

Ribogospod. nauka Ukr., 2017; 3(41): 26-36
DOI:
УДК 597-153:581.526:325+639.311:631.86/.87

ІНФОРМАЦІЙНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ФІТОПЛАНКТОНУ ДОСЛІДНИХ ВИРОЩУВАЛЬНИХ СТАВІВ ПІД ДІЄЮ РІЗНИХ ВИДІВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ ЗА ІНДЕКСОМ ШЕНОНА

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

Мета. Провести порівняльний аналіз індексів інформаційного різноманіття розвитку фітопланктону у вирощувальних рибницьких ставках, удобрених біогумусом, Рівермом і традиційними видами органічних добрив для визначення наявності чи відсутності деградації фітопланктону цих водойм за умов застосування вказаних добрив.

Методика. Представлено результати трьох років дослідження розвитку фітопланктону у вирощувальних ставках, в яких вирощувався рибопосадковий матеріал коропа в монокультурі та полікультурі за інтенсивної та екстенсивної технологій вирощування. Інформаційне різноманіття водорослевих угруповань ставів визначали розраховуючи індекс Шеннона за кількісними характеристиками розвитку фітопланктону.

Результати. Проведені дослідження показали: внесення досліджуваних добрив не призводить до дегенерації водорослевих угруповань у вирощувальних ставках, яке б виражалось у збідненні інформативного біорізноманіття кількісних характеристик фітопланктону; ступені інформативного різноманіття чисельності та біомаси фітопланктону змінюється у часі незалежно один від одного; сезонна динаміка ступеня інформативного різноманіття біомаси фітопланктону визначається кількістю внесення досліджуваних органічних добрив; перегиною ВРХ, біогумусу і Ріверму; сезонна динаміка ступеня інформативного різноманіття чисельності фітопланктону залежить головним чином від природних чинників; збільшення чисельності синьозелених водоростей до кінця сезону, як і спалахи протягом сезону не є наслідком дії внесених добрив.

Наукова новизна. Вперше використано індекс інформаційного різноманіття за Шенноном для характеристики розвитку фітопланктону вирощувальних рибницьких ставів за умови застосування для їх удобрення біогумусу та Ріверму

Практична значимість. Отримані результати свідчать про перспективність використання біогумусу та Ріверму для стимулювання розвитку природної кормової бази риб, зокрема при вирощуванні рибопосадкового матеріалу коропа у вирощувальних ставках

Ключові слова: Фітопланктон, індекс інформаційного різноманіття за Шенноном, вирощувальні стави, органічні добрива, біогумус, "Ріверм".

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Відповідно до застосування індексу Шеннона (H) в практиці гідробіологічних досліджень [1], ознакою деградації фітопланктону є те, що індекс Шеннона, набуває значень, як правило, не вищих від 1. Такі показники індексу Шеннона свідчать про те, що фітопланктон у досліджуваній водоймі представлений монодомінантним комплексом і основна частина (більше 50 %) досліджуваної ознаки, біомаси чи чисельності, формується за рахунок 1-2 видів. Значення індексу $H \geq 2$ свідчать про те, що фітопланктон представлений полідомінантним комплексом видів, тобто величина певної його кількісної характеристики формується представниками більшості таксономічних груп.

© Н. П. Чужма, 2017



Аналізуючи кількісні характеристики розвитку фітопланктону за допомогою індексу Шеннона слід враховувати, що оскільки індивідуальна маса окремих клітин водоростей може відрізнятись у багато разів, індекс Шеннона визначають для кількості видів і чисельності (H_N) та, окремо, для кількості видів і біомаси (H_B) фітопланктону.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Одним з аспектів аналізу отриманих даних про розвиток фітопланктону був розрахунок індексу інформаційного різноманіття за Шенноном. Необхідність визначення цього індексу спричинена потребою перевірки, за допомогою відомих математичних методів, яким чином впливає застосування різних видів органічних добрив на водоростеві угруповання дослідних вирощувальних ставів, і чи не призводять нові чи традиційні методи удобрення ставів до деградації в них фітопланктону.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження були проведені в лабораторії гідробіології Інституту рибного господарства НААН та на базі дослідного господарства «Нивка».

Представлено результати, отримані протягом трьох років дослідження розвитку фітопланктону у вирощувальних ставках, в яких вирощувався рибопосадковий матеріал цьоголітки коропа в монокультурі та полікультурі з рослиноїдними рибами за інтенсивної та випасної технологій. Площа дослідних ставів становила 0,5 га, середня глибина - 1м. Для стимулювання розвитку природної кормової бази риб, вирощувальні стави удобрювались як традиційним видом органічних добрив - перегній ВРХ, так і двох дослідних видів органічних добрив - біогумус та Ріверм, які є фактично різними формами продуктів трофічного перероблення компосту і гною каліфорнійським черв'яком (*Eisenia foetida andrei*). При чому перегній ВРХ вносили з розрахунку 3 т/га, біогумус - у кількості 600 кг/га, а Ріверм, застосовували методом розливу по воді у кількості 50 л на 500 м³.

Загалом розглядаються п'ять варіантів досліду, промарковані відповідно до застосованих добрив і згруповані таким чином, що разом розглядаються результати досліджень отриманих протягом одного року:

- 1 рік - 1ПГ – перегній, 1К – контроль;
- 2 рік - 1Б – біогумус, 2Р – Ріверм;
- 3 рік – 3Б – біогумус, 3Р – Ріверм, 3К – контроль.

Умови середовища у вирощувальних ставках контролювались протягом сезону. Хімічні параметри води дослідних і контрольних водойм за період досліджень знаходились в межах рибницьких норм.

Для вивчення динаміки розвитку фітопланктону у вирощувальних ставках відбір гідробіологічних проб проводити 2–3 рази на місяць. Чисельність та біомасу фітопланктону визначали за загальноприйнятим розрахунково-об'ємним методом у фіксованих 40 % -вим формаліном пробах води [2, 3, 4].



Визначення видової і надвидової таксономічної приналежності планктонних водоростей проводили за визначниками прісноводних водоростей [5, 6, 7, 8, 9].

Інформаційне різноманіття фітопланктону розраховували за індексом Шеннона [10] за формулами:

Індекс Шеннона за чисельністю (H_N):

$$H_N = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N};$$

Індекс Шеннона за біомасою (H_B):

$$H_B = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{B} \log_2 \frac{B_i}{B},$$

де N_i (B_i) - чисельність (біомаса) i -го виду;

N (B) - загальна чисельність (біомаса) фітопланктону;

n - кількість видів.

Максимум інформаційного різноманіття відповідає ситуації, коли усі організми водоростевого угруповання належать до різних видів ($N=n$ за $N_i=1$), у той час, як мінімум відповідає ситуації, за якої усі організми належать тільки до одного виду ($N=N_i$ при $n=1$)

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Індекс Шеннона розраховували за кількісними характеристиками розвитку фітопланктону визначеними протягом трьох років гідробіологічних досліджень у дослідних і контрольних вирощувальних ставках. Отримані значення індексу Шеннона, а також результати їх статистичного опрацювання представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Середньосезонні значення індексу Шеннона (H) за чисельністю (H_N) та біомасою (H_B) фітопланктону дослідних ставів (біт/екз.)

Індекс Шеннона	Варіанти дослідіу						
	1ПГ	1К	2Б	2Р	3Б	3Р	3К
H_N (min-max)	1,53-3,12	1,61-3,69	1,16-3,37	1,90-3,37	1,66-4,20	1,20-4,04	1,10-3,94
H_N	2,35	2,48	2,25	2,73	2,81	2,60	2,31
H_B (min-max)	2,21-3,68	2,59-3,57	2,32-3,79	2,45-3,91	2,73-3,86	2,60-3,58	2,53-4,16
H_B	3,26	3,25	3,05	3,29	3,22	3,10	3,18
$\pm m$ (H_N)	0,20	0,30	0,29	0,22	0,33	0,37	0,36
$\pm m$ (H_B)	0,21	0,12	0,22	0,21	0,14	0,14	0,20
σ (H_N)	0,53	0,79	0,77	0,59	0,87	0,97	0,95
σ (H_B)	0,55	0,31	0,59	0,55	0,38	0,37	0,52

П р и м і т к а: min-max – межі коливання індексу, $\pm m$ – стандартна похибка середньої арифметичної, σ - середньоквадратичне відхилення



З даних таблиці видно, що не залежно від умов конкретних дослідів, середньосезонні значення індексу Шеннона, протягом всіх років досліджень ні за чисельністю, ні за біомасою не набували значень нижчих від критичного рівня, яким вважається 2. Отже, у відповідності до показників індексу Шеннона, фітопланктон у всіх випадках був представлений полідомінантним комплексом. Таким чином, застосовані рибогосподарські технології, і передусім використання кожного із досліджуваних методів удобрення ставів, не було для водоростевих угруповань деструктивним і агресивним чинником і не призводило до деградації в ставках фітопланктону, яка б виражалась у збідненні інформаційного різноманіття кількісних параметрів його розвитку.

Як видно із Таблиці 1, середньосезонні значення індексу Шеннона обчислені за біомасою фітопланктону для кожного із ставків (варіантів досліду), відрізнялися від тих, що були обчислені за його чисельністю, як за абсолютними показниками, так і за розмахом варіабельності даного показника. У даному разі не дивлячись на те, що самі чисельність і біомаса фітопланктону визначаються у різних одиницях вимірювання, індекс Шеннона (а значить і середньоквадратичне відхилення (σ)) має однакову розмірність – біт/екз, а отже може бути порівнюваним. Так, (особливо це справедливо щодо інформаційного різноманіття біомаси фітопланктону, яке є суттєво вищим ніж аналогічний показник за чисельністю фітопланктону, про що буде сказано нижче).

Всі абсолютні значення H_N були значно вищими відповідних значень H_B (в середньому на 40%) перевищує другий. Отже, з одного боку, показник інформаційного різноманіття чисельності фітопланктону, в кожний конкретний момент часу, є суттєво меншим, ніж такий для його біомаси, з іншого, варіабельність показника H_N протягом сезону є значно вищою ніж H_B (рис. 1 і 2).

Характер сезонної динаміки величин H_B і H_N визначених, відповідно за біомасою та чисельністю фітопланктону одного і того ж ставу відрізняється між собою значно більше ніж динаміка одноіменних показників індексу Шеннона фітопланктону різних ставів протягом одного року. Спостерігається подібність зміни у часі показників H_N визначених за чисельністю фітопланктону різних ставів протягом одного і того ж сезону. Характер такої подібності змін сезонної динаміки показників H_N має високий ступінь кореляційного зв'язку.

Сезонні коливання показника H_N характеризуються однією спільною рисою, яка проявляється у всіх досліджених випадках: значення індексу Шеннона за чисельністю фітопланктону до кінця вегетативного сезону, меншою чи більшою мірою, але неодмінно знижується (в той час як значення H_B можуть залишатись порівняно стало високими).

Для порівняно різких коливань значень H_N протягом кожного з сезонів в кожному зі ставів не спостерігається адекватних за розмахом амплітуди коливань параметра H_B . З аналізу сезонної динаміки показників H_N і H_B та відносної біомаси представників домінуючих видів водоростей в тих чи інших пробах, видно, що частки домінантних і субдомінантних таксонів характеризувались порівняно невисокими абсолютними значеннями, зміною протягом сезону видів-домінантів і не прослідкованою тенденцією до будь-яких усталених хронологічних змін.



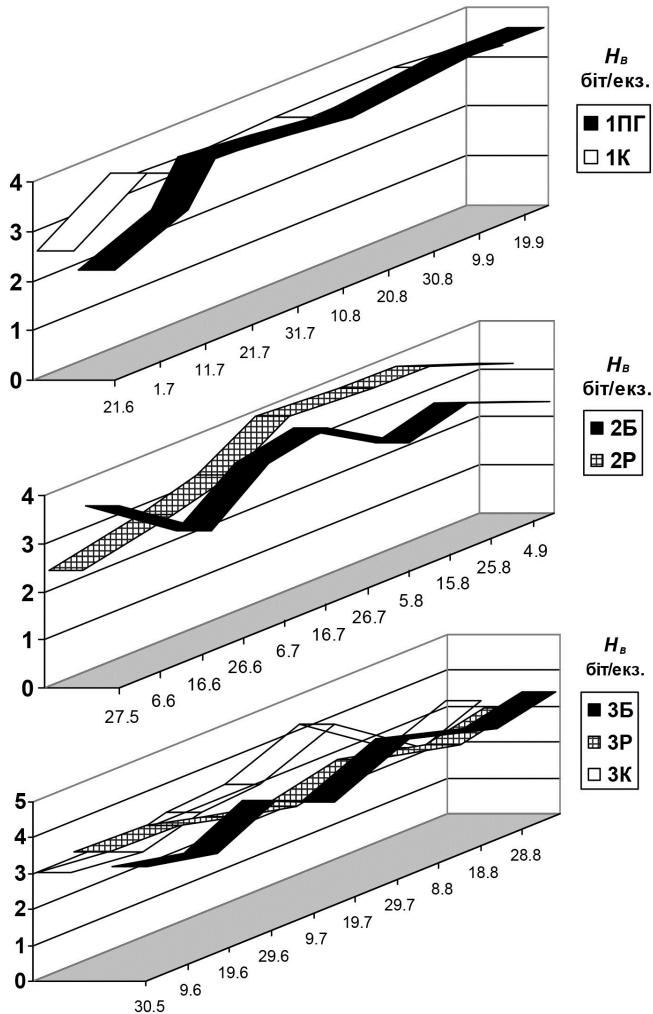
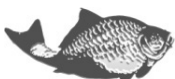


Рис. 1. Сезонна динаміка індексу Шеннона за біомасою фітопланктону (H_b) дослідних і контрольних ставів

Загалом, у формуванні біомаси фітопланктону брали більш-менш рівнозначну участь представники багатьох таксонів (що і підтверджують більш високі показники індексу Шеннона), звичайний рівень часток домінування за біомасою у видів-домінантів становив 20-30%. За всі роки досліджень вказані показники не перевищували рівня 54-58 %, причому таких високих значень цей параметр досягав вкрай рідко і фіксувався лише 1 – 2 рази на сезон. Так, наприклад, у варіанті досліді 1Пг у червневій пробі частка *Trachelomonas armata* становила 58% від загальної біомаси, у варіанті 2Б, у пробах за червень, серпень і вересень, частки домінуючих *Scenedesmus quadricauda*, *Aphanizomenon flos-aquae*, і *Microcystis aeruginosa* досягали, відповідно 54-55% всієї біомаси, а у варіанті 2Р 55% біомаси у травневій пробі цього ж року утворював *T. armata*. В контролі 3К в кінці серпня 2005 року 55% біомаси утворював *M. aeruginosa*.



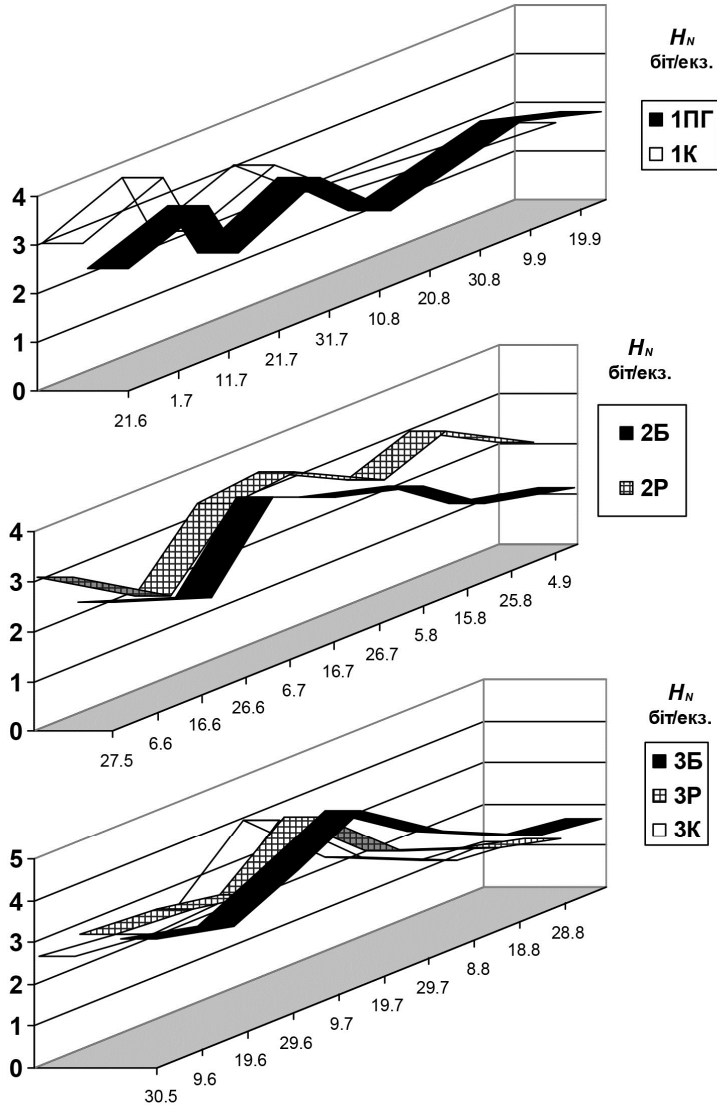


Рис. 2. Сезонна динаміка індексу Шеннона за чисельністю фітопланктону (H_N) дослідних і контрольних ставів.

Натомість частки домінування розраховані за чисельністю фітопланктону у цих же ставках характеризувались значно вищими величинами для видів – домінантів (максимальні величини до 72 – 86%), причому простежувалась закономірність збільшення даного показника до кінця сезону. У більшості випадків високі показники часток домінуючих за чисельністю видів, які до того ж стрімко зростали, наприкінці сезонів були характерними для одного представника синьозелених – *M. aeruginosa*. Слід враховувати, що такі спалахи чисельності *M. aeruginosa* не були пов'язані з продукуванням адекватної біомаси, так *M. aeruginosa* міг становити 86% чисельності фітопланктону у пробі і лише 45% його біомаси.



Отже, виявлені невідповідності характерів сезонної динаміки показників H_N і H_B є результатом бурхливого розмноження синьозелених водоростей, зокрема *M. aeruginosa*, яке посилюється до кінця сезону.

Однак, виявлені спалахи чисельності *M. aeruginosa* дають настільки невисоку біомасу, що не здатні вагомо перерозподілити представництво різних таксономічних груп у загальній біомасі ставу, а значить і синхронно змінити показники H_B . Спільність такої тенденції для всіх варіантів досліду (включно з контролем, де жодні добрива не вносились) свідчить про те, що такі спалахи чисельності синьозелених водоростей не можуть розглядатися як результат дії внесених досліджуваних добрив, а є природним процесом.

Під твердженням цьому є той факт, що хронологічна динаміка індексу Шеннона за чисельністю фітопланктону, як вже було сказано, протягом одного року дослідження виявилась надзвичайно синхронною, як у контролі, так і у всіх варіантах дослідів. В таблиці 2 приведено результати математичного вираження сили даної кореляції, проведеного із застосуванням методу Z Фішера, спеціально адаптованого для малих розмірів вибірки. Динаміка сезонних змін показника H_N у різних ставах корелює між собою з високою силою ($r = 0,71-0,98$), в той час як коефіцієнт кореляції між показниками H_B фітопланктону цих же ставів у ці ж роки був значно нижчим, і в жодному випадку не досягав критичного рівня 0,7, вище якого кореляція вважається сильною.

Таблиця 2. Кореляційна залежність між рядами значень індексу Шеннона за чисельністю та біомасою фітопланктону.

Показник	Порівняльні пари варіантів досліду				
	1ПГ/1К	2Б/2Р	3Б/3Р	3Б/3К	3Р/3К
$r(H_N)/tz$	<u>0,74/1,92</u>	<u>0,71/1,76</u>	<u>0,93/3,32</u>	<u>0,97/4,35</u>	<u>0,98/4,53</u>
p	$p > 0,1$	$p > 0,1$	$0,05 > p > 0,02$	$0,01 > p > 0,002$	$0,01 > p$
$r(H_B)/tz$	<u>0,64/1,53</u>	<u>0,06/0,12</u>	<u>0,03/0,05</u>	<u>0,68/1,66</u>	<u>0,06/0,13</u>
p	$p > 0,1$	$p > 0,1$	$p > 0,1$	$p > 0,1$	$p > 0,1$

Примітка: Індекс Шеннона за чисельністю (H_N) та біомасою (H_B) фітопланктону; коефіцієнт кореляції (r) (чисельник – r / критерій tz Фішера; знаменник – показник достовірності коефіцієнта кореляції P , жирним виділені статистично достовірні значення)

З даних таблиці видно, що, принаймні у двох випадках із п'яти, високий ступінь кореляції між показниками H_N не можна вважати статистично достовірним результатом ($p > 0,1$), але причиною цього є не низький рівень критерію tz Фішера, а невисока кількість ступенів свободи, яка визначається величиною вибірки, тобто в даному разі кількістю відібраних проб за сезон.

Уникнути тієї обставини, що кількість проб відібраних у конкретному ставку окремо за кожен досліджуваний сезон є недостатньо великим (з точки зору статистики) числом, можна у наступний спосіб. Протягом трьох послідовних сезонів для проведення дослідів фактично використовувались ті самі ставки. Результати гідробіологічних досліджень для однієї пари таких ставків можна розглянути не як суму дискретних сезонів окремо на кожній з водойм, а як один тривалий період дослідження. Хоч умови різних варіантів досліду-контролю з



року в рік змінювались, важливим є лише те, щоб проби у порівнюваних водоймах відбирались синхронно. Таким чином можна дослідити ступінь взаємної кореляції (чи відсутності такої) між характеристиками динаміки показників H_N^1 і H_N^2 та, відповідно, H_B^1 і H_B^2 на більш тривалому проміжку часу. Адже відомо, що, з одного боку, слабкі кореляційні зв'язки можуть бути зафіксованими лише за достатньо великої кількості спостережень, з іншого, навіть сильна кореляція може бути надійно статистично доведена лише на великій кількості вимірювань (табл.3).

Таблиця 3. Рівень кореляційного зв'язку між динаміками індексу Шеннона (H) (біт/екз, відповідно), за чисельністю (H_N) та біомасою (H_B) фітопланктону пари дослідних ставів за весь період досліджень

№ ставу	Індекс Шеннона (H)	середній H	MinH - MaxH	Коефіцієнт кореляції r	критерій tz Фішера	Рівень значимості
№1	H_N^1	2,47	1,16 – 4,20	0,74	4,3430	P < 0,001
№2	H_N^2	2,60	1,20 – 4,04			
№1	H_B^1	3,18	2,21 – 3,79	0,11	0,4966	P > 0,10
№2	H_B^2	3,21	2,45 – 3,91			

Як видно з даних таблиці 3, на більш тривалому проміжку часу, який де-факто охоплював три сезони, для двох подібних ставків, умови в яких були різними, та ще й змінювались із року в рік, індекс Шеннона, розрахований за чисельністю фітопланктону, коливався надзвичайно синхронно (коефіцієнт кореляції 0,74, за рівня значимості $P < 0,001$), в той же час кореляції між динаміками індексу Шеннона за біомасою фітопланктону даних двох ставків (навіть слабкої, яка б проявилась на більшому проміжку часу) виявити не вдалося. З цього однозначно випливає, що антропогенний вплив, яким для досліджуваних ставків є рибогосподарська діяльність загалом і, зокрема, внесення досліджуваних органічних добрив, змінює певним чином представленість різних видів водоростей у загальній біомасі фітопланктону, з одного боку, і водночас мало впливає на співвідношення чисельності представників різних видів водоростей у загальній чисельності фітопланктону. Як показав аналіз часток видів-домінантів, така парадоксальна, на перший погляд, ситуація виявляється можливою завдяки масштабним коливанням чисельності синьозелених водоростей (у нашому випадку, передусім *Microcystis aeruginosa*), причому ці коливання, внаслідок мізерної індивідуальної маси клітин синьозелених, практично не відбиваються на адекватних змінах біомаси фітопланктону. Крім того, висока корельованість показників H_N як у дослідних (не залежно від умов проведення дослідів) так і у контрольних ставах свідчить про те, що характер динаміки чисельності представників окремих таксономічних груп (як ми бачимо, передусім синьозелених) підпорядкований виключно дії природних чинників, спільних (протягом року) як для всіх варіантів дослідів, так і для контролю. Натомість відсутність кореляції між показниками H_B говорить про те, що на формування біомаси того чи іншого з видів водоростей специфічно впливають умови конкретного дослідів.



ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Проведені дослідження та інтерпретація отриманих результатів, зокрема застосування при їх обробці індексу інформаційного різноманіття Шеннона за чисельністю і біомасою фітопланктону, дозволяє зробити висновки про те, що

Внесення досліджуваних добрив не призводить до дегенерації водоростевих угруповань у вирощувальних ставках, яке б виражалось у збідненні інформативного різноманіття кількісних характеристик фітопланктону.

Ступені інформативного різноманіття чисельності та біомаси фітопланктону змінюються у часі незалежно один від одного.

Сезонна динаміка ступеню інформативного різноманіття біомаси фітопланктону визначається рибогосподарською діяльністю людини (у даному випадку - внесенням досліджуваних органічних добрив, перегною ВРХ, біогумусу і Ріверму).

Сезонна динаміка ступеню інформативного різноманіття чисельності фітопланктону залежала головним чином від природних чинників.

Збільшення чисельності синьозелених водоростей до кінця сезону, як і спалахи протягом сезону не є наслідком дії внесених добрив.

Отримані результати свідчать про перспективність використання біогумусу та Ріверму для стимулювання розвитку природної кормової бази риб, зокрема при вирощуванні рибопосадкового матеріалу коропа у вирощувальних ставках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербак В. І. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем // ред. В. І. Назаренко. Київ, 2002. С. 41—47.
2. Водоросли. Справочник / Вассер С. П. и др. Киев : Наукова думка, 1989. 608 с.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / заг. ред. Романенко В. Д. ; НАН України, Ін-т гідробіології. Київ : Логос, 2006. 408 с.
4. Усачев П. И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Труды ВГБО. 1961. Т. XI. 411 с.
5. Ассаул З. І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. Київ : Наукова думка, 1975. 407 с.
6. Кондратьєва Н.В. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Київ : АН СРСР, 1968. 523 с.
7. Паламар-Мордвінцева Г. М. Кон'югати. Десмідієві — *Desmidiiales* // Визначник прісноводних водоростей УРСР. Київ : Наукова думка, 1986. Вип. 8, ч. 2. 320 с.
8. Топачевский А. В., Масюк Н. П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев, 1984. 336 с.
9. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев : Наукова думка, 1990. 208 с.
10. Одум Ю. Основы экологии. Москва : Мир, 1975. 740 с.

REFERENCES

1. Shcherbak, V. I. (2002). *Metody doslidgen phytoplanktonu. Methodychni osnovy hidrobiologichnyh doslidgen vodnyh ekosystem.* V. I. Nazarenko (Ed.). Kyiv.



2. Wasser, S. P., Kondratieva, N. V., & Masuk, N. P. et al. (1989). *Vodorosli. Spravochnik*. Kyiv: Naukova dumka.
3. Romanenko, V. D. (Ed.). (2006). *Metody gidroekologichnyh doslidgen poverhnevyyh vod*. Kyiv: Logos.
4. Usachev, P. I. (1961). Kolichestvennaya metodika sbora i obrabotki phytoplanktona. *Trudy VGBO, XI*.
5. Assaul, Z. I. (1975). *Viznachnik evglenovyh vodorostey Ukrainskoi RSR*. Kyiv: Naukova dumka.
6. Kondratiev, N. V. (1968). *Viznachnik prysnovodnih vodorostey Ukrainskoi RSR*. Kyiv: AN SRSR .
7. Palamar-Mordvintseva, G. M. (1986), Kon'jugaty. Desmidievi — *Desmidiales. Viznachnik prysnovodnih vodorostey Ukrainskoi RSR*. (Vol. 8, iss. 2). Kyiv: Naukova dumka.
8. Topachevskyy, A.V., & Masuk, N. P. (1984). *Presnovodnye vodorosli Ukrainskoy SSR*. Kiev.
9. Tsarenko, P. M. (1990). *Kratkiy opredelitel' hlorokokkovykh vodorosley Ukrainskoy SSR*. Kiev: Naukova dumka.
10. Odum, U. (1975). *Osnovy ekologii*. Moskva: Mir.

ИНФОРМАЦИОННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ОПЫТНЫХ ВЫРОСТНЫХ ПРУДОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ПО ИНДЕКСУ ШЕННОНА

Н. П. Чужма, n_chuzhma@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН

Цель. Провести сравнительный анализ индексов информационного биоразнообразия развития фитопланктона в выростных рыбоводных прудах, удобренных биоугумсом, Ривермом и традиционными видами органических удобрений, для определения наличия или отсутствия дегенерации фитопланктона данных водоемов в условиях применения указанных удобрений.

Методика. Представлены результаты трех лет исследования развития фитопланктона в выростных прудах, в которых выращивался рыбопосадочный материал карпа в монокультуре и поликультуре при интенсивной и экстенсивной технологий выращивания. Информационное разнообразие водорослевых сообществ прудов определяли рассчитывая индекс Шеннона по количественным характеристикам развития фитопланктона.

Результаты. Проведенные исследования показали: внесение исследуемых удобрений не приводит к дегенерации водорослевых сообществ в выростных прудах, которое бы вырождалось в обедненные информативного биоразнообразия количественных характеристик фитопланктона; степени информативного разнообразия численности и биомассы фитопланктона меняются во времени независимо друг от друга; сезонная динамика степеней информативного многообразия биомассы фитопланктона определяется внесением исследуемых органических удобрений, перегноя КРС, биоугумса и Риверма; сезонная динамика степеней информативного разнообразия численности фитопланктона зависит главным образом от природных факторов; увеличение численности синезеленых водорослей до конца сезона, как и вспышки в течение сезона не являются следствием действия внесенных удобрений.

Научная новизна. Впервые использован индекс информационного разнообразия по Шеннону для характеристики развития фитопланктона выростных рыбоводных прудов в условиях применения для их удобрения биоугумса и Риверма



Практическая значимость. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования биогуруса и Риверма для стимулирования развития естественной кормовой базы рыб, в частности при выращивании рыбопосадочного материала карпа в выростных прудах.

Ключевые слова: Фитопланктон, индекс информационного разнообразия по Шеннону, выростные пруды, органические удобрения, биогурус, "Риверм".

SHANNON DIVERSITY INDICES OF PHYTOPLANKTON IN EXPERIMENTAL FISH-REARING PONDS UNDER THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF ORGANIC FERTILIZERS

N. P. Chuzhma, n_chuzhma@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To perform a comparative analysis of information diversity indices of phytoplankton development in fish-rearing ponds fertilized with biohumus, Riverm and traditional types of organic fertilizers for the determination of the presence or absence of phytoplankton degradation in these water bodies under the effect of the application of these fertilizers.

Methodology. The article describes the results obtained during three years of the studies of phytoplankton in fish-rearing ponds, in which was carp seeds were grown in monoculture and polyculture using intensive and extensive cultivation technologies. The information diversity of algal communities of ponds was determined by calculating the Shannon index based on quantitative characteristics of phytoplankton development.

Findings. The performed studies have shown that the application of the studied fertilizers did not lead to the degeneration of algal communities in fish-rearing ponds, which would be expressed as a depleted information diversity of phytoplankton quantitative characteristics; the degree of the information diversity of phytoplankton abundance and biomass varied in time independently; the seasonal dynamics of the informative diversity of phytoplankton biomass was shaped by the amounts applied studied organic fertilizers such as cattle humus, biohumus and Riverm; the seasonal dynamics of the information diversity degree of phytoplankton abundance depends mainly on natural factors; an increase in the abundance of blue-green algae by the end of the season, like algal blooms during the season, is not a consequence of the effect of the applied fertilizer.

Originality. For the first time Shannon diversity index was used to characterize the development of phytoplankton in fish-rearing ponds after the application of biohumus and Riverm for their fertilization.

Practical value. The obtained results indicate on the promising use of biohumus and Riverm to stimulate the development of the natural food supply for fish, in particular, when growing carp seeds.

Keywords: phytoplankton, Shannon diversity index, fish-rearing ponds, organic fertilizers, biohumus, «Riverm».

