксовані в кінці травня + 23–25°C та в середині липня + 22–25°C – вони були найбільш сприятливими для розвитку зоопланктонних організмів.

Водневий показник (рН) утримувався у межах 7,1–7,8, відповідаючи лужному середовищу води. Вміст біогенних елементів був невисоким. Вміст розчинених органічних речовин, що визначається показником перманганатної окислюваності, знаходився в межах норми: у контрольних варіантах експерименту зростав до 11,2–12,2 мгО/дм³, у дослідних — 11,5–14,4 мгО/дм³. Усі показники відповідали встановленим вимогам для рибництва і вказували на наявність задовільних умов водного середовища.

Розвиток фітопланктону знаходився на низькому рівні: у контрольних варіантах К1, К2 його біомаса не перевищувала 1,00 г/м³, у дослідних варіантах Д1, Д2 сягала до 1,29 г/м³ і лише у варіанті Д3 у перший місяць експерименту біомаса зростає до 6,68 г/м³.

Ставовий зоопланктон формували організми типу *Rotifera* родів: *Brachionus*, *Harringia*, *Keratella*, ракоподібні підряду *Cladocera* родів: *Alona*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Diaphanosoma*, *Scapholeberis*, *Simocephalus*, *Polyphemus* та підкласу *Copepoda* родів: *Eudiaptomus*, *Cyclops*, *Acanthocyclops*.

У контрольних варіантах експерименту показники розвитку зоопланктонних організмів коливались в межах: у варіанті К1 — 55,00–370,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 0,42–3,30 г/м³, за біомасою; у варіанті К2 відповідно — 85,00–576,00 тис. екз./м³ та 0,35–2,54 г/м³ (рис. 1).



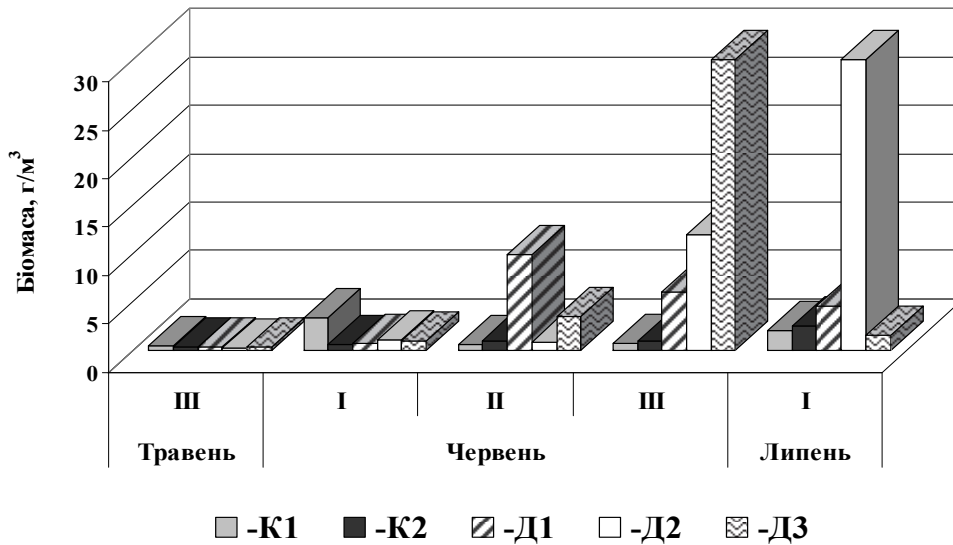


Рис. 1. Динаміка розвитку зоопланктону в дослідних екосистемах

У дослідних варіантах експерименту межі коливань показників розвитку зоопланктону змінювались: у варіанті Д1 за чисельністю — від 70,00 до 768,00 тис. екз./м³, за біомасою — від 0,37 до 9,85 г/м³; у варіанті Д2 відповідно — від 80,00 до 1332,00 тис. екз./м³ та від 0,24 до 31,78 г/м³; у варіанті Д3 — від 140,00 до 430,00 тис. екз./м³ та від 0,34 до 30,08 г/м³. Отже, у дослідних варіантах експерименту верхні межі діапазону коливань показників розвитку зоопланктону зросли відносно контрольних К1 і К2 у 1,2–4,0 рази за чисельністю та у 3–13 разів за біомасою.

Динаміка зоопланктонних показників варіанту К1 мала два піки розвитку. Перший — через місяць після залиття мікрокосмів — склав 370,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 3,30 г/м³ за біомасою із переважанням незрілих форм веслоногих ракоподібних на рівні 97,3–99,4%; другий спостерігався в кінці другого місяця експерименту і сягав 253,01 тис. екз./м³ за чисельністю та 2,02 г/м³ за біомасою із субдомінантою *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) (індекс домінування Бергера-Паркера $D_{BP}=0,33$).

У варіанті К2 перший максимум зафіксовано на тиждень пізніше, проте його значення були незначними: 190,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 0,99 г/м³ за біомасою, та сформовані кладоцерно-копеподитним комплексом малозначних видів ракоподібних. Другий максимум за показниками виявився утрічі вищим від першого, і в часі збігся із другим піком розвитку в контрольному варіанті К1 — через два місяці після залиття мікрокосмів: 576,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 2,54 г/м³ за біомасою, при цьому домінували копеподити І–ІІІ стадії розвитку — 61,1–72,4%.

Максимальні показники розвитку зоопланктону у варіанті Д1 склали 128,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 8,32 г/м³ за біомасою. Період зростання значень збігся із першим максимумом контрольного варіанту К2, проте в даному



варіанті показники зоопланктону виявилися вищими у 4–10 разів в основному завдяки інтенсивному розвитку домінанти *D. longispina* O. F. Müller ($D_{BP}=0,20-0,84$) та субдомінанти *B. longirostris* O. F. Müller ($D_{BP}=0,05-0,50$).

У варіанті Д2 показники поступово зростали і досягли максимуму в кінці другого місяця експерименту: 1332,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 31,78 г/м³ за біомасою, завдяки інтенсивному розвитку *C. affinis* Lilljeborg ($D_{BP}=0,42-0,89$) та субдомінанти *Ch. sphaericus* O. F. Müller ($D_{BP}=0,31$).

У дослідному варіанті Д3 найвищі кількісні показники розвитку зоопланктону зафіксовані на 35 добу після заливки мікрокосмів: 430,00 тис. екз./м³ за чисельністю та 30,08 г/м³ за біомасою. Домінуючими формами в цей час виявились *D. longispina* ($D_{BP}=0,47-0,89$), *C. affinis* ($D_{BP}=0,19$), науплії та копеподити (I-III) ($D_{BP}=0,23$).

Середньосезонні показники у контролі склали: у варіанті К1 за чисельністю 185,6±56,12 тис. екз./м³, за біомасою — 1,40±0,55 г/м³; у варіанті К2 відповідно 222,20±90,89 тис. екз./м³ та 1,06±0,39 г/м³. Між показниками контрольних варіантів вірогідних відмінностей не виявлено. Основу зоопланктонного угруповання формували незрілі форми веслоногих ракоподібних I–V-ї стадії копеподитного розвитку: у варіанті К1 — 64,94–68,14%, та у варіанті К2 — 59,13–60,04%. Спостерігається тенденція зниження їх частки на 6–8% у зоопланктоні при застосуванні зелених добрив.

Середньосезонні показники у досліді склали: у варіанті Д1 за чисельністю 380,60±134,81 тис. екз./м³, за біомасою — 4,30±1,76 г/м³; у варіанті Д2 відповідно 548,40±251,77 тис. екз./м³ та 9,17±6,05 г/м³; у варіанті Д3 238,00±62,16 тис. екз./м³ та 7,25±5,73 г/м³. Основу зоопланктонних угруповань формували гіллястовусі ракоподібні; їх частка мала тенденцію до зростання із збільшенням органічного навантаження і склали: у варіанті Д1 — 65,48–86,10%, у варіанті Д2 — 62,00–81,16%, тоді як у варіанті Д3 їх частка за біомасою склали 96%, що в 4 рази більше, ніж у контрольних варіантах (К1 і К2) – 25 і 26% відповідно ($P<0,01$).

Середні показники продукції зоопланктону в контрольних варіантах (табл. 2) виявились на 7–29% нижчими від мінімальних показників для рибицтва — 300 кг/га [17]. Застосування препарату Ековітал у варіанті Д1 дало змогу підняти продуктивні можливості зоопланктону у 3 рази відносно контролю К2 (див. табл. 2). Збільшення дози препарату вдвічі (до 2,9 мл/кг зерна) дало змогу підняти продукцію зоопланктонних організмів до 1450,80 кг/га — рівня найбільш продуктивних ставів лісостепової зони рибицтва I-го класу [17].

Таблиця 2. Продукційні властивості зоопланктону ставових мікрокосмів, Львівська дослідна станція ІРГ НААН, 2014 р., (M ± m), кг/га

Варіанти експерименту	Продукція зоопланктону	Потенційний приріст іхтіомаси
К1	212,40 ± 65,70	17,70 ± 5,47
К2	280,00 ± 93,68	23,33 ± 7,81
Д1	860,40 ± 297,67	71,70 ± 24,81
Д2	1834,80 ± 1022,97	152,90 ± 85,25
Д3	1450,80 ± 968,54	120,90 ± 80,71



В умовах проведеного експерименту потенціал рибопродуктивності у контрольних варіантах знаходився на рівні двох десятків кілограмів з гектара ставової площі. У дослідному варіанті Д1 потенційна рибопродуктивність зросла втричі. Максимальний показник природної рибопродуктивності (206,97 кг/га) за рахунок зоопланктону одержано при удобренні водної мікроекосистеми зеленим травостоєм вико-вівсяної суміші із застосуванням препарату Ековітал у варіанті Д2 експерименту. Із подальшим збільшенням дози застосованого бактеріального препарату у варіанті Д3 спостерігається зниження потенційної рибопродуктивності гідроекосистеми на 21%.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Застосування препарату Ековітал у комплексі з меліоративними заходами дає можливість за 40 днів одержати зелене добриво у кількості до $1,03 \pm 0,08$ т/га для підвищення продуктивності ставової екосистеми.

Стимулювання розвитку зоопланктону дало можливість отримати максимальні показники його біомаси $9,85\text{--}31,78$ г/м³, що у 4–16 разів вище, ніж у контролі $2,54\text{--}3,30$ г/м³.

Середні показники біомаси зоопланктону в дослідних варіантах були на рівні $4,30\text{--}9,17$ г/м³, що у 3–9 разів перевищувало контрольні ($1,06\text{--}1,40$ г/м³). У дослідних варіантах спостерігалася тенденція до зростання частки гіллястовусих ракоподібних.

Середні за період досліджень показники продукції зоопланктону в контрольних варіантах склали $212,40\text{--}280,00$ кг/га. У дослідних варіантах вдалося збільшити продукцію зоопланктону до $1834,80$ кг/га, що втричі перевищує показник у контрольному варіанті К2 і відповідає рівню найбільш продуктивних ставів лісостепової зони рибництва України.

Потенціал природної рибопродуктивності водної екосистеми за зоопланктоном при застосуванні зеленого добрива (вико-вівсяного травостою) та препарату Ековітал зростає у 3–7 разів відносно контролю. При застосуванні удобрення ставів вико-вівсяним травостоєм з препаратом Ековітал в кількості $2,9$ мл/кг зерна було досягнуто максимальної потенційної природної рибопродуктивності на рівні $152,90 \pm 85,25$ кг/га.

Одержані результати є основою для подальших досліджень використання способу підвищення природної рибопродуктивності вирощувальних ставів шляхом застосування зеленого добрива вико-вівсяного травостою і препарату Ековітал у ставах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Удобрение прудов / Г. Г. Винберг, В. П. Ляхнович. — М. : Пищ. пром-сть, 1965. — 270 с.
2. Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture / C. Vaneeckhaute, E. Meers, E. Michels [et al.] // Biomass and Bioenergy. — 2013. — Vol. 49. — P. 239—248.
3. Takashi Sato. Effects of Rhizobium Inoculation on Nitrogen Fixation and Growth of Leguminous Green Manure Crop Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) / Sato Takashi // Advances in Biology and Ecology of Nitrogen Fixation. — InTech, 2014. — P. 225—236.



4. Волчовська-Козак О. Вплив бактеріальних препаратів на величину та якість врожаю ріпаку ярого / Олександра Волчовська-Козак // Формування конкурентоспроможної економіки: теоретичні, методичні та практичні засади : Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 26–27 квіт. 2012 р. : мат. — Тернопіль, 2012. — С. 54—56.
5. Chou Li. The application of *Bacillus subtilis* in aquaculture / Li Chou // J. Fishery Modernization. — 2002. — № 2. — P. 26.
6. Use of *Streptomyces fradiae* and *Bacillus megaterium* as probiotics in the experimental culture of tiger shrimp *Penaeus monodon* (Crustacea, Penaeidae) / Sheikh Aftabuddin, M. Abul Kashem, M. Abdul Kader [et al.] // AACL Bioflux. — 2013. — Vol. 6., issue 3. — P. 253—267.
7. Базаєва А. В. Розвиток фіто- та зоопланктону в рибогосподарських ставах при використанні фосформобілізуючого бактеріального препарату / А. В. Базаєва, О. М. Тарасова, Н. І. Вовк // Біологія тварин: науково-теоретичний журнал. — 2010. — Т. 12, № 1. — С. 118—122.
8. Насіння зернових та зерно-бобових культур. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів. Загальні вимоги: СОУ 01.11–37–782:2008. — К. : Держспоживстандарт, 2008.
9. Алекин О. А. Основы гидрохимии / Алекин О. А. — Л. : Гидрометеиздат, 1970. — 412 с.
10. Киселёв И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Вводные и общие вопросы планктологии. Т. 1 / Киселёв И. А. — Л. : Наука, 1969. — С. 146—147.
11. Жадин В. И. Изучение водной фауны водоёмов / Жадин В. И. — М. : Издательство АН СССР. — 1950. — 30 с.
12. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР / Кутикова Л. А. — Л. : Наука, 1970. — 744 с.
13. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР / Е. Ф. Мануйлова. — М.; Л. : Наука, 1964. — 328 с.
14. Монченко В. И. Циклопы / В. И. Монченко // Фауна Украины. — К. : Наук. думка, 1974. — Т. 27, вып. 3. — 452 с.
15. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материал по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона / Ф. Д. Мордухай-Болтовской // Труды пробл. и темат. совещ. Вып. 11. — М. : Изд-во АН СССР, 1954. — С. 223—241.
16. Товстик В. Ф. Рибництво / Товстик В. Ф. — Х. : Еспада, 2004. — 266 с.
17. Гринжевський М. В. Аквакультура України / Гринжевський М. В. — Львів : Вільна Україна, 1998. — 364 с.

REFERENCES

1. Winberg, G. G., & Lyakhnovich, V. P. (1965). *Udobrenie prудov*. Moskva : Pyshevaya promyshlennost.
2. Vaneeckhaute, C., Meers, E., Michels, E., Buysse, J., & Tack, F. M. G. (2013). Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture. *Biomass and Bioenergy*, 49, 239-248.
3. Takashi, Sato (2014). Effects of rhizobium inoculation on nitrogen fixation and growth of Leguminous green manure crop hairy vetch (*Vicia villosa* Roth). *Advances in biology and ecology of nitrogen fixation*. InTech, 225-236.



4. Volchovska-Kozak, O. (2012). Vplyv bakterialnykh preparativ na velychynu ta yakist vrozhaiu ripaku yaroho. "Formuvannia konkurentospromozhnoi ekonomiky: teoretychni, metodychni ta praktychni zasady" (26-27 kvitnia 2012 r.): Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsia, Ternopil, 54-56.
5. Chou, Li (2002). The application of *Bacillus subtilis* in aquaculture. *J. Fishery Modernization*, 2, 26.
6. Sheikh Aftabuddin, Abul Kashem, M., Abdul Kader, M., Nurul Azim Sikder M., & Abdul Hakim, M. (2013). Use of *Streptomyces fradiae* and *Bacillus megaterium* as probiotics in the experimental culture of tiger shrimp *Penaeus monodon* (Crustacea, Penaeidae). *AACL Bioflux*, 6, 3, 253-267.
7. Bazaeva, A. V., Tarasova, O. M., & Vovk, N. I. (2010). Rozvytok fito- ta zooplanktonu v rybohospodarskykh stavakh pry vykorystanni fosformobilizuiuchoho bakterialnoho preparatu. *Biolohiia tvaryn: nauково-teoretychnyi zhurnal*, 12 (1), 118-122.
8. Nasinnia zernovykh ta zerno-bobovykh kultur. Tekhnolohichniy protses nanesennia mikrobynykh preparativ. Zahalni vymohy. (2008). SOU 01.11-37-782:2008. Kyiv : Derzhspozhyvstandart.
9. Alekin, O. A. (1970). *Osnovy gidrokhimii*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
10. Kiselev, I. A. (1969). *Plankton morey i kontinental'nykh vodoemov. Vvodnye i obshchie voprosy planktologii*, 1, 146-147.
11. Zhadin, V. I. (1950). *Izuchenie vodnoy fauny vodoemov*. Moskva: Izdatel'stvo AN SSSR.
12. Kutikova, L. A. (1970). *Kolovratki fauny SSSR*. Leningrad: Nauka.
13. Manuylova, E. F. (1964). *Vetvistousye rachki (Cladocera) fauny SSSR*. Moskva-Leningrad : Nauka.
14. Monchenko, V. I. (1974). *Fauna Ukrainy. Tsiklopy*, 27 (3), 452.
15. Mordukhay-Boltovskoy, F. D. (1954). Material po srednemu vesu vodnykh bespozvonochnykh basseyna Dona. *Trudy probl. i temat. soveshch.* 1, 223-241.
16. Tovstik, V. F. (2004). *Ribnytstvo*. Kharkiv : Espada.
17. Hrynzhhevskiy, M. V. (1998). *Akvakultura Ukrainy*. Lviv : Vilna Ukraina.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА ЭКОВИТАЛ И ВИКО-ОВСЯНОГО ТРАВСТОЯ

Н. И. Цьонь, nattcon@ukr.net, Львовская опытная станция Института рыбного хозяйства НААН, пгт Великий Любень

Цель. Исследовать потенциал продуктивности зоопланктона водной экосистемы при погружении в пруд микрокосмов и применении зеленого удобрения (вико-овсяного травстоя), а также препарата Эковитал.

Методика. Исследования проводились в условиях модельных экосистем (микрокосмов), установленных в рыбоводных прудах. Применяли комплекс интенсификационных мероприятий (мелиорация, инокуляция зерна вико-овсяной смеси (1:1) препаратом Эковитал в количестве 1,4; 2,9; 4,3 мл/кг (варианты Д1, Д2, Д3), с последующим посевом по ложу прудов, выращивание вико-овсяного травстоя для зеленого удобрения). Высевали семена из расчета 70 кг зерна 1 га площади пруда. Первый вариант контроля (К1) — без зеленого удобрения и без препарата, во втором контрольном варианте (К2) семена вико-овсяной смеси замачивали в соответствующем количестве воды без препарата и высевали по ложу.



Препарат Эковитал содержит специфические клубеньковые азотфиксирующие (*Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*) и фосформобилизующие (*Bacillus megaterium*-6) бактерии. Гидрохимические, гидробиологические, рыбоводные и статистические исследования проводили в соответствии со стандартными методами.

Результаты. Установлено, что применение препарата Эковитал в комплексе с мелиоративными мероприятиями дает возможность за 40 дней получить зеленое удобрение в количестве до $1,03 \pm 0,08$ т/га для повышения продуктивности прудовых экосистем.

Стимуляция развития зоопланктона дала возможность получить максимальные показатели его биомассы $9,85-31,78$ г/м³, что в 4–16 раз выше, чем в контроле $2,54-3,30$ г/м³. Средние показатели биомассы зоопланктона в опытных вариантах были на уровне $4,30-9,17$ г/м³ и в 3–9 раз превышали контрольные ($1,06-1,40$ г/м³). В опытных вариантах наблюдалась тенденция к росту доли ветвистоусых ракообразных.

В опытных вариантах удалось поднять продукцию зоопланктонных организмов до $1834,8$ кг/га — уровня наиболее продуктивных прудов лесостепной зоны рыбоводства Украины.

Потенциал естественной рыбопродуктивности водной экосистемы за счет зоопланктона при применении зеленого удобрения (вико-овсяного травостоя) и препарата Эковитал повышается в 3–7 раз относительно контроля. В варианте D2 была достигнута максимальная потенциальная естественная рыбопродуктивность за счет зоопланктона на уровне $152,90 \pm 85,25$ кг/га.

Научная новизна. Впервые представлены результаты исследований продуктивности зоопланктона при применении зеленого удобрения с вико-овсяным травостоем и бактериального препарата Эковитал, в условиях модельных прудовых экосистем (микрокосмов).

Практическая значимость. Полученные результаты являются основой для дальнейших исследований использования способа повышения естественной рыбопродуктивности выростных прудов путем применения зеленого удобрения (вико-овсяного травостоя) и препарата Эковитал.

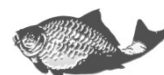
Ключевые слова: зеленое удобрение, зоопланктон, Эковитал, естественная кормовая база, рыбоводные пруды, естественная рыбопродуктивность.

INCREASING THE PRODUCTIVITY OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES WITH THE USE OF EKOVITAL AND VETCH-OAT GRASS

N. Tson', nattcon@ukr.net, Lviv Research Station of the Institute of Fisheries NAAS, Velykyi Liubin

Purpose. To investigate the potential of zooplankton productivity in aquatic ecosystems under experimental conditions of the microcosms with the use of the green fertilizer (vetch-oat grass) and Ekovital.

Methodology. The study was conducted under the conditions of model ecosystems (microcosms) installed in fish-breeding ponds. We used a complex of intensification measures (enhancement, inoculation of vetch-oat seed mixture (1:1) with Ekovital at quantities of 1.4; 2.9; 4.3 ml/kg (variants D1, D2, D3), followed by sowing the pond beds with the vetch-oat mixture (1:1), growing of vetch-oat grass for the green fertilizer). The seeds were sown at a ratio of 70 kg of grains for 1 ha of ponds area. The first control variant (K1) — without green fertilizer and without preparation. The second control version (K2) vetch-oat seeds were soaked in the corresponding quantity of water without preparation and after they were sown on the pond bed. The preparation Ekovital contains specific nitrogen-fixing nodule *Rhizobium leguminosarum* and phosphorus



mobilizing Bacillus megaterium-6 bacteria. Hydrochemical, hydrobiological, fisheries, and statistical studies were conducted according to standard methods.

Findings. *It was found that the application of Ekovital in a combination with enhancement activities gives an opportunity to obtain a green fertilizer of up to 1.03 ± 0.08 t/ha during 40 days for increasing pond ecosystem productivity.*

The stimulation of zooplankton development gave an opportunity to obtain the maximum biomass of $9.85\text{--}31.78$ g/m³ that was 4–16 times higher than that in the control — $2.54\text{--}3.30$ g/m³. The mean values of zooplankton biomass in the experiments were $4.30\text{--}9.17$ g/m³, that was 3-9 times higher than those in the control — $1.06\text{--}1.40$ g/m³. The experimental variants showed a tendency for increasing the share of cladoceran crustaceans.

The production of zooplankton organisms was increased to 1834.8 kg/ha — the level of the most productive breeding ponds of the forest-steppe zone of Ukraine.

The potential of natural fish productivity of an aquatic ecosystem based on zooplankton when applying the green fertilizer (vetch-oat grass) and Ekovital showed a 3–7 time increase compared to the control. The maximum potential natural fish productivity based on zooplankton was achieved at the level of 152.90 ± 85.25 kg/ha in the variant D2.

Originality. *For the first time we presented the results of the studies of zooplankton community productivity in fish-breeding ponds with the use of the green fertilizer of vetch-oat grass and bacterial preparation Ekovital under the conditions of model ponds ecosystems (microcosms).*

Practical value. *The received results are the basis for further studies on the use of a method for increasing natural fish productivity in fish-breeding ponds with the use of a green fertilizer such as vetch-oat grass and Ekovital.*

Key words: *green manure, zooplankton, Ekovital, natural forage, fish-breeding ponds, natural fish productivity.*

