

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
2. *Унифицированные методы химического анализа* / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.
3. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В.Д. Романенко. – К.: Логос, 2006. – 408 с.

Ю.Г. Крот, В.Д. Романенко, Т.Я. Киризий, Г.Б. Бабич

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕЙССЕНО-ГАММАРИДНОЙ ГРУППИРОВКИ В УСЛОВИЯХ МИКРОКОСМА: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ

Исследовали особенности формирования качества водной среды при функционировании дрейссено-гаммаридного сообщества в условиях микрокосма. Обсуждаются вопросы взаимосвязи динамики гидрохимических параметров среды и процессов жизнедеятельности водных организмов.

Ключевые слова: качество водной среды, микрокосм, дрейссено-гаммаридная группировка

Yu.G. Krot, V.D. Romanenko, T.Ya. Kiriziy, G.B. Babich

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

FEATURES OF FUNCTIONING DREISSENS AND GAMMARIDS COMMUNITIES IN THE CONDITIONS OF MICROCOSM: FEATURES OF FORMING OF QUALITY OF WATER ENVIRONMENT

There have been investigated the features of formation of water medium quality by functioning of dreissens and gammarids communities in the microcosm conditions. The questions of interconnection of the hydrochemical parameters of medium and the vital activity processes of water organisms are discussed.

Key words: quality of water environment, microcosm, dreissens and gammarids communities

УДК 59:(594 + 595.3)(001.53)

Ю.Г. КРОТ, В.Д. РОМАНЕНКО, Т.І. ЛЕКОНЦЕВА

Институт гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДРЕЙСЕНО-ГАМАРИДНОГО УГРУПОВАННЯ В УМОВАХ МІКРОКОСМУ: СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГРУПОВАННЯ ДРЕЙСЕН І ГАМАРИД

Вивчали особливості функціонування дрейссено-гаммаридного угруповання в умовах мікркосму. Показано динаміку чисельності та біомаси безхребетних, розмірно-вікову структуру угруповання. Обговорюється взаємозв'язок процесів життєдіяльності гідробіонтів та стійкості системи.

(Стаття є першою та складовою частиною циклу публікацій, присвячених вивченню особливостей функціонування угруповання дрейсенід та гамарид в умовах мікркосму.)

Ключові слова: дрейсени, гамариди, структурно-функціональні характеристики, мікркосм

Стійке функціонування екосистем забезпечується узгодженою взаємодією біотичних та абіотичних компонентів. При цьому існування та стійкість окремих популяцій та угруповань гідробіонтів визначається їх здатністю підтримувати динамічну рівновагу з оточуючим середовищем при мінливих умовах. Гомеостаз угруповань оснований на принципі зворотного зв'язку і забезпечується складними еколого-фізіологічними механізмами регуляції чисельності, біомаси, швидкості розвитку, структурних та функціональних характеристик [1, 5, 6].

У зв'язку з розповсюдженням інвазійних видів понто-каспійської фауни у водоймах і водотоках України значний інтерес становить вивчення у зазначеному аспекті дрейссено-гаммаридних угруповань як важливої складової біоценозів бентосу та перифітону.

Гідроєкологія має найрозвиненішу серед інших біологічних наук систему модельних мікрокосмів. Прийнято, що модельна екосистема має бути фізично обмежена, самодостатня, вмщати більше одного трофічного рівня, її розміри мають дозволяти відбирати проби без значного порушення її структури та динаміки. Екологічні мікрокосми використовуються для вивчення різноманітних взаємовідносин гідробіонтів, встановлення біотичних порушень, екологічної ролі ключових видів, особливостей формування якості водного середовища тощо.

Метою цієї роботи є з'ясування особливостей функціонування угруповань дрейсен і гамарид в умовах мікрокосму.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами досліджень були угруповання дрейсен (*D. bugensis* (Andrusov), *Dreissena polymorpha* (Pallas)) і гамарид (*Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), *Chaetogammarus ischnus* (Stebbing)). Видову належність безхребетних встановлювали за визначниками [3, 4]. Тварини були перенесені до мікрокосмів з р. Дніпро у вересні 2009 г. (температура води 21°C). Для модельних мікрокосмів використовували пластикові ємності об'ємом 440 дм³ (335×40×27см) з течією води по колу. Середовищем слугувала водопровідна вода з блоку первинної водопідготовки. Температурний режим становив 20±0,7°C, в системах використовувалася примусова аерація. Аклімація безхребетних до умов мікрокосмів проходила протягом 80 діб. У цей період в якості корму використовували пасту хлорелли і хлібопекарські дріжджі (підтримуючий раціон). В експерименті органо-мінеральне навантаження (паста хлорелли, пекарські дріжджі, личинки хірономід, штучні рослинні корми «ТетраПак») вносили у систему один раз на добу. Початкова щільність друз дрейсен становила 2,71±0,07 кг/м² (2,76±0,08 тис.екз/м²), чисельність і біомаса гамарид – відповідно 2,15±0,18 тис./м² і 21,0±1,7 г/м².

Стан угруповань безхребетних контролювали щотижня за показниками чисельності, біомаси, розмірно-вікової структури, кількості прекопулюючих пар та яйценосних самиць гамарид. Відбір та обробку проб проводили згідно загальноприйнятих методик [2]. Результати досліджень оброблено статистично з використанням стандартних статистичних програм.

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно вихідних даних обидва мікрокосми до початку експерименту перебували в близькому структурно-функціональному стані. Основу угруповань гамарид становили особини довжиною 5–16 мм (78–93%), дрейсен – 16–25 мм (79–81%). Відсутність яйценосних самиць бокоплавів в обох мікрокосмах, а в системі № 2 також копулюючих особин свідчила про низький рівень репродуктивної активності ракоподібних.

Початкове збурення експериментальних систем за рахунок внесення органічних речовин як корму для тварин сприяло поліпшенню трофічних умов і активізації продукційних процесів у мікрокосмах. Аналіз динаміки чисельності, біомаси, структурно-функціональних характеристик угруповань гамарид і дрейсен (рис. 1) виявив декілька характерних етапів у функціонуванні мікрокосмів. Так, на 7-у добу в обох системах відзначено збільшення кількості прекопулюючих пар гамарид (рис. 1а). Динаміка відносної чисельності копулюючих особин в угрупованні ракоподібних мала хвилеподібний характер з добре вираженими піками. При цьому в системі № 1 максимальна кількість гамарид, що спаровуються, коливалася в межах 7–8% і відзначалася на 7, 28 і 70-у добу з подальшим загасанням процесу на фоні загального зниження чисельності бокоплавів. У системі № 2 при подібних часових максимумах спарювання гамарид процес характеризувався більшою інтенсивністю й меншою стабільністю. Максимальна кількість прекопулюючих пар спостерігалася на 28-у добу (14,5%) з наступним зниженням до нуля (63-я доба). Поява яйценосних самиць в обох системах відзначена з 14-ї доби (1,1–1,7%) (рис. 1б). При цьому в системі № 1 їх кількість з 28-ї доби була відносно стабільною і становила у середньому 7,7±0,7 екз. У системі № 2 максимум яйценосних самиць відмічений на 49-у добу (14,5%) з наступним падінням показника до нуля (63-я доба), що свідчить про більшу інтенсивність і нестійкість репродукційного процесу в цих умовах.

Активізація відтворювальної функції угруповань ракоподібних супроводжувалася збільшенням чисельності особин (рис. 1в), при цьому система № 2 відрізнялася більш високими показниками (в 1,2–1,3 рази, $p < 0,05$). Максимальна кількість гамарид в обох мікрокосмах (стаціонарна фаза росту) спостерігалася на 49-у добу. Однак, в системі № 1 кількість ракоподібних залишалася стабільною до 63-ї доби, а у системі № 2 відбулася масова загибель рачків, що призвело до скорочення їх чисельності у 20 разів.

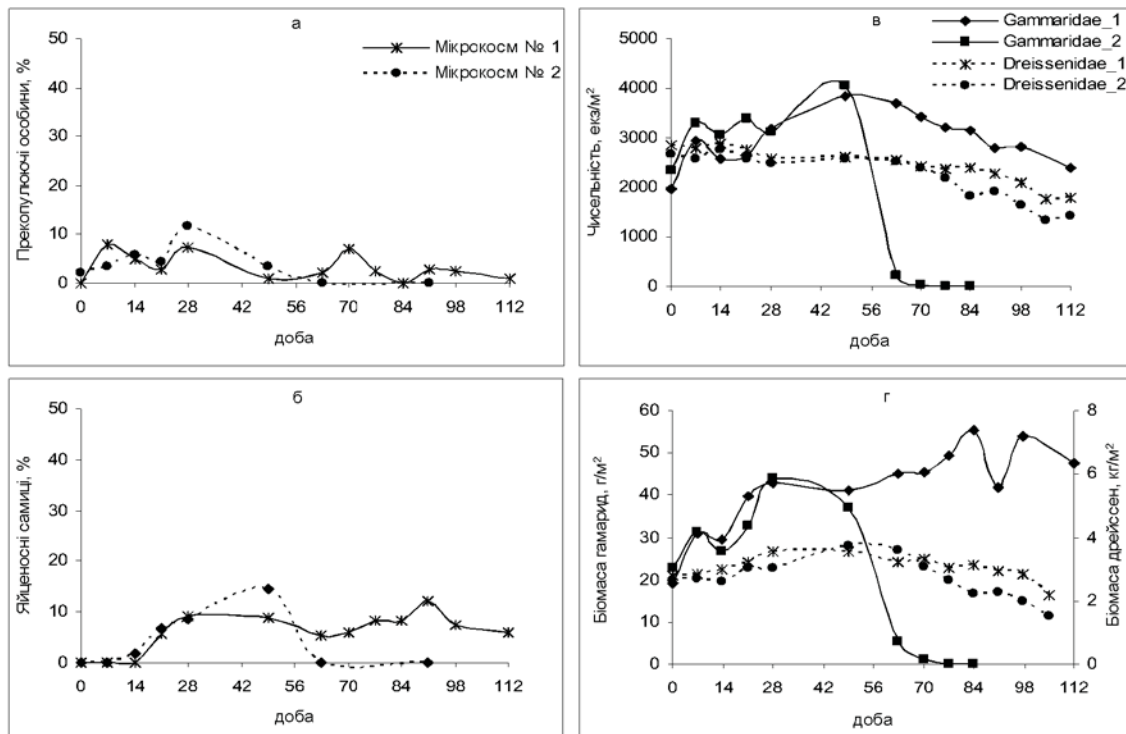


Рис. 1. Динаміка кількості прекопулюючих особин (а) і яйценосних самиць (б) гамарид, чисельність (в) та біомаса (г) гамарид і дрейсен у мікрокосмах

В динаміці біомаси гамарид слід відмітити період її значного збільшення (в 1,5–1,6 рази) в обох системах з 14-ї до 28-у доби (рис. 1г). Подальший характер динаміки показника в мікрокосмах мав свої особливості. У системі № 2 з 28-ї доби намітилася тенденція зниження рівня біомаси рачків, а з 49-ї – різке зниження величини показника (в 6,8 разів), обумовлене масовою загибеллю тварин. У системі № 1 з 28-ї доби відбулася стабілізація показника на рівні $59,6 \pm 2,1$. При цьому з 77-ї доби в динаміці параметру спостерігалися значні коливання. Зазначені особливості динаміки біомаси бокоплавів у системі № 1 при неухильному зниженні їх чисельності пов'язані з змінами в структурі угруповання, насамперед збільшенням частки старших розмірно-вікових груп і значних коливань відносної кількості великих особин (15–23%).

Аналіз швидкості росту чисельності й біомаси угруповання гамарид виявив ряд відмінностей між системами. Так, у системі № 1 збільшення швидкості росту чисельності ракоподібних характерно для періоду з 14-ї по 28-у добу при максимальному значенні 77,4 екз./добу. Далі величина показника поступово знижується і з 63-ї доби коливається в негативній частині шкали, що відповідає етапу зниження чисельності ракоподібних. Збільшення швидкості росту біомаси гамарид спостерігалося в період з 14-ї по 21-у добу при максимумі 1,45 г/добу з наступним падінням до нуля (49-а доба). Далі динаміка показника характеризувалася коливальним режимом з збільшенням амплітуди. У системі № 2 динаміка швидкості росту чисельності гамарид мала два піки (21-а і 49-а доба) і була нижче максимальних значень показника в системі № 1 в 1,6 рази. Після 49-ї доби величина параметра не виходила за межі діапазону негативних значень. Період збільшення швидкості росту біомаси рачків у системі № 2 був удвічі тривалішим (14–28 доби), а максимальні величини в 1,2 рази вищі порівняно з системою № 1. З 49-ї доби значення показника стають негативними.

Розбіжності в динаміці чисельності й біомаси ракоподібних у модельних мікрокосмах обумовлені відмінностями у швидкості розмноження й особливостями зміни розмірно-вікової структури угруповання. Так, в мікрокосмі № 1 у період з 7-ї по 28-у добу спостерігалося переважне збільшення частки великорозмірних особин (11–22 мм, в 1,6 рази), а в системі № 2 – як молодших розмірно-вікових груп (до 5 мм, в 2,7 рази), так і великорозмірних особин (в 1,8 рази). На 49-у добу внаслідок активного розмноження гамарид в обох мікрокосмах спостерігалося значне збільшення кількості молоді, яка становила в системах № 1 і № 2 відповідно 38% і 35%. Надалі в системі № 1

частка статевонезрілих особин у структурі угруповання закономірно знижувалася й наприкінці експерименту (98–112-а доби) основу угруповання складали особини довжиною 5–16 мм (73–80%), кількість великорозмірних (17–22 мм) збільшилася до 17–23%, статевонезрілих – знизилася до 3–4%. У системі № 2 в процесі загибелі ракоподібних спостерігалось випадання з складу угруповання насамперед особин молодших розмірно-вікових груп.

На підставі наведених даних можна заключити, що на 49-у добу угруповання гамарид в обох системах досягло стаціонарної фази росту чисельності, після чого в системі № 2 відбулася масова загибель ракоподібних, а в системі № 1 з 63-ї доби спостерігалася стійка тенденція зниження їх чисельності. При цьому відносна стабілізація рівня біомаси гамарид у мікрокосмі № 1 з 28-ї доби може свідчити про досягнення угрупованням граничного для даних умов рівня показника. Зростання амплітуди коливань параметра є наслідком функціонування популяційних механізмів регуляції чисельності й структурного складу і може вказувати на зниження стійкості угруповання за даних умов.

Чисельність дрейсен в обох мікрокосмах до 49-ї доби була стабільною (рис. 1). З 14-ї доби спостерігалось збільшення біомаси молюсків (рис. 1г). При цьому в мікрокосмі № 1 рівень біомаси на 28-у добу перевищив вихідні показники в 1,3 рази і залишався стабільним до 49-ї доби. У системі № 2 збільшення біомаси було більш помітним (на 4–11%), а максимальні значення спостерігалися з 49-ї по 63-у добу. З 63-ї доби в обох мікрокосмах відмічено збільшення смертності дрейсен, причому в системі № 2 даний показник з 84-ї доби був на 20–30% вище ($p < 0,05$). У мікрокосмі № 1 процес загибелі молюсків став помітнішим з 91-ї доби і досяг 32% на 112-у добу. На цей момент біомаса дрейсен знизилася відносно максимальної у 1,5 і 1,3 рази відповідно в системах № 2 і № 1.

Аналіз швидкості росту біомаси молюсків показав, що в системі № 1 зміна параметра характеризувалася менш вираженими коливаннями: крива швидкості росту біомаси мала один пік (28-а доба) і досить тривалий період відносної стабільності (49–98 доби). Різке падіння приросту біомаси відмічалось з 105-ї доби. У системі № 2 швидкість збільшення біомаси дрейсен була в 1,2 рази вище і характеризувалася двома піками (21-а і 49-а доби) Починаючи з 63-ї доби спостерігалось швидке падіння рівня біомаси. Зазначені особливості свідчать про більшу інтенсивність і меншу стабільність даного процесу в системі № 2, що добре узгоджується з даними, отриманими для угруповання гамарид.

Відзначене збільшення біомаси дрейсен тісно пов'язане з зміною розмірної структури угруповання. Якщо в системі № 1 частка особин розміром 16–25 мм збільшилася незначно (з 78% до 81%), то в системі № 2 відносна кількість великорозмірних особин (16–35 мм) зросла на 13%. В процесі зниження чисельності дрейсен в обох мікрокосмах реєстрували меншу стійкість великих (26–35 мм) і, особливо, дрібнорозмірних (6–15 мм) особин.

Висновки

Максимальним рівнем кількісного розвитку дрейсено-гамаридних угруповань обидва мікрокосми значно не відрізнялися. Однак, на підставі проведеного аналізу даних можна припустити, що збільшення інтенсивності процесів життєдіяльності гідробіонтів призводить до зниження стійкості функціонування системи.

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем / А.Ф. Алимов. – СПб.: Наука, 2000. – 147 с. – (Труды / ЗИН РАН; т. 283).
2. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. – М.: Высш. школа, 1960. – 190 с.
3. *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий* / [Под общ. ред. С.Я. Цалолыхина]. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6: Моллюски, Полихеты, Немертини. – 2004. – 528 с.
4. *Определитель фауны Черного и Азовского морей: в 3 т.* / [Под рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского]. – К.: Наук. думка, 1969. – Т. 2: Свободноживущие ракообразные. – 1969. – 545 с.
5. Романенко В.Д. Основы гидроекологии: учебник [для студ. высш. учебн. зав.] / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
6. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море / К.М. Хайлов. – К.: Наук. думка, 1971. – 252 с.

Ю.Г. Крот, В.Д. Романенко, Т.И. Леконцева

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕЙССЕНО-ГАММАРИДНОЙ ГРУППИРОВКИ В УСЛОВИЯХ МИКРОКОСМА: СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУППИРОВКИ ДРЕЙССЕН И ГАМАРИД

Изучали особенности функционирования дрейссено-гаммаридного сообщества в условиях микрокосма. Показана динамика численности и биомассы беспозвоночных, размерно-возрастная структура. Обсуждается взаимосвязь процессов жизнедеятельности гидробионтов и устойчивости системы.

Ключевые слова:, дрейссены, гаммариды, структурно-функциональные характеристики, микрокосм

Yu.G. Krot, V.D. Romanenko, T.I. Lekontseva

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

FEATURES OF FUNCTIONING DREISSENS AND GAMMARIDS COMMUNITIES IN THE CONDITIONS OF MICROCOSM: STRUCTURAL-FUNCTIONAL DESCRIPTIONS OF COMMUNITIES OF DREYSSSEN AND GAMARID

There have been investigated the features of functioning of dreissens and gammarids communities in the conditions of microcosm. The dynamics of number and biomass of invertebrates, age-size structure of community were showed. The interconnection of vital activity processes of hydrobionts and system's stability is discussed.

Key words: dreissens, gammarids, structural-functional descriptions, microcosm

УДК [595.324.2:538] [597.554.3.116:537.3]

В.В. КРЫЛОВ¹, О.Д. ЗОТОВ², Ю.В. ЧЕБОТАРЕВА¹, Ю.Г. ИЗЮМОВ¹, Е.А. ОСИПОВА¹, А.В. ЗНОБИЩЕВА³, Н.А. ДЕМЦУН⁴

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742, Россия

²Геофизическая обсерватория «Борок», филиал ИФЗ РАН
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742, Россия

³Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
ул. Институтская, 3, Пущино, Московская обл., 142290, Россия

⁴Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
пр-т Вернадского, 4, Симферополь 95007, Украина

ДЕЙСТВИЕ ТИПИЧНОЙ МАГНИТНОЙ БУРИ НА РАННИЙ ОНТОГЕНЕЗ *DAPHNIA MAGNA STRAUS* И *RUTILUS RUTILUS* (L.)

Модельная магнитная буря (ММБ) влияла на темпы раннего развития *Daphnia magna* Straus и *Rutilus rutilus* (L) и приводила к изменению некоторых морфо-биологических показателей после воздействия. Различные фазы ММБ обладали различной биологической эффективностью. Эффекты действия ММБ зависели от температуры.

Ключевые слова: магнитная буря, ранний онтогенез, температура, *Daphnia magna*, *Rutilus rutilus*

Накоплено огромное количество информации о связи магнитных бурь, вызванных вспышечной активностью Солнца, с различными биологическими явлениями [4]. Публикации по этой тематике сводятся к обнаружению корреляций между случившейся магнитной бурей и наблюдаемым явлением. Отсутствие экспериментальных работ не позволяет уверенно говорить о принципах действия магнитных бурь на биологические системы.

Цель работы – провести экспериментальное исследование влияния модели Н-компоненты типичной магнитной бури (ММБ) на раннее развитие *Daphnia magna* Straus и *Rutilus rutilus* (L.).