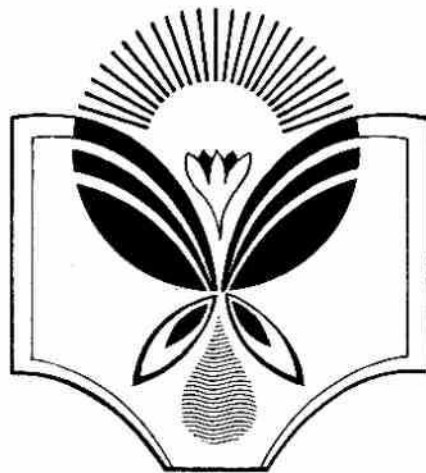




Наукові записки

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка**

Серія: біологія



**Тернопільський
педуніверситет**
ім. Володимира Гнатюка

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2014. — № 4 (61). — 166 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
ім. Володимира Гнатюка
від 23.12.2014 р. (протокол № 5)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

| | |
|-----------------------|---|
| М. М. Барна | доктор біологічних наук, професор (<i>головний редактор</i>) (Україна) |
| К. С. Волков | доктор біологічних наук, професор (Україна) |
| В. В. Грубінко | доктор біологічних наук, професор (<i>заступник головного редактора</i>) (Україна) |
| Н. М. Дробик | доктор біологічних наук, професор (Україна) |
| В. З. Курант | доктор біологічних наук, професор (<i>заступник головного редактора</i>) (Україна) |
| О.Б. Мацюк | кандидат біологічних наук, (<i>відповідальний секретар</i>) (Україна) |
| В. І. Парпан | доктор біологічних наук, професор (Україна) |
| О. Б. Столяр | доктор біологічних наук, професор (Україна) |
| В. Р. Челак | доктор біологічних наук, професор (Молдова) |
| Макаї Шандор | доктор габілітований, професор (Угорщина) |
| І. В. Шуст | доктор біологічних наук, професор (Україна) |

Літературний редактор: Т.П. Мельник
Комп'ютерна верстка: Г.М. Голіней

*Збірник входить до переліку наукових фахових видань ВАК України
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009*

Українські, російські та латинські назви рослин і тварин наведені за авторським текстом

ЗМІСТ

БОТАНІКА

- М.М. БАРНА, Л.С. БАРНА
ДЕНДРАРІЙ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА ТА ЙОГО
ВИКОРИСТАННЯ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З БІОЛОГІЇ
ТА ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ 5
- С.В. ГУЦМАН, М.В. ГУЦМАН
АДВЕНТИВНА ФРАКЦІЯ ФЛОРИ МІСТА РІВНЕ..... 28
- Л.П. ЛИСОГОР
ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ФІТОМАСИ В УГРУПОВАННЯХ
ПЕРЕЛОГІВ КІРОВОГРАДСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ 32
- Х.І. СКРИПЕЦЬ, А.В. ОДІНЦОВА
ОСОБЛИВОСТІ ЦВІТІННЯ І ЗАПИЛЕННЯ *GLADIOLUS IMBRICATUS* L..... 37

ГІДРОБІОЛОГІЯ

- О.В. ВАСИЛЕНКО, Ю.В. СИНЮК, Л.М. ГОЦУЛЯК, В.В. ГРУБІНКО, П.Д. КЛОЧЕНКО
ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ, БІЛКІВ І ЛІПІДІВ У КЛІТИНАХ ПРІСНОВОДНИХ
ВОДОРОСТЕЙ ЗА ДІЇ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ..... 44
- В.П. ГУСЕЙНОВА, А.В. КУРЕЙШЕВИЧ
ВПЛИВ БЕНЗИНУ ТА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА
НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ 48
- Н.В. ЗАЙЧЕНКО
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАЗИТОВ БЫЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIOUS
MELANOSTOMUS* (GOBIIDAE) В ДОНОРНЫХ И ПРИОБРЕТЕННЫХ
АРЕАЛАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ 54
- Ю.С. ІВАСЮК
ЕМІСІЯ ЦЕРКАРІЙ ПОШИРЕНИХ ВИДІВ ТРЕМАТОД ПРІСНОВОДНИХ
МОЛЮСКІВ *VIVIPARUS VIVIPARUS* (LINNÉ) ТА *LYMNAEA STAGNALIS* (LINNÉ).. 59
- А.В. КУРЕЙШЕВИЧ, В.П. ГУСЕЙНОВА
ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ *MICROCYSTIS AERUGINOSA* KÜTZ. EMEND. ELENK.
НА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ 65
- Е.В. СОКОЛОВ
ИНТЕГРАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА 71
- Ю.В. ТАРАСОВА
ВНУТРІШНЬОВИДОВА КОНХІОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *THEODOXUS
FLUVIATILIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, NERITIDAE)
З ВОДОЙМ 80
- В.І. ЮРИШИНЕЦЬ
СТРУКТУРНІ ПЕРЕБУДОВИ У ПАРАЗИТОЦЕНОЗАХ РИБ ЗА ДІЇ СПОЛУК
НЕОРГАНІЧНОГО АЗОТУ..... 85

ЕКОЛОГІЯ

- А.Д. ВАРГАНОВА, В.І. МАКСІН, В.О. АРСАН, Г.І. БАБЕНКО
ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 90
- А.В. ГОЛУБЕНКО
ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ
У СПОРТСМЕНІВ ПРОТЯГОМ РІЧНОГО ТРЕНУВАЛЬНОГО ЦИКЛУ 95
- І.П. ГРИГОРЮК, П.П. ЯВОРОВСЬКИЙ, Т.Р. СТЕФАНОВСЬКА
МОНІТОРИНГ І РЕГУЛЯЦІЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ДУБОВОЇ ШИРОКОМІНУЮЧОЇ
МОЛІ (*CORISCIUM (=ACROCERCOPS) BRONGNIARDELLA* F.)
В ЛІСОПАРКОВІЙ ЗОНІ КИСВА 101

| | |
|---|------------|
| О.Г. ЗУБЕНКО | |
| ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ БІОЕКОЛОГІЇ КОМПЛЕКСУ ХИЖИХ АФІДОФАГІВ НА ТЕРИТОРІЇ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ | 105 |
| М.І. МАЙХРУК, Д.В. СТРАШНЮК | |
| ЧИСЕЛЬНІСТЬ ПТАХІВ РОДИНИ ВОРОНОВІ (<i>CORVIDAE</i>) У М. ТЕРНОПІЛЬ ... | 110 |
| В.М. ПОЛЕТАЙ, С.П. ВЕСЕЛЬСЬКИЙ, М.Ю. МАКАРЧУК | |
| СПІВВІДНОШЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СКЛАДОВИХ У ЖОВЧІ КОРОПІВ-ДВОЛІТОК ПРИ ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ | 113 |
| Д.В. СТРАШНЮК, Р.М. КИРИЧЕНКО | |
| ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ АФРИКАНСЬКОГО СТРАУСА (<i>STRUTHIO CAMELUS</i>) В УМОВАХ ПОЛІССЯ РІВНЕНЩИНИ | 117 |
| Л.О. ШЕВЧИК | |
| ДО ПИТАННЯ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ЗНАТЬ ПРО АСКАРИДУ ЛЮДСЬКУ (<i>ASCARIS LUMBRICOIDES LINNAEUS, 1758</i>) ЯК ЗБУДНИКА АСКАРИДОЗУ..... | 122 |
| БІОХІМІЯ | |
| Л.А. БОЙКО, Л.С. ФІРА, П.Г. ЛИХАЦЬКИЙ | |
| ДИНАМІКА АКТИВНОСТІ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ПІСЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕКСИДОЛУ В УМОВАХ ОДНОЧАСНОГО УРАЖЕННЯ ЩУРІВ КАРБОФОСОМ І ТЕТРАХЛОРМЕТАНОМ..... | 128 |
| О.Ю. ГАЛКІН, О.Б. БЕСАРАБ, Ю.В. ГОРШУНОВ, О.М. ДУГАН | |
| БІОАНАЛІТИЧНА ВАЛІДАЦІЯ ІМУНОФЕРМЕНТНОГО НАБОРУ ДЛЯ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ІМУНОГЛОБУЛІНУ В ЛЮДИНИ | 133 |
| А.Є. МУДРА | |
| НО-СИНТАЗА ТА ПРОЗАПАЛЬНІ ЦИТОКІНИ ПРИ ГОСТРОМУ ТОКСИЧНОМУ ГЕПАТИТІ ТА ЗА ВПЛИВУ МОДУЛЯТОРІВ СИНТЕЗУ ОКСИДУ АЗОТУ | 141 |
| О.С. ПОКОТИЛО, М.Д. КУХТИН, М.І. КОВАЛЬ, Т.Я. ЯРОШЕНКО | |
| ЛІПОГЕНЕЗ І ХОЛЕСТЕРОЛОГЕНЕЗ У ГОЛОВНОМУ МОЗКУ ЛАБОРАТОРНИХ ТВАРИН ПІСЛЯ НАВАНТАЖЕННЯ ХОЛЕСТЕРОЛОМ | 147 |
| ОГЛЯДИ | |
| М.О. САВЛУЧИНСЬКА, Л.О. ГОРБАТЮК | |
| ФОСФОР У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ..... | 153 |
| АВТОРИ НОМЕРА | 163 |

БОТАНІКА

УДК: 57:378 (477.84)

М.М. БАРНА, Л.С. БАРНА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ДЕНДРАРІЙ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З БІОЛОГІЇ ТА ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ

На сучасному етапі розвитку ботаніки внаслідок багатьох фундаментальних досліджень, проведених останнім часом, було з'ясовано, що дослідження з інтродукції рослин є невід'ємною і складовою частиною ботанічної науки. Характерною особливістю тернопільського періоду становлення та розвитку ботаніки було те, що він розпочався у 1969 р., коли Кременецький державний педагогічний інститут було перебазовано в м. Тернопіль. Тернопільський державний педагогічний інститут розташувався в мікорайоні «Дружба» на місці корпусів школи-інтернату, що обумовило необхідність побудови навчального корпусу, технічних споруд, гуртожитків тощо. З 1972 р. розпочалось будівництво головного адміністративно-навчального корпусу інституту. Дуже напруженим був період будівництва головного корпусу з 1974 р. — року призначення ректором Тернопільського державного педагогічного інституту професора Олександра Федотовича Явоненка до 1977 р. — року здачі в експлуатацію головного навчального корпусу [5]. Необхідно зазначити, що ректор О. Ф. Явоненко відразу взяв під особистий контроль будівництво головного корпусу та озеленення території навколо нього. Для успішного вирішення останнього питання в інституті була створена комісія, до складу якої від природничого факультету ввійшли: декан факультету доцент С. Й. Грушко, завідувач кафедри ботаніки доцент В. О. Шиманська і доцент кафедри ботаніки М. М. Барна. На першому засіданні, яке проводив ректор О. Ф. Явоненко, кафедру ботаніки було зобов'язано розробити проект озеленення території навколо головного корпусу, що будувався і подати його ректору інституту для вивчення та затвердження.

Ключові слова: дендрарій, рекреаційні ділянки, ботанічна наука, полікарпічні види, деревні і чагарникові породи, Голонасінні рослини, Квіткові рослини

На основі літературних даних та власних досліджень авторів у статті наведені результати аналізу процесу становлення та використання дендрофлори дендрарію у процесі підготовки фахівців з біології та ландшафтного дизайну [1, 3, 4, 6-11, 13-20, 22-41].

Метою дослідження було встановлення видового складу дерев і чагарників, їх систематичного положення, оцінка росту, цвітіння, плодоношення рослин дендрарію Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка та його використання у процесі підготовки фахівців з біології та ландшафтного дизайну.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для дослідження були деревні та чагарникові рослини дендрарію Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Поодинокі та біогрупи рослин дендрарію досліджували під час маршрутних обстежень на загальній площі близько 15 га. Основний метод, який застосовували у процесі дослідження — маршрутно-польовий, що полягав у встановленні виду рослин або їх біогруп, місця їх зростання, стану розвитку, цвітіння та плодоношення.

Необхідно зазначити, що в процесі обстеження кількість особин виду, їх стан розвитку було визначено окомірним методом прямого обліку протягом 2012-2014 рр., тобто за останні три роки. Стан цвітіння та плодоношення видів проводили за п'ятибальною шкалою [2], розробленою на основі співвідношення вегетативних, генеративних і вегетативно-генеративних пагонів у кроні дерева, зокрема:

Бал 5, коли генеративні і вегетативно-генеративні пагони в кроні дерева складають більше 75 %.

Бал 4, коли генеративні і вегетативно-генеративні пагони складають від 50 до 75%.

Бал 3, коли генеративні і вегетативно-генеративні пагони складають від 25 до 50%.

Бал 2, коли генеративні і вегетативно-генеративні пагони складають від 10 до 25%.

Бал 1, коли генеративні і вегетативно-генеративні пагони складають менше 10%.

Окрім того, у процесі дослідження вивчено та проаналізовано велику кількість літературних джерел, що включають монографії, визначники та атласи рослин, Червоні книги України. Рослинний світ (1980, 1996, 2009), наукову літературу з ботаніки, дендрології та ландшафтної архітектури [3-11, 13, 15, 16-19, 23-26, 30, 31, 33, 35].

Результати досліджень та їх обговорення

З 1976-1977 рр. на кафедрі ботаніки розпочалися дослідження з інтродукції рослин, які включали: створення проекту дендрарію, закладення дендрарію інституту, підбір деревних і чагарникових порід для посадки в нових умовах, посадка трьохрічних саджанців, інвентаризація приживлюваності саджанців, догляд за рослинами, дослідження росту і розвитку дерев і чагарників, їх цвітіння та плодоношення тощо.

Головними розробниками проекту (за сучасною термінологією — ландшафтними архітекторами) ректор інституту призначив: завідувача кафедри ботаніки доцента В. О. Шиманську і доцента кафедри ботаніки М. М. Барну. До розробки проекту озеленення окрім В. О. Шиманської та М. М. Барни були залучені викладачі кафедри ботаніки: доцент І. М. Бутницький, старші викладачі С. В. Зелінка, Б. П. Воляник, П. С. Кушнірик., асистент Я. Г. Грицюк і навчально-допоміжний персонал кафедри ботаніки. Після тривалої роботи над проектом (консультації з головним архітектором міста Е. Е. Гронським, художниками, працівниками зеленого господарства м. Тернополя, директором Гермаківського дендропарку загальнодержавного значення М. Г. Денекою [12], директором Хоростківського дендропарку, що створювався, В. Г. Корчемним [21] та ін.) був складений проект озеленення, що включав: декоративно-естетичні елементи: розарій: схема посади троянд і місце його розташування, назви сортів троянд, їх кількість і кошторисна вартість; сріблясті форми ялини колючої, декоративні і красиво квітучі чагарники: айва японська, барбарис Тунберга, спірея середня, форзиція європейська, ялівець козацький та ін.; алеї: гіркокаштана звичайного, тополі бальзамічної, тополі гібридної, кулеподібної форми клена гостролистого; живоплоти: із самшита вічнозеленого, бирючини звичайної; перелік видів дерев і чагарників, які пропонувалися для посадки, їх кількість і кошторисна вартість; схему розташування рекреаційних ділянок навколо головного корпусу, їх кількість і розміщення; ділянки біогруп дерев і чагарників і їх розміщення; алея уздовж дороги для в'їзду автомобільного транспорту на територію інституту; рядова посадка дерев, що відмежовувала територію інституту від міської території; алеї навколо спортивного комплексу факультету фізичного виховання; алею навколо географічного майданчика; алеї уздовж пішохідних доріжок до головного корпусу; алеї навколо місця відпочинку студентів; внутрішній рекреаційний дворик; поодинокі дерева і чагарники, які передбачалося висадити на малих ділянках території, що за розмірами,

конфігурацією та ландшафтною структурою не входили та не вписувалися у вищеназвані ландшафтні елементи.

Підготовлений проект – схему озеленення території навколо головного корпусу (нині вул. М. Кривоноса, 2) з розрахунками видів, кількості саджанців, необхідних для посадки та їх кошторисною вартістю на кожному елементі території, що підлягала для озеленення, його розробники – завідувач кафедри ботаніки, доцент В. О. Шиманська і доцент кафедри ботаніки М. М. Барна подали ректору інституту для погодження та затвердження. Водночас у записці до проекту було акцентовано увагу, що проект включає три етапи озеленення території: перший передбачав озеленення території фасаду головного корпусу та рекреаційних ділянок по обидва боки пішохідних доріжок, що виходять до вул. Миру (осінь 1976 р.), другий – озеленення території з протилежного боку корпусу, що прилягала до лекційних аудиторій, електронномікроскопічної лабораторії та спортивного майданчика факультету фізичного виховання, а також створення тополевої алеї, що відмежовувала територію інституту від вулиці Громницького, Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти та житлових будинків на масиві «Дружба» (осінь 1976 р. і весна 1977 р), третій – створення майданчика відпочинку студентів з посадкою липової алеї, створення внутрішнього рекреаційного дворику інституту (осінь 1977 р. і весна 1978 р.).

Після ознайомлення з проектом О. Ф. Явоненко запросив комісію з озеленення для його обговорення. У процесі обговорення проекту виникло багато питань, зокрема: В яких організаціях і де буде придбаний посадковий матеріал? Де будуть придбані сорти троянд? Чому віддається перевага голонасінним рослинам для посадки біля фасаду головного корпусу та у внутрішньому рекреаційному дворіку? Який термін, необхідний для озеленення всієї території? Які етапи передбачені для реалізації проекту? Як планується назвати всю територію після завершення озеленення: ботанічний сад, дендропарк, дендрарій, сквер, зелена зона чи якимось інакше? На поставлені запитання відповідали головні розробники проекту: доценти В. О. Шиманська і М. М. Барна:

В. О. Шиманська: Посадковий матеріал можна придбати в: Гермаківському дендропарку загальнодержавного значення, Хоростківському дендропарку, що створюється, лісовому розсаднику Тернопільського відділення Львівської залізниці. Тим більше, що М. М. Барна особисто знайомий з керівниками цих організацій М. Г. Денекою, Г. В. Корчемним, М. П. Волиньцем [12, 21]. Необхідно спочатку поїхати в ці організації і попередньо домовитися які види деревних і чагарникових порід можна придбати, їх кількість і вартість, а відтак оплатити їх вартість і автомобілем разом із студентами поїхати, привезти необхідну кількість і висадити на запланованих за проектом ділянках. Щодо придбання сортів троянд, то хочу відмітити, що відбулася попередня домовленість з керівником Тернопільської організації зеленого будівництва, яка привозить різні сорти троянд з Молдавії для озеленення міста і певну кількість троянд різних сортів зможе за кошти відпустити для висадження навколо корпусу педагогічного інституту, що будується.

М. М. Барна: Голонасінні рослини, по-перше, – це рослини, які скидають листки (хвою) не щорічно, як покритонасінні, а через 4-7 років залежно від виду, по-друге, вони належать до «вічнозелених» рослин, які зберігають свої декоративні властивості в осінньо-зимовий період і, по-третє, листову масу покритонасінних рослин, що опадає восени щорічно, необхідно постійно прибирати, а голонасінні з цього огляду потребують значно меншого догляду та матеріальних затрат на його проведення, і по-четверте, голонасінні характеризуються більшою різноманітністю форм: колоноподібні, пірамідальні, кулеподібні, сланкі тощо.

В. О. Шиманська: Перший етап озеленення території, тобто висадження саджанців, може бути завершений протягом 2-х – років, починаючи з осені 1976 р. Через рік доцільно провести інвентаризацію приживлюваності посадкового матеріалу, при потребі провести заміну неприжитих саджанців, необхідно буде проводити постійний догляд за рослинами, що полягатиме у формуванні крони дерев і кущів, обрізці пагонів, обкопуванні рослин тощо. Хочу зазначити, що дерева та кущі люблять, щоб за ними доглядати, тим більше у штучно створеному для них середовищі.

М. М. Барна: Щоб відповісти на запитання про статус озеленюваної території, то ми з Валентиною Омелянівною та іншими викладачами кафедри ботаніки довго радились, але однозначного рішення не було прийнято. Вивчивши з енциклопедій, словників і довідників значення термінів: ботанічний сад, дендропарк, дендрарій, сквер, їх етимологію, пропонуємо Вашій увазі поняття цих термінів і за їх обговоренням дійти спільної думки щодо оптимальної назви території, що підлягає озелененню навколо головного корпусу педагогічного інституту, яка б за розмірами території створюваного нового підрозділу інституту, видовим складом деревних і чагарникових порід, проведенням спостережень за їх ростом і розвитком, використанням його в навчальній та науково-дослідній роботі студентів, найбільш повно відповідає змісту поняття.

Ботанічний сад (грец. *botánē* – рослина, зелень, трава і лат. *hortus* – сад; лат. трансліт. *hortus botanicus*) – науково-дослідна, навчально-допоміжна й культурно-освітня установа, де вирощують, розмножують, поширюють, колекціонують, вивчають рослини і пропагують ботанічні знання (напр., Центральний республіканський ботанічний сад АН України, Нікітський ботанічний сад, Ботанічний сад імені академіка О. В. Фоміна Київського державного університету імені Т. Г. Шевченка, Кременецький ботанічний сад у Тернопільській області та ін.).

Дендропарк (грец. *déndron* – дерево і лат. *viridárium* – парк; лат. трансліт. *dendroviridárium*) – спеціально відведена велика ділянка території, на якій вирощують деревні й чагарникові рослини, проводять за ними дослідження та використовується для відпочинку на території населеного пункту (напр., Стрийський дендропарк у м. Львові, Дендропарк «Софіївка» в Умані Черкаської області та ін.).

Дендрарій (грец. *déndron* – дерево і лат. *área* – ділянка; лат. трансліт. *dendrárium*) – ділянка ботанічного саду або ділянка території, на якій розміщена колекція деревних рослин, за якими проводиться догляд і вивчення їх біології, екології та фенології (напр., дендрарій Республіканського ботанічного саду АН України, дендрарій Львівського лісотехнічного інституту та ін.).

Парк (англ. *park*; лат. *viridárium*) – ділянка території, на якій зелені насадження поєднуються з алеями, доріжками, водоймами, що має естетичне призначення та використовується для відпочинку людей. Розрізняють парк: ландшафтний (лат. *aspectus loci, habitus loci*), (напр., ландшафтний парк навколо Лівадіївського палацу (Крим); національний (лат. *nationalis*), (напр., Національний парк «Софіївка» НАН України (м. Умань Черкаської обл.) та ін.

Сквер (англ. *square*, букв. - квадрат) — озеленена ділянка громадського користування для відпочинку на території населеного пункту, який окрім того відіграє декоративну функцію (напр., сквер на вул. Миру, сквер на Східному масиві м. Тернополя та ін.).

Унаслідок тривалого обговорення цього питання було прийнято рішення, що озеленювана територія (площа 7,8 га) найбільше відповідає назві дендрарій інституту, оскільки це - ділянка території, на якій розміщена колекція деревних рослин, за якими проводитиметься догляд і вивчення їх біології, екології та фенології і яка використовуватиметься в навчально-виховному процесі студентів, їх науково-дослідній роботі під час виконання курсових і дипломних робіт.

Протягом 1976 – 1977 рр. на озеленюваній території було висаджено понад 4,5 тис. саджанців 185 видів дерев і чагарників та їх форм і сортів. Відтак у подальші роки поповнення видового складу дендрарію продовжувалося, однак донині не всі висаджені рослини збереглися. Окрім того, необхідно покращити його декоративний вигляд шляхом формування крон дерев, ландшафтно-просторову композицію шляхом об'єднання окремих рекреаційних ділянок і зміни їх структурного та видового наповнення.

Коротко схарактеризуємо складові частини дендрарію. На центральній території ділянок, що з двох боків обмежені пішохідними доріжками за проектом передбачалося створити розарій, що включав п'ять квадратів (кожний площею 150-200 м²), на яких всього було висаджено близько 500 кущів різних сортів роз. Створений розарій - це реалізація декоративно-

естетичного підходу в процесі створення проекту дендрарію. На жаль, жодного куща роз донині не збереглося, а отже немає розарію, як естетичного елемента дендрарію.

Рекреаційні ділянки (більше 12) – це невеликі території дендрарію (від 50 до 800 м²), що прилягають до пішохідних доріжок, будівель (головний корпус інституту, гуртожиток № 2, СШ № 16, обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, вулиць (М. Кривоноса, Громницького, Миру, Винниченка), житлових будинків на масиві «Дружба» тощо. Основними рекреаційними ділянками дендрарію є: фасад головного корпусу, де висаджено 8 біогруп по 3 рослини в кожній біогрупі ялини колючої, форма срібляста (*Picea pungens* Engel., v. «Argentea») (нині збереглося по 1 рослині, а в двох біогрупах по 2 рослин, 6 рослин туї західної, форма колоноподібна (*Thuja occidentalis* L., v. «Columna»), що утворюють алею уздовж сходів до головного корпусу, 22 рослини туї західної, форма пірамідальна, «Вагнера» (*Thuja occidentalis* L., v. «Wagneriana»), які утворюють алеї по обидва боки других сходів до головного корпусу та по обидва боки пішохідного переходу між гуртожитком № 2 та актовим залом університету (рис. 2), найбільша рекреаційна ділянка (близько 800 м²) розміщена між СШ № 16 та пішохідною доріжкою, що веде до головного корпусу. На ній висаджено найбільше видів деревних і чагарникових порід (понад 25) та найбільшу їх кількість (128 рослин), зокрема, ряд гіркогоштаня звичайного (24 рослини), біогрупи та поодинокі дерева та кущі: біогрупа ялини колючої, форма срібляста (3 рослини, збереглася 1), клен гостролистий (6 рослин), ялина звичайна (3 рослини), ліщина звичайна (3 кущі), ірга круглолиста (5 кущів), бирючина звичайна (26 кущів) та ін.

Алея – це дорога, або пішохідна доріжка у парку, саду, дендрарію з посадженими обабіч деревами, кущами. На території дендрарію є кілька алей, але найбільшою алеєю є пішохідна доріжка від вулиці Миру до головного корпусу університету, обсаджена з двох боків деревами гіркогоштаня звичайного (24 рослини). Друга алея – це пішохідна доріжка, яка використовується в екстремальних умовах як дорога для проїзду автомобільного транспорту (швидкої медичної допомоги, транспорту управління з надзвичайних ситуацій, протипожежної охорони, міліції тощо). Вона з двох боків обсаджена туєю західною пірамідальної форми (18 рослин). Третя алея – це пішохідна доріжка від головного корпусу до електронномікроскопічної лабораторії, обсаджена з обох боків живоплотом з бирючини звичайної (184 кущі). Окрім названих складових частин до дендрарію належать ділянки –місце відпочинку студентів, навколо якого висаджені дерева липи крупнолистої (28 рослин), а також рядові посадки та посадки біогрупами тополі бальзамічної, тополі гібридної та тополі пірамідальної, що відмежовують територію університету (понад 50 рослин) та ін.

Внутрішній рекреаційний дворик – це невід’ємна складова частина дендрарію (рис. 1). За проектом озеленення території навколо головного адміністративно-навчального корпусу озеленення внутрішнього рекреаційного дворика було заплановано на осінь 1977 р., оскільки до здачі в експлуатацію головного корпусу (7 листопада 1977 р.) протилежна фасаду його частина знаходилась на завершальному етапі упорядкування: вирівнювання території, закладення фонтану тощо. Лише після здачі в експлуатацію головного корпусу та перебазування в нього навчально-матеріальної бази двох факультетів: природничого та факультету фізичного виховання, кафедра ботаніки разом із студентами природничого факультету приступила до впорядкування території та посадки деревних і чагарникових порід у внутрішньому рекреаційному дворіку.

Один із співавторів цієї статті (нині доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Л. С. Барна) згадує: «Мені пощастило слухати лекції з біохімії, які читав завідувач кафедри органічної та біологічної хімії, професор, ректор інституту Олександр Федотович Явоненко. У 1977 р. я стала студенткою першого курсу природничого факультету, спеціальності «хімія та біологія». Але перше моє знайомство з професором Олександром Федотовичем Явоненком відбулося не на лекції чи лабораторному занятті, а в неординарній обстановці. Це був листопад 1977 року. Ми студенти-першокурсники в позанавчальний час впорядковували територію внутрішнього рекреаційного дворика для посадки деревних порід. Вся наша група у складі 25 осіб працювала дружно та завзято: хлопці виконували важку роботу щодо розкопування ґрунту, навантаження відходів будівництва на

вантажний автомобіль та їх вивезення, а дівчата займались приведенням в порядок зачищеної території та її підмітанням. Всією цією роботою керував заступник декана природничого факультету, доцент кафедри ботаніки М. М. Барна, якого ми вже знали, оскільки він на нашому потоці читав лекції з ботаніки та проводив лабораторні заняття з анатомії та морфології рослин. Робота була організована чітко і кожний студент знав, що йому робити. Одного разу Микола Миколайович прийшов не сам, а з молодим, не високого зросту, охайно одягненим чоловіком, який привітався і запитав нас як нам працюється, чи є серед студентів тернопільяни та вихідці з сільської місцевості? Микола Миколайович сказав нам, що з нами розмовляє ректор інституту, професор Олександр Федотович Явоненко, який читатиме у вас лекції з біохімії. Відтак Микола Миколайович почав розповідати ректору, які деревні породи і де вони будуть висаджені після того, як вся територія буде зачищена і приведена в порядок. Олександр Федотович уважно слухав Миколу Миколайовича, уточнював деякі моменти, які його цікавили. Через якийсь час ректор, побажавши нам успіхів у роботі, попрощався з нами і в супроводі Миколи Миколайовича пішов в корпус інституту. Згодом Микола Миколайович повернувся до нас і сказав, що ректор залишився задоволеним роботою студентів щодо впорядкування території внутрішнього рекреаційного дворику. Рік за роком промайнули швидко і на третьому курсі у вересні лекції з біохімії читав уже знайомий нам професор Олександр Федотович Явоненко. На першій лекції, яка відбулась у 143 аудиторії, привітавшись з нами та назвавши себе, уважно вдивляючись в аудиторію, сказав: «Я ще не читав у вас лекції, а ніби з вами вже знайомий? І сам відповів на поставлене ним запитання: «Це ж ви два роки тому впорядковували територію внутрішнього рекреаційного дворику та висаджували дерева шпилькових порід. Повинен вам сказати, що всі висаджені вами дерева прийнялись і через кілька років ви побачите плоди своєї праці та зможете на перервах там відпочивати».

Так і сталось. Нині внутрішній рекреаційний дворик є окрасою території університету (рис. 1). Олександр Федотович не лише читав нам лекції з біохімії, а й проводив лабораторні заняття. Що можна сказати з позиції сьогоденного викладача - доцента кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін про свого вчителя — професора О. Ф. Явоненка? З впевненістю можу сказати, що всім нам, хто слухав його лекції, дуже поталанило тим, що, по-перше, він був високоерудований вчений-біохімік; по-друге, він був вроджений педагог, в якого можна було багато чому навчитися і запозичити; по-третє, незважаючи на складність навчальної дисципліни, він читав лекції на високому науково-методичному рівні, доступно, зрозуміло, лабораторні заняття проводив дуже цікаво, а оцінювання рівня знань студентів здійснював коректно та справедливо і на кінець, у професора Олександра Федотовича Явоненка ми одержали великий багаж знань не лише з біохімії, а й отримали мудрі настанови та поради, з якими сміливо можна вирушати в самостійну життєву дорогу. За що йому наша учнівська подяка та шана» [5, с. 275–276].

Доцільно зазначити, що у внутрішньому рекреаційному дворіку в процесі упорядкування його території та озеленення були висаджені такі деревні та чагарникові породи: гінкго дволопатево (*Ginkgo biloba* L.) – дві рослини, кипарисовик горохоплідний (*Chamaecyparis pisifera* Sieb. et Zucc.), кипарисовик горіхоплідний, форма периста срібляста (*Chamaecyparis pisifera* Sieb. et Zucc., v. «*Plumosa argentea*»), кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.), туя західна, форма колоноподібна (*Thuja occidentalis* L., v. «*Columna*») - 9 рослин, які утворюють алею обабіч в'їздної дороги у внутрішній рекреаційний дворик, туя західна, форма пірамідальна, «Вагнера» (*Thuja occidentalis* L., v. «*Wagneriana*») - 3 рослини, які утворюють декоративну біогрупу, широкогілочник східний, або біота східна, туя східна (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) – 3 рослини, що зростають у декоративній біогрупі, ялівець звичайний (*Juniperus communis* L.) - 7 рослин формують ряд у внутрішньому рекреаційному дворіку уздовж лекційних аудиторій, ялівець віргінський (*Juniperus virginiana* L.) - 2 рослини були висаджені у внутрішньому рекреаційному дворіку, але з настанням сильних морозів (-25, -28 °C) обмерзли і через п'ять років після посадки засохли, ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.) - 1 сланкий кущ, зимостійкий і дуже декоративний, тис ягідний, т. європейський, або негній-дерево (*Taxus baccata* L.) – 6 особин цього виду (3 чоловічі, 3 жіночі), пилять і утворюють червонуваті шишкоягоди, спірея середня (*Spiraea media* Franz Schmidt) – 1 кущ, самшит

вічнозелений (*Buxus sempervirens* L.) – 58 саджанців, із яких сформований живопліт, що добре переносить стрижку і становить декоративно-естетичну композицію у внутрішньому рекреаційному дворіку, хеномелес японський (айва японська) (*Chaenomeles maulei* С. К. Schneid.) – 2 кущі, шипшина собача (*Rosa canina* L.) – 1 кущ (рис. 3).



Рис. 1 Внутрішній рекреаційний дворик університету, закладений восени 1977 року студентами природничого факультету педагогічного інституту під керівництвом доцента М. М. Барни

Нижче наводимо назви основних деревних, чагарникових порід і назви відділів, класів, підкласів, порядків, родин і родів, до яких вони належать, українською та латинською мовами, що були висаджені і нині зростають в дендрарію та становлять основу його дендрофлори. Окрім того, для більшості видів наведена коротка інформація щодо конкретного місця їх зростання на території дендрарію, особливостей їх росту: обмерзання, пошкодження, виживання, утворення пилку та мегастробілів у голонасінних порід, цвітіння та плодоношення видів Квіткових рослин.

Відділ Голонасінні (*Pinophyta*)
Клас Гінкгоподібні (*Ginkgopsida*)
Порядок Гінкгові (*Ginkgoales*)
Родина Гінкгові (*Ginkgoaceae* Engelm.)
Рід Гінкго (*Ginkgo* L.)

Гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.). Три рослини були висаджені в 1977 р. Дві на території рекреаційної ділянки дендрарію, а одна у внутрішньому рекреаційному дворіку. Дві рослини в рекреаційній ділянці були зламані мешканцями мікрорайону і не вижили, а третя збереглася, але не досягла висоти відносно свого віку, оскільки щорічно унаслідок сповзання снігу з даху корпусу факультету фізичного виховання пошкоджувалася, її висота сягає 1,6 м, діаметр 3 см. У 2005 р. у внутрішньому рекреаційному дворіку біля фонтана висаджена одна рослина, яка прижилася, добре росте, даючи щорічні прирости по 10-15 см., досягнувши висоти майже 3 м., діаметр 4,2 см.

Клас Хвойні (*Pinopsida*)
Порядок Соснові (*Pinales*)
Родина Соснові (*Pinaceae* Lindl.)

Рід Модрина (*Larix* Mill.)

Модрина європейська (*Larix decidua* Mill.). Модрина сибірська (*Larix sibirica* Ledeb.). Модрина польська (*Larix polonica* Racib.). 12 рослин (9 європейської, 2 сибірської і 1 польської) зростають навколо корпусу інженерно-педагогічного факультету та у дендропарку. Ріст добрий, всі рослини пилять, утворюють макростробіли (шишки).

Рід Псевдотсуга (*Pseudotsuga* Carr.)

Псевдотсуга Мензиса, або тисолиста (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Псевдотсуга сиза (*Pseudotsuga glauca* Maur.). Дві рослини зростають в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету. Ріст добрий, всі рослини пилять, утворюють макростробіли (шишки). Породи перспективні як декоративні.

Рід Сосна (*Pinus* L.)

Сосна Веймутова (*Pinus strobus* L.). Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.). Сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.). Сосна кримська (с. Палласа) (*Pinus pallasiana* D. Don). Сім рослин (2 - веймутової, 2 – звичайної, 2 - кримської і 1 – кедрової європейської) зростають в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету. Ріст добрий, всі рослини пилять, утворюють макростробіли (шишки). Сосна Веймутова декоративна, інші 3 види як види дендрарію.

Рід Ялина (*Picea* A. Dietr.)

Ялина звичайна, я. європейська, смерека (*Picea abies* Karst.). 22 рослин ростуть поодинокі або декоративними біогрупами на різних рекреаційних ділянках дендрарію (особливо біля гуртожитку № 2). Ріст задовільний, окремих особин добрий.

Ялина колюча (*Picea pungens* Engel.). 12 рослин ростуть поодинокі або декоративними біогрупами (по 2 рослини) на різних рекреаційних ділянках дендрарію. Ріст добрий, окремих особин задовільний.

Ялина колюча, форма срібляста (*Picea pungens* Engel., v. «*Argentea*»). 14 рослин ростуть поодинокі або декоративними біогрупами (по 2 рослини, рідко по 3, оскільки багато рослин в біогрупах повипадало) на різних рекреаційних ділянках дендрарію, особливо перед фасадом головного корпусу. Ріст добрий, окремих особин задовільний.

Ялина сиза, я. канадська, або біла (*Picea glauca* (Moench) Voss). 18 рослин ростуть біогрупами (по 3 рослини), або поодинокі на різних рекреаційних ділянках дендрарію, особливо з протилежного боку фасаду головного корпусу. Ріст задовільний.

Рід Ялиця (*Abies* Mill.)

Ялиця біла, я. європейська, я. гребінчаста (*Abies alba* Mill.). 2 рослини ростуть біля корпусу інженерно-педагогічного факультету, а 2 біля електронномікроскопічної лабораторії. Ріст рослин добрий.

Порядок Кипарисові (*Cupressales*)**Родина Кипарисові (*Cupressaceae* Bartl.)****Рід Кипарисовик (*Chamaecyparis* Spach)**

Кипарисовик горіхоплідний (*Chamaecyparis pisifera* Sieb. et Zucc.). Кипарисовик горіхоплідний, форма периста срібляста (*Chamaecyparis pisifera* Sieb. et Zucc., v. «*Plumosa argentea*»). Кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.). 4 рослини названих кипарисовиків зростають у внутрішньому рекреаційному дворіку, добре захищені, не підмерзають, ріст добрий.

Рід Туя (*Thuja* L.)

Туя західна (*Thuja occidentalis* L.). 48 рослин зростають в алейних посадках, у декоративних біогрупах (по 3-5 рослин), або поодинокі на різних рекреаційних ділянках дендрарію, особливо біля фасаду головного корпусу. Ріст добрий, всі рослини пилять, утворюють макростробіли (шишки). Порода перспективна як декоративна.

Туя західна, форма колоноподібна (*Thuja occidentalis* L., v. «*Columna*»). 6 рослин утворюють алею уздовж сходів до головного корпусу, а 9 рослин цієї форми зростають у внутрішньому рекреаційному дворіку (рис. 2).

Туя західна, форма пірамідальна, «Вагнера» (*Thuja occidentalis* L., v. «*Wagneriana*»). 22 рослини утворюють алеї по обидва боки других сходів до головного корпусу та по обидва боки пішохідного переходу між гуртожитком № 2 та актовим залом (рис. 2).

Широкогілочник східний, або біота східна, туя східна (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco). 28 рослин зростають декоративними біогрупами та поодинокими деревами уздовж фасаду головного корпусу, а 3 рослини — у внутрішньому рекреаційному дворіку.



Рис. 2. Туя західна, форма колоноподібна (справа) і туя західна, форма пірамідальна (зліва) біля головного корпусу університету

Рід Ялівець (*Juniperus* L.)

Ялівець звичайний (*Juniperus communis* L.). 7 рослин зростають у внутрішньому рекреаційному дворіку. Всі рослини пилять і утворюють темно-сині, із сизуватим нальотом мегастробіли.

Ялівець віргінський (*Juniperus virginiana* L.). 2 рослини були висаджені у внутрішньому рекреаційному дворіку, але з настанням сильних морозів (-25, -28 °C) обмерзали і через п'ять років після посадки засохли.

Ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.). Один сланкий кущ росте у внутрішньому рекреаційному дворіку. Зимостійкий і дуже декоративний кущ. Ріст добрий, дуже перспективний як декоративний кущ для посадки на ділянках, що вимагають суцільного зеленого вкриття протягом року.

Порядок Тисові (*Taxales*)

Родина Тисові (*Taxaceae* Lindl.)

Рід Тис (*Taxus* L.)

Тис ягідний, т. європейський, або негній-дерево (*Taxus baccata* L.). Це дводомна рослина. При підборі саджанців в Гермаківському державному дендрологічному парку, його директор М. Г. Денека, рекомендував взяти саджанці чоловічих і жіночих особин, оскільки в дендропарку розмноження цього виду здійснювали вегетативним способом шляхом укорінення літніх живців, що дозволяло заздалегідь прогнозувати стать особин ще на стадії 2-3-х річних саджанців. Врахувавши цю пораду Миколи Григоровича, було придбано 6 трьохрічних саджанців (3 чоловічої і 3 жіночої статі), які були висаджені в затіненому правому куті внутрішнього рекреаційного дворику. Всі рослини прижилися, утворивши біогрупу із чоловічих і жіночих особин, ростуть добре, даючи щорічно приріст по декілька сантиметрів. Чоловічі особини пилять, а на жіночих утворюються яскраві, червонуваті шишкоягоди. Тис ягідний в декоративному відношенні дуже прикрашає внутрішній рекреаційний двірник.

Отже, з вищенаведеного видно, що на території дендрарію університету протягом 1976-1977 рр. та в наступні роки було висаджено понад 100 видів рослин, з яких 25 видів Голонасінних, які нині зростають на різних рекреаційних ділянках дендрарію.

Водночас за цей же період на цих же рекреаційних ділянках дендрарію було висаджено значно більше особин і видів Квіткових рослин (*Anthophyta*), видовий склад яких наведений нижче.

Відділ Магнолієві, Квіткові чи Покритонасінні
(*Magnoliophyta, Anthophyta, Angiospermae*)
Клас Дводольні (*Magnoliopsida*)
Підклас Магноліїди (*Magnoliidae*)
Порядок Магнолієцвіті (*Magnoliales*)
Родина Магнолієві (*Magnoliaceae* Juss.)
Рід Магнолія (*Magnolia* L.)

Магнолія кобус (*Magnolia kobus* DC.). У 1977 р. у внутрішньому рекреаційному дворику була посаджена одна рослина, яка прижилася, але через 7-8 років з настанням морозів (-28, -32°C) пагони підмерзли, рослина відтак засохла. У 2008 р. на цьому ж місці було посаджено дві рослини магнолії: одна магнолія кобус, друга – магнолія оберненояйцеподібна.

Магнолія оберненояйцеподібна (*Magnolia obovata* Trunb.). Обидві рослини прижилися, вступили у фазу цвітіння.

Порядок Ілліцієцвіті (*Illiciales*)
Родина Лимонникові (*Schizandraceae* (Grau) Arms.)
Рід Лимонник (*Schizandra* Michx.)

Лимонник китайський (*Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill.). У 1977 р. в рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій посаджено 3 кущі, які погано росли протягом 10 – 12 років, а відтак засохли.

Підклас Ранункуліди (*Ranunculidae*)
Порядок Жовтецевоцвіті (*Ranunculales*)
Родина Жовтецеві (*Ranunculaceae* Juss.)
Рід Ломиніс (*Clematis* L.)

Ломиніс фіолетовий (*Clematis viticella* L.). Дві рослини посаджені на території агробіологічної лабораторії. Їх стан задовільний. В осінньо-зимовий період надземна частина відмирає, а весною відновлюється і вступає у фазу цвітіння. Такий процес повторюється щорічно.

Родина Барбарисові (*Berberidaceae* Juss.)
Рід Барбарис (*Berberis* L.)

Барбарис звичайний (*Berberis vulgaris* L.). У 1976 – 1977 рр. на різних рекреаційних ділянках було висаджено 9 кущів, зокрема, 3 кущі біля фасаду головного корпусу (під вікна-ми бухгалтерії), 3 кущі в рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій, 3 кущі біля корпусу інституту мистецтв. Всі рослини прижилися, цвітуть і плодоносять.

Барбарис Тунберга (*Berberis thunbergii* DC.). Дві рослини посаджені біля теплиці, а одна біля актового залу.

Рід Магонія (*Mahonia* Nutt.)

Магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* Nutt.) У 1976 р. навколо стадіону було висаджено понад 50 кущів, які відігравали роль живоплоту. Окрім того, у 1977 р. понад 12 кущів було висаджено в різних рекреаційних ділянках. Частина із них загинула у зв'язку з проведнням земляних робіт. Кілька рослин росте, вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Родина Платанові (*Platanaceae* Lindl.)
Рід Платан (*Platanus* L.)

Платан східний, чинар (*Platanus orientalis* L.). Платан західний (*Platanus occidentalis* L.). По дві рослини кожного із названих видів були висаджені на рекреаційних ділянках

навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання, але у зв'язку з облаштуванням автостоянки, рослини були пошкоджені і загинули.

Порядок Самшитоцвіті (*Buxales*)
Родина Самшитові (*Buxaceae* Dumort.)
Рід Самшит (*Buxus* L.)

Самшит вічнозелений (*Buxus sempervirens* L.). За проектом створення внутрішнього рекреаційного дворику був передбачений живопліт із самшита вічнозеленого. Для його закладення висаджено 68 кущів, які прижилися, добре переносять стрижку. Цей живопліт у дворіку разом із ялівцем козацьким, тисом ягідним відіграє декоративно-естетичну роль, оскільки сукупно створюють зелену ландшафтну композицію не лише в літній, а й в осінньо-зимовий період.

Порядок Букоцвіті (*Fagales*)
Родина Букові (*Fagaceae* Dumort.)
Рід Бук (*Fagus* L.)

Бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.). Дві рослини висаджені на рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Їх стан задовільний.

Рід Дуб (*Quercus* L.)

Дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Дуб звичайний, форма рання (*Quercus robur* L., var. *praecox* Czern.). Дуб звичайний, форма пізня (*Quercus robur* L., var. *tardiflora* Czern.). Дуб скельний (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.). У 1976-1977 р. було висаджено 23 рослини в різних рекреаційних ділянках. Починаючи від 1978-1979 н. р. за пропозицією ректора інституту професора О. Ф. Явоненка, на території дендрарію була закладена алея випускників, яка починалася уздовж дороги між електронномікроскопічною лабораторією та місцем відпочинку студентів, обсаженого липовою алеєю. В алеї випускників було висаджено декілька рослин дубів різних видів, але з призначенням О. Ф. Явоненка у 1982 р. ректором Чернігівського державного педагогічного інституту імені Т. Г. Шевченка, ідея щодо створення алеї випускників була забута. Водночас доцільно зауважити, що ще у 1971 р. в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету, що належав педагогічному інституту (нині міський дендропарк), було висаджено понад 300 дерев і чагарників більше 60 видів. Тоді ж було висаджено біогрупу дуба звичайного. Як виявилось пізніше, в біогрупі зростають дві екологічні форми дуба звичайного: рання (var. *praecox* Czern.), яка зацвітає на 1–3 тижні раніше, листки також розпускаються раніше, ніж у другої форми, сухі листки восени опадають, переважає на плато та на підвищених місцях; пізню (var. *tardiflora* Czern.), яка зацвітає на 1–3 тижні пізніше, листки також розпускаються пізніше, ніж у ранньої форми, сухі листки восени не опадають, а залишаються сухими на деревах, переважає на знижених місцях і в заплавах. Усі рослини вступили у фазу цвітіння і плодоношення. Зазначені види і форми дуба звичайного є об'єктами курсових робіт студентів хіміко-біологічного факультету.

Порядок Березоцвіті (*Betulales*)
Родина Березові (*Betulaceae* S. F. Gray.)
Рід Береза (*Betula* L.)

Береза повисла (*Betula pendula* L.). Береза пухнаста (*Betula pubescens* Ehrh.). Береза Клокова (*Betula klokovii* Zaverucha). У 1976-1977 рр. понад 30 рослин перших двох видів були висаджені декоративними біогрупами та поодинокими деревами в різних рекреаційних ділянках дендрарію. Одна рослина берези Клокова, як вузький ендем Кременецьких гір висаджений у 1981 р. випускниками факультету ЗТД на алеї випускників, як повага до першого декана факультету доцента Бориса Дмитровича Столяра – вихідця з Шумського району Тернопільської області. Цікаво, що цей вид описав випускник природничого факультету Кременецького державного педагогічного інституту згодом відомий флорист і систематик рослин Борис Володимирович Заверуха, назвавши його береза Клокова на честь свого наукового керівника кандидатської дисертації професора Михайла Васильовича Клокова. Всі рослини добре прижилися, окремі особини сягають 16–18 м заввишки та діаметром до 32-36 см. Усі рослини цвітуть і плодоносять.

Рід Вільха (*Alnus* Mill.)

Вільха чорна, в. клейка (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Вільха сіра (*Alnus incana* (L.) Moench). По дві особини кожного виду висаджені на рекреаційних ділянках навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Окрім того, декілька особин обох видів ростуть у дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету.

Рід Граб (*Carpinus* L.)

Граб звичайний (*Carpinus betulus* L.). У 1976-1977 рр. на різних рекреаційних ділянках дендрарію було висаджено 16 рослин. 3 рослин, висаджених на терасі фасаду головного корпусу та біля дороги, що веде до внутрішнього рекреаційного дворику, протягом перших п'яти - семи років шляхом обрізування гілок формували кулясті форми, припинення догляду за якими призвело до росту не головного стовбура, а багатьох пагонів (8–12). Особини, з яких не формували кулясті форми, ростуть як одностовбурні дерева. Рослини цвітуть і плодоносять.

Рід Ліщина (*Corylus* L.)

Ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.). У 1976 р в різних рекреаційних ділянках було висаджено 8 кущів, зокрема біля гуртожитку № 2, в рекреаційній ділянці біля СШ № 16 та ін. У 1972 р. при створенні дендропарку інституту (нині міський дендропарк житлового масиву «Дружба») було висаджено 12 кущів. Рослини на всіх рекреаційних ділянках добре ростуть, цвітуть і плодоносять.

Ліщина деревоподібна чи л. ведмежа (*Corylus colurna* L.). У 1969-1971 рр. на території агробіостанції (нині агробіологічна лабораторія кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін) закладений плодовий сад, де було висаджено 2 рослини цього виду. Рослини добре ростуть, вступили у фазу цвітіння та плодоношення.

Фундук (візантійський горіх) — сорт ліщини отриманий внаслідок схрещування *Corylus avellana* L. X *Corylus pontica* C. Koch X *Corylus maxima* Mill. [9]. На території агробіологічної лабораторії зростає 6 рослин цього сорту ліщини.

Порядок Горіхоцвіті (*Juglandales*)**Родина Горіхові (*Juglandaceae* A. Rich. ex Kunth)****Рід Горіх (*Juglans* L.)**

Горіх грецький (*Juglans regia* L.). Під час створення дендрарію у 1976-1977 рр. питання щодо посадки особин цього виду відпало, оскільки у 1969-1972 рр. на території агробіостанції (нині агробіологічна лабораторія кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін) був закладений плодовий сад, де було висаджено 9 дерев цього виду, з яких 4 особини – протандричні, а 5 особин – протогінічні. Горіх грецький, що зростає в плодовому саду агробіологічної лабораторії був одним з об'єктів дисертації аспірантки кафедри ботаніки О. Б. Мацюк на тему: «Морфогенез генеративних органів і біологія цвітіння горіха грецького (*Juglans regia* L.) в умовах Західного Поділля», яка була успішно захищена на спеціалізованій вченій раді Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України.

Горіх маньчжурський (*Juglans* L.). 1 рослина висаджена на рекреаційній ділянці, що розташована між СШ № 16 та пішохідною доріжкою, що йде від вул. Миру до головного корпусу університету.

Порядок Кропивоцвіті (*Urticales*)**Родина В'язові (*Ulmaceae* Mirb.)****Рід В'яз (*Ulmus* L.)**

В'яз шорсткий (*Ulmus scabra* Mill.). 2 рослини висаджені на рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Їх стан задовільний.

Порядок Вересоцвіті (*Ericales*)**Родина Вересові (*Ericaceae* Juss.)****Рід Рододендрон (*Rhododendron* L.)**

Рододендрон жовтий (рододендрон азалея, азалея понтійська) (*Rhododendron luteum* Sweet., *R. flavum* G. Don, *Azalea pontica* L.). 2 рослини висаджені на рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання, але під час облаштування стоянки для автомобілів були пошкоджені та загинули.

Рід Верес (*Calluna Salisb.*)

Рід Верес звичайний (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.). 3 рослини висаджені на рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання, але під час облаштування стоянки для автомобілів були пошкоджені і відтак загинули..

Порядок Тамариксоцвіті (*Tamaricales*)
Родина Тамарикові (*Tamaricaceae* Link)
Рід Тамарикс (*Tamarix* L.)

Тамарикс чотиритичинковий (*Tamarix tetrandia* Pall. ex Vieb.). При закладенні дендрарію дві рослини були висаджені на рекреаційній ділянці між житловим будинком на вулиці Винниченка та пішохідним переходом від головного корпусу університету до вулиці Миру, але під час ремонтних робіт водогону, що пролягає через рекреаційну ділянку, рослини загинули. Проте, неподалік від висаджених рослин у сквері по вулиці Миру зростають 2 рослини цього виду, висаджені студентами природничого факультету у 1972-1973 рр. під час озеленення скверу.

Порядок Вербоцвіті (*Salicales*)
Родина Вербові (*Salicaceae* Mirb.)
Рід Верба (*Salix* L.)

Підрід *Vetrix*

Верба козяча (*Salix caprea* L.). 1 рослина висаджена на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і боковою частиною головного корпусу університету. Її стан задовільний. Окрім того, в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету зростають дві рослини цього виду, висаджені у 1972 р. під час закладання дендропарку. Рослини сягають висоти 12-14 м, цвітуть і плодоносять.

Підрід *Salix*

Верба біла (*Salix alba* L.). 5 рослин цього виду висаджені на різних рекреаційних ділянках, зокрема, одна рослина на рекреаційній ділянці між вулицею Громницького та гуртожитком № 2 університету, дві рослини на рекреаційній ділянці між вулицею М. Кривоноса та гуртожитком № 2, одна рослина на рекреаційній ділянці між житловим будинком на вулиці Винниченка та пішохідним переходом від головного корпусу університету до вулиці Миру, одна рослина на рекреаційній ділянці між СШ № 16 та пішохідним переходом від головного корпусу університету до вулиці Миру. Всі рослини ростуть добре, сформували крони, цвітуть і плодоносять.

Верба ламка (*Salix fragilis* L.). 1 рослина висаджена в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету.

Рід Тополя (*Populus* L.)

Підрід Осика

Осика (*Populus tremula* L.). 2 рослини висаджені в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету, цвітуть і плодоносять.

Підрід Чорні (Дельтоїдні) тополі

Тополя чорна, осокір (*Populus nigra* L.). 12 рослин висаджені у 1972-1973 рр. при створенні дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету. Рослини сягають висоти 22-24 м, цвітуть і плодоносять. Нині дендропарк перебуває у розпорядженні Тернопільської міськради. На його території споруджується церква.

Тополя берлінська (*Populus X berolinensis* (C. Koch) Dipp.). 10 рослин висаджені навколо території університету, відмежовуючи спортивний майданчик факультету фізичного виховання від житлового масиву «Дружба». Частина рослин загинула в період забудови території житлового масиву.

Підрід Бальзамічні тополі

Тополя бальзамічна (*Populus balsamifera* L.). 8 рослин висаджено у 1972-1973 рр. при облаштуванні агробіостанції природничого факультету (нині це частина території університету, на якій побудовані навчальні майстерні інженерно-педагогічного факультету). 12 рослин

висаджено у 1976 р. навколо території університету, відмежовуючи спортивний майданчик факультету фізичного виховання від житлового масиву «Дружба». 6 рослин загинуло в період забудови території житлового масиву.

Порядок Мальвоцвіті (*Malvales*)

Родина Липові (*Tiliaceae* Juss.)

Рід Липа (*Tilia* L.)

Липа серцелиста, л. дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.). 10 рослин висаджено навколо місця відпочинку студентів. Всі рослини добре ростуть, цвітуть і плодоносять.

Липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.). 12 рослин висаджено разом з липою серцелистою, які утворюють своєрідний квадрат навколо місця відпочинку студентів між головним корпусом і електронномікроскопічною лабораторією. Рослини заввишки 16-18 м, добре ростуть, цвітуть і плодоносять.

Порядок Тимелієцвіті (*Thymeliales*)

Родина Тимелієві (*Thymelaeaceae* Juss.)

Рід Вовчегідник (*Daphne* L.)

Вовчегідник звичайний (вовче лико, вовчі ягоди звичайні)–*Daphne mezereum* L.). 3 кущі цього виду висаджені на різних різних рекреаційних ділянках, але донині зберігся лише один кущ на рекреаційній ділянці, що прилягає до лекційних аудиторій.

Підклас Розіди (*Rosidae*)

Порядок Ломикаменевоцвіті (*Saxifragales*)

Родина Агрусові (*Grossulariaceae* DC.)

Рід Агрус (*Grossularia* Mill.)

Агрус відхилений (*Grossularia reclinata* (L.) Mill. (*Ribes grossularia* L.). 2 рослини ростуть на території агробіологічної лабораторії кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, щорічно цвітуть і плодоносять.

Рід Смородина (*Ribes* L.)

Смородина чорна (*Ribes nigrum* L.). 12 рослин ростуть на території агробіологічної лабораторії кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, щорічно цвітуть і плодоносять.

Смородина червона (*Ribes rubrum* L.). 8 рослин росте на території агробіологічної лабораторії кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, щорічно цвітуть і плодоносять.

Порядок Розоцвіті (*Rosales*)

Родина Розові (*Rosaceae* Juss.)

Підродина Спірейні (*Spiraeoideae* Agardh.)

Рід Спірея (*Spiraea* L.)

Спірея середня (*Spiraea media* Schmidt). Весною 1977 р. висаджено 1 кущ в рекреаційній ділянці – фасад головного корпусу, а восени цього ж року висаджено другий кущ у внутрішньому рекреаційному дворіку. Обидва кущі п'ятирічного віку були пересаджені з території біля корпусу фізико-математичного факультету. Кущі добре прижилися, цвітуть щорічно і ось вже понад 37 років прикрашають обидві рекреаційні ділянки.

Рід Пухироплідник (*Physocarpus* (Cambess.) Maxim.)

Пухироплідник калинолистий (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.). На рекреаційній ділянці біля гуртожитку № 2 утворено замкнутий колоподібний живопліт з пухироплідника калинолистого, що навколо огорожує біогрупи дерев тополі, верби та ялини. Для створення живоплоту висаджено 186 кущів, які прижилися, щорічно цвітуть, добре переносять стрижку. Окрім того, у 2012 р. був закладений живопліт з цього ж виду, що відгороджує рекреаційну ділянку біля гуртожитку № 2 від пішохідної доріжки, що веде до сходів цієї будівлі.

Рід Горобинник (*Sorbaria* (Ser. ex DC.) A. Br.)

Горобинник горобинолистий (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.). 2 кущі зростають на рекреаційній ділянці біля корпусу фізико-математичного факультету.

Підродина Розові (*Rosoideae* Focke)**Рід Шипшина (*Rosa* L.)**

Шипшина собача (*Rosa canina* L.). Восени 1976 р. було висаджено 5 кущів у різних рекреаційних ділянках, деякі із них загинули внаслідок реконструкції території, а 1 кущ росте у внутрішньому рекреаційному дворіку.

Рід Ожина (*Rubus* L.)**Підрід Малина (*Idaeobatus* Focke)**

Малина звичайна (*Rubus idaeus* L.). 6 кущів зростають на території агробіологічної лабораторії, щорічно цвітуть і плодоносять.

Підрід Ожина (*Eubatus* Focke)

Ожина сиза (о. звичайна) (*Rubus caesius* L.). 5 кущів ростуть на території агробіологічної лабораторії, щорічно цвітуть і плодоносять.

Підродина Сливові (*Prunoideae* Focke)**Рід Слива (*Prunus* Mill.)**

Слива домашня (*Prunus domestica* L.). На території агробіологічної лабораторії росте 16 рослин, які щорічно цвітуть і плодоносять.

Слива колюча (терен звичайний) (*Prunus spinosa* L.). 3 кущі висаджені на рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Окрім того, у 1972 році було висаджено 4 кущі цього виду в дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету (нині міський дендропарк житлового масиву «Дружба»).

Слива розлога (*Prunus divaricata* L.). На території агробіологічної лабораторії росте 16 рослин, які щорічно цвітуть і плодоносять. На території агробіологічної лабораторії росте 2 рослини, які щорічно цвітуть і плодоносять.

Рід Черемха (*Padus* Mill.)

Черемха звичайна (ч. китицева) (*Padus avium* Mill.) (*P. racemosa* Gilib.). 3 рослини висаджені на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алеєю гіркокаштана звичайного. Рослини вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Рід Вишня (*Cerasus* Juss.)

Вишня звичайна (*Cerasus vulgaris* Mill.). **Вишня пташина (черешня) (*Cerasus avium* (L.) Moench.)**. На території агробіологічної лабораторії росте 3 рослини вишні звичайної і 1 рослина вишні пташиної (черешні), які вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Підродина Яблуневі (*Maloideae* Focke)**Рід Яблуня (*Malus* Mill.)**

Яблуня домашня (*Malus domestica* Borkh.). На території агробіологічної лабораторії росте 10 рослин, які вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Яблуня (*Malus sylvestris* Mill.). На території агробіологічної лабораторії росте 3 рослини, які вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Рід Груша (*Pyrus* L.)

Груша звичайна (*Pyrus communis* L.). На території агробіологічної лабораторії росте 6 рослин, які вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Рід Хеномелес (Айва японська) (*Chaenomeles* Lindl.)

Хеномелес Маулея (айва японська низька) (*Chaenomeles* C. K. Scheid.). На території агробіологічної лабораторії росте 5 рослин, які вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Рід Ірга (*Amelanchier* Medik.)

Ірга круглолиста (і. звичайна) (*Amelanchier ovalis* Medik.). На території агробіологічної лабораторії росте 2 рослин, які вступили у фазу цвітіння і плодоношення. Окрім того, в 1976 р. на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алеєю гіркокаштана звичайного було висаджено 5 кущів, які добре ростуть, цвітуть і плодоносять.

Рід Глід (*Crataegus* L.)

Глід гладкий (г. звичайний) (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.). 2 рослини посаджені на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алелею гірко каштана звичайного, а 1 рослина на рекреаційній ділянці біля пам'ятника Володимира Гнатюка.

Рід Мушмула (*Mespilus* L.)

Мушмула німецька (*Mespilus germanica* L.). Монотипний рід містить один вид, який культивують в Україні. 1 рослина росте в рекреації 4-го поверху на території хіміко-біологічного факультету, росте у горшку, вступила у фазу цвітіння.

Рід Горобина (*Sorbus* L.)

Горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.). У 1976 р. на різних ділянках посаджено 17 рослин, які добре прижилися, цвітуть і плодоносять. Окрім того, у 1971-1972 рр. на території навколо корпусів фізико-математичного, мистецтв, інженерно-педагогічного факультетів було висаджено 18 рослин, які цвітуть і плодоносять.

Берека (горобина берека) (*Sorbus torminalis* (L.) Grantz). У 1976-1977 рр. на території навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання було висаджено 3 рослини, з яких залишилась лише одна, оскільки на цій території нині улаштована приватна автостоянка.

Рід Аронія (*Aronia* (L.) H. Riedl)

Аронія чорнопліда (Горобина севдо акац) (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot). У 1976 р. на різних ділянках посаджено 6 рослин, які добре прижилися, цвітуть і плодоносять.

Рід Кизильник (*Cotoneaster* Medik.)

Кизильник чорноплідий (*Cotoneaster melanocarpus* Lodd.). 2 рослини посаджені на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алелею гіркого каштана звичайного.

Порядок Миртоцвіті (*Myrtales*)

Родина Миртові (*Myrtaceae* R. Br.)

Рід Мирт (*Myrtus* L.)

Мирт звичайний (*Myrtus cocommunis* L.). 2 рослини ростуть у теплиці кафедри загальної біології.

Порядок Бобовоцвіті (*Fabales*)

Родина Бобові (*Fabaceae* Lindl.)

Підродина Бобові (*Faboideae* Taub.)

Рід Робінія (*Robinia* L.)

Робінія звичайна (р. псевдоакація, біла акація) – *Robinia pseudoacacia* L. У 1977 р. висаджено 6 рослин на різних рекреаційних ділянках. Рослини добре ростуть, вступили у фазу цвітіння та плодоношення.

Рід Карагана (*Caragana* Lam.)

Карагана деревоподібна (жовта акація) (*Caragana arborescens* Lam.). У 1976 р., закладаючи дендрарій, було вирішено, щоб пішохідну доріжку від головного корпусу до агробіостанції з двох боків обсадити деревами та чагарниками. Із чагарників було висаджено 22 рослин карагани деревоподібної, сформувавши живопліт. Рослини прижилися, ростуть добре, цвітуть і плодоносять.

Порядок Сапіндоцвіті (*Sapindales*)

Родина Кленові (*Aceraceae* Juss.)

Рід Клен (*Acer* L.)

Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), клен цукристий (*Acer saccharinum* L.). На різних рекреаційних ділянках у 1976-1977 рр. було висаджено 123 рослини трьох видів. Найбільше рослин висаджено на рекреаційній ділянці між вулицею Громницького та гуртожитком № 2, уздовж вулиці Винниченка, а також у дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету. Рослини заввишки 18-22 м цвітуть та плодоносять.

Клен гостролистий, форма кулеподібна (*Acer platanoides* L.). У 1976-1977 рр. було висаджено 24 рослини: 1 на рекреаційній ділянці біля пам'ятника Володимира Гнатюка, 23-в рядовій посадці біля електронномікроскопічної лабораторії. Всі рослини сформували кулеподібну форму, мають гарний вигляд, цвітуть і плодоносять.

Родина Гіркокаштанові (*Hippocastanaceae* DC.)

Рід Гіркокаштан (*Aesculus* L.)

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.). У процесі закладання дендрарію університету велику увагу було приділено гіркокаштану звичайному. Було враховано те, що найбільше цей вид висаджують уздовж вулиць, бульварів і скверів. Тому правильним було рішення щодо посадки у 1976 р. рослин по обидва боки пішохідної доріжки від вулиці Миру до головного корпусу університету. Для цього було висаджено 24 рослини по обидва боки пішохідної алеї. Окрім того, у 1977 р. – другого етапу створення дендрарію, 28 рослин цього виду було посаджено двома рядами навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Рослини ростуть добре, цвітуть, плодоносять і є окрасою дендрарію та території навколо головного корпусу університету.

Порядок Рутоцвіті (*Rutales*)

Родина Рутові (*Rutaceae* Juss.)

Рід Бархат (*Phellodendron* Rupr.)

Бархат амурський (*Phellodendron amurense* Rupr.). 2 рослини висаджені в рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алеєю гіркокаштан звичайного. Одна рослина загинула під час ремонту водогону до гуртожитку № 2, а одна росте, досягнувши висоти 18 м, цвіте.

Родина Сумахові (*Anacardiaceae* Lindl.)

Рід Скумпія (*Cotinus* Mill.)

Скумпія звичайна (*Cotinus coggygria* Scop.). 2 рослини висаджені на рекреаційній ділянці, що розміщена між житловим будинком по вулиці Винниченка та алеєю гіркокаштана звичайного, але під час ремонтних робіт водогону обидві рослини були дуже пошкоджені і загинули. Водночас зазначимо, що під час озеленення скверу по вулиці Миру студентами природничого факультету, які були залучені до озеленення скверів, вулиць на житловому масиві «Дружба», у 1972 р. за участю одного із співавторів статті (М. М. Барни) було висаджено 3 рослини скумпії звичайної, які добре прижилися, ростуть, квітують і є окрасою скверу. Під час навчально-польової практики з ботаніки та дендрології студентів хіміко біологічного факультету та факультету мистецтв цей сквер сукупно з дендрарієм університету використовується як навчальна база.

Порядок Бруслиноцвіті (*Celastrales*)

Родина Бруслинові (*Celastraceae* R. Br.)

Рід Деревозгубник (*Celastrus* L.)

Деревозгубник виткий (*Celastrus scandens* L.). Це витка ліана завдовжки до 10-15 м. У процесі закладання дендрарію 1 рослина була висаджена на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алеєю гіркокаштана звичайного. Посаджена рослина помилково над водогоном і при його ремонті вона була викопана, пошкоджена і вдруге не прижилася на новому місці. Дуже шкода, що цей вид не представлений в дендрарії.

Рід Бруслина (*Euonymus* L.)

Бруслина бородавчаста (*Euonymus* L.). 2 рослини були висаджені у 1977 р. на рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій, ріст задовільний, цвітуть і плодоносять.

Порядок Жостероцвіті (*Ramnales*)

Родина Крушинові (*Rhamnaceae* Juss.)

Рід Крушина (*Frangula* Mill.)

Крушина ламка (*Frangula alnus* Mill.). 2 рослини висаджені в рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання.

Порядок Маслинкоцвіті (*Elaeagnales*)
Родина Маслинокві (*Elaeagnaceae* Juss.)
Рід Маслинка (*Elaeagnus* L.)

Маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia* L.). У 1971-1972 рр. у процесі закладання дендропарку біля адміністративно-навчального корпусу інституту (нині корпус інженерно-педагогічного факультету) було висаджено 5 рослин, які пржилися, лобре ростуть, цвітуть і плодоносять.

Порядок Виноградоцвіті (*Vitales*)
Родина Виноградові (*Vitaceae* Juss.)
Рід Виноград (*Vitis* L.)

Виноград звичайний чи в. справжній (*Vitis vinifera* L.). 12 рослин зростає на території агробіологічної лабораторії кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін. Рослини цвітуть і плодоносять.

Порядок Гортензієцвіті (*Hydrangeales*)
Родина Гортензієві (*Hydrangeaceae* Dumort.)
Рід Садовий жасмин (*Philadelphus* L.)

Садовий жасмин звичайний (*Philadelphus coronarius* L.). У 1977 р. 3 рослини висаджені в рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій, цвітуть і плодоносять.

Рід Дейція (*Deutzia* Thunb.)

Дейція шорстка чи д. городчаста (*Deutzia scabra* Thunb.). У 1977 р. 5 кущів висаджені в рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій, цвітуть і плодоносять.

Родина Деренові (Кизилові) - *Cornaceae* Dumort.
Рід Дерен (Кизил) – *Cornus* L.

Дерен справжній, д. чоловічий (кизил звичайний) – *Cornus mas* L. У 1977 р. 2 рослини висаджені в рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій. Окрім того, 2 рослини зростає на території агробіологічної лабораторії кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін. Рослини цвітуть і плодоносять.

Порядок Аралієцвіті (*Araliales*)
Родина Аралієві (*Araliaceae* Juss.)
Рід Плющ (*Hedera* L.)

Плющ звичайний (*Hedera helix* L.). 1 рослина росте у горщику в 121 аудиторії хіміко-біологічного факультету і використовується в навчальному процесі під час вивчення метаморфозів кореня – коренів-причіпок.

Порядок Черкасоцвіті (*Dipsacales*)
Родина Жимолостеві (*Caprifoliaceae* Juss.)
Рід Жимолость (*Lonicera* L.)

Жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.). Жимолость козолиста (*Lonicera caprifolium* L.). 4 рослини (по 2 рослини кожного виду) у 1977 р. висаджені в рекреаційній ділянці навколо спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Рослини цвітуть і плодоносять.

Рід Сніжноягідник (*Symphoricarpos* L.)

Сніжноягідник білий (*Symphoricarpos alba* (L.) Blake). 4 рослини (по одній рослині) висаджені на різних рекреаційних ділянках, зокрема: між СШ № 16 і алеєю гірко каштана звичайного; біля лекційних аудиторій; біля гуртожитку № 2; біля спортивного майданчика факультету фізичного виховання. Окрім того, 6 рослин зростає біля корпусу інженерно-педагогічного факультету, які були висаджені у 1972-1973 рр. Рослини цвітуть і плодоносять.

Родина Калинові (*Viburnaceae* Dumort.)

Рід Калина (*Viburnum* L.)

Калина звичайна (*Viburnum opulus* L.). 2 рослини висаджені у 1977 р. на рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій. Рослини ростуть добре цвітуть і плодоносять.

Калина гордовина цілолиста (*Viburnum lantana* L.). 4 рослини висаджені у 1977 р. – 2 на рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій, а 2 – біля електронно-мікроскопічної лабораторії. Рослини ростуть добре, цвітуть і плодоносять.

Родина Бузинові (*Sambucaceae* Link.)

Рід Бузина (*Sambucus* L.)

Бузина чорна (*Sambucus nigra* L.). 2 рослини (по одній рослині) висаджені на рекреаційній ділянці між СШ № 16 і алеєю гіркокаштана звичайного та на рекреаційній ділянці біля теплиць. Рослини цвітуть і плодоносять.

Бузина червона (*Sambucus racemosa* L.). 2 рослини висаджені на рекреаційній ділянці біля портивного майданчика факультету фізичного виховання. Рослини цвітуть і плодоносять.

Підклас Ламіди (*Lamidae*)

Порядок Маслиноцвіті (*Oleales*)

Родина Маслинові (*Oleaceae* Hoffm. et Link.)

Рід Ясен (*Fraxinus* L.)

Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). 6 рослин (по одній рослині) висаджені у 1976-1977 рр. на шести рекреаційних ділянках. Окрім того, у 1972-1973 рр. під час створення дендропарку біля головного адміністративно-навчального корпусу педагогічного інституту (нині корпус інженерно-педагогічного факультету). Рослини сягнули висоти до 20-22 м, цвітуть і плодоносять.

Рід Бузок (*Syringa* L.)

Бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.). 6 рослин (по одній рослині) висаджені у 1976-1977 рр. на шести рекреаційних ділянках, зокрема: біля головного адміністративно-навчального корпусу, біля гуртожитку № 2 та інших. Окрім того, у 1972-1973 рр. під час створення дендропарку біля корпусу інженерно-педагогічного факультету висаджено 8 рослин. Рослини сягнули висоти до 6-8 м, цвітуть і плодоносять.

Рід Форзиція (*Forsythia* Vahl.)

Форзиція повисла (*Forsythia suspense* Vahl.). 4 рослин (по одній рослині) висаджені у 1976-1977 рр. на чотирьох рекреаційних ділянках, зокрема: біля головного адміністративно-навчального корпусу, біля гуртожитку № 2 та інших. Рослини сягнули висоти до 2 м, цвітуть і плодоносять.

Рід Бирючина (*Ligustrum* L.)

Бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.). 168 рослин висаджені у 1976-1977 рр. на шести рекреаційних ділянках, формуючи кулеподібні форми уздовж алеї гіркокаштана звичайного. Окрім того, біля пішого переходу до електронно-мікроскопічної лабораторії та біля лекційних аудиторій були сформовані живоплоти. Рослини кулястої форми сягнули висоти до 3 м, цвітуть і плодоносять, але втратили естетичний вигляд і нині потребують заміни та реконструкції.

Рід Жасмин (*Jasminum* L.)

Жасмин кущовий (*Jasminum fruticans* L.). 3 рослини висаджені у 1977 р. На рекреаційній ділянці біля лекційних аудиторій. Рослини цвітуть і плодоносять.

Отже, вищенаведено систематичне положення видів, форм і сортів деревних і чагарникових порід українською та латинською мовами, а також назви родів, підродів, родин, підродів, порядків, класів, підкласів і відділів, до яких вони належать.

Із наведених видів відділу Голонасінні (*Pinophyta*) та відділу Квіткові (*Anthophyta*) 3 види (модрина польська (*Larix polonica* Racib.), сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.), тис ягідний (негній-дерево) (*Taxus baccata* L.), береза Клокова (*Betula klokovii* Zaverucha), берека

(горобина берека) (*Sorbus torminalis* (L.) Grantz) занесені до Червоної книги України. Рослинний світ» (2009), що свідчить про збереження червонокнижних рослин шляхом їх вирощування у дендрарію.

З моменту закладення дендрарію (1976-1977 рр.) минуло 38 років і вік переважної більшості рослин сягнув 40-42 років, оскільки деревні породи висаджували 2-4-х річними саджанцями. Деякі рослини (ялина срібляста, ялина колюча, ялина звичайна та ін.) висаджували декоративними біогрупами по три, з яких одна чи дві рослини через багато років відмерли, а на місці посадки біогрупи залишилась одна, рідше дві рослини того чи іншого виду. Упродовж 38-річного періоду за рослинами доглядали працівники кафедри ботаніки, особливо за рослинами, що зростають у внутрішньому рекреаційному дворіку, де лише за останні п'ять років було проведено заміну засохлих дерев і висаджені саджанці гінкго дволопатевого, магнолії кобус та інших деревних і чагарникових порід, деякі з них вступили у фазу цвітіння та плодоношення.

Дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (історія створення дендрарію, його видовий склад) описаний професором В. М. Черняком в монографії «Культивована дендрофлора Волино-Поділля, перспективи її використання та збагачення: монографія / В. М. Черняк. – Тернопіль, 2004. – 264 с. Окрім того, дендрарій був одним із об'єктів дисертаційного дослідження: В. М. Черняк. Культивована дендрофлора Волино-Поділля, перспективи її використання та збагачення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук: 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація» / В. М. Черняк. – Львів, 2005. – 40 с.

Висновки

1. Дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка був закладений у 1976-1977 рр. професорсько-викладацьким і навчально-допоміжним персоналом кафедри ботаніки. Авторами проекту дендрарію були завідувач кафедри ботаніки доцент В. О. Шиманська і доцент кафедри ботаніки М. М. Барна.
2. Територія дендрарію сягає понад 12 га і включає 12 рекреаційних ділянок, 4 алеї, біогрупи хвойних дерев навколо головного адміністративно-навчального корпусу, внутрішній рекреаційний двір, рядові посадки тополі бальзамічної, тополі гібридної та тополі пірамідальної (понад 80 рослин) навколо території університету, агробіологічну лабораторію та дендропарк.
3. Видовий склад дендрарію сягає понад 180 видів деревних і чагарникових порід, у тому числі близько 30 видів Голонасінних і понад 150 видів Квіткових рослин.
4. Дендрарій є навчальною базою, що допомагає здійснювати на високому науково-методичному рівні викладання навчальних дисциплін: Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин, Систематика рослин, Ботаніка з фізіологією рослин, Декоративна дендрологія на хіміко-біологічному, географічному факультетах та на факультеті мистецтв на спеціалізації «Ландшафтний дизайн».
5. Дендрофлора дендрарію є об'єктом для написання курсових і дипломних робіт студентів хіміко-біологічного та географічного факультетів. Студенти спеціалізації «Ландшафтний дизайн» використовують елементи дендрарію (рекреаційні ділянки, озеленений фасад головного корпусу, алеї туї західної колоноподібної форми, туї західної пірамідальної форми, декоративні біогрупи туї західної, туї східної, ялини колючої (сріблястої форми), внутрішній рекреаційний двір як експериментальний та модельний матеріал у процесі виконання дипломних робіт.
6. Дендрарій використовується як навчально-матеріальна база у процесі проведення лабораторних, практичних занять і навчально-польових практик з ботаніки та декоративної дендрології тощо.
7. Дендрарій та його складова частина – внутрішній рекреаційний двір є надійною основою для збереження червонокнижних рослин, з якими знайомляться майбутні фахівці біології та ландшафтного дизайну у процесі вивчення навчальних дисциплін: «Ботаніка. Анатомія та морфологія рослин», «Ботаніка з фізіологією рослин», «Систематика рослин»,

«Декоративна дендрологія», а також учні загальноосвітніх шкіл і вчителі біології шляхом проведення екскурсій.

1. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії / М. М. Барна. — 3-є вид. допов. і змін. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2014. — 360 с.: іл. *Рекомендовано МОН України.*
2. Барна М. М. Вивчення репродуктивної біології видів родини Вербових (*Salicaceae* Mirb) / М. М. Барна // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун.-ту. Сер. Біол. — 1997. — № 1(4). — С. 3—10.
3. Барна Микола. Декоративні лікарські рослини: монографія / Барна Микола, Барна Любов, Яцук Ганна. — 2-е вид. допов та переробл. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. — 112 с.: іл.
4. Барна М. М. Дендропарк імені Тараса Шевченка міста Городка Львівської області та його рекреаційне значення / М. М. Барна, О. І. Колишак // Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення та збереження. Історія та сучасні проблеми: міжнар. наук. конф., присвяч. 200 – річчю заснування Кременец. ботан. саду, 18–23 черв. 2007 р.: матеріали конф. — Кременець–Тернопіль: Вид-во «Підручники і посібники», 2007. — С. 24—26.
5. Барна М. М. Олександр Федотович Явоненко — вчений-біолог, педагог та організатор вищої педагогічної освіти / М. М. Барна, Л. С. Барна // Наук. запис. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. — 2011. — № 2 (47). — С. 271–278.
6. Бродович Т. М. Деревья и кустарники запада УССР. Атлас / Т. М. Бродович, М. М. Бродович. — Львов: «Вища школа», издв-во при Львов. ун-те, 1979. — 251 с.
7. Булыгин Н. Е. Дендрология / Н. Е. Булыгин. — Л.: Изд-во ЛТА, 1979. — 965 с.
8. Булыгин Н. Е. Дендрология. Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н. Е. Булыгин. — Л.: Изд-во ЛТА, 1979. — 965 с.
9. Ванин А. И. Определитель деревьев и кустарников / А. И. Ванин. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 235 с.
10. Гроздов Б. В. Дендрология: [учебник для студ. лесохоз. вузов и факульт.] / Б. В. Гроздов. — [2-е изд. перераб.]. — М., Л.: Гослесбумиздат, 1960. — 356 с.
11. Декоративні лікарські рослини: [монографія] / Микола Барна, Любов Барна, Людмила Білоус, Ганна Яцук. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. — 124 с.: іл.
12. Денека М. Г. Гермаківський дендропарк / М. Г. Денека. — Львів: Каменярь, 1982. — 31 с.
13. Деревя, чагарники, ліани в ландшафтній архітектурі: навч. посібник / [В. П. Кучерявий, Р. Б. Дудин, Н. П. Ковальчук та ін.]. — Львів: Кварт, 2004. 138 с.
14. Заячук В. Я. Дендрология: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / В. Я. Заячук. — Львів: Априорі, 2008. — 656 с.: іл.
15. Качалов А. А. Деревья и кустарники: Справочник / под. ред. проф. А. И. Колесникова. — М.: Лесн. пром.-сть, 1970. — 408 с.
16. Кирпичников М. Э. Русско-латинский словарь для ботаников / М. Э. Кирпичников, Н. Н. Забинкова. — Л.: Наука, 1977. — 856 с.
17. Клименко Ю. О. Старовинні парки України загальнодержавного значення. Довідник / Клименко Ю. О., Кузнецов С. І., Черняк В. М. — Тернопіль: Мандрівець, 1996. — Ч. 1. Полісся та Лісостеп. — 106 с.
18. Кобів Ю. Й. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин / Ю. Й. Кобів. — К.: Наук. думка, 2004. — 800 с.
19. Колев К. Вьющиеся и вечнозеленые декоративные растения / К. Колев, Д. Димитров. — М.: Лесн. пром.-сть, 1981. — 168 с.
20. Колесников А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. — 2-е изд., испр., доп. — М.: Лесн. пром.-сть, 1974. — 704 с.: илл.
21. Корчемний В. Г. Хоростківський державний дендрологічний парк / В. Г. Корчемний. — Тернопіль: Лілея, 1997. — 144 с.
22. Кохно М. А. Каталог дендрофлори України / М. А. Кохно. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 72 с.
23. Лесная энциклопедия: В 2-х т. / Ред. кол.: Г. И. Воробьев (гл. ред.) и др. — М.: Сов. энциклопедия, 1985. — Т.1. — 563 с. 1986. — Т. 2. — 631 с.
24. Лыпа А. Л. Интродукция и акклиматизация древесных растений на Украине / А. Л. Лыпа. — Киев: Выща шк., 1978. — 109 с.
25. Пятницкий С. С. Курс дендрологии: учеб. пособ. / С. С. Пятницкий. — Харьков: Изд-во Харьков. унта, 1960. — 422 с.
26. Російсько-український словник ботанічної термінології і номенклатури / [уклад. Афанасьєв Д. Я., Барбарич А. І., Зеров Д. К. та ін.]; за ред. Д. К. Зерова. — К.: Вид-во АН УРСР, 1962. — 340 с.

27. *Російсько-український словник наукової термінології*. Біологія. Хімія. Медицина [Вассер С. П., Дудка І. О., Єрмоленко В. І. та ін.]. — К.: Наук. думка, 1996. — 660 с.
28. *Словарь ботанических терминов* /; под общ. ред. И. А. Дудки. — Киев: Наук. думка, 1984. — 308 с.
29. *Стефанов Б.* Дендрология / Б. Стефанов, Ат. Ганчев: — София: Земиздат, 1958. — 652 с.
30. *Стойко С. М.* Порівняльно-екологічні дослідження бука європейського на Поділлі, Розточчі і в Карпатах / С. М. Стойко, М. М. Барна // Матеріали до вивчення природних ресурсів Поділля. — Тернопіль–Кременець, 1963. — С. 120—123.
31. *Тахтаджян А. Л.* Система Магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. — Л.: Наука, 1987. — 439 с.
32. *Хессайон Д. Г.* Все о декоративных деревьях и кустарниках / Д. Г. Хессайон. — М.: Кладезь-Букс, 2001. — 128 с.: ил.
33. *Червона книга України*. Рослинний світ /; за ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.: ил.
34. *Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. — СПб: Мир и семья, 1995. — 990 с.
35. *Черепанов С. К.* Сосудистые растения СССР / С. К. Черепанов. — Л.: Наука, 1981. — 50 с.
36. *Щепотьев Ф. Л.* Дендрология: учеб. пособие для студ. ун-тов / Ф.Л. Щепотьев. Киев: Выща шк., 1990. — 287 с.: ил.
37. *Щепотьев Ф. Л.* Быстрорастущие древесные породы / Ф.Л. Щепотьев, Ф. А. Павленко. — М.: Сельхозиздат, 1962. — 374 с.
38. *Щепотьев Ф. Л.* Орехоплодные древесные породы / Ф.Л. Щепотьев, А. А. Рихтер, И. Г. Команич. — М.: Лесн. пром.-сть, 1969 — 368 с.
39. *Amann Gottfried.* Bäume und Sträucher des Waldes / Gottfried Amann. — München: Neuman Verlag, 1965. — 232 S.: il.
40. *Czerepanov S. K.* Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR) / S. K. Czerepanov. — Cambridge: Univ. Press, 1995. — 516 p.
41. *Roger Phillips* Trees in Britain Europe and North America / Phillips Roger. — London: Macmillan, 1978. — 224 P.: il.

Н. Н. Барна, Л. С. Барна

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка

ДЕНДРАРИЙ ТЕРНОПОЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ГНАТЮКА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ С БИОЛОГИИ И ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА

Дендрарий Тернопольского национального педагогического университета имени Владимира Гнатюка был заложен у 1976-1977 гг. профессорско-преподавательским и учебно-вспомогательным персоналом кафедры ботаники. Авторами проекта дендрария были заведующая кафедрой ботаники доцент В. Е. Шиманская и доцент кафедры ботаники Н. Н. Барна. Территория дендрария составляет свыше 12 га и включает 12 рекреационных участков, 4 аллеи, биогруппы хвойных деревьев вокруг главного административно-учебного корпуса, внутренний рекреационный дворик, рядовые посадки тополя бальзамического, тополя гибридного и тополя италийского (тополя пирамидального) (свыше 80 растений) вокруг территории университета, агробиологическую лабораторию и дендропарк.

Видовой состав дендрария составляет свыше 180 видов древесных и кустарниковых пород, в том числе 30 видов Голосеменных и свыше 150 видов Цветковых растений. Дендрарий является учебной базой, которая позволяет осуществлять на высоком научно-методическом уровне преподавание учебных дисциплин: Ботаника. Анатомия и морфология растений, Систематика растений, Ботаника с физиологией растений, Декоративная дендрология на химико-биологическом, географическом факультетах и на факультете искусства на специализации «Ландшафтный дизайн».

Дендрофлора дендрария является объектом для написания курсовых и дипломных работ студентов химико-биологического и географического факультетов. Студенты специализации «Ландшафтный дизайн» используют элементы дендрария (рекреационные участки, озелененный фасад главного корпуса, аллеи туи западной колоноподобной формы, туи западной пирамидальной формы, декоративные биогруппы туи западной, туи восточной, ели

колючей (серебристой формы), внутренний рекреационный дворик как экспериментальный и модельный материал при выполнении дипломных работ. Дендрарий используется как учебно-материальная база в процессе проведения лабораторных, практических занятий и учебно-полевой практики по ботанике и декоративной дендрологии.

Дендрарий и его составная часть – внутренний рекреационный дворик является надёжной основой для сохранения краснокнижных растений, с которыми знакомятся будущие специалисты биологии и ландшафтного дизайна в процессе изучения учебных дисциплин: «Ботаника. Анатомия и морфология растений», «Ботаника с физиологией растений», «Систематика растений», «Декоративная дендрология», а также учащиеся средних общеобразовательных школ и учителя биологии путем проведения экскурсий.

Ключевые слова: дендрарий, рекреационные участки, ботаническая наука, поликарпические виды, древесные и кустарниковые породы, Голосеменные растения, Цветковые растения

N.N. Barna, L.S. Barna

Ternopil National Pedagogical University named after Vladimir. Gnatuk.

ARBORETUM OF TERNOPIL NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY NAMED AFTER VLADIMIR. GNATUK AND ITS USE DURING TRAINING SPECIALISTS BY BIOLOGY AND LANDSCAPE DESIGN.

Arboretum of Ternopil National Pedagogical University named after Vladimir. Gnatuk was laid in 1966-1967 by professorial- teaching and educational - auxiliary personnel Department of Botany. The authors of the project Arboretum were Head of the Department of Botany Associate Professor V.E. Shimanskaya and Associate Professor of the Department of Botany N.N. Barna. The territory of the arboretum of more than 7 hectares and includes 12 recreational areas, 4 lanes, biogroups coniferous trees around the main administrative and academic building, internal recreation yard ordinary planting of *Populus balsamifera*, *Populus hybridica* and *Populus italica* (*Populus pyramidalis*) (more than 80 plants) around the site university, agrobiological laboratory and arboretum. The species composition of the arboretum is more than 180 species of trees and shrubs, including 30 species of gymnosperms and over 150 species of flowering plants. Arboretum is a training base, which allows a high scientific and methodological level teaching of the discipline: botany, anatomy and morphology of plants, systematic of plants, botany with plant physiology, decorative dendrology on chemical and biological, geographical departments and the faculty of Arts at the specialization "Landscape."

Dendroflora Arboretum is an object for writing term papers and dissertations of students of chemical and biological faculties and faculty of geography. Students of specialization "Landscape" uses elements Arboretum (recreational areas, landscaped facade of the main building, alley *Thuja occidentalis* column, *Thuja occidentalis* f. *compacta* Carr, decorative biogroups *Thuja occidentalis*, *Thuja orientalis*, *Picea pungens* *Argentea*) inner courtyard as a recreational pilot and model material at the Diploma. Arboretum is used as training facilities in the process of carrying out laboratory, workshops and training and field practice on botany and decorative dendrology.

Arboretum and its component parts - the inner courtyard recreation is a reliable basis for the conservation of the Red Plant, who are familiar with the future specialists of biology and landscape design in the study of academic disciplines: "Botany. Anatomy and Morphology of Plants ", " Botany with the physiology of plants ", " Systematic of Plants ", " Decorative dendrology ", and students of secondary schools and teacher of biology through guided tours.

Keywords: arboretum, recreational areas, botanical sciences, polycarpic species, tree and shrub species, gymnosperms, flowering plants

Рекомендує до друку
Н.М. Дробик

Надійшла 14.11.2014

УДК 581.5

С.В. ГУЦМАН, М.В. ГУЦМАН

Рівненський державний гуманітарний університет
вул. Остафова, 29, Рівне, 33013

АДВЕНТИВНА ФРАКЦІЯ ФЛОРИ МІСТА РІВНЕ

У статті наведено результати дослідження адвентивної фракції флори м. Рівне, яка налічує 235 видів рослин, які належать до 59 родин, 163 родів, що складає приблизно понад третину кількості видів спонтанної флори міста. Це є свідченням значного забруднення флори міста заносними видами рослин.

Ключові слова: адвентивна фракція флори, фіторізноманіття, Волинська височина, ступінь натуралізації

Процеси адвентивізації створюють реальну загрозу фіторізноманітності на території України. Із кожним роком збільшується число неаборигенних рослин, розширюється спектр їхніх місцезростань, наростають темпи заносу, поширення та ступінь натуралізації [1, 5, 7, 9]. За рівнем адвентивізації флори Україна займає досить високе місце серед інших флор світу (види адвентивних рослин складають щонайменше 14 % від загального числа видів флори країни). Нині спонтанна фракція адвентивної флори України нараховує не менше 830 видів судинних рослин, 26 з яких перебувають у стані експансії [5, 6, 7, 8]. У флорі України зараз немає жодного флорокомплексу, в якому б не брали участь адвентивні рослини. Інвазійні адвентивні рослини вкорінюються навіть у деревно-чагарникових ценозах, які мають найбільш стійку структуру [1, 4, 5, 7, 9, 10].

Матеріал і методи досліджень

До складу адвентивної фракції флори міста Рівне були включені всі спонтанно зростаючі види рослин, які є неаборигенними для флори Волинської височини й випадково або свідомо занесені людиною на її територію, потенційно здатні в умовах регіону до самостійного відтворення та поширення.

Список видів адвентивних рослин спонтанної флори м. Рівного був складений на основі даних, зібраних під час флористичних обстежень маршрутно-експедиційним методом, які проводились упродовж травня-вересня 2011-2014 рр. на території міста. Дослідженнями були охоплені різні за ступенем трансформації екотопи та напрямком господарського використання ділянки. Спеціальними флористичними дослідженнями були охоплені ділянки вздовж транспортних, передусім залізничних шляхів, звалища, смітники, та пустирі. Також були використані гербарні матеріали з фондів Рівненського обласного краєзнавчого музею, кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства НУВГП (м. Рівне).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами флористичних досліджень території м. Рівне було виявлено зростання 235 адвентивних видів, що складає приблизно понад третину числа видів спонтанної флори міста. Усі зареєстровані види відносяться до Покритонасінних або Квіткових. Виявлені нами види належать до 59 родин із 163 родів. Першу п'ятірку найбільш чисельних родин складають: *Asteraceae* (45 види), *Brassicaceae* (23 види), *Poaceae* (20 видів), *Rosaceae* та *Fabaceae* (відповідно по 13 видів). Менш чисельними виявились родини *Chenopodiaceae* (10 видів), *Lamiaceae* (9 видів), *Solanaceae* (7 видів). Разом зазначені родини представляють близько 60 % усіх адвентивних видів. Такий розподіл у цілому співпадає зі спектром адвентивної флори для України [6-8]. Найчисельнішими серед адвентивних видів виявились такі роди як *Vicia* та *Chenopodium* (по 5 видів), а також *Amaranthus*, *Eragrostis*, *Helianthus* (по 4 види). Решта родів представлена невеликим числом видів або одиночно.

За системою класифікації екобіоморф рослин (біологічних типів) К. Раункієра в адвентивній фракції флори значно переважають терофіти – 131 вид, зокрема *Allium sativum* L., *Avena fatua* L., *Hordeum murinum* L., *Amaranthus albus* L., *Anethum graveolens* L., *Ambrosia*

artemisiifolia L., *Cosmos bipinnatus* Cav. *Brassica napus* L. та ін. Фанерофіти та гемікриптофіти нараховують по 39 видів. Інші біотики представлені невеликим числом видів.

Зареєстровані неаборигенні види відносяться до 13 ареалогічних груп. Із них найбільш представлені види, що є космополітами – 33,9 % (*Hemerocallis fulva* L., *Echinochloa crusgalli* L. P. Beauv., *Acer negundo* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Medicago sativa* L. та ін.), голарктичними – 27,8 % (*Robinia pseudoacacia* L., *Quercus rubra* L., *Lamium album* L., *Reseda lutea* L. *Solanum nigrum* L. та ін.), гемікосмополітами – 9,1 % (*Urtica urens* L., *Veronica arvensis* L., *Reynoutria japonica* Houtt., *Alcea rosea* L., *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv. та ін.). В сумі ці види складають понад 70 %. Ще помітно представлені європейсько-середземноморсько-азійські – 7,8 % (*Digitaria aegyptiaca* (Retz.) Willd., *Carduus acanthoides* L., *Crepis rhoeadifolia* M. Bieb., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Sisymbrium loeselii* L. та ін.) та євразійські види – 6,1 % (*Chenopodium strictum* Roth, *Hippophae rhamnoides* L., *Medicago varia* T. Martyn, *Malva mauritiana* L., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. та ін.). Види з інших ареалів представлені незначним числом видів.

Гідроморфи адвентивних видів представлені вісьмома групами із яких помітно переважають мезофіти – 116 видів або 50,5% (*Eragrostis minor* Host, *Matricaria recutita* L., *Armoracia rusticana* P. Gaertn., B. Mey. et Scherb, *Dianthus barbatus* L., *Juglans regia* L. та ін.), а також ксеромезофіти – 76 видів або 33,1 % (*Setaria glauca* (L.) P. Beauv., *Ballota nigra* L., *Malva sylvestris* L., *Papaver rhoeas* L., *Veronica arvensis* L., та ін.) та мезоксерофіти – 25 видів або 10,8 % (*Acer tataricum* L., *Asclepias syriaca* L., *Lactuca serriola* L., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Oenothera biennis* L. та ін.). Решта груп малочисельні.

За відношенням до багатства ґрунту на елементи мінерального живлення (трофоморф) адвентивні види дослідженої урбанофлори були розподілені на 4 екологічні групи: оліготрофи – 3,5 % (*Kali tragus* L. s. str., *Elaeagnus angustifolia* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Oenothera biennis* L., *Portulaca oleracea* L.), семіоліготрофи – 5,2 % (*Anisantha sterilis* (L.) Nevski, *Xanthium albinum* (Widder.) H. Scholz, *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Spergula arvensis* L.), мезотрофи – 80,9 % (*Narcissus poeticus* L., *Elodea canadensis* Michx., *Digitaria aegyptiaca* (Retz.) Willd., *Triticum aestivum* L., *Anthemis arvensis* L.), евтрофи – 10,4 % (*Heracleum sosnowskyi* Manden., *Matricaria recutita* L., *Impatiens glandulifera* Royle., *Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch, *Atriplex sagittata* Borkh.). У складі останніх окремо були виділені типові нітрофіли – 6,5 % (*Chenopodium polyspermum* L., *Bryonia alba* L., *Lamium album* L., *Lamium purpureum* L., *Urtica urens* L.).

Геліоморфи адвентивних видів представлені чотирма групами серед яких помітно переважають геліофіти, що представлені 150 видами, що складає 65,2 % (*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv., *Coriandrum sativum* L., *Artemisia absinthium* L., *Helianthus annuus* L., *Spergula arvensis* L.). 62 види або 27 % складають сціогеліофіти (*Prunus divaricata* Ledeb., *Salix fragilis* L., *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem., *Tilia tomentosa* Moench, *Viola arvensis* Murray). Інші групи представлені невеликим числом видів.

На території міста найбільше представлені види північноамериканського – 22,2 % (*Elodea canadensis* Michx., *Acer negundo* L., *Bidens frondosa* L., *Cosmos bipinnatus* Cav., *Diplotaxis muralis* (L.) DC.), середземноморського – 20,0 % (*Narcissus poeticus* L., *Iris hybrida hort.*, *Calendula officinalis* L., *Onopordum acanthium* L., *Borago officinalis* L.), середземноморсько-ірано-туранського – 10,4 % (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh, *Sinapis alba* L., *Atriplex tatarica* L., *Bryonia alba* L., *Vicia angustifolia* Reichard) походження. Одночасно помітно представлені види азійського та ірано-туранського походження.

Розподіл адвентивних видів за хроноелементом виглядає наступним чином: археофіти нараховують 72 види або 31,3 % (*Fumaria officinalis* L., *Geranium pusillum* L., *Ribes rubrum* L., *Juglans regia* L., *Ballota nigra* L.), кенофіти – 85 видів або 37,0 % (*Elscholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl., *Melissa officinalis* L., *Alcea rosea* L., *Syringa josikaea* J. ex Rchb., *Papaver rhoeas* L.) та еуконофіти – 73 види, або 31,7 % (*Phlox paniculata* L., *Reynoutria japonica* Houtt., *Crataegus sanguinea* Pall., *Padus serotina* (Ehrh.) Ag., *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem.). Число кенофітів та еуконофітів, більш як у 2,2 рази перевищує число археофітів. Це свідчить про те, що флора міста Рівного перебуває в стані швидкої динаміки, що зумовлюється занесенням та розповсюдженням нових видів заносних рослин у сучасних умовах.

За ступенем натуралізації серед адвентивних видів помітно переважають епекофіти, що нараховують 127 видів, або 55,2 % (*Hemerocallis fulva* (L.) L., *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv., *Calendula officinalis* L., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Spergula arvensis* L.). Дещо менше представлені ергазіофіти, які нараховують 51 вид або 21,2 % (*Atriplex hortensis* L., *Thladiantha dubia* Bunge, *Elaeagnus angustifolia* L., *Caragana arborescens* Lam., *Hydrangea arborescens* L.), та агроепекофіти – 34 види або 14,8 % (*Oenothera biennis* L., *Malus domestica* Borkh., *Salix babylonica* L., *Verbena officinalis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.). Решта груп представлена невеликим числом видів.

Досить різноманітними є способи поширення адвентивних видів, зокрема, 198 видів або 86,1 % здатні розповсюджуватись кількома способами: ендозоохорія – 89 видів, барохорія – 73 види, анемохорія – 21 вид, автомеханохорія – 11 видів, епізоохорія – 4 види.

Із видів, що поширюються лише одним способом (115 видів), переважають ендозоохори (36 видів) та анемохори (35 видів).

Поширення видів у межах території дослідженого міста передусім визначається рівнем трансформації їхнього потенційного місцезростання. Отримані дані свідчать про відносно рівномірне їхнє поширення у межах характерних екотопів, зокрема розсіяно трапляються 100 видів або 43,5 % від усього видового складу урбанофори, звичайно – 73 види (31,7 %). Обмежене поширення (трапляються одинично) мають 57 видів або 24,8 %. Ці види виявлені в 1-3 локалітетах і є здебільшого компонентами лісових, болотних та піщаних угруповань, які лише у вигляді невеликих за площею фрагментів збереглися у складі міської території, переважно на її околицях.

Найбільше число адвентивних видів зустрічається вздовж доріг, біля смітників, на закинутих місцях, а також на околицях Рівного та прилеглих до міста присадибних ділянках. Найбільшою специфічністю характеризуються адвентивна флора залізниці. Лише тут були виявлені такі види як: *Kali tragus* L. s. str., *Ambrosia artemisiifolia* L. (бур'ян внутрішнього карантину), *Senecio viscosus* L., *Eragrostis minor* Host, *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv., *Eragrostis suaveolens* A. Becker ex Claus, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Oxybaphus nycetagineus* (Michx.) Sweet, *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn., *Bunias orientalis* L. Це ще раз підтверджує той факт, що залізничний транспорт є одним із основних факторів занесення та розповсюдження адвентивних рослин, особливо евкенофітів. Отже, поширення видів рослин у межах міської території характеризується чітко вараженою гетерогенністю, що у свою чергу визначається гетерогенністю екологічних умов, які складаються під впливом процесів урбанізації.

Окрім того, найімовірніше зникли з території міста такі види, як *Xanthium spinosum* L. та *Veronica triphyllos* L., які були зібрані Й. Панеком в 30-40-х роках минулого століття [3]. Одночасно в порівнянні з даними, що були отримані в кінці 90-х років XX століття [2], число видів адвентивних рослин збільшилось на 90 видів (наприклад, були виявлені *Centaurea dealbata* Willd., *Helianthus laetiflorus* Pers., *Silybum marianum* (L.) P. Gaertn., *Syringa josikaea* J. ex Rchb., *Bidens frondosa* L. та ін.). Нині спостерігається швидке розповсюдження на території міста таких видів, як *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Bidens frondosa* L., *Impatiens glandulifera* Royle. та *Impatiens parviflora* DC., *Acer negundo* L., *Brassica napus* L., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Alcea rosea* L., *Oenothera biennis* L.

Аналіз процесів адвентизації флори на території міста дозволяє виділити декілька основних комплексних факторів, які в найбільшій мірі сприяють її біологічному забрудненню видами неаборигенних рослин – урбанізація та здичавіння інтродукованих видів рослин. Одним із провідних факторів адвентизації флори виступає інтродукція рослин, яка розглядається як процес переселення або перенесення популяцій видів рослин за межі їхнього природного ареалу, як еколого-біологічне вивчення та введення в культуру на певній території рослин, котрі до цього часу тут не зростали. Інтродуценти є одним із потенційних джерел поповнення спонтанної флори новими адвентивними рослинами. Із здичавілих інтродуцентів у складі спонтанної флори міста виявлено понад 150 видів, наприклад, такі види, як *Impatiens glandulifera* Royle. та *Impatiens parviflora* DC., *Reynoutria japonica* Houtt., *Quercus rubra* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Cannabis*

sativa L. s.l., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Rudbeckia hirta* L., *Salix fragilis* L., *Solidago canadensis* L. та інші.

Висновки

Міські поселення характеризуються рядом специфічних особливостей, які сприяють занесенню та закріпленню тут видів адвентивної фракції флори. Насамперед, урбанізовані території є місцем значної концентрації людей, виробничих потужностей і транспорту. Саме останній відіграє провідну роль у занесенні неаборигенних рослин. Особливо це стосується залізничного транспорту, оскільки нові заносні рослини фіксуються передусім біля залізничних станцій і колій. На території міст спостерігається найбільший відсоток трансформованих територій, що значною мірою сприяє приживанню та збільшенню чисельності популяцій адвентивних рослин. Осередками концентрації синантропних видів флори, серед яких чималу частку складають неаборигенні, передусім є звалища сміття, стихійні смітники, покинуті або недоглянуті земельні ділянки. Чимало неаборигенних рослин зосереджується навколо будівельних майданчиків, територія яких характеризується крайньою трансформацією. Певний вплив на присутність заносних рослин здійснює недотримання санітарного стану. Інтенсивна динаміка транспортних потоків, а також масове переміщення людей, як у межах міста, так і між прилеглими територіями зумовлюють швидке розповсюдження цих рослин із місць їхнього первинного занесення.

1. *Бурда Р.І.* Загроза біологічного забруднення довкілля України північноамериканськими видами / Р.І. Бурда, В.К. Тохтар // Укр. ботан. журн. — 1998. — 55, № 2. — С. 127—132.
2. *Гуцман С.В.* Флористичні знахідки нових адвентивних видів на території м. Рівного / С.В. Гуцман // Молодь та поступ біології: Збірник тез Другої міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів. — Львів, 2006. — С. 89—90.
3. *Життя та діяльність Йозефа Панека* (до 130-річчя від дня народження вченого). — Рівне: Волинські обереги, 2012. — 88 с.
4. *Мосякін А.С.* Огляд основних гіпотез інвазійності рослин / А.С. Мосякін // Укр. ботан. журн. — 66, № 4. — 2009 — С. 466—476.
5. *Мосякін С.Л.* Територіальні закономірності експансії адвентивних рослин в урбанізованому середовищі (на прикладі Києва) / С.Л. Мосякін // Укр. ботан. журн. — 1996. — 53, № 5. — С. 536—545.
6. *Протопопова В.В.* Адвентивні рослини Лісостепу і Степу України / В.В. Протопопова. — К.: Наук. думка, 1973. — 192 с.
7. *Протопопова В.В.* Вплив адвентивних видів рослин на фітобіоту України / В.В.Протопопова, С.Л.Мосякін, М.В. Шевера // Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України / [відп. ред. О.В. Дудкін]. — К.: “Хімджест”, 2003. — С. 129—155.
8. *Протопопова В.В.* Синантропная флора Украины и пути ее развития / В.В. Протопопова. — К.: Наук. думка, 1991. — 204 с.
9. *Протопопова В.В.* Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє / В.В. Протопопова, С.Л. Мосякін, М.В. Шевера. — К.: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2002. — 32 с.
10. *Тохтар В.К.* Одночасна поява адвентивних видів у різних районах України / В.К. Тохтар, С.П. Петрик // Укр. ботан. журн. — 1993. — 50, № 1. — С. 110—112.

С.В. Гуцман, М.В. Гуцман

Ровенский национальный гуманитарный университет

АДВЕНТИВНАЯ ФРАКЦИЯ ФЛОРЫ ГОРОДА РОВНО

В статье приведены результаты исследования адвентивной фракции флоры г. Ровно, которая насчитывает 235 видов растений, принадлежащих к 59 семействам, 163 родам, что составляет примерно более трети числа видов спонтанной флоры города. Это является свидетельством значительного загрязнения флоры города заносными видами растений.

Ключевые слова: адвентивная фракция флоры, Волинская возвышенность, степень натурализации

S.V. Hutsman, M.V. Hutsman

Rivne State Humanitarian University, Ukraine

ALIEN FRACTION OF FLORA IN RIVNE CITY

The article shows the results of investigation of alien fraction of flora in Rivne city, which numbers 235 species belonging to 59 families out of 163 genera. It is the third part of spontaneous flora of the city. That is the evidence of significant pollution of the city's flora by alien species of plants.

Keywords: alien fraction of flora, Volyn upland, degree of naturalization

Рекомендує до друку

М.М. Барна

Надійшла 13.10.2014

УДК 581. 524.4

Л.П. ЛИСОГОР

Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «КНУ»

пр-т Гагаріна, 54, Кривий Ріг, 50086

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ФІТОМАСИ В УГРУПОВАННЯХ ПЕРЕЛОГІВ КІРОВОГРАДСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ

Досліджені різновікові перелоги Кіровоградського геоботанічного району. Проведений аналіз та виявлені закономірності формування запасів фітомаси. Відмічено, що найвищі показники запасів надземної фітомаси характерні для першої відновлювальної стадії. Розподіл підземної фітомаси є досить нерівномірним по ґрунтовому профілю – найбільше коренів зосереджено у верхньому горизонті. В демутаційному ряду спостерігається зменшення показників надземної фітомаси і збільшення підземної.

Ключові слова: переліг, демутація, фітомаса, рослинні угруповання, Кіровоградський геоботанічний район

Екосистеми, за визначенням Ю. Одума, «це відкриті термодинамічні системи, які постійно обмінюються з навколишнім середовищем речовиною та енергією» [10]. Природні і антропогенні фітоценози є автотрофними частинами екосистем, основи функціонування яких можуть бути описані законами термодинаміки.

Так, Г.Н. Лисенко розглядає сукцесійні зміни степової рослинності з масово-енергетичних позицій. Показники біомаси рослинних угруповань можна ототожнити з відповідними енергетичними величинами, які визначають функціонування конкретної фітосистеми за певний час. Інтенсивність енергетичного обміну між різними компонентами ценозу визначається запасом накопиченої підземної і надземної біомаси [9].

Важливим аспектом вивчення продукційного процесу рослинних угруповань є розгляд параметрів біомаси як інтегрального показника стабільності екосистем [6, 7, 16]; зокрема, мортмаса у ландшафтних системах вважається одним з найважливіших факторів, який визначає стійкість ландшафту [4-5].

Мета роботи полягала у визначенні та аналізі динаміки формування фітомаси перелогів Кіровоградського геоботанічного району.

Матеріал і методи досліджень

Для степової зони відомо чотири стадії зміни рослинності після припинення розорювання: 1 – польових бур'янів, 2 – кореневищних злаків, 3 – дернинних злаків, 4 – стадія вторинної цілини [8]. Нами було досліджено перші три стадії на території Петрівського району Кіровоградської

області протягом 2005-2006рр. Згідно з детальним геоботанічним районуванням України [3] ця територія належить до Кіровоградського району Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу Причорноморської (Понтичної) провінції Європейсько-Азіатської степової області. Зональна рослинність представлена різнотравно-типчакково-ковилловими степами.

Виконано 206 геоботанічних описів за загальноприйнятими методиками [1-2, 13]. Вивчення надземної частини фітомаси проводилося методом укисних квадратів розміром 1 м^2 з визначенням абсолютно сухої маси. Повторність восьмикратна. Укоси зважувались та розбирались за видами [12, 14]. Біомаса відбиралася на тих локалітетах, де візуально пошкодження рослинного покриву не відмічалось.

Запаси підземної фітомаси визначалися методом ґрунтового моноліту [17]. Відбиралися моноліти розміром $25 \times 25 \times 10$ см до глибини 50 см. Повторність п'ятикратна. Підземні органи рослин відділялися від ґрунту шляхом відмивання. Визначалася абсолютно суха маса коренів кожної фракції [12]. Отримані дані надземної та підземної фітомаси оброблялися методом варіаційної статистики [18].

Назви судинних рослин наводяться за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [19] з деякими уточненнями за С.К. Черепановим [15].

Результати досліджень та їх обговорення

На першій відновлювальній стадії (польових бур'янів) едифікаторами травостою є *Crepis tectorum* L., *Potentilla impolita* Wahlenb., *Poa angustifolia*, *Anisantha tectorum*, *Artemisia absinthium*, *Medicago sativa* L., проективне покриття яких складає 15–35% при загальному покриві 70–90%. В якості содомінантів у цих фітоценозах виступають: *Poa angustifolia*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Pilosella echinoides* (Lumn.) F.W. Schultz et Sch. Bip., показники проективного покриття яких коливаються в межах 15–25%. Зафіксовано всього 71 вид.

У якості модельного угруповання була обрана фітоструктура з домінуванням *Crepis tectorum* та субдомінуванням *Poa angustifolia*. На частку цих двох видів припадає 29,3% продукуючої речовини (при загальній кількості надземної фітомаси $523,84 \pm 9,11\text{ г/м}^2$). Запаси мортмаси нижче останнього показника майже у 8 разів.

Запас підземної фітомаси даного перелогового угруповання становить $1634,8 \pm 24,43\text{ г/м}^2$. Розподіл коренів по ґрунтовому профілю наступний: у верхньому шарі (до 10 см) знаходиться 53,2% кореневої маси, в наступному шарі ґрунту (10–20 см) маса коренів втричі менша (17,5%). Більш ущільнені горизонти (20–30 см) вміщують 29,3% від загальної підземної фітомаси (табл. 1). Такий розподіл можна пояснити тим, що *Crepis tectorum* має стрижневу кореневу систему з потовщеним головним стрижнем, який максимально заглиблюється до 10 см. Співвідношення підземної фітомаси до надземної складає 1:3,12.

В рослинному покриві перелогу другої стадії демурації основним ценозоутворювачем виступає *Elytrigia repens*, мезофітний довгокореневищний злак, що складає основу фітомаси. На його частку припадає 30–50% від загального проективного покриття (60–75%). Роль субдомінантів та асектаторів в угрупованнях відіграють *Ambrosia artemisiifolia*, *Linaria genistifolia* (L.) Mill., *Melilotus officinalis*, *Artemisia absinthium*, *Sisymbrium loeselii* L., які продукують значно менше органіки. Запаси підстилки ($64,14 \pm 7,6\text{ г/м}^2$) дуже незначні у порівнянні з загальним показником надземної фітомаси ($593,75 \pm 26,6\text{ г/м}^2$). Всього відмічено 64 види.

Підземна фітомаса у 3,6 рази перевищує надземну ($2129,71 \pm 81,62\text{ г/м}^2$). Її розподіл по ґрунтовому профілю відзначається певною рівномірністю – маса коренів зменшується поступово згори донизу. У 30-сантиметровому шарі зосереджено 76,3% від загальної маси коренів і лише 7,83% – на глибині 40–50 см. Це пояснюється тим, що у 10-сантиметровому шарі основу підземної фітомаси складають добре розвинені кореневища *Elytrigia repens*, а у глибші горизонти проникає стрижневе коріння *Melilotus officinalis*, яке має масивні потовщення.

Серед субклімаксових угруповань третьої стадії розвитку перелогів найпоширенішими є фітоценози з домінуванням *Galatella villosa*. Домінант, проективне покриття якого складає 20–40% (при загальному покриві травостою 40–75%), формує основну частку фітомаси. Також досить високими показниками надземної біомаси характеризується *Medicago romanica* ($76,54 \pm$

5,68 г/м²), *Poa angustifolia* (42,93 ± 6,62 г/м²), *Securigera varia* (42,76 ± 6,66 г/м²). Їх внесок складає 28% від загальної надземної фітомаси. Крім того, враховувалися небагаточисельні, але постійні складові компоненти травостою: *Koeleria cristata*, *Festuca valesiaca*, *Eryngium campestre* L., *Euphorbia stepposa* Zoz., *Achillea submillefolium*, *Nonea rossica* Stev., проєктивне покриття яких коливається в межах 3–15%. Було відмічено 91 вид, серед яких 13 виступає основними ценозоутворювачами. Фітомаса надземної частини перелогу складає 577,42 ± 36,07 г/м² і у 7,9 разів перевищує запаси мортмаси (72,3 ± 3,18 г/м²).

Запаси підземної фітомаси становлять 2554,43 ± 159,91 г/м². В рихлому шарі ґрунту до 20 см зосереджено 60,2% від загальної маси коренів. Більш ущільнені шари (20–40 см) вмщують 31,6% маси коренів, а на глибині 50 см їх маса знижується до 8,2% (табл. 1). Кількість коренів перевищує надземну фітопродукцію в 4,42 рази. Таке співвідношення є характерним для степових ценозів, коли в умовах дефіциту вологи добре розвивається коренева система, яка забезпечує продукування порівняно невеликої кількості надземної фітомаси. Отримані нами результати підтверджують дослідження, що були проведені рядом дослідників [9, 12, 17].

Таблиця 1

Підземна фітомаса рослинних угруповань перелогів Кіровоградського геоботанічного району (абсолютно суха речовина, г/м²)

| Шар ґрунту (см) | Статистичні показники | | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| | М | σ | m | V, % | P, % | k |
| I стадія | | | | | | |
| 0-10 | 869,42 | 56,07 | 28,03 | 6,45 | 3,22 | 3,62 |
| 10-20 | 285,55 | 2,49 | 1,12 | 0,87 | 0,39 | 0,02 |
| 20-30 | 188,20 | 1,48 | 0,74 | 0,78 | 0,39 | 0,01 |
| 30-40 | 180,98 | 3,77 | 1,89 | 2,09 | 1,04 | 0,07 |
| 40-50 | 110,66 | 29,60 | 14,80 | 26,75 | 13,37 | 7,92 |
| Разом | 1634,80 | 48,86 | 24,43 | 2,99 | 1,49 | 1,46 |
| II стадія | | | | | | |
| 0-10 | 658,33 | 29,02 | 14,51 | 4,41 | 2,20 | 1,28 |
| 10-20 | 542,34 | 45,23 | 20,23 | 8,34 | 3,73 | 3,77 |
| 20-30 | 423,60 | 54,12 | 27,06 | 12,78 | 6,39 | 6,91 |
| 30-40 | 338,56 | 69,52 | 34,76 | 20,53 | 10,27 | 14,27 |
| 40-50 | 166,88 | 34,20 | 17,10 | 20,49 | 10,25 | 7,00 |
| Разом | 2129,71 | 163,23 | 81,62 | 7,66 | 3,83 | 12,51 |
| III стадія | | | | | | |
| 0-10 | 843,88 | 95,60 | 47,80 | 11,33 | 5,66 | 10,83 |
| 10-20 | 694,94 | 94,28 | 42,17 | 13,57 | 6,07 | 12,79 |
| 20-30 | 487,32 | 55,11 | 27,56 | 11,31 | 5,65 | 6,23 |
| 30-40 | 320,01 | 75,24 | 37,62 | 23,51 | 11,76 | 17,68 |
| 40-50 | 208,30 | 69,49 | 34,75 | 33,36 | 16,68 | 23,18 |
| Разом | 2554,43 | 319,83 | 159,91 | 12,52 | 6,26 | 40,04 |

Примітка: I стадія – польових бур'янів; II стадія – кореневищних злаків; III стадія – дернинних злаків; М – середнє арифметичне; σ – середнє квадратичне відхилення; m – помилка середньої арифметичної; V – коефіцієнт варіації; P – показник точності.

В дослідженому геоботанічному районі найбільші показники надземної фітомаси відмічено на ділянці, яка репрезентує другу демуаційну стадію – 593,75 ± 64,14 г/м². Це пояснюється тим, що на даній стадії демуації домінантами виступають *Elytrigia repens* та *Melilotus officinalis*, біологічними особливостями яких є досить потужний розвиток як надземних, так і підземних органів. Дещо нижчими запасами органіки характеризуються угруповання третьої стадії, в яких едифікаторами переважно є ксероморфні види, що продукують значно меншу кількість фітомаси (рис. 1). В демуаційному ряду спостерігається

невелике зростання середніх показників мортмаси: $62,42 \pm 9,11 \rightarrow 64,14 \pm 7,6 \rightarrow 72,3 \pm 3,18 \text{ г/м}^2$.

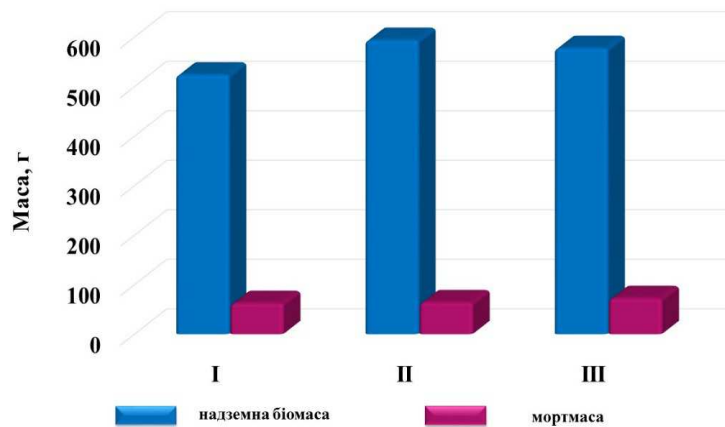


Рис. 1. Запаси надземної біомаси та мертвої органіки на різних відновлювальних стадіях Кіровоградського геоботанічного району (I – стадія польових бур'янів, II – стадія довгокореневищних злаків, III – стадія щільнодернинних злаків)

Найвищі абсолютні показники підземної біомаси репрезентовані в угрупованнях третьої відновлювальної стадії з домінуванням ксерофітного полікарпіка *Galatella villosa* – $2554,43 \pm 159,91 \text{ г/м}^2$; найнижчі – в агломеративних ценозах бур'янового перелогу – $1643,8 \pm 24,43 \text{ г/м}^2$ (рис. 2). Розподіл підземної фітомаси є досить рівномірним з поступовим зниженням вниз по профілю.

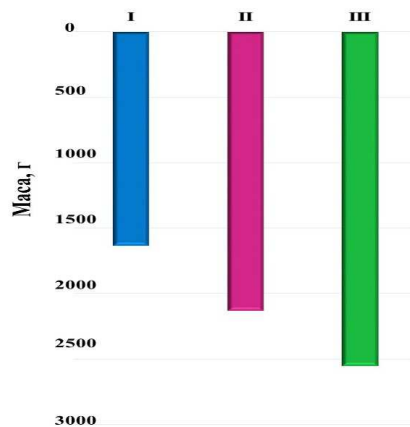


Рис. 2. Розподіл підземної біомаси на різних відновлювальних стадіях Кіровоградського геоботанічного району (I – стадія польових бур'янів, II – стадія довгокореневищних злаків, III – стадія щільнодернинних злаків)

Висновки

Отже, найбільш суттєве перевищення маси коріння над масою асимілюючих органів простежується в рослинному покриві перелогів, який за флористичним складом відповідає стадії щільнодернинних злаків – у 4,42 рази. У Кіровоградському геоботанічному районі простежується тенденція щодо ксерофітизації умов зростання, яка виражається у збільшенні маси коріння та зменшенні надземної фітомаси.

1. Александрова В.Д. Изучение смен растительного покрова / В.Д. Александрова // Полевая геоботаника. — Т. 3. — М.-Л.: Из-во АН СССР, 1964. — С. 300—407.
2. Браун Д. Методы исследования и учета растительности / Д. Браун. — М.: Изд-во инност. л-ры. — 1957. — С. 4—80.

3. *Геоботаничне районування Української РСР* / Відп. ред. А.І. Барбарич. — К.: Наукова думка, 1977. — 304 с.
4. *Глазовская М.А.* Геохимические основы типологии и методики исследования природных ландшафтов / М.А. Глазовская. — Смоленск: Ойкумена, 2002 — 288 с.
5. *Глазовская М.А.* Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализу способности природных систем к самоочищению / М.А. Глазовская // *Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем.* — М.: Наука. — 1981. — С. 7—41.
6. *Голеусов П.В.* Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи / П.В.Голеусов, Ф.Н. Лисецкий. — М.: ГЕОС, 2009. — 210 с.
7. *Жуков А.В.* Первичная продуктивность агробиогеоценозов на экспериментальном участке рекультивации земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью / А.В. Жуков, И.В. Лядская // *Вісник Дніпропетровського ун-ту. Серія: Біологія. Екологія.* — Дніпропетровськ: ДНУ, 2010. Вип. 18. — Т. 1. — С.2 9—36.
8. *Лавренко Е.М.* Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей / Е.М. Лавренко // В кн. *Растительный покров СССР (пояснительный текст к геоботанической карте СССР).* — М.: Наука, 1965. — 234 с.
9. *Лисенко Г.Н.* Продуктивність деяких основних формацій лучного степу заповідника «Михайлівська цілина»// *Укр.фітоцен. зб.* — Київ, 2006. — Сер. С. — Вип.24. — С. 62—69.
10. *Одум Ю.* Экология / Юджин Одум. — М.: Мир, 1986. — Т. 1. — 328 с.
11. *Определитель высших растений Украины* / [Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др.]. — К.: Фитосоцицентр, 1999. — 548 с.
12. *Осичнюк В.В.* Зміна продуктивності степових фітоценозів залежно від структури рослинного покриву / В.В. Осичнюк, Л.С. Панова // *Укр.ботан.журн.* — 1973. — Т. 30, № 2. — С. 204—211.
13. *Раменский Л.Г.* Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы / Л.Г. Раменский. — Л.: Наука, 1971. — 334 с.
14. *Родин Л.Е.* Методические указания к изучению динамики биологического круговорота в фитоценозах. / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базилевич. — Л.: Наука. — 1968. — 180 с.
15. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — С.-П.: Мир и семья, 1995. — 992 с.
16. *Чечулин М.Л.* Особенности распределения биомассы растений Монголии в связи с антропогенными воздействиями / М.Л. Чечулин, И.В. Белоусов, Л.А. Иванов // *Биота горных территорий: история и современное состояние: сб. трудов конференции молодых ученых / Институт экологии растений и животных РАН (15-19 апреля 2002 год).* — Екатеринбург: Академкнига, 2002. — С. 280—281.
17. *Шалыт М.С.* Методика изучения подземных частей растений / М.С. Шалыт // *Полевая геоботаника.* — М.-Л.: Из-во АН СССР, 1960. — Т. 2. — С. 369—489.
18. *Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике / В.М. Шмидт. — Л.: Изд-во ЛГУ. — 1980. — 175 с.
19. *Mosyakin S.L.* Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kiev, 1999. 346 pp.

Л.П. Лисогор

Криворожский педагогический институт ДВНЗ «КНУ»

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОМАССЫ В СООБЩЕСТВАХ ЗАЛЕЖЕЙ КИРОВОГРАДСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА

Исследованы разновозрастные залежи Кировоградского геоботанического района. Проведен анализ и выявлены закономерности формирования запасов фитомассы. Отмечено, что наивысшие показатели запасов фитомассы характерны для первой восстановительной стадии. Распределение подземной фитомассы происходит неравномерно по почвенному профилю — наиболее корней сосредоточено в верхнем горизонте. В демулационном ряду прослеживается уменьшение показателей надземной фитомассы и увеличение надземной.

Ключевые слова: залежь, демулация, фитомасса, растительные сообщества, Кировоградский геоботанический район

L.P. Lisogor

Krivoriz'kiy pedagogical institute of DVNZ «KNU»

THE PHYTOMASS CONFORMITIES TO LAW OF FORMING IN PLANTS COMUNITIES THE ABANDONED LANDS ON KIROVOGRADSKIY GEOBOTANICAL REGIONS

It is investigational the abandoned lands of Kirovogradskiy geobotanical regions. The analysis is conducted and conformities to law of forming of supplies of phytomass are educed. It is marked that the greatest indexes of supplies of phytomass are characteristic for the first restoration stage. Distribution of underground phytomass takes place unevenly on a soil profile – mostly roots it is concentrated in overhead horizon. In a demutations row reduction of indexes of above-ground phytomass and increase are traced by above-ground.

Keywords: abandoned lands, demutations, phytomass, plants communities

Рекомендує до друку

Надійшла 10.09.2014

М.М. Барна

УДК 581.46: 581.5

Х.І. СКРИПЕЦЬ, А.В. ОДІНЦОВА

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005

**ОСОБЛИВОСТІ ЦВІТІННЯ І ЗАПИЛЕННЯ
GLADIOLUS IMBRICATUS L.**

Фаза цвітіння в популяції *Gladiolus imbricatus* у Великоберезнянському районі Закарпатської області триває близько 4 тижнів, цвітіння одного 11-квіткового пагона – 10 днів, цвітіння квітки – 4 дні. З механізмів забезпечення перехресного запилення виявлено протерандрію та геркогамію. Запилення здійснюється шляхом мелітофілії (бджолою *Apis mellifera*) на початку цвітіння і переважно шляхом автофілії наприкінці цвітіння. Отже, спосіб запилення за джерелом пилку ідіогенно-ксеногенний. Показники розмірів оцвітіння, чоловічого і жіночого репродуктивного успіху є меншими в останніх квіток суцвіття порівняно з першими квітками, проте Р/О-показник у всіх квіток майже однаковий (близько 790) і характеризує *G. imbricatus* як факультативно ксеногамний вид.

Ключові слова: косарики черепитчасті, фаза цвітіння в популяції, цвітіння квітки, антекологія, мелітофілія, Р/О показник, ксеногамія, автогамія

Рід *Gladiolus* L. налічує близько 260 видів і є другим за кількістю видів родом у родині *Iridaceae* і найбільшим родом у підродині *Crocoideae* G. T. Burnett (*Ixioideae* Klatt) [13]. Системи запилення у представників цього роду з південної Африки були детально вивчені [12], зокрема, було показано, що квітки косариків з короткою трубочкою оцвітіння пристосовані до запилення бджолами, а також іншими спеціалізованими запилювачами, серед яких є птахи, зокрема, нектарниця, довгохобіткові мухи, великі метелики і нічні молі. Домінантним атрактантом для приваблювання запилювачів у косариків є нектар [11, 12]. Екологія запилення представників роду, які ростуть у помірному кліматі, залишається недостатньо вивченою. Це зумовлює необхідність проведення антекологічних досліджень косариків на території України, оскільки всі представники роду є рідкісними видами [9].

Об'єкт нашого дослідження – *Gladiolus imbricatus* L., який трапляється в Україні спорадично на заході та півночі: у Карпатах, на Поліссі, Малому Поліссі, Розточчі-Опіллі, у Західному Лісостепу, на Лівобережжі та в Криму. До Червоної книги України цей вид

занесено, як вкрай вразливий [9]. *G. imbricatus* – бульбоцибулинний полікарпик з широкою екологічною амплітудою. Суцвіття – однобічний колос, який складається з (3)5-10(14) квіток. Цвіте *G. imbricatus* з травня по червень, плодоносить з липня по серпень [8, 12]. Бульбоцибулина *G. imbricatus* щороку формує один генеративний пагін, а здатність до вегетативного розмноження в Україні в умовах культури була виявлена лише у 5 % особин [1]. Зважаючи на невисоку здатність до вегетативного розмноження цього виду, підвищується значення його насінневого відтворення в природних умовах та в культурі.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в природних умовах у популяції, яка розташована поблизу залізничної колії в с. Кострино Великоберезнянського району Закарпатської області. Досліджувана популяція налічує 20 генеративних особин, які були промарковані з метою проведення основних спостережень. У зв'язку з необхідністю застосування неруйнуючих методів під час вивчення рідкісних видів рослин спостереження і виміри здійснювали на живих рослинах. Особливості будови генеративних органів та процеси цвітіння і запилення вивчали за методикою О.М. Пономарьова [7], а також В.М. Голубева та Ю.С. Волокітіна [2, 3]. Підрахунок пилкових зерен і насінних зачатків здійснювали в одних і тих самих квітках, у першій і чотирнадцятій квітці за порядком розкривання у п'ятикратній повторності. Обраховували число пилкових зерен в одній теці одного з нерозкритих пиляків і перераховували їхню кількість на три тичинки квітки згідно методики М.С. Нуралієва [6] та вдосконаленої нами. Для підрахунку пилкових зерен під мікроскопом препарат зафарбовували 1% водним розчином сафраніну [8], для дослідження використовували світловий мікроскоп марки Karl Zeiss (Jena). Число насінних зачатків обраховували за сумою сформованих і недорозвинутих насінин у плоді. Співвідношення числа пилкових зерен до числа насінних зачатків (Р/О індекс) обраховували окремо для кожної з 10 квіток.

Результати досліджень та їх обговорення

Фаза цвітіння в популяції триває близько 4 тижнів (12.06.2014 - 14.07.2014). Остання (верхня) квітка в суцвітті в 70 % рослин не розкривається, її оцвітіння редукована, а загальні розміри значно менші. Масове цвітіння триває 10-15 днів в середині фази цвітіння популяції. В цей період у суцвітті спостерігали на різних стадіях дозрівання 1-2 плоди, утворені з перших квіток.

У дослідженій популяції особини містять суцвіття, що складається в середньому з 11 квіток (8-14) квіток. Період цвітіння одного 11-квіткового суцвіття визначили як середньоквітучий, з тривалістю 10 днів. Одночасно можуть цвісти 4-5 квіток на суцвітті, які розкриваються одна за одною, з низу вгору. Цвітіння квітки триває три доби, на 4 добу квітка в'яне. Згідно класифікації В.М. Голубева і Ю.С. Волокітіна [2] *G. imbricatus* належить до групи довгоквітучих рослин, період цвітіння квітки в яких три і більше дні.

Квітки *G. imbricatus* тричленні, зигоморфні, з простою оцвітиною. Листочки оцвітини розміщені у двох колах, пелюсткоподібні, овальні, з тупою верхівкою, рожеві або пурпурово-фіолетові, біля основи зрослі у вигнуту трубку, завдовжки до 1 см. Відгини листочків оцвітини біля основи звужені, подібно до нігтика. Листочки зовнішнього кола оцвітини однакової форми, мають рожеві поздовжні смужки, які є вказівниками нектару. Листочки оцвітини внутрішнього кола різняться між собою: верхній листочок значно більший і слугує шоломом для тичинок і стовпчика. Два нижніх листочки є меншими, мають чіткі вказівники нектару – білі овальні смуги, оточені рожевими краями (рис. 1).

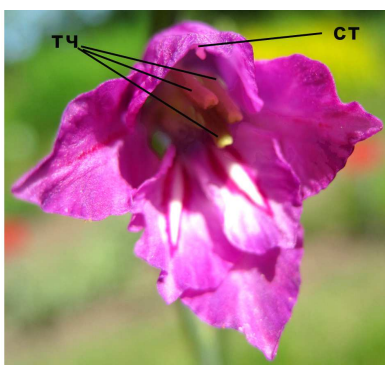


Рис. 1. Зовнішній вигляд квітки *Gladiolus imbricatus* L. у перший день цвітіння: СТ – стовпчик, ТЧ – тичинки

З порядком зацвітання квіток в суцвітті змінюється розмір їх оцвітини і забарвлення, так що останні квіткі в суцвітті мають значно менші розміри всіх листочків оцвітини (табл. 1) і є значно світлішими, ніж перші квіткі.

Таблиця 1

Розміри частин оцвітини й андроцею в розкритих квітках *Gladiolus imbricatus* L.

| Морфологічні ознаки частин квітки | | | 1-а квітка | 13-а квітка |
|--|--|-------------|-------------|-------------|
| Відгин листочка зовнішнього кола оцвітини | | Довжина, см | 2,5-3,0 | 2,3-2,5 |
| | | Ширина, см | 1,0-1,4 | 0,6-0,8 |
| Відгин листочка внутрішнього кола оцвітини | | верхній | Довжина, см | 3,0-3,5 |
| | | | Ширина, см | 1,5-1,8 |
| | | нижній | Довжина, см | 2,2-2,5 |
| | | | Ширина, см | 1,5-1,8 |
| Тичинкова нитка | | Довжина, см | 1,7-1,8 | 0,5-0,8 |
| Пиляк | | верхній | Довжина, см | 1,0 |
| | | нижній | Довжина, см | 1,2 |

Андроцей складається з трьох тичинок, які розміщені на радіусах зовнішніх листочків оцвітини. Тичинкові нитки прикріплені глибоко всередині трубочки оцвітини. Пиляки двох верхніх тичинок дещо коротші, ніж пиляк нижньої тичинки (табл. 1). Пиляки лінійні, інтрозні, дугоподібно вигнуті, світло-зеленого кольору. Всі пиляки розміщуються під верхнім внутрішнім листочком оцвітини і розвернуті так, що щілини розкривання розміщені внизу. Гінецей синкарпний, зав'язь нижня, тригніздна, в обрисах обернено яйцеподібна, 11 мм завдовжки, 8 мм в діаметрі. Стовпчик довгий, 25-35 мм завдовжки, на верхівці розділений на три короткі стилодії білого кольору, на внутрішньому боці яких розміщена поверхня приймочки.

За нашими спостереженнями, квітку *G. imbricatus* відвідували лише бджоли *Apis mellifera* Linnaeus (рис. 2). Упродовж цвітіння запилювачі можуть відвідувати одну і ту саму квітку по декілька разів. Спочатку бджола відвідує нижню квітку суцвіття, а потім – усі наступні квітучі квіткі у суцвітті, після чого перелітає на квіткі сусідніх особин.

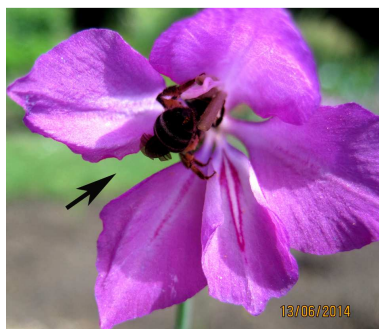


Рис. 2. Мелітофілія в *Gladiolus imbricatus* L. (стрілкою позначено редукований внутрішній листочок оцвітини з вказівником нектару)

Квітка *G. imbricatus* розкривається в суху погоду близько 6 год. ранку. Розкривання починається з відхилення нижніх зовнішніх листочків оцвітини з вказівниками нектару. В першу добу цвітіння стовпчик і тичинки щільно притиснуті до верхнього зовнішнього листочка оцвітини, стовпчик завдовжки досягає половини довжини пиляків, а стилодії відігнуті догори і сильно стиснуті між собою, так що приймочки не експонуються (рис. 3 а). Пиляки у цей день розкриваються двома поздовжніми щілинами, через які видно велику кількість пилку, який експонується назовні з пиляка. Пилок клейкий і не випадає з пиляка, а є міцно приліплений до його стінки. Комахи, які відвідують квітку в перший день її цвітіння, не торкаються приймочок і не вповзають углуб квітки до квіткової трубки, але збирають пилок з пиляків, внаслідок чого рясно обмащуються пилковими зернами. На ніч квітка не закривається, а в дощову погоду квітки усіх порядків є напіврозкриті.

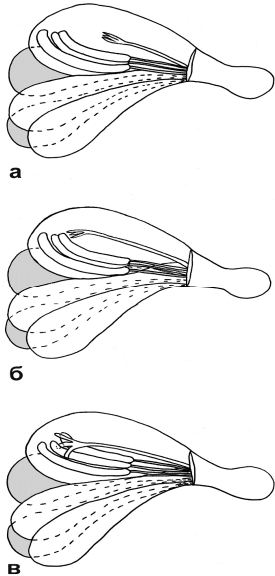


Рис. 3. Взаєморозміщення пиляків і приймочки протягом цвітіння квітки *Gladiolus imbricatus* L. (один зовнішній листочок оцвітини видалений): **а** – перший день; **б** – другий день; **в** – третій день цвітіння

На другу добу цвітіння стовпчик видовжується і досягає довжини тичинок. До 18-20 год. вечора стилодії звисають над пиляками і дещо від'єднуються один від одного, так що приймочки звільняються (рис. 3 б). В цей час комахи відвідують квітку задля поживи нектаром, що виділяється септальними нектарниками з отворів біля основи стовпчика і накопичується у нижній частині квіткової трубки. У цю пору доби стає можливим перенесення пилку на приймочку, оскільки і пиляки, і приймочки зверху торкаються тіла комахи-запилювача під час відвідування квітки.

На третю добу цвітіння стовпчик ще більше видовжується і нахилиється до пиляків, а стилодії розміщуються між пиляками (рис. 3 в). Теки пиляків розкриваються повністю, а пилок стає менш клейким, так що може висипатися на сприймаючу поверхню приймочки. У третю добу цвітіння в *G. imbricatus* є можливим процес самозапилення в межах квітки (автогенії) у результаті контакту пиляків і приймочок (контактофілія) або осипання пилку на приймочки (барофілія). Внаслідок коливання вітром стебла є можливою анемофілія, оскільки сухий пилок легко висипається з пиляків і може потрапити на приймочки цієї або сусідніх квіток. На четверту добу близько 14 год. квітка починає в'янути. Повне в'янення квітки відбувається о 21-22 год. Бджоли відвідують квітку на третій день цвітіння задля нектару, але припиняють відвідування на четвертий день.

Виразником співвідношення чоловічого та жіночого репродуктивного успіху квітки є показник P/O (Pollen / Ovule index) – співвідношення кількості чоловічих і жіночих гамет, що продукуються одною квіткою [10]. Вважається, що чим більший є цей показник, тим більше рослина пристосована до ксеногамії, причому, максимальні значення показника наявні в анемофільних рослин, а мінімальні – у клейстогамних квітках. Наші дослідження показали, що в 1-ї квітки суцвіття кількість пилкових зерен і насінних зачатків є більшою на 22-23 %, ніж у 14-ї квітки суцвіття (табл. 2), проте показник P/O у 1-ї і 14-ї квіток є майже однаковим (796

проти 787), незважаючи на те, що 14-і квітки у суцвітті, як правило, не розкриваються і містять редуковану оцвітину.

Таблиця 2

Кількість пилкових зерен та насінних зачатків у квітці *Gladiolus imbricatus* L.

| Порядок зацвітання квітки на генеративному пагоні | Кількість насінних зачатків у зав'язі | Кількість пилкових зерен у пиляку | Кількість пилкових зерен у квітці | Співвідношення пилкових зерен і насінних зачатків (Р/О індекс) |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1-а квітка | 49 (44-55) | 12 996 | 38 988 | 796 |
| 14-а квітка | 38 (29-45) | 9 976 | 29 928 | 787 |

Основним способом запилення *G. imbricatus* вважається мелітофілія – запилення бджолами [5]. Пристосуванням до мелітофілії в *G. imbricatus* є дзвоникоподібний функціональний тип квітки, наявність вказівників нектару, пропозиція пилку і нектару, а також крупні (51-100 μm) і поодинокі пилові зерна [4]. Наші дані підтверджують також можливість анемофілії та автофілії в *G. imbricatus* у другій половині цвітіння квітки.

Пристосуваннями до перехресного запилення в квіток *G. imbricatus* є протерандрія і геркогамія, що характерно в цілому для роду [12]. Проте геркогамія зникає наприкінці цвітіння, коли відбувається зближення пиляків і приймочок маточки, що призводить до контактофілії. Протерандрія також не є абсолютною, оскільки не весь пилкок висипається у чоловічу фазу квітки, а залишається в пиляку. Тому автогенне запилення в *G. imbricatus* є високоімовірне у другій половині періоду цвітіння. З огляду на поєднання геркогамії і протерандрії у *G. imbricatus* упродовж цвітіння квітки змінюються три фази цвітіння: 1) чоловіча з пропозицією пилку, 2) двостатева з пропозицією нектару (обидві з переважанням мелітофілії), 3) двостатева з переважанням автофілії.

Ми виявили, що згідно концепції динамічної антекології [3], для *G. imbricatus* можливе здійснення запилення на трьох рівнях організації репродуктивної системи виду: автогенне запилення (контактофілія або барофілія в межах квітки), гейтоногенне запилення в межах одного суцвіття (тобто між різними квітками в межах особини) та ксеногенне запилення між різними особинами. Останні два способи перенесення пилку здійснюються шляхом мелітофілії (або анемофілії, що потребує підтвердження). Ксеногенія можлива між сусідніми особинами в межах одного локалітету, оскільки інші відомі місця росту особин *G. imbricatus* значно віддалені лісовими масивами. За літературним даними [12], для видів роду *Gladiolus* притаманна фізіологічна самонесумісність, тому ефективність ідіогенного запилення (автогенії та гейтоногенії) вимагає окремого дослідження для з'ясування його значення у системі репродукції *G. imbricatus*.

Висновки

В результаті дослідження встановлено, що фаза цвітіння в популяції *G. imbricatus* у Великоберезнянському районі Закарпатської області триває близько 4 тижнів, цвітіння одного 11-квіткового суцвіття – 10 днів, цвітіння квітки – 4 дні. Серед комах-запилювачів *G. imbricatus* виявлено лише бджолу *Apis mellifera*. За сукупністю проведених спостережень та аналізу структурно-функціональних рівнів організації репродуктивної системи виду визначено, що дослідженій популяції *G. imbricatus* притаманне ідіогенно-ксеногенне запилення. Показники розмірів оцвітини, чоловічого і жіночого репродуктивного успіху є меншими в останніх квіток суцвіття, порівняно з першими квітками, проте Р/О-показник у квіток майже однаковий. За значенням Р/О показника можна зробити висновок, що *G. imbricatus* є факультативним ксеногамом, тобто в його репродуктивній системі є місце і ксеногамії, і ідіогамії, що підтверджується нашими даними з екології запилення.

1. Гнатюк А. М. Особливості онтоморфогенезу *Gladiolus imbricatus* L. в умовах культури у зв'язку з охороною *ex situ* / А.М. Гнатюк, М.Б. Гапоненко // News Biosphere Reserve "Askania Nova", — 2012 – Т. 14 — С. 430—434.

2. Голубев В. Н. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений. Морфологическое описание репродуктивной структуры / В. Голубев, Ю. Волокитин. — Ялта: ГНБС, 1986. — 43 с.
3. Голубев В. Н. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений. Функционально-экологические принципы организации репродуктивной структуры / В. Голубев, Ю. Волокитин. — Ялта: ГНБС, 1986. — 37 с.
4. Жигалова С. Л. Особливості мікрорморфологічної будови *Gladiolus imbricatus* L. (Iridaceae Juss.) / С. Л. Жигалова, О.А. Фугорна // Modern Phytomorphology. — 2013. — Т. 3. — С. 273—280.
5. Нотов А. А. Шпажник черепитчатый / А. А. Нотов, Ю. В. Наумцев // Биологическая флора Московской области. — М.: Изд-во «Гриф и К», 2003. — Т. 15. — С. 31—49.
6. Нуралиев М. С. Соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков в цветках пяти азиатских представителей *Schefflera* S. L. (Araliaceae) с разным планом строения цветка и его возможное значение для репродуктивной биологии этих видов / М. С. Нуралиев // Бюл. Моск. о-ва испытат. природы. Отд-ние биол. — 2012. — Т. 117, № 4. — С. 48—55.
7. Пономарев А. Н. Изучение цветения и опыления растений. / А. Н. Пономарев // Полевая геоботаника [под ред. Е. М. Лавренко, А.А. Корчагина]. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1960. — Т. 2. — С. 9—19.
8. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / [Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г. и др.]. — М.: Изд-во Москов. ун-та, 2004. — 287 с.
9. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
10. Шамров И. И. Соотношение пыльцевых зерен и семязачатков при разных системах скрещивания / И. И. Шамров // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. — Спб.: Изд-во Мир и семья, 2000 — Т. 3. — С. 119—120.
11. Alexandersson R. Pollinator-mediated selection on flower-tube length in a hawkmoth-pollinated *Gladiolus* (Iridaceae) / R. Alexandersson, S. Johnson // Proc. R. Soc. Lond. B. — 2002. — № 269. — P. 631—636.
12. Goldblatt P. Radiation of Pollination Systems in *Gladiolus* (Iridaceae: Crocoideae) in Southern Africa / P. Goldblatt, J. Manning, P. Bernhardt // Annals of the Missouri Botanical Garden. — 2001 — Vol. 88. — P. 713—734.
13. Goldblatt P. Iridaceae / P. Goldblatt, J. Manning, P. Rudall // The Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants, Monocotyledons. Ed., K. Kubitzki. — 1998 — Vol. 3. — P. 295—325.

К.И. Скрипеч, А.В. Одинцова

Львовский национальный университет имени Ивана Франко

ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ И ОПЫЛЕНИЯ *GLADIOLUS IMBRICATUS* L.

Фаза цветения в популяции *G. imbricatus* в Велькоберезнянском районе Закарпатской области продолжается около 4 недель, цветение одного 11-цветкового побега – 10 дней, а цветение одного цветка – 4 дня. Описаны протерандрия и геркогамия как механизмы перекрестного опыления. Опыление осуществляется путем меллитофилии (пчелой *Apis mellifera*) в начале цветения, и преимущественно путем автофилии в конце цветения, таким образом установлено идио-генно-ксеногенное опыление. Показатели размеров околоцветника, мужского и женского репродуктивного успеха в последних цветках соцветия меньше, чем в первых цветках, но Р/О-показатель у них почти равен (около 790) и характеризует *G. imbricatus* как факультативно ксеногамный вид.

Ключевые слова: шпажник черепитчатый, фаза цветения в популяции, цветение цветка, антропоэкология, меллитофилия, Р/О показатель, ксеногамия, автогамия

Ch. Skrypec, A. Odintsova

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

FLOWERING AND POLLINATION TRAITS IN *GLADIOLUS IMBRICATUS* L.

The flowering in the population of *G. imbricatus* in the Velykoberesnianskiy district of Zakarpatska region proceeds for 4 weeks, the flowering period of a generative shoot – 10 days, the anthesis of a flower – 4 days. Proterandry and herkogamy are revealed as the adaptations for cross-pollination. Pollination is realized as mellitophily (by bees *Apis mellifera*) at the beginning of anthesis, and mostly as autophily at the end of anthesis, thus idio- and xenogamous pollination modes are available. The perianthium size, male and female reproductive success are higher in the first flower of

the inflorescence comparing to the last flower, but P/O-index is almost equal (ca 790) and defines *G. imbricatus* as facultatively xenogamous species.

Keywords: Turkish marsh Gladiolus, flowering in the population, anthesis, anthecology, mellitophily, P/O index, xenogamy, autogamy

Рекомендує до друку
М.М. Барна

Надійшла 10.09.2014

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК (581.13+582.26)547.992

¹О.В. ВАСИЛЕНКО, ¹Ю.В. СИНЮК, ¹Л.М. ГОЦУЛЯК, ¹В.В. ГРУБІНКО,
²П.Д. КЛОЧЕНКО

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

²Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ, БІЛКІВ І ЛІПІДІВ У КЛІТИНАХ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОРОСТЕЙ ЗА ДІЇ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ

Досліджено вплив гумінових кислот (ГК) на вміст вуглеводів, білків та ліпідів у клітинах прісноводних водоростей (*Calothrix braunii*, *Chlorella vulgaris*, *Mayamaea atomus*, *Euglena gracilis*). Встановлено, що у відповідь на дію ГК залежно від їх концентрації та терміну дії у представників синьозелених та діатомових водоростей накопичуються переважно білки, а у діатомеї також і вуглеводи. У *Ch. vulgaris* має місце аналогічний процес з частковим підвищенням накопичення ліпідів на початку дії ГК як стрес-чинника. *Euglena gracilis* має чітку білок-ліпідну стратегію адаптації до ГК, однак, при цьому, вміст білків зростає значніше, ніж ліпідів.

Ключові слова: прісноводні водорості, гумінові кислоти, вуглеводи, білки, ліпіди

Серед низки чинників, які визначають структурно-функціональні характеристики водоростей, чільне місце посідає хімічний склад води, насамперед розчинні органічні речовини (РОР) [1]. Найбільшу їхню частку у водних екосистемах складають гумусові речовини, зокрема, у дніпровських водосховищ вона становить 65–90% усіх РОР [7]. Адаптивну роль у захисті водоростей від надлишкових концентрацій хімічних сполук відіграють структурні полімери клітин та їх метаболіти, зокрема вуглеводи, білки і ліпіди [15]. Особливості впливу фізико-хімічних чинників на функціонування водоростей можуть бути використані у біотехнології для отримання біологічно цінних сполук [9].

Метою роботи була оцінка впливу гумінових кислот на вміст вуглеводів, білків та ліпідів у клітинах прісноводних водоростей.

Матеріал і методи досліджень

Лабораторні дослідження проведені з використанням альгологічно чистих культур: синьозелених – *Calothrix braunii* Bornet et Flahault HPDP-16, зелених – *Chlorella vulgaris* Beijer. CCAP-211/11в, евгленових – *Euglena gracilis* Klebs HPDP-114 та діатомових – *Mayamaea atomus* (Näg.) Grun. АСКУ 12-02 водоростей. Представників *Cyanophyta* і *Chlorophyta* вирощували при температурі 22–25 °С й освітленні лампами денного світла інтенсивністю 2500 лк протягом 16 годин на добу. Зелені і синьозелені водорості культивували на середовищі Фітцджеральда [8], а евгленові – на середовищі №22 [3]. Діатомову водорість вирощували на середовищі Болда при температурі 16–18 °С в умовах дії природного світла (північна експозиція) [12]. В середовище в експерименті вносили розчин гумінових кислот (ГК) в

концентрації 2,0 і 5,0 мг/дм³. Відбір зразків здійснювали на 3, 7 та 14-ту доби експозиції. В якості контролю використовували культури водоростей без додавання ГК.

Вміст вуглеводів визначали ваговим методом після їх спиртової екстракції [10], білків – за методом Лоурі після осадження ТХОК і сольового відмивання [14], ліпіди екстрагували за Фолчем і визначали ваговим методом після відгонки екстрагуючої суміші [6]. Розділення ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії в герметичних камерах на пластинках із сумішшю силікагелів ЛС 5/40 мкм і Л 5/40 мкм на скляній основі [5]. Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти й очищені стандарти [4].

Результати досліджень та їх обговорення

Вуглеводи. За впливу ГК в обох досліджуваних концентраціях у представника синьозелених водоростей *Calothrix braunii* вміст вуглеводів зменшується (відносно контролю) загалом від 30% протягом 3-х діб дії до 40–60% на 14-ту добу. У представника еугленових водоростей *Euglena gracilis*, навпаки, спочатку (3-тя доба) вміст вуглеводів зменшується на 60–70% відносно контролю, а потім (7–14 доби) відновлюється до 15–25%. У *Chlorella vulgaris* протягом 3-х діб дії ГК вміст вуглеводів зростає на 20–25%, а надалі зменшувався порівняно з контролем на 10–15%. Тільки у діатомової водорості *Mayamaea atomus* за обох концентрацій ГК протягом 14-ти діб вміст вуглеводів стійко зростає майже на 75%. Практично в усіх випадках відмінності у змінах показників за різних концентрацій ГК несуттєві (табл. 1).

Білки. У *C. braunii* відмічено зростання вмісту білків на 20–60%, при чому значніше за концентрації ГК 2,0 мг/дм³. У *Ch. vulgaris* та *E. gracilis* зміни вмісту білків залежно від концентрації ГК та тривалості їх дії були різноспрямовані. Так, за концентрації ГК 2,0 мг/дм³ вміст білків у *Ch. vulgaris* зменшувався на 20% протягом 14-ти діб, а за концентрації 5,0 мг/дм³ – зростає на 45%; у *E. gracilis* за концентрації ГК 2,0 мг/дм³ вміст білків спочатку збільшується у 1,5 рази (3-тя доба), а в подальшому (7–14 доби) – у 2,5–2,8 рази, за концентрації 5,0 мг/дм³ ГК – вміст білків зростає на 20–40%. У *M. atomus* вміст білків збільшувався протягом 14-ти діб на 12–25% за концентрації ГК 2,0 мг/дм³, тоді як за концентрації ГК 5,0 мг/дм³ – зростає на 12–30% (табл. 1). Отже, на відміну від вуглеводів, загалом всі досліджувані водорості відкликаються посиленням біосинтезу білків на дію ГК в різних концентраціях. Це може бути наслідком їх ферментної адаптації та ущільнення мембранних структур з метою захисту клітин від згубного чинника [13].

Оскільки стресостійкість клітинних мембран значною мірою визначається білок-ліпідними взаємодіями, то важливо прослідкувати і зміни вмісту ліпідів у клітинах досліджуваних водоростей. Так, у *C. braunii* за концентрації ГК 2,0 мг/дм³ відмічено зниження вмісту ліпідів на 30%. Ще значнішим (на 50%) було воно за концентрації ГК 5,0 мг/дм³. У *Ch. vulgaris* та *E. gracilis* зміни вмісту ліпідів були аналогічні незалежно від концентрації ГК та тривалості їх дії. Різниця полягала лише в тому, що протягом перших 3-х діб вміст ліпідів суттєво зростає (на 57 і 82% відповідно за концентрації ГК 2,0 та 5,0 мг/дм³), а потім суттєво знижувався (майже на 50% відносно контролю). Така ж сама закономірність виявлена у *M. atomus* за концентрації ГК 2,0 мг/дм³ (вміст ліпідів протягом перших 3-х діб зростає на 16%, а в подальшому зменшувався на 70%). Щодо концентрації 5,0 мг/дм³ ГК, то у діатомеї вміст ліпідів зменшився протягом всього експерименту на 58% (табл. 1).

Важливо ознакою змін у ліпідному обміні клітин за екстремальних умов є динаміка вмісту триацилгліцеролів (ТАГ), диацилгліцеролів (ДАГ), фосфоліпідів (ФЛ) та неетерифікованих жирних кислот (НЕЖК) [11]. Оскільки між класами ліпідів існує певний метаболічний зв'язок, то зміни у співвідношенні вмісту ТАГ:ДАГ:ФЛ:НЕЖК можуть віддзеркалювати особливості впливу ГК на водорості. Так, зокрема, на кінець досліду нами було зафіксовано помітне зменшення частки ТАГ у *C. braunii* та *Ch. vulgaris* за дії ГК в обох концентраціях, а у *E. gracilis* і *M. atomus* – тільки за концентрації 5,0 мг/дм³ (табл. 2). Це свідчить про активну участь ТАГ в енергозабезпеченні водоростей.

Зміни вмісту вуглеводів, білків та ліпідів у клітинах водоростей за дії ГК (% порівняно з контролем)

| Види водоростей | Доба | Вуглеводи | | Білки | | Ліпіди | |
|---------------------------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | Концентрація ГК | | | | | |
| | | 2,0 мг/дм ³ | 5,0 мг/дм ³ | 2,0 мг/дм ³ | 5,0 мг/дм ³ | 2,0 мг/дм ³ | 5,0 мг/дм ³ |
| <i>Calothrix braunii</i> | 3 | 72,4 | 77,6 | 111,1 | 122,2 | 106,13 | 97,81 |
| | 7 | 93,9 | 61,2 | 155,6 | 144,4 | 73,52 | 52,51 |
| | 14 | 63,0 | 42,0 | 166,7 | 122,2 | 64,97 | 51,28 |
| <i>Chlorella vulgaris</i> | 3 | 125,0 | 117,2 | 40,8 | 144,9 | 157,10 | 182,39 |
| | 7 | 86,9 | 82,2 | 75,5 | 127,8 | 54,80 | 47,18 |
| | 14 | 89,4 | 82,1 | 61,2 | 144,3 | 43,30 | 68,66 |
| <i>Euglena gracilis</i> | 3 | 42,3 | 25,9 | 43,8 | 140,6 | 115,00 | 106,00 |
| | 7 | 55,9 | 68,1 | 281,3 | 93,8 | 107,75 | 79,78 |
| | 14 | 86,0 | 74,2 | 250,0 | 112,5 | 126,92 | 106,15 |
| <i>Mayamaea atomus</i> | 3 | 150,0 | 105,0 | 112,5 | 112,0 | 116,41 | 52,63 |
| | 7 | 160,0 | 127,7 | 125,0 | 125,0 | 28,01 | 46,91 |
| | 14 | 173,2 | 173,2 | 125,0 | 132,5 | 31,94 | 42,58 |

Значне підвищення частки ФЛ у *C. braunii* та у *M. atomus* за дії ГК у концентрації 2,0 мг/дм³, а також на початку дослідження у *Ch. vulgaris* і *E. gracilis*, очевидно, пов'язане із формуванням компенсаторно-адаптивних механізмів клітин, оскільки дія ГК збільшує плинність клітинних мембран, а ФЛ можуть стабілізувати їх структурно-функціональний стан. Участь ТАГ і ФЛ у адаптивному захисті водних рослин була продемонстрована й іншими дослідниками [2]. Натомість, різке зменшення частки ФЛ у *C. braunii* за дії ГК у концентрації 5,0 мг/дм³ можна пояснити значним негативним впливом цих речовин, коли адаптивні механізми водорості виявились неефективними. Варто також відмітити, що зменшення загального вмісту ліпідів у клітинах, як правило, супроводжувалося збільшенням частки НЕЖК, що може свідчити про посилення розпаду ліпідів за дії ГК.

Таблиця 2

Співвідношення вмісту ТАГ:ДАГ:ФЛ:НЕЖК у клітинах прісноводних водоростей за дії ГК, %

| Види водоростей | Концентрація ГК | Тривалість дослідження, доба | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | | 3 | 7 | 14 |
| <i>Calothrix braunii</i> | контроль | 37:39:10:14 | 37:38:11:14 | 36:40:10:14 |
| | 2,0 мг/дм ³ | 26:33:12:29 | 25:29:20:26 | 25:25:25:25 |
| | 5,0 мг/дм ³ | 34:34:5:27 | 32:32:7:29 | 35:33:4:28 |
| <i>Chlorella vulgaris</i> | контроль | 29:26:16:29 | 30:26:16:28 | 29:26:16:29 |
| | 2,0 мг/дм ³ | 19:18:44:19 | 25:31:15:29 | 26:32:14:28 |
| | 5,0 мг/дм ³ | 15:19:46:20 | 21:23:24:32 | 22:29:17:32 |
| <i>Euglena gracilis</i> | контроль | 25:23:27:25 | 26:24:23:27 | 27:24:22:27 |
| | 2,0 мг/дм ³ | 22:23:37:18 | 29:31:30:20 | 30:28:12:30 |
| | 5,0 мг/дм ³ | 20:25:38:17 | 26:24:27:23 | 23:35:12:30 |
| <i>Mayamaea atomus</i> | контроль | 35:29:7:29 | 36: 29:7:28 | 37:30:6:27 |
| | 2,0 мг/дм ³ | 33:28:9:30 | 34:29:10:28 | 32:23:12:33 |
| | 5,0 мг/дм ³ | 34:31:7:28 | 33:30:8:29 | 27:34:11:28 |

Таким чином, на відміну від білків, але аналогічно з вуглеводами, досліджувані види водоростей відкликаються зниженням вмісту ліпідів на дію ГК в різних концентраціях. Тільки *Ch. vulgaris* використовує їх як засіб «миттєвої адаптації» до ГК, але потім використовує для цього метаболічно стійкіші білки. *E. gracilis* здатна накопичувати як білки, так і ліпіди, однак їх вміст, на відміну від білків, зростає на 15–25% за дії ГК у концентрації 2,0 мг/дм³ і лише на

6% – за концентрації ГК $5,0 \text{ мг/дм}^3$. Це свідчить про важливу участь білково-ліпідних комплексів *E. gracilis* у адаптації до впливу гумінових кислот.

Висновки

Отже, у представників синьозелених та діатомових водоростей у відповідь на дію ГК в концентраційно-часовому градієнті накопичуються переважно білки, а у діатомеї також і вуглеводи; у хлорели має місце аналогічний процес з частковим підвищенням накопичення ліпідів на початку дії ГК як стрес-чинника; представник евгленових водоростей має чітку білок-ліпідну стратегію адаптації до ГК, однак, при цьому, зростання вмісту білків є істотнішим порівняно з накопиченням ліпідів.

Відмінні адаптаційні стратегії водоростей до ГК зумовлені, очевидно, таксономічними структурними та фізіологічними особливостями: будовою клітинних стінок, метаболічною активністю, індивідуальним адаптивним значенням окремих метаболітів, тощо.

1. Васильчук Т. А. Динамика содержания биогенных и органических веществ в некоторых притоках Днепра и ее связь с развитием фитопланктона / Т. А. Васильчук, П. Д. Клоченко // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 1. — С. 36—47.
2. Верещагин А. Г. Биохимия триглицеридов / А. Г. Верещагин. — М.: Наука, 1972. — 307 с.
3. IPPAS – коллекция культур микроводорослей Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева АН СССР / [Владимирова М. Г., Барцевич Е. Д., Жолдаков И. А. и др.] // Каталог культур микроводорослей в коллекциях СССР. — М., 1991. — С. 9—61.
4. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов / М. Кейтс. — М.: Мир, 1975. — 322 с.
5. Копытов Ю. П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов / Ю. П. Копытов // Экология моря. — 1983. — Вып. 12. — С. 76—80.
6. Крепс Е. М. Липиды клеточных мембран / Е. М. Крепс. — Л.: Наука, 1981. — 339 с.
7. Линник П. Н. Роль гумусовых веществ в процессах комплексообразования и детоксикации (на примере водохранилищ Днепра) / П. Н. Линник, Т. А. Васильчук // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 5. — С. 98—112.
8. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / [под ред. А.В. Топачевского]. — К.: Наукова думка, 1975. — 247 с.
9. Перспективи використання микроводорослей у біотехнології / [Золотарьова О. К., Шнюкова Є. І., Сиваш О. О., Михайленко Н. Ф.]. — Київ: Альтерпрес, 2008. — 234 с.
10. Практикум по общей биохимии / Ю. Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. — М.: Просвещение, 1975. — 318 с.
11. Чиркова Т. В. Клеточные мембраны и устойчивость растений к стрессовым воздействиям / Т.В Чиркова // Соросовский образовательный журнал. — 1997. — № 9. — С. 12—17.
12. Beakes G. A. Zoospores ultrastructure of *Zygorhidium affluens* Canter and *Z. planktonicum* Canter, two chytrids parasiting the diatom *Asterionella formosa* Hassall / G. A. Beakes, H. M. Canter, G. H. M. Jaworski // Canadian Journal of Botany. — 1988. — Vol. 66, N 6. — P. 1054—1067.
13. Permeability changes in model and phytoplankton membranes in the presence of aquatic humic substances / [Vigneault B., Percot A., Lafleur M. et al.] // Environmental Sciences Technology. — 2000. — Vol. 34. — P. 3907—3913.
14. Protein measurement with the Folin-Phenol reagents / [Lowry O. H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.] // J. Biol. Chem. — 1951. — Vol. 193, N 1. — P. 265—275.
15. Reynolds C.S. The Ecology of Phytoplankton. — New York: Cambridge University Press, 2006. — 535 p.

О.В. Василенко, Ю.В. Синюк, Л.М. Гоцуляк, В.В. Грубинко, П.Д. Клоченко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка
Институт гидробиологии НАН Украины

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕВОДОВ, БЕЛКОВ И ЛИПИДОВ В КЛЕТКАХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

Исследовано влияние гуминовых кислот (ГК) на содержание углеводов, белков и липидов в клетках пресноводных водорослей (*Calothrix braunii*, *Chlorella vulgaris*, *Mayamaea atomus*, *Euglena gracilis*). Установлено, что в ответ на присутствие в среде ГК в зависимости от их концентрации и срока действия у представителей синезеленых и диатомовых водорослей

накапливаются преимущественно белки, а в диатомеи также и углеводы. У *Chlorella vulgaris* имеет место аналогичный процесс с частичным повышением количества липидов в начале воздействия ГК как стресс-фактора. *Euglena gracilis* имеет четкую белок-липидную стратегию адаптации к ГК, однако, содержание белков возрастает значительно, чем липидов.

Ключевые слова: пресноводные водоросли, гуминовые кислоты, углеводы, белки, липиды

O.V. Vasilenko, Y.V. Synyuk, L.M. Gotsulyak, V.V. Grubinko, P.D. Klochenko
Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine
Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine

CONTENTS OF CARBOHYDRATES, PROTEINS AND LIPIDS IN CELLS OF FRESHWATER ALGAL UNDER THE INFLUENCE OF HUMIC ACIDS

Influence of humic acids to content of carbohydrates, proteins and lipids in cells of freshwater algae (*Calothrix braunii*, *Chlorella vulgaris*, *Mayamaea atomus*, *Euglena gracilis*) was investigated. The humic acids effect dependent on their concentration and exposition time. The blue-green algae and diatoms accumulate primarily proteins, and diatoms also carbohydrates. In *Chlorella vulgaris* is a similar process with partial increase in lipid accumulation at the start of impact of humic acids as a stress factor. *Euglena gracilis* has a clear protein-lipid strategy of adaptation to humic acids, however, the protein content increases greater than lipids.

Keywords: humic acids, carbohydrates, proteins, lipids, freshwater algae

Рекомендує до друку

Надійшла 12.09.2014

В.В. Грубінко

УДК [574:582.261]594.8

В.П. ГУСЕЙНОВА, А.В. КУРЕЙШЕВИЧ

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

ВПЛИВ БЕНЗИНУ ТА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА СТРУКТУРНО–ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ

Досліджено вплив різних концентрацій бензину та дизельного палива на чисельність, біомасу планктонних водоростей, вміст хлорофілу *a*, концентрацію біогенних елементів та рН води у зразках фітопланктону з Канівського водосховища восени (вересень). Показано, що додавання до них нафтопродуктів з розрахунку 10 та 20 ГДК_р істотно пригнічує функціонування фітопланктону, призводить у більшості випадків до зменшення вмісту хлорофілу *a*, видового багатства, чисельності та біомаси водоростей. Встановлено, що нафтопродукти можуть впливати на склад альгоугруповань. Синьозелені водорості (*Cyanoacrocyota*) виявилися більш чутливими до дії нафтопродуктів порівняно з зеленими.

Ключові слова: фітопланктон, бензин, дизельне паливо, чисельність, біомаса, хлорофіл *a*

Нафтопродукти належать до пріоритетних забруднюючих речовин. Згідно з даними літератури [1, 12], вміст нафтопродуктів у деяких водних об'єктах України перевищує ГДК рибогосподарську (ГДК_р) у десятки і сотні разів. Вплив нафти і нафтопродуктів на функціонування фітопланктону як основної фотосинтезуючої ланки водних екосистем досліджено більше для морських і значно менше для прісних вод. Інформація з цих питань

необхідна для з'ясування закономірностей формування гідробіоценозів і якості води у водоймах різного типу в умовах забруднення їх нафтопродуктами.

Метою дослідження було встановлення впливу різних концентрацій бензину та дизельного палива на чисельність, біомасу планктонних водоростей та деякі їх фізіологічні показники та рН води у зразках фітопланктону з Канівського водосховища восени.

Матеріал і методи досліджень

При проведенні модельних експериментів зразки фітопланктону відбирали у вересні 2007 р. у затоці Оболонь (Канівське водосховище) та поміщали у скляні акваріуми об'ємом 3 дм³, до яких додавали нафтопродукти у концентраціях 0,05; 0,5; 1,0 мг/дм³ – 1; 10 і 20 ГДК_р (ГДК_р для водойм рибогосподарського призначення складає 0,05 мг/дм³).

Підрахунок клітин водоростей проводили у камері Нажотта (об'ємом 0,02 см³) з використанням мікроскопу «МБИ-3У42», а біомасу фітопланктону оцінювали розрахунково-об'ємним методом [11]. При ідентифікації водоростей використовували загальновідомі вітчизняні та зарубіжні визначники. Визначення окремих видів проводили з допомогою мікроскопу Axio Imager A1 фірми „Carl Zeiss” (Німеччина). Назви видів у роботі наведено згідно системи [7, 9].

Концентрацію хлорофілу *a* визначали стандартним екстрактним спектрофотометричним методом [5] та розраховували за рівнянням Джеффри і Хамфрі [13]. Вміст продуктів руйнування хлорофілу – феопігментів враховували за методом Лоренцена [14]. Окрім того в сумарному екстракті визначали відношення поглинання світла в області каротиноїдів та хлорофілу *a* – індекс Маргалефа. Оскільки хлорофіл розкладається швидше, ніж каротиноїди, підвищення цього показника може свідчити про погіршення фізіологічного стану водоростей.

Концентрацію біогенних елементів у воді визначали стандартними гідрохімічними методами [8] після фільтрування проб води крізь мембранні фільтри з розмірами пор 0,45 мкм.

У експериментах були використані нафтопродукти – бензин А-92 та дизельне паливо літне.

Акваріуми експонували в умовах природного чергування світлового та темного періодів на протязі 10 днів при температурі 18-25 °С. Зважаючи на те, що вміст біогенних елементів у воді Канівського водосховища характерний для евтрофних вод [4], азот та фосфор у акваріуми не додавали. Проби води для аналізів відбирали на 3-ю, 6-у та 10-у доби експерименту.

Результати досліджень та їх обговорення

У вихідній пробі фітопланктону було виявлено 23 види водоростей, що представлені 25 внутрішньовидовими таксонами з чотирьох систематичних відділів, 8 видів належали до відділу Cyanophyta, по 7 видів – до відділів Bacillariophyta і Chlorophyta та 1 вид – до відділу Dinophyta.

Чисельність фітопланктону у вихідній пробі складала 114306 тис. кл./дм³, біомаса – 19,085 мг/дм³.

Синьозелені водорості переважали як за чисельністю, так і за біомасою (91,8% і 64,9% відповідно), а домінував *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. (75,5% і 51,1%). Субдомінантами за біомасою були діатомові водорості – 33,6% від загальної біомаси, в тому числі *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim. – 10,6%, *Melosira varians* Ag. – 9,1%, *Nitzschia pusilla* Grun. – 8,7% (рис. 1). Зелені та динофітові водорості у вихідній пробі внесли невеликий вклад у показники загальної чисельності та біомаси.

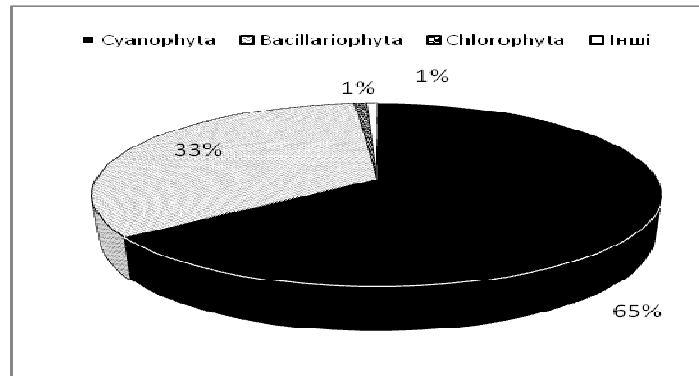


Рис. 1. Частка (за біомасою) представників різних відділів водоростей у вихідній пробі фітопланктону.

Отримані результати свідчать, що в варіанті дослід з додавкою бензину з розрахунку 1 ГДК_p на 3 добу спостерігалось максимальне значення біомаси водоростей за час проведення всього експерименту (рис. 2). Воно було вищим, ніж в контролі в 2,6 рази. Це пов'язане з масовим розвитком діатомових водоростей *Aulacoseira italica* (її частка в загальній біомасі склала 35,8%), *Nitzschia pusilla* (17,2%) та *Melosira varians* (12,1%). З представників Cyanophyta більшу частину біомаси формував основний збудник «цвітіння» води синьозеленими водоростями *Microcystis aeruginosa* – 27,9%. Однак, порівняно з контрольним варіантом його частка в загальній біомасі зменшилася в 1,2 рази. Чисельність та біомаса зелених водоростей у цьому варіанті зростає більше, ніж у 2 рази порівняно з контролем. На 6-у добу експерименту біомаса водоростей у цьому варіанті дослід була також вищою, ніж в контролі (у 1,2 рази), доміанти не змінилися. Внаслідок збільшення чисельності і біомаси зелених водоростей, їхня частка у показнику загальної біомаси зростає в 2,7 рази порівняно з вихідною пробою.

На 10-у добу спостерігалось значне зниження біомаси та чисельності представників усіх відділів на тлі зростання цих показників у контролі (див. рис. 2 А).

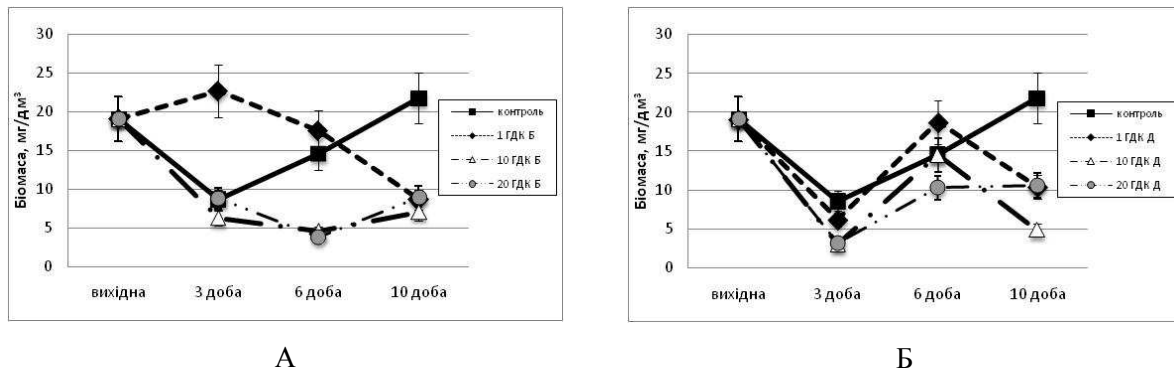


Рис. 2. Зміни біомаси водоростей за дії бензину (А) та дизельного палива (Б).

При додаванні бензину з розрахунку 10 ГДК_p на 3-ю добу відмічено зниження біомаси водоростей (в 1,4 рази) порівняно з контролем. На 6-у добу експерименту її значення продовжувало зменшуватися, відрізняючись від контролю вже в 3,2 рази, і залишалось приблизно на тому ж рівні на 10-у добу. Кількісні показники водоростей у варіанті з додавкою бензину з розрахунку 20 ГДК_p мало відрізнялись від таких у варіанті 10 ГДК_p.

В акваріумах з добавками дизельного палива з розрахунку 1 ГДК_p на 3-ю добу спостерігалось зниження біомаси водоростей в 1,4 рази порівняно з контролем (рис. 2 Б). Цікавим є той факт, що на 6 добу значення біомаси в цьому варіанті зросло і навіть стало вищим, ніж в контролі (в 1,3 рази). На наш погляд, це може бути пов'язано з тим, що спочатку дизельне паливо блокує деякі метаболічні процеси водоростей, а потім, вочевидь,

нафтоокиснюючі бактерії переводять складні вуглеводні дизельного палива в менш токсичні і доступні для засвоєння клітинами водоростей. Однак, наприкінці експерименту (на 10-у добу) біомаса водоростей в контролі продовжувала збільшуватися, а у варіанті з добавкою дизпалива з розрахунку 1 ГДК_p її значення були нижчими, ніж в контролі.

При додаванні до проб фітопланктону дизельного палива з розрахунку 10 ГДК_p на 3-ю добу спостерігалось найменше протягом всього експерименту значення біомаси водоростей. Істотно зменшувався цей показник у представників *Cyanophyta* – з 47,5% від загальної біомаси у контролі до 19,9% в даному варіанті досліду. Частка *Microcystis aeruginosa* в загальній біомасі знизилася з 33,6% до 5,2%. Разом з тим, інший представник *Cyanophyta* – *Anabaena flos-aquae* (Lyngh.) Bréb. – був менш чутливим до дизельного палива. Його біомаса зросла з 0,8% у контролі до 14,6% в цьому досліді.

На 6-у добу біомаса водоростей у всіх варіантах експерименту зросла. При добавці дизпалива з розрахунку 10 ГДК_p її значення зрівнялось з контролем, однак на 10-у добу воно знов було істотно нижчим, ніж контрольні показники.

У варіанті з добавкою дизпалива з розрахунку 20 ГДК_p на 3-ю добу біомаса порівняно з контролем знизилася у 2,7 рази. На 6-у добу її значення істотно зросло, але все ж таки залишалось нижче, ніж у контролі (в 1,4 рази). На 10-у добу біомаса водоростей залишалась приблизно на тому ж рівні, однак все ж таки в 2 рази менше, ніж в контролі.

Отримані дані свідчать про те, що додавання бензину і дизельного палива з розрахунку 1 ГДК_p до проб фітопланктону не призвели до суттєвих змін порівняно з контролем в концентрації хлорофілу *a* (в одиниці об'єму води) та інших пігментних характеристик – частки феопігментів від суми з хлорофілом *a* та індексу Маргалеффа (E_{430}/E_{665}) (табл. 1).

Таблиця 1

Деякі характеристики пігментів фітопланктону за дії нафтопродуктів ($M \pm m$)

| Варіанти досліду | Хлорофіл <i>a</i> , мг/дм ³ | ФЕО, % | E_{430}/E_{665} , мг/дм ³ |
|---------------------|---|-----------|---|
| Здоба експерименту | | | |
| Контроль | 66,2±3,9 | 20,5±2,0 | 2,04±0,010 |
| Добавка бензину | | | |
| 1 ГДК _p | 65,9±3,0 | 31,7±2,1 | 2,16±0,020 |
| 10 ГДК _p | 42,3±2,1 | 47,1±3,1 | 2,13±0,001 |
| 20 ГДК _p | 38,8±1,6 | 52,4±3,5 | 2,40±0,020 |
| Добавка дизпалива | | | |
| 1 ГДК _p | 52,8±3,3 | 21,0±1,8 | 2,20±0,005 |
| 10 ГДК _p | 44,7±1,2 | 28,9±1,7 | 2,35±0,005 |
| 20 ГДК _p | 38,4±0,3 | 45,5±5,1 | 2,46±0,010 |
| 6 доба експерименту | | | |
| Контроль | 60,8±0,95 | 35,4±2,1 | 2,41±0,010 |
| Добавка бензину | | | |
| 1 ГДК _p | 55,4±2,2 | 21,4±1,2 | 2,42±0,006 |
| 10 ГДК _p | 37,0±2,0 | 56,5±3,7 | 2,61±0,001 |
| 20 ГДК _p | 37,3±2,7 | 64,3±5,9 | 2,81±0,002 |
| Добавка дизпалива | | | |
| 1 ГДК _p | 46,7±1,1 | 40,0±3,2 | 2,43±0,010 |
| 10 ГДК _p | 43,0±2,9 | – | 2,69±0,005 |
| 20 ГДК _p | 31,6±2,1 | 67,2±5,0 | 2,98±0,006 |

Разом з тим, при додаванні до дослідних зразків бензину і дизпалива 10 і 20 ГДК_p на 3-ю добу відмічено зменшення вмісту хлорофілу *a* порівняно з контролем в 1,6 і 1,7 рази відповідно, дизельного палива – в 1,5 і 1,7 рази. Зазначена тенденція збереглася і на 6-у добу. При таких добавках бензину і дизпалива відмічено також збільшення порівняно з контролем частки феопігментів від суми з хлорофілом *a* і індексу Маргалеффа (E_{430}/E_{665}), що може свідчити про погіршення фізіологічного стану фітопланктону.

Необхідно відмітити, що на тлі зниження вмісту хлорофілу *a* і показників загальної біомаси водоростей в дослідних варіантах спостерігалась інтенсифікація розвитку представників Chlorophyta. На 10-у добу за рахунок збільшення чисельності та видового складу зелених водоростей їхня біомаса зроста порівняно зі значеннями у контролі при максимальній добавці бензину в 10 разів, дизпалива – в 4 рази. Кількість видів зелених водоростей у варіанті 20 ГДК_p бензину збільшилась у 10 разів, переважно за рахунок інтенсивного розвитку представників родів *Acutodesmus* (Hegew.) Tsar., *Coelastrum* Näg., *Desmodesmus* (Chod.) An, Friedl et Hegew., *Pediastrum* Meyen та інші. Однак, дуже високий вміст нафтопродуктів, що перевищує ГДК_p в сотні разів, навпаки, веде до спрощення структури альгоугруповань (зниженню кількості видів та надвидових таксонів), домінуванню мілкоклітинних форм, переважно одноклітинних, що представлені видами-індикаторами α -мезосапробної зони [2]. Більша стійкість до нафтопродуктів представників Chlorophyta порівняно з планктонними видами Суапорфита, що викликають «цвітіння» води, узгоджується з отриманими нами даними щодо більш суттєвої інтенсифікації під впливом бензину процесів перекисного окиснення ліпідів в клітинах планктонних синьозелених водоростей на відміну від зелених [6].

Важливо відмітити і певні зміни у вмісті біогенних елементів при добавках нафтопродуктів протягом експериментів. На 3-ю добу спостерігалось наростання порівняно з контролем вмісту фосфатів в варіантах з добавками 10 і 20 ГДК_p бензину (на 50 і 85%) і дизпалива (на 46 і 67%), що може свідчити про недоспоживання фосфатів фітопланктоном. В цих же варіантах експерименту відмічено також деяке збільшення порівняно з контролем вмісту амонійного (на 25 і 21% відповідно) і нітритного азоту (на 10 і 30 %). Вказані тенденції збереглися і на 6-у добу.

Суттєвий інтерес представляють також дані по динаміці зміни вмісту розчиненого у воді кисню і показника рН водного середовища при добавках нафтопродуктів.

В усіх дослідних варіантах на 3-ю добу нами відмічено зменшення вмісту кисню у воді порівняно з контролем, причому найбільш суттєве при 20 ГДК_p (в середньому на 28 і 27% з добавками бензину і дизельного палива відповідно). Причиною цього є як погіршення газообміну внаслідок наявності плівки нафтопродуктів на поверхні води, так і зменшення продукції кисню. Відомо, що реакція фітопланктону на вплив нафтопродуктів проявляється одразу ж після внесення їх до проб природної води. Так, за умов 3-х годинної експозиції кисневих склянок на світлі з додаванням бензину з розрахунку 1 ГДК_p чиста продукція фітопланктону в шарі оптимального фотосинтезу зменшувалась в порівнянні з контролем в 1,2 рази, 10 ГДК_p – майже в 10 разів, а при 20 ГДК_p – спостерігалось переважання поглинання кисню над виділенням [3].

Показник рН води протягом експерименту також змінювався. На 3-ю добу нами було зафіксовано невелике підкислення середовища порівняно з контролем майже у всіх варіантах досліді (табл. 2), що зазвичай корелює зі зменшенням вмісту розчиненого у воді кисню.

Таблиця 2

Зміни рН води у дослідних зразках фітопланктону за дії нафтопродуктів

| Варіанти досліді | 3 доба експерименту | 6 доба експерименту |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Контроль | 8,64 | 8,22 |
| Добавка бензину | | |
| 1 ГДК _p | 8,66 | 8,52 |
| 10 ГДК _p | 8,53 | 8,55 |
| 20 ГДК _p | 8,51 | 8,67 |
| Добавка дизпалива | | |
| 1 ГДК _p | 8,58 | 8,60 |
| 10 ГДК _p | 8,47 | 8,52 |
| 20 ГДК _p | 8,34 | 8,60 |

На 6 добу досліді ми спостерігали зворотну тенденцію. Показник рН середовища у варіантах з усіма добавками нафтопродуктів почав зростати порівняно з контролем. Причиною цього, на наш погляд, є збільшення чисельності і видового багатства представників

хлорококових водоростей, які характеризуються мілкими розмірами клітин, і, як правило, формують невелику біомасу, але відрізняються більш інтенсивною фотосинтетичною активністю [10].

Висновки

Встановлено, що при додаванні бензину та дизельного палива з розрахунку 1 ГДК_p до зразків природного фітопланктону до 6-ї доби експерименту пригнічення водоростей не спостерігалось. У деяких випадках відмічена стимуляція росту та розвитку представників Cyanophyta та Bacillariophyta. Однак, вже на 10-у добу загальна біомаса планктонних водоростей у цих варіантах була нижчою, ніж у контролі.

За додавання до зразків фітопланктону більших концентрацій нафтопродуктів (10 ГДК_p та 20 ГДК_p) протягом експерименту спостерігалось пригнічення функціонування фітопланктону, зменшення вмісту хлорофілу *a*, видового багатства, чисельності та біомаси водоростей.

Представники Cyanophyta виявились більш чутливими до дії нафтопродуктів. Додатки бензину та дизельного палива з розрахунку 10 ГДК_p та 20 ГДК_p справляли на них згубну дію. Найбільш стійкими до нафтопродуктів є зелені водорості.

Нафтопродукти істотно впливають на склад альгоугруповань. Вживають види, які пережили первинний токсичний вплив нафтопродуктів і, очевидно, здатні використовувати вуглеводні у процесах життєдіяльності. Вони витісняють види водоростей, що є більш чутливими до даного типу забруднення водойм. Це може бути причиною зміни складу альгоугруповань.

1. *Арсан О.М.* Екотоксикологічний стан дніпровських водоймищ / О.М. Арсан, Е.П. Щербань, В.О. Кулик // II з'їзд гідроекол. тов-ва України. Тез. доп. (Київ, 27-31 жовтня 1997р.). — Київ, 1997. — Т. 2. — С. 106—107.
2. *Відгук* фітопланктону на вміст нафтопродуктів у водних екосистемах / В.І. Щербак, О.М. Арсан, Н.В. Майстрова [та ін.]. // *Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія.* — 2004. — № 3–4 (24). — С. 70—74.
3. *Гусейнова В.П.* Сполуки вуглеводневої природи у функціонуванні прісноводних мікрowodоростей: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.17 "гідробіологія" / В.П. Гусейнова. — Київ, 2010. — 24 с.
4. *Курейшевич А.В.* „Отклик” фітопланктона евтрофных водохранилищ на увеличение в воде содержания фосфора и азота // *Гидробиол. журн.* — 2005. — Т. 41, № 4. — С. 3—23.
5. *Минеева Н.М.* Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ / Н.М. Минеева. — М.: Наука, 2004. — 155 с.
6. *Перекисное окисление липидов в клетках некоторых видов CYANOPHYTA и CHLOROPHYTA в условиях воздействия нефтепродуктов* / [А.В. Курейшевич, А.С. Потрохов, О.Г. Зиньковский, и др.] // *Гидробиол. журн.* — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 96—107.
7. *Разнообразия водорослей Украины* / Е.В. Борисова, Л.Н. Бухтиярова, С.П. Вассер [и др.] // *Альгология.* — 2000. — Т. 10, № 4. — 309 с.
8. *Сакевич О.Й.* Біохімічний аналіз водяних рослин / О.Й. Сакевич, О.М. Усенко, О.В. Баланда. — К.: «Логос», 2009. — 372 с.
9. *Царенко П.М.* Дополнение к „Разнообразию водорослей Украины” / П.М. Царенко, О.А. Петлёванный. — Киев: Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАНУ, 2001. — 130 с.
10. *Щербак В.И.* Роль отдельных видов фитопланктона в формировании первичной продукции Киевского водохранилища / В.И. Щербак, М.И. Кузьменко // *Водные ресурсы.* — 1984. — Т. 8, № 3. — С. 286—294.
11. *Щербак В.И.* Методи дослідження фітопланктону / В.И. Щербак // *Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем.* — К., 2002. — С. 41—47.
12. *Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днепра на территории Украины* / [А.Г. Васенко, О.Н. Петренко, А.В. Климов и др.]. — К.: Академперіодика, 2002. — 355 с.
13. *Jeffrey S.W.* New spectrophotometric equations for determining chlorophyll *a*, *b*, *c*₁ and *c*₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton / S.W. Jeffrey, F.N. Humphrey // *Biochem. Physiol. Pflanz.* — 1975. — Bd. 167. — P. 171—194.
14. *Lorenzen C.J.* Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations / C.J. Lorenzen // *Limnol. and Oceanogr.* — 1967. — Vol. 12, N 2. — P. 343—346.

В.П. Гусейнова, А.В. Курейшевич

Институт гидробиологии НАН Украины

ВЛИЯНИЕ БЕНЗИНА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИТОПЛАНКТОНА

Исследовано влияние различных концентраций бензина и дизельного топлива на численность, биомассу планктонных водорослей, содержание хлорофилла *a*, концентрацию биогенных элементов и рН воды в образцах фитопланктона из Каневского водохранилища в осенний сезон (сентябрь). Показано, что добавки нефтепродуктов из расчета 10 и 20 ПДК_р существенно угнетают функционирование фитопланктона, приводя в большинстве случаев к уменьшению содержания хлорофилла *a*, видового богатства, численности и биомассы водорослей. Установлено, нефтепродукты могут влиять на состав альгосообществ. Синезеленые водоросли (Суанорокарыота) оказались более чувствительны к воздействию нефтепродуктов по сравнению с зелеными.

Ключевые слова: фитопланктон, бензин, дизельное топливо, численность, биомасса, хлорофилл a

V.P. Guseynova, A.V. Kureyshevich

Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine

THE INFLUENCE OF A GASOLINE AND DIESEL FUEL ON STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF A PHYTOPLANKTON

The influence of various concentrations of gasoline and diesel fuel on the numbers and biomass of planktonic algae, chlorophyll *a* content, nutrient concentration and pH values of the water in the samples of phytoplankton from the Kanev Reservoir (Dnipro River) in the autumn season (september) was investigated. It has been found that the additions of oil products at the rate of 10 and 20 limited permissible concentrations significantly inhibit the functioning of phytoplankton, leading in the most cases to the decrease of chlorophyll *a* content, species richness, numbers and biomass of algae. The studied oil products can influence on the composition of algal communities. The blue-green algae (Суанорокарыота) were more sensitive to the effects of oil products in comparison with the green algae.

Keywords: phytoplankton, gasoline, diesel fuel, numbers, biomass, chlorophyll a

Рекомендує до друку

Надійшла 18.09.2014

В.В. Грубінко

УДК: 591.69: 574.2

Н.В. ЗАИЧЕНКО

Институт гидробиологии НАН Украины

пр-т Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАЗАРИТОВ БЫЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* (GOBIIIDAE) В ДОНОРНЫХ И ПРИОБРЕТЕННЫХ АРЕАЛАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Проведен сравнительный анализ паразитофауны бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus*) в нативном и приобретенном ареалах. В условиях приобретенного ареала (Средний Днепр) паразитофауна представлена значительно меньшим количеством видов. В составе паразитофауны бычка исследованного в среднем течении Днепра отмечено 13 видов паразитов пресноводных рыб, которые характеризуются широкой гостальной специфичностью. Зарегистрированы также паразиты, характерные для бычковых Черного и Азовского морей.

Обеднение фауны паразитов бычка-кругляка может объясняться рядом факторов, среди которых изменение гидрохимических условий, топических характеристик местообитания, характера питания и др.

Ключевые слова: инвазия, паразитофауна, реципиентные экосистемы

В естественных условиях изменения ихтиофауны характеризуются определенной известной динамикой, которая дает возможность экологическому прогнозированию, однако, эти процессы усугубляются вмешательством человека, в некоторых случаях наступает дестабилизация экосистемы, происходит совершенно новые и неожиданные экологические сукцессии, которые можно определить как антропогенные. Подобные превращения претерпевают многие водные объекты Украины, где активно проходят процессы фрагментации, эвтрофикации, заиления, а также загрязнения водных объектов. Так как экосистема характеризуется большим количеством взаимосвязанных биотических и абиотических компонентов изменения одной из составляющих неизбежно повлечет за собой цепь преобразований. Так, повышение уровня минерализации, создание каскада водохранилищ на Днестре, укрепление речных берегов насыпями гравия, активное судоходство сформировали благоприятные условия для распространения понто-каспийских видов рыб [6]. Одним из таких видов является бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814). Будучи эвригалным видом (живет при солености от 0,5 до 19‰), он из основных местообитаний распространяется вверх по направлению к истокам рек. Кроме того, порционность нереста, охрана гнезда, широкая кормовая база, высокая экологическая пластичность, биотопическая и трофическая конкурентоспособность дают бычку возможность быстро натурализоваться в новых экосистемах [11].

Инвазия любого организма влечет за собой разрыв и образование симбиотических связей. Так, попадая в новые условия организм с одной стороны освобождается от части своих паразитов и симбионтов, с другой – становится местом реализации жизненных циклов для некоторых аборигенных видов паразитов, а также может привносить в экосистему виды паразитов, жизненные циклы которых могут полноценно протекать в новых условиях [12].

Исходя из вышеизложенного очевидно, что регулярные исследования фауны паразитов видов-вселенцев в донорных и реципиентных регионах позволят обозначить круг видов паразитов, появление которых в приобретенных местообитаниях имеет высокую вероятность.

Современные исследования паразитов бычка-кругляка в донорных экосистемах связаны с их промысловым значением и охватывают различные акватории (Одесский залив и лиманы – Тилигульский, Малый Аджалыкский, Хаджибейский, Днестровский, Будакский, Сухой, Тузловский). Особое внимание уделялось исследованию гельминтофауны бычков рыб. Так, как в приобретенных ареалах бычковые представляют исключительно предмет любительского лова, то паразитофауна изучена крайне ограничено.

Целью настоящего исследования было обобщение данных о паразитофауне бычка-кругляка в нативном и приобретенном ареалах местообитания.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили литературные данные о составе и динамике паразитов бычка-кругляка из нативного местообитания, а также собственные данные – частичное паразитологическое вскрытие 94 экземпляров бычка, выловленного в основном русле Днестра в районе г. Киева. Работы проводились в весенне-летний период 2012 и 2014 гг. Вылов рыбы осуществлялся индивидуальными орудиями лова. Транспортировка рыб осуществлялась в живом виде в воде из места вылова. Паразитологическое исследование проводилось на живом материале. Сбор и камеральная обработка материала проведена по методике И.Е. Быховской-Павловской [1]. Видовая идентификация проводилась с помощью определителей [7-9].

Результаты исследований и их обсуждение

В составе паразитофауны кругляка из Днестра в районе г. Киева отмечено 13 видов паразитов (табл. 1), которые относятся к различным систематическим группам: инфузории - *Trichodina domerguei*, *T. nigra*, *T. pediculus*, *Ichthyophthirius multifiliis* моногенеи - *Gyrodactylus*

proterorhini, цестода - *Proteocephalus gobiorum*, 1 вид аспидогастрей - *Aspidogaster limacoides*, 3 вида трематод – *Nicolla skrjabini*, метацеркарии трематод *Diplostomum spathaceum*, *Vucephalus polymorphus*, 1 вид нематод – *Raphidascaris acus*, паразитические ракообразные - *Argulus foliaceus*, глехидии двустворчатых моллюсков - *Unionidae gen.sp.*

Таблиця 1

Показатели зараженности паразитами *N. melanostomus* в условиях реципиентной экосистемы

| | Экстенсивность инвазии, % | Интенсивность инвазии, экз ($\frac{\text{min-max}}{\text{mean}}$) | Индекс обилия |
|-------------------------------------|---------------------------|---|---------------|
| <i>Trichodina</i> * | 52,1 | $\frac{5-100}{52}$ | 27,3 |
| <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> | 3,2 | $\frac{3-5}{4}$ | 0,1 |
| <i>P. gobiorum</i> | 3,2 | единично | 0,03 |
| <i>A. limacoides</i> | 3,2 | единично | 0,05 |
| <i>D. spathaceum, met</i> | 50 | $\frac{1-17}{2}$ | 1,02 |
| <i>N. skrjabini</i> | 30,8 | $\frac{1-21}{3}$ | 1,2 |
| <i>B. polymorphus</i> | 9,5 | $\frac{1-12}{5}$ | 0,67 |
| <i>G. proterorhini</i> | 15,9 | $\frac{1-5}{2}$ | 0,3 |
| <i>R. acus</i> | 2,1 | единично | 0,02 |
| <i>Unionidae gen.sp</i> | 12,7 | $\frac{1-21}{5}$ | 0,72 |
| <i>A. foliaceus</i> | 1,06 | единично | 0,01 |

Примечание: * - указаны суммарные значение для инфузорий рода *Trichodina*

Из представленных паразитов все виды простейших характеризуются широкой гостальной специфичностью, и вполне закономерно их появление в составе фауны паразитов любого пресноводного вида. Интересна находка специфической моногеней *G. proterorhini*, которая отмечена у бычковых Черного и Азовского морей. Особенности жизненного цикла (бесполое размножение, смена хозяев отсутствует, передача осуществляется при обильном скоплении хозяев, в основном в период нереста) способствовали натурализации этого вида паразита в новых условиях. Хотя этот вид моногеней не отмечен у кругляка из нативного ареала, в условиях приобретенного ареала, вероятно, произошло заражение от бычка-песочника, который также был массово представлен в исследуемом биотопе. У *P. gobiorum* – вида, характерного для заливов, лиманов и дельт рек Черного и Азовского морей, жизненный цикл протекает с участием промежуточных хозяев, которыми выступают многие виды веслоногих ракообразных. Поэтому реализация жизненного цикла *P. gobiorum* легко обеспечивается в условиях приобретенного ареала. Интересна находка *A. limacoides* в кишечнике кругляка исследованного в среднем течении Днепра, который живет преимущественно на каменистых насыпях, активно употребляя двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* – хозяина *A. limacoides*. Трематоды *D. spathaceum* и *N. skrjabini* – видо-генералисты, характерные для многих пресноводных видов рыб, это также относится к обнаруженным видам паразитических ракообразных (*A. foliaceus*) и глехидий моллюсков. В обоих местообитаниях отмечены метацеркарии *B. polymorphus*. Этот вид характеризуется широким ареалом распространения и обширным кругом хозяев. Следует отметить, что в реципиентном ареале у кругляка не обнаружено паразитических ракообразных, локализирующихся на жабрах и поверхности тела.

Так как изменение условий окружающей среды имеют глобальный характер, то изменения фауны паразитов имеют место как в нативном регионе, так и в условиях

приобретенного ареала. Существенные изменения солености некоторых участков Северо-Западного Причерноморья привело к значительному изменению паразитофауны бычковых в их нативном регионе. Исследования показали, что гельминтофауна бычков Хаджибейского лимана, который подвергся сильному опреснению, полностью изменилась и характеризуется структурной нестабильностью. За период 1996-2001 гг. из фауны лимана исчезли солоноватоводная нематода *Dichelyne minutus* и морской скребень *Telostentis exiguus*, появились пресноводные виды – нематода *Eustrongylides excisus* и скребень *Acanthocephalus lucii*. Изменение гельминтофауны бычков Тилигульского лимана, наоборот, было связано с увеличением солености, исчезли такие пресноводные паразиты бычков как *Diplostomum spathaceum* и *Tylodelphus clavata*. Наиболее стабильной оказалась гельминтофауна бычков Одесского залива и Малого Аджалыкского лимана. В указанном районе в составе паразитофауны бычка преобладают солоноватоводные виды (*Glugea spp.*, *Cryptocotyle concavum*, *Asymphylogora spp.*, *Ligula pavlovskii*, *Proteocephalus spp.*, *D.minutus*, *Thersitina gasterostei* и др.). Пресноводные виды (*Nicolla skrjabini*, *Ligula intestinalis*, *E.excisus*, *Ac.lucii*, многие моногенеи, глохидии моллюсков и др.) распространены в основном в опресненных районах (Днепровский, Днестровский лиманы, предустье Дуная) [10].

Таким образом, неоднородность солености водных масс формирует смешанную ихтиопаразитофауну, в которой присутствуют как солоноватоводные и морские, так и пресноводные виды.

В общем фауна паразитов бычка кругляка в донорных экосистемах насчитывает более 30 видов [2-5, 13, 14]. Из них: 8 видов простейших (*Kudoa quadratum*, *K. nova*, *Glugea sp.*, *Myxidium melanostomi*, *Trichodina domergui*, *T. rectuncinata*, *T. fultoni*, *Dipartiella sp.*), 2 вида цестод (*Scolex pleuronectis*, *P. gobiorum*), 5 видов нематод (*Streptocara crassicauda*, *Hysterothylacium aduncum*, *Paracuaria adunca*, *Cucullanellus minutus*, *Dichelyne minutus*) 9 видов трематод, большая часть которых используют круляка как промежуточного хозяина (*Helicometra fasciata*, *Cardiocephalus longicollis*, *Pygidiosis genata*, *Galastomum lacteum*, *B.polymorphus*, *Asymphylogora pontica*, *Acanthostomum imbutiformis*, *Cryptocotyle concavum*, *C.lingua*), 3 вида акантоцефалид (*Acanthocephaloides propinquus*, *Acanthocephalus lucii*, *Telostentis exiguus*), 2 вида паразитических ракообразных (*Ergasilus nannus*, *Paraergasilus rylevi borysthenicus*) и глохидии моллюсков. Ядро паразитофауны составляют инфузории триходины, нематода *D. minutus*, три вида трематод (*B. polymorphus*, *Cryptocotyle concavum*, *C. lingua*) и *A. propinquus*. Остальные виды паразитов регистрируются с частотой менее 50%.

Паразитофауна бычка-кругляка, исследованного в Днепре в районе г. Киев, представлена значительно меньшим количеством видов по сравнению нативным ареалом (рисунок).

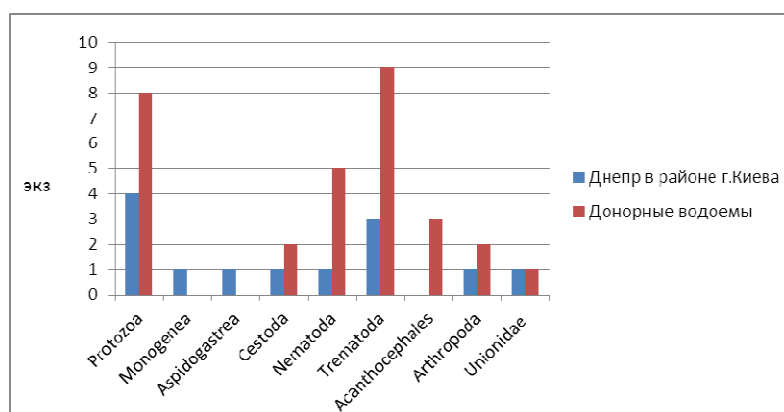


Рис. Распределение количества таксонов паразитов бычка-кругляка в донорных водоемах и Днепре в районе г. Киева

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о том, что по мере расширения ареала бычка-кругляка происходит взаимное интегрирование привнесенной и аборигенной паразитофаун.

Распространение бычка-кругляка вверх по течению р. Днепр сопровождалось значительной перестройкой его паразитофауны, которая может быть связана с изменениями гидрохимических, топических характеристик местообитания, характера питания и отсутствие видов необходимых для осуществления жизненных циклов ряда видов паразитов. Сравнительный анализ показал, что, в первую очередь, были потеряны паразиты со сложным жизненным циклом, который включает смену хозяев. Ряд видов трематод и цестод, не найдя восприимчивых промежуточных, или окончательных хозяев, выпали из состава паразитофауны. Другая весьма уязвимая группа паразитов – эктопаразиты, которые обитают на поверхности тела и жабрах, из-за стремительности процессов освоения новых ареалов, с довольно сильно отличающимися показателями солености, часть видов эктопаразитов была потеряна (паразиты жабр и поверхности тела класса Crustacea). В это же время следует упомянуть обнаруженную у бычка-кругляка моногенею *G. proterorhini*, которая часто встречается у бычка-песочника – исторически более раннего обитателя пресных вод. В большинстве своем фауна паразитов бычка-кругляка в условиях реципиентной экосистемы представлена фоновыми видами, которые характеризуются широкой гостальной специфичностью. Однако, учитывая продолжающуюся инвазию кругляка вверх по каскаду Днепровских водохранилищ, довольно высока вероятность появления новых видов паразитов в сообществах гидробионтов.

1. *Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. — Л.: Наука, 1982. — С. 204—207.
2. *Горчанок Н.В.* Новые данные о зараженности бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) мышечным паразитом *Kudoa nova* (Myxosporae: Kudoidae) в Азовском море / Н.В. Горчанок, В.М. Юрахно // Экология моря. — 205. — № 68. — С. 37—41.
3. *Квач Ю.В.* Угруповання багатоклітинних паразитів бичкових риб (Actinopterygii: Gobiidae) комплексу водойм Нижньодністровського басейну / Ю.В. Квач // Вісник львівського університету. Серія Біологія. — 2010. — № 54. — С. 28—215.
4. *Квач Ю.В.* Гельминтофауна бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в различных районах Черного моря / Ю.В. Квач, Ю.М. Корнийчук // Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем: Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (Киев, УкрНИИРХ УААН, 25 - 28 февраля 2002). — Киев, 2002. — С. 149—151.
5. *Корнийчук Ю.М.* Фауна нематод бычка-кругляка *Apollonia (Neogobius) melanostomus* в Черном и Азовском морях / Корнийчук Ю.М., Пронькина Н.В., Белофастова И.П. // Экология моря. — 208. — № 76. — С. 17—22.
6. *Кудерский Л.А.* О саморасселении некоторых видов рыб / Л.А. Кудерский // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. — 1969. — № 2. — С. 11—14.
7. *Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т.1: Паразитические простейшие.* — Л.: Наука, 1984. — 428 с. — (Определитель по фауне СССР, изд. Зоол. Ин-м АН СССР; вып. 140).
8. *Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т.2: Паразитические многоклеточные (Первая часть).* — Л.: Наука, 1985. — 425 с. — (Определитель по фауне СССР, изд. Зоол. Ин-м АН СССР; вып. 143).
9. *Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т.3: Паразитические многоклеточные (Вторая часть).* — Л.: Наука, 1987. — 538 с. — (Определитель по фауне СССР, изд. Зоол. Ин-м АН СССР; вып. 149).
10. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / [Адобовский В.В., Александров Б.Г., Анцупова Л.В. и др.]; под ред Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева. — К.: Наукова думка, 2006. — 701 с.
11. *Смирнов А.И.* Бычок кругляк *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) за пределами ареала: причины, степень распространения, возможные последствия / А.И. Смирнов // Вестник зоологии. — 2001. — № 3. — С. 71—77.
12. *Тютин А.В.* Паразиты гидробионтов-вселенцев в бассейне верхней Волги / А. Тютин, В. Вербицкий, Т.Вербицкая, Е. Медянцева // Российский журнал биологических инвазий. — 2012. — № 4. — С. 96—105.
13. *Kvach Y.* A comparative analysis of helminth faunas and infection parameters of ten species of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from north-western Black sea // Acta Ichthyologica et piscatoria. — 205. — № 35. — P. 103—110.

14. *Parasitization of invasive gobiids in the eastern part of the Central trans-European corridor of invasion of Ponto-Caspian hydrobionts* / [Kvach Y., Kornuychuk Y., Mierzejewska K., et al.,]. — *Parasitol Res.* — 2014. — № 113. — P. 1605—1624.

Н.В. Заїченко

Інститут гідробіології НАН України, Київ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАЗИТІВ БИЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (GOBIIDAE) В ДОНОРНИХ ТА НАБУТИХ АРЕАЛАХ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ

Проведено порівняльний аналіз паразитофауни бичка-кругляка (*Neogobius melanostomus*) в материнському та набутому ареалах. В умовах набутого ареалу паразитофауна представлена значно менше. В складі паразитофауни бичка, дослідженого в середній течії Дніпра, відмічено 13 видів паразитів, що характеризуються широкою гостальною специфічністю. Однак, були зареєстровані паразити, характерні для бичкових Чорного та Азовського морів. Подібна редукція фауни паразитів пояснюється рядом факторів, серед яких: зміни гідрохімічних умов, топічних характеристик місць мешкання, характеру живлення та ін.

Ключові слова: інвазія, паразитофауна, реципієнтні екосистеми

N.V. Zaichenko

Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine

COMPARATIVE ANALYSIS OF ROUND GOBY'S *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (GOBIIDAE) FAUNA OF PARASITES IN NATIVE AND NON-NATIVE AREAS OF DISTRIBUTION

A comparative analysis of round goby's parasite fauna (*Neogobius melanostomus*) in native and non-native areas of habitats are given. The Parasite fauna represented much worse in non-native areas of distribution. Parasite fauna of round goby investigated in the middle Dnieper include 13 species of parasites, which are characterized with low hostal specificity, however some typical goby Black and Azov Seas parasites have been detected. Such parasite impoverished due to several factors, including the change of hydrochemical conditions, topical characteristics of the habitat, diet and some other.

Keywords: invasion, parasites fauna, non-native ecosystems

Рекомендує до друку

Надійшла 16.09.2014

В.З. Курант

УДК 595.122:594.38:591.044

Ю.С. ІВАСЮК

Інститут гідробіології НАН України
пр-т. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

**ЕМІСІЯ ЦЕРКАРІЙ ПОШИРЕНИХ ВИДІВ ТРЕМАТОД
ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ *VIVIPARUS VIVIPARUS* (LINNÉ)
ТА *LYMNAEA STAGNALIS* (LINNÉ)**

Досліджено ритм та характер емісії церкарій трематод *Cercaria bolshewensis* Cottowa та *Opisthio glypha ranae* Froelich прісноводних молюсків *Viviparus viviparus* (Linné) та *Lymnaea stagnalis* (Linné) за оптимальних температурних умов та природнього режиму освітлення. Молюски з високим ступенем інвазії церкаріями трематод *Hypoderaeum conoideum* Bloch та *Cotylurus brevis* Dubois et Raush та середнім ступенем інвазії церкаріями трематод *C. bolshewensis* та *Furcocercaria* sp. загинули насамперед, що підтверджує вплив паразитарного

фактору на тривалість життя молюсків. Встановлено вплив освітлення на добовий ритм емісії церкарій трематод *C. bolshewensis* та *O. ranae*, що свідчить про їх пристосування до життєдіяльності та поведінки хазяїв.

Ключові слова: емісія, церкарії, прісноводні молюски

Добові ритми емісії (виходу) церкарій трематод з тіла молюска мають велике біологічне значення. Вони склались у процесі еволюції «паразито-хазяїнних» стосунків та спрямовані на забезпечення контакту церкарій з проміжними чи кінцевими хазяями, у яких відбувається їх подальший розвиток. Основними регуляторами ритму емісії вважають освітленість та температуру [3-5, 8, 14]. Наявність різноманітних поведінкових реакцій, зокрема реакція на світло, значною мірою визначає характер розподілу церкарій у біотопі та дозволяє їм потрапити у ділянки, де вірогідність контакту з хазяїном найбільш імовірна [9, 10]. Крім того, відомо, що кожному виду трематод властива власна швидкість розвитку та продукування церкарій у певних кількісних межах [4, 11, 13].

Для дослідження були обрані церкарії трематод *Cercaria bolshewensis* Cottowa та *Opisthoglyphe ranae* Froelich поширених паразитів водоплавних птахів та амфібій у водних об'єктах м. Києва.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено у лабораторних умовах у літній період 2013 р., коли партеніти трематод активно продукували церкарій [6]. При визначенні показників емісії церкарій у досліді було використано 10 екз. молюсків: 5 – *Viviparus viviparus* (Linné) та 5 – *Lymnaea stagnalis* (Linné), заражених партенітами та личинками трематод. Церкарій вивчали загальноприйнятими у гельмінтології методами: живими незабарвленими та з прижиттєвим забарвленням вітальними барвниками [4, 12]. Молюски *V. viviparus* були заражені трематодами *C. bolshewensis* та *Furcocercaria* sp. (одноразовий випадок ресстрації виду). Молюски *L. stagnalis* – *O. ranae*, *Hypoderaeum conoideum* Bloch та *Cotylurus brevis* Dubois et Raush.

Для вивчення емісії церкарій молюсків утримували поштучно у пластикових склянках об'ємом 100 мм³. Склянки з молюсками розміщали у приміщенні лабораторії. Підрахунок церкарій здійснювали цілодобово з інтервалом 2 год. Для цього воду зі склянки з церкаріями зливали у чашку Петрі. Молюсків пересаджували у склянки з чистою відстоюною водою для подальшого спостереження. Температура води протягом експерименту була +24°C, добові коливання (на 0,5–1,0°C). Церкарій підраховували за допомогою біокуляру МБС-10. Після завершення експерименту молюсків піддавали паразитологічному розтину з метою встановлення інвазії. Ступінь інтенсивності інвазії оцінювали візуально, враховуючи наступні критерії: слабка – ураження паразитами до $\frac{1}{10}$ об'єму гепатопанкреаса; помірна – від $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{2}$; сильна – більше $\frac{1}{2}$ [2, 7]. Експеримент тривав 22 доби.

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що при середній температурі води +24°C протягом експерименту незначні її добові коливання (на 0,5–1,0°C) не призводили до порушень виходу личинок, що співвідноситься зспостереженнями Г.Л. Атаєва [1]. Разом з тим, за сталого температурного режиму кількість церкарій у різних видів трематод, які виходили з молюсків, була відмінною. За однакових умов молюски, які відрізнялися середньодобовою кількістю продукування церкарій, гинули у різні терміни (табл. 1, 2), імовірно у зв'язку з погіршенням умов середовища у експерименті порівняно з природними умовами. Насамперед загинули молюски *L. stagnalis* з високим ступенем інвазії: на 2-у добу інвазовані редіями та церкаріями трематод *H. conoideum*, 4-ту добу – інвазовані трематодами *C. brevis*. На 6-ту та 8-му добу експерименту відзначено загибель молюсків *V. Viviparus*, інвазованих трематодами *Furcocercaria* sp. та *C. bolshewensis* за середнього ступеня інвазії. На 10-ту добу спостерігали загибель молюска *L. stagnalis* зі середнім ступенем інвазії спороцистоїдними трематодами *O. ranae*. Останніми, на 22-у добу, гинули *L. stagnalis*, інвазовані трематодами *O. ranae* та *V. viviparus* – *C. bolshewensis* зі слабким ступенем інвазії.

Середня кількість церкарій різних видів трематод, що виходили з інвазованих моллюсків *L. stagnalis*

| № | Висота черепа шки моллюска, мм | Вид трематод | Середня кількість церкарій, екз | | Час загибелі моллюсків, діб |
|---|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------|
| | | | 2 год. (з 12.00 до 14.00) | 1 доба | |
| 1 | 45,1 | <i>H. conoideum</i> | 128,4±49,78 | 642,0±248,91 | 2 |
| 2 | 47,6 | <i>C. brevis</i> | 408,7±114,93 | 1991,5±678,38 | 4 |
| 3 | 40,4 | <i>O. ranae</i> | 90,8±21,24 | 454,2±151,34 | 10 |
| 4 | 43,7 | <i>O. ranae</i> | 85,4±20,67 | 427,2±106,81 | 22 |
| 5 | 48,0 | <i>O. ranae</i> | 45,9±10,78 | 229,6±57,42 | 22 |

Таблиця 2

Середня кількість церкарій різних видів трематод, що виходили з інвазованих моллюсків *V. viviparus*

| № | Висота черепа шки моллюска, мм | Вид трематод | Середня кількість церкарій, екз | | Час загибелі моллюсків, діб |
|---|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------------------|
| | | | 2 год. (з 12.00 до 14.00) | 1 доба | |
| 1 | 26,2 | <i>Furcocercaria</i> sp. | 36,0±9,11 | 180,0±79,99 | 6 |
| 2 | 25,4 | <i>C. bolshevensis</i> | 53,4±14,52 | 266,9±82,43 | 8 |
| 3 | 27,9 | <i>C. bolshevensis</i> | 56,8±14,21 | 281,4±70,21 | 22 |
| 4 | 25,6 | <i>C. bolshevensis</i> | 74,6±18,65 | 373,0±93,24 | 22 |
| 5 | 27,2 | <i>C. bolshevensis</i> | 93,0±23,26 | 456,0±114,13 | 22 |

Отримані результати підтверджують вплив паразитарного фактору на тривалість життя моллюсків. Інвазовані моллюски менш витривалі, за несприятливих умов вони гинуть першими через сукупну дію паразитів та чинників водного середовища.

На рис. 1 наведено динаміку середньодобової емісії церкарій трематою *O. ranae* з організму трьох моллюсків *L. stagnalis* (№3, №4, №5).

На 1 добу експерименту у моллюска №3 емісія церкарій у середньому складала 67,0±14,2 екз/добу. У подальшому спостерігали поступове підвищення емісії та на 5 добу реєстрували перший пік зростання – до 1035±368,47 екз/добу. На 6 добу експерименту відбувся значний спад емісії, який тривав 7 та 8 добу, протягом чого вихід церкарій у середньому складав 200 екз/добу. Другий пік зростання емісії церкарій відзначали на 9 добу з максимальними значеннями до 1340 екз/добу. На 10 добу експерименту моллюск загинув.

На початку досліду (1 та 2 доба) у моллюска №4 емісія церкарій у середньому складала 182,0±45,5 та 156,0±39,0 екз/добу відповідно. Надалі з 3 по 8 добу відмічали досить високі значення емісії церкарій, які у середньому складала 600–800 екз/добу. На 10 добу експерименту відбувся значний спад емісії церкарій. На 12 добу відзначали незначне підвищення емісії церкарій до 445,0±111,2 екз/добу. З 13 доби розпочалося зниження добової емісії та на 19 добу було зареєстровано 5 екз/добу. З 20 по 22 добу експерименту емісія церкарій припинилась та на 22 добу моллюск загинув.

Моллюск №5 характеризувався меншими значеннями емісії церкарій порівняно з моллюском №4. Протягом експерименту відмічали два піки зростання емісії: на 1 та 2 добу – відповідно 371,0±92,8 та 323,0±80,7 екз/добу та 12, 13 добу – 454,0±113,5 та 445,0±110,2 екз/добу. З 14 доби емісія поступово знижувалась та на 19 добу складала 2 екз/добу. Подібно до попереднього моллюска у екземпляра №5 з 20 по 22 добу вихід церкарій припинився та на 22 добу моллюск загинув.

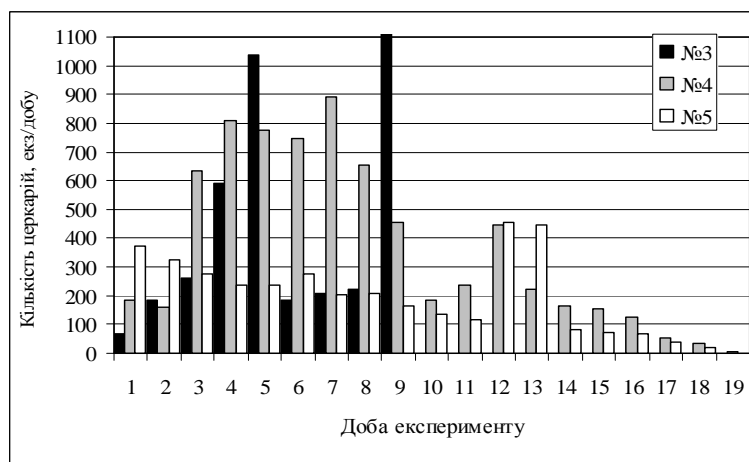


Рис. 1. Динаміка середньодобової емісії церкарій трематоди *O. ranae* з організму молюсків *L. stagnalis*

При дослідженні трематод *C. bolshewensis* у 3-х молюсків *V. viviparus* проаналізовано динаміку середньодобової емісії церкарій. Тривалість життя молюсків складала 22 доби (рис. 2). Порівнюючи добову емісію церкарій досліджуваних молюсків, слід відмітити значні коливання її значень протягом експерименту, що може бути пов'язано з індивідуальними характеристиками мікропаразитоценозів молюсків (інтенсивність інвазії партенітами, стадії зрілості церкарій та ін.).

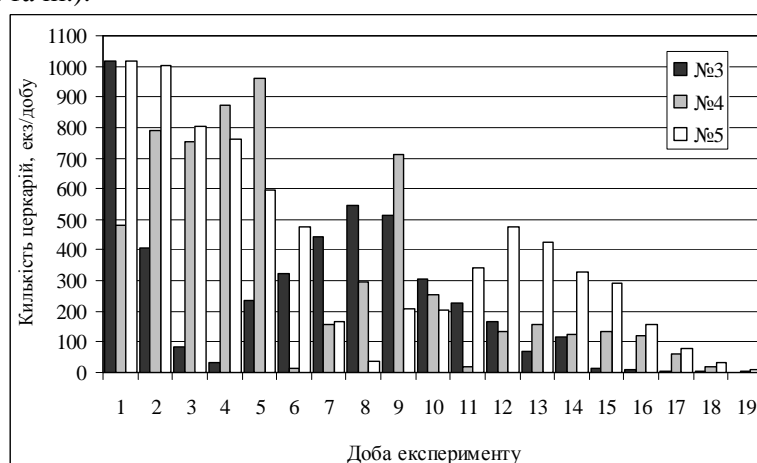


Рис. 2. Динаміка середньодобової емісії церкарій трематоди *C. bolshewensis* з організму молюсків *V. viviparus*.

У молюска №3 відмічались піки емісії на початку експерименту (1 доба – $1015,0 \pm 253,7$ екз/добу) та на 8 і 9 добу – $546,0 \pm 136,5$ і $514,0 \pm 128,5$ екз/добу відповідно. У молюска №4 піки добової емісії церкарій фіксували на 5 добу – $963,0 \pm 240,7$ екз/добу та 9 добу – $710,0 \pm 177,5$ екз/добу. У молюска №5 пік емісії припадав на початок експерименту 1 і 2 доба $1018,0 \pm 254,5$ і $1003,0 \pm 250,7$ екз/доба та на 12 добу – $477,0 \pm 68,1$ екз/доба.

На 19 добу експерименту у молюска №3 емісія церкарій припинилася, у молюска №4 було відмічено 5 екз/добу, у молюска №5 – 10 екз/добу. З 20 по 22 добу емісія церкарій припинилася у всіх молюсків, на 22 добу молюски загинули.

Необхідно відзначити, що за 1–2 доби до загибелі молюски *L. stagnalis* та *V. viviparus* були мало активними та переставали споживати корм.

Встановлено, що при стабільності зовнішніх умов, вихід церкарій може щоденно коливатися. При цьому після особливо інтенсивного виходу, як правило, настає стадія затухання процесу і кількість виділених церкарій різко знижується. Спостереження в лабораторних умовах та у природі показують, що періоди інтенсивного виходу, які тривають

іноді тижнями, обов'язково змінюються періодами спокою, під час яких виділення церкарій знижується до мінімуму або зовсім припиняється. Така періодичність обумовлена типом та характером розмноження партеніт і залежить від фізіологічного стану хазяїна та від впливу абіотичних факторів середовища [3, 4, 5].

Дослідження показали флуктуації емісії церкарій, які не співпадають у різних молюсків-хазяїв, діапазон між максимальною кількістю личинок, що виходили складав 5–13 діб. Відмічено коливання інтенсивності виходу церкарій протягом доби у обох видів трематод. Так, на прикладі церкарій трематоли *C. bolshevensis* відмічено, що зранку (з 8 по 10 год.) емісія була досить низька – у середньому від 5 до 120 екз. залежно від досліджуваного молюска (рис. 3).

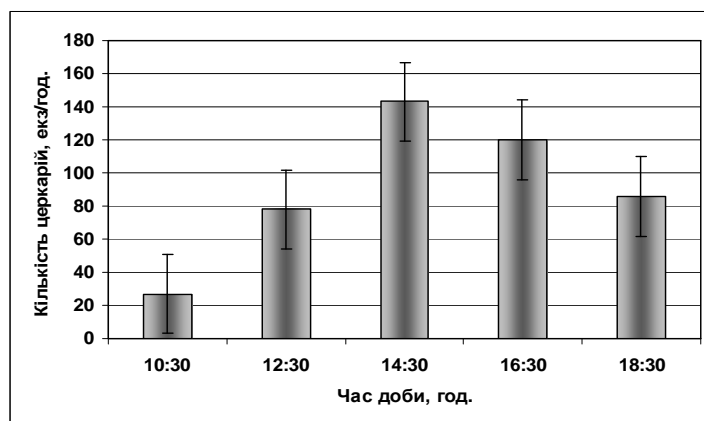


Рис. 3. Добовий ритм емісії церкарій трематоли *C. bolshevensis* з організму молюсків *V. viviparus*.

Надалі вона поступово зростала і найвищі значення реєстрували з 13 по 16 год., в подальшому процес виходу церкарій спадав і майже повністю припинявся у вечірні години. Це свідчить про вплив у даному експерименті одного з основних факторів, які регулюють ритм виходу церкарій, – рівень освітлення.

Добовий ритм емісії церкарій трематоли *O. ranae* був відмінним. Максимальні значення реєстрували зранку. В подальшому були незначні коливання чисельності церкарій, але вихід церкарій поступово спадав і увечері повністю припинявся (рис. 4).

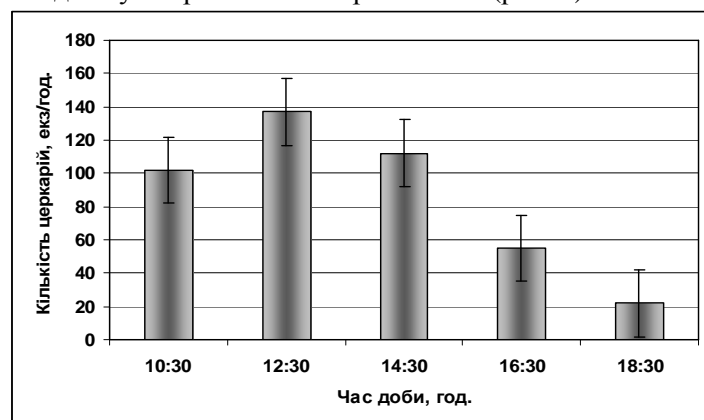


Рис. 4. Добовий ритм емісії церкарій трематод *O. ranae* з організму молюсків *L. stagnalis*.

З літератури [4] відомо, що характер таксисів церкарій трематоли *O. ranae* пов'язаний з добовими вертикальними міграціями їх другого проміжного хазяїна – пуголовка. У стоячих водоймах, де мешкають пуголовки, у придонному шарі води зазвичай відмічається дефіцит кисню, досить значний зранку (вміст кисню від 0,4 до 1,5 мг/л). Такий кисневий режим згубний для пуголовок, тому зранку вони завжди піднімаються до поверхні водойми. Вихід церкарій *O.*

ranae з моллюска співпадає з цим, а їх таксиси (негативний гео- та позитивний фото-) забезпечують контакт паразита та хазяїна. Даний факт пояснює високі значення емісії церкарій трематоди *O. ranae* у першій половині дня та значне зниження або припинення емісії у другій половині дня.

Дослідження особливостей ритму та характеру емісії церкарій трематод, врахування сумарної чисельності розселювальних личинок, їх біомаси, а також характеру взаємодії з іншими компонентами біоценозу дозволяють зрозуміти ступінь участі трематод, за рахунок їх розселювальних стадій, у трофічних ланцюгах екосистеми.

Висновки

1. Отримані результати підтверджують вплив паразитарного фактору на тривалість життя моллюсків.
2. При стабільності зовнішніх умов вихід церкарій може щоденно коливатися.
3. При середній температурі води +24°C впродовж експерименту незначні її добові коливання (на 0,5–1,0°C) не призводили до порушень виходу личинок.
4. Встановлено вплив освітлення на добовий ритм емісії церкарій трематод *C. bolshevensis* та *O. ranae*.
5. Максимальна емісія церкарій, як правило, співпадає з періодом найбільшої активності хазяїв, що вказує на пристосування паразита до їх життєдіяльності і поведінки.

1. Атаев Г.Л. Влияние температуры на развитие и биологию редий и церкарий *Philophthalmus rhionica* (Trematoda) / Г.Л. Атаев // Паразитология, 1991. — Т. 25. — Вып. 4. — С. 349—359.
2. Василенко О.М. Екологія живлення ставковиків (*Mollusca, Pulmonata, Lymnaeidae*) Центрального Полісся: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / О.М. Василенко. — Чернівці, 2008. — 20 с.
3. Гаевская А.В. Влияние освещенности и температуры воды на выход некоторых видов церкарий из черноморских моллюсков / А.В. Гаевская // Гидробиол. журн. — 1972. — № 5. — С. 104—105.
4. Гинецинская Т.А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция / Т.А. Гинецинская. — Л.: Наука, 1968. — 411 с.
5. Житова О. Вплив температури середовища на емісію церкарій трематод / О. Житова // Вісник Львівського ун-ту. Серія: біологічна. — 2011. — Вип. 57. — С. 181—189.
6. Івасюк Ю.С. Прісноводні черевоні моллюски та їх трематоди як складові донних угруповань: дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.17 – гідробіологія/ Івасюк Юлія Сергіївна. — К., 2014. — 143 с.
7. Киричук Г.Е. Влияние трематодной инвазии и ионов цинка водной среды на особенности гистометрии гемцитов и некоторые гематологические показатели *Planorbarius purpura* (Gastropoda: Pulmonata: Bulinidae) / Г.Е. Киричук, А.П. Стадниченко // Паразитология. — 2010. — Т. 44. — Вып. 1. — С. 61—69.
8. Прокофьев В.В. Влияние температуры и освещенности воды на ритм суточной эмиссии церкарий *Podocotyle atomon* (Trematoda: Opencolidae) / В.В. Прокофьев // Паразитология. — 1996. — Т. 30. — Вып. 1. — С. 32—38.
9. Прокофьев В.В. Реакция на свет церкарий морских литоральных трематод *Renicola thaidus* (Trematoda: Rencolidae) / В.В. Прокофьев // Паразитология. — 2001. — Т. 35. — Вып. 5. — С. 429—435.
10. Прокофьев В.В. Характер вертикального распределения в толще воды церкарий трематод *Cryptocotyle concavum* (Heterophyidae) и *Maritrema subdolum* (Microphallidae) / В.В. Прокофьев // Паразитология. — 2003. — Т. 37. — Вып. 3. — С. 207—215.
11. Соусь С.М. Сезонная динамика суточной продукции и ритма выхода церкарий *Diplostomum volvens* Nordman, 1832 из моллюсков рода *Lymnaea* в озерах Карасукской системы / С.М. Соусь // Паразитология. — 2005. — Т. 39. — Вып. 1. — С. 66—72.
12. Черногоренко М.И. Личинки трематод в моллюсках Днепра и его водохранилищ / М.И. Черногоренко. — Киев: Наук. думка, 1983. — 410 с.
13. Черногоренко М.И. Периодичность, суточный ритм и экологические факторы, влияющие на выход церкарий / М.И. Черногоренко // Гидробиол. журн. — 1982. — Т. 18, № 3. — С. 71—79.
14. Williams C.L. Comparison of the rhythmic emergence of *Schistosoma mansoni* cercariae from *Biomphalaria glabrata* in different lighting regimens / C.L. Williams, W.S. Wessels, D.E. Gilbertson // J. Parasitol. — 1984. — Vol. 70. — № 3. — P. 450—452.

Ю.С. Івасюк

Інститут гідробіології НАН України, Київ

ЭМИССИЯ ЦЕРКАРИЙ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВИДОВ ТРЕМАТОД ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ *VIVIPARUS VIVIPARUS* (LINNÉ) И *LYMNAEA STAGNALIS* (LINNÉ)

Исследовали ритм и характер эмиссии церкарий трематод *Cercaria bolshewensis* Cottowa и *Opisthioglyphe ranae* Froelich пресноводных моллюсков *Viviparus viviparus* (Linné) и *Lymnaea stagnalis* (Linné) при оптимальных температурных условиях и природном режиме освещения. Моллюски с высокой степенью инвазии церкариями трематод *Hypoderaeum conoideum* Bloch и *Cotylurus brevis* Dubois et Raush и средней степенью инвазии церкариями трематод *C. bolshewensis* и *Furcocercaria* sp. погибли в первую очередь. Это подтверждает влияние паразитического фактора на продолжительность жизни моллюсков. Установлено влияние освещенности на суточный ритм эмиссии церкарий трематод *C. bolshewensis* и *O. ranae*, что указывает на их приспособление к образу жизни и поведению хозяев.

Ключевые слова: эмиссия, церкарии, пресноводные моллюски

I.S. Ivasiuk

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine

CERCARIAE EMISSION OF WIDESPREAD TREMATODES SPECIES OF FRESHWATER MOLLUSKS *VIVIPARUS VIVIPARUS* (LINNÉ) AND *LYMNAEA STAGNALIS* (LINNÉ)

Rhythm and character of the cercariae emission of trematodes *Cercaria bolshewensis* Cottowa and *Opisthioglyphe ranae* Froelich of freshwater mollusks *Viviparus viviparus* (Linné) and *Lymnaea stagnalis* (Linné) within optimal conditions of temperature and natural lighting mode was experimentally studied. Mollusks with a high degree of cercariae infestation of trematodes *Hypoderaeum conoideum* Bloch and *Cotylurus brevis* Dubois et Raush and an average degree of cercariae infestation of trematodes *S. bolshewensis* and *Furcocercaria* sp. died in the first place. This fact confirms the influence of parasitic factors on duration life of mollusks. The influence of light on the daily rhythm of cercariae emission of trematodes *C. bolshewensis* and *O. ranae*, that indicates their adaptation to the lifestyle and behavior of the hosts was determined.

Keywords: emission, cercariae, freshwater mollusks

Рекомендує до друку

Надійшла 19.09.2014

В.З. Курант

УДК [(582.232:581.132):556.114] (282.247.32)

А.В. КУРЕЙШЕВИЧ, В.П. ГУСЕЙНОВА

Інститут гідробіології НАН України

пр.-т Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

**ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ *MICROCYSTIS AERUGINOSA* KÜTZ.
EMEND. ELENK. НА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ**

Досліджено вплив збільшення мінералізації зразків дніпровської води, відібраної під час домінування основного збудника її «цвітіння» синьозеленими водоростями *Microcystis aeruginosa* з 0,5 до 1; 2; 4 та 7 г/дм³ на його кількісні показники, вміст хлорофілу *a*, феопігментів та інтенсивність фотосинтезу фітопланктону. Встановлено, що інгібуючий вплив мінералізації 2-4 г/дм³ на *Microcystis aeruginosa* порівняно невеликий. Найбільш значне пригнічення його розвитку відзначено при солоності 7 г/дм³.

Ключові слова: мінералізація, фітопланктон, *Microcystis aeruginosa*, фотосинтез, пігменти

Аналіз літературних даних свідчить, що в багатьох континентальних водоймах світу в багаторічному аспекті, поряд зі зміною складу біогенних елементів у воді, спостерігається підвищення рівня її мінералізації і зміна йонного складу. Такі тенденції відзначені в Ісаківському водосховищі на Донбасі, водосховищах Волги, її нижній течії і дельті [1, 5, 13]. Загальною тенденцією зміни сольового складу води у Волзі є перехід природних карбонатно-кальцієвих вод в сульфатно-хлоридно-натрієві.

Мінералізація води в водосховищах дніпровського каскаду за період 1965-1994 рр. зросла на 50-60% [7]. В ній збільшився вміст хлорид-йонів, сульфат-йонів і концентрації лужних металів, при одночасному зниженні частки гідрокарбонатів і кальцію. Мінералізація води в притоках Дніпра вже перевищила класичну межу мінералізації річкової води – 200 мг/дм³, і в більшості випадків її значення для річкової води коливаються в межах 500-1000 мг/дм³, досягаючи в окремих водотоках 1000-2000 мг/дм³ (річки Стугна, Красна, Самара).

Синьозелені водорості (Cyanophyta, Cyanoprokaryota, Cyanobacteria) – в переважній більшості прісноводні організми, однак серед них є види, які здатні розвиватися в ультрагалінних водоймах [3, 11]. Наявні літературні відомості про відношення прісноводних синьозелених водоростей – збудників «цвітіння» води – до підвищення її мінералізації суперечливі. В експериментах з водою з солоного озера Шири (Сибір) умови водного середовища з підвищеною мінералізацією води виявилися більш прийнятними для діатомових водоростей (*Cyclotella tuberculata* Makarova et Loginova), а зі зниженою – для синьозелених (*Microcystis pulverea* (Wood) Forti), *M. ichthyoblabe* Kütz.) [8]. Одні автори [16] вказували, що *Microcystis aeruginosa* менш чутливий порівняно з деякими видами зелених водоростей до підвищення солоності води. З іншого боку відзначено [20], що з її збільшенням спостерігається інгібування розвитку цього виду.

Враховуючи тенденцію підвищення мінералізації води і зміни співвідношення основних йонів в дніпровських водосховищах [7], суттєвий інтерес представляє з'ясувати, як впливає збільшення рівня мінералізації води на функціонування і формування фітопланктону з домінуванням *Microcystis aeruginosa* – основного збудника «цвітіння» води синьозеленими водоростями. Інтерес до такого роду досліджень важливий також і в практичному аспекті при використанні методів обмеження розвитку *Microcystis aeruginosa* у невеликих декоративних водоймах.

Матеріал і методи досліджень

Проби води для досліджень відбирали з верхньої ділянки Канівського водосховища у літній сезон під час домінування *Microcystis aeruginosa*.

Мінералізація води у відібраній пробі складала 517,0 мг/дм³.

Для експериментів використовували скляні акваріуми об'ємом 10 дм³. Збільшення мінералізації води було досягнуто шляхом внесення добавок NaCl в чотири акваріуми (п'ятий був контролем). Після цього мінералізація води складала в першому акваріумі – 1,0 г/дм³, у другому – 2,0 г/дм³, у третьому – 4,0 г/дм³, у четвертому – 7,0 г/дм³.

Акваріуми з фітопланктоном витримували у прохолодному місці в природних умовах освітлення (не вище 15 тис. лк) протягом 8 діб.

Після 17-ти годинної експозиції фітопланктону в умовах різної солоності води з кожного акваріума в кисневі склянки відбирали проби для визначення інтенсивності фотосинтезу та деструкції органічної речовини склянковим методом у кисневій модифікації [18]. Склянки експонували у ранкові часи на протязі 3 год. у природних умовах сонячного освітлення (7–30 тис. лк) у великому низькому акваріумі з оргскла, заповненому водою, на глибині 18–20 см. Температуру води в акваріумі підтримували у межах 20,4–20,6 °С.

На 4 та 8 добу в дослідях визначали вміст хлорофілу *a*, продуктів його руйнування – феопігментів стандартними екстрактними спектрофотометричними методами [12], чисельність та біомасу фітопланктону. Чисельність водоростей оцінювали за допомогою мікроскопа МБІ-3У42 в камері Нажотта (об'єм 0,02 см³). Біомасу фітопланктону визначали розрахунковим об'ємним методом [17]. Всі досліджувані показники визначали у трьох повторностях.

Результати досліджень та їх обговорення

У відібраній пробі води загальна чисельність фітопланктону складала 180 тис. кл/дм³, біомаса – 19,794 мг/дм³. За чисельністю та біомасою домінував *Microcystis aeruginosa* (88,9% та 64,5% від загальних показників відповідно).

Отримані дані свідчать про інтенсивний фотосинтез фітопланктону у контрольному варіанті досліду (табл. 1), причиною чого були, на наш погляд, велика біомаса водоростей, а також погодні умови, що характеризувалися відсутністю дуже яскравого сонячного освітлення (навпаки, спостерігався легкий туман). При мінералізації 1 г/дм³ відзначена стимуляція чистого фотосинтезу (збільшення вказаного показника у 1,4 рази у порівнянні з контролем). При більш високих значеннях мінералізації (2, 4 та 7 г/дм³) чистий фотосинтез був нижчим, ніж в контролі (у 1,25; 1,2; 1,8 рази відповідно). Величини деструкції органічної речовини в різних варіантах досліду мало відрізнялися між собою, що могло бути пов'язано з короткостроковістю експозиції (3 години).

Звертають на себе увагу дуже високі значення відношення валової продукції до деструкції (A/R) в контролі та в усіх варіантах досліду при інтенсивному фотосинтезі. Причиною цього могло бути пригнічення бактеріальної деструкції органічної речовини біологічно активними екзометаболітами фітопланктону, зокрема гліколевою кислотою [9]. Як відомо, максимальну її кількість водорості виділяють під час інтенсивного фотосинтезу у ранкові години, мінімальне – вночі [14].

Тому, враховуючи цей факт, а також те, що фотосинтез здійснюється тільки в світлий час доби, а деструкція цілодобово, відношення A/R, розраховане для короткострокових експозицій у ранкові часи, істотно вище, ніж для добових.

Таблиця 1

Продукція фітопланктону і деструкція органічної речовини в пробах фітопланктону з домінуванням *Microcystis aeruginosa* при збільшенні солоності води

| Σ йонів, | мг O ₂ /дм ³ | | | A/R |
|---------------|------------------------------------|-----------|------|------|
| | P | R | A | |
| Контроль, 0,5 | 5,22±0,07 | 0,38±0,01 | 5,60 | 14,7 |
| 1 | 5,95±0,09 | 0,32±0,02 | 6,26 | 19,5 |
| 2 | 4,16±0,18 | 0,35±0,04 | 4,51 | 12,9 |
| 4 | 4,20±0,10 | 0,38±0,05 | 4,54 | 11,9 |
| 7 | 2,96±0,09 | 0,40±0,03 | 3,36 | 8,4 |

Примітки: P, A – відповідно чиста і валова продукція, R – деструкція органічної речовини

Отримані результати (табл. 2) показали, що поряд зі стимуляцією (при сумі йонів 1 г/дм³) і істотним пригніченням (при 7 г/дм³) фотосинтезу фітопланктону з домінуванням *Microcystis aeruginosa* відзначені також зміни у складі та вмісті пігментів. Так, при сумі йонів 1 г/дм³ спостерігалася деяке підвищення вмісту «чистого» хлорофілу *a* у порівнянні з контролем і значне зменшення кількості продуктів його руйнування (феопігментів). Це може бути пов'язано з позитивним впливом невеликих добавок натрію на функціонування планктонних водоростей, так як він відіграє важливу роль у транспорті йонів через клітинні мембрани, підтриманні мембранного потенціалу, активації ряду ферментів [19, 21].

У всіх інших варіантах досліду через 4 доби експозиції фітопланктону за умов підвищеної солоності води спостерігалася невелике зниження вмісту «чистого» хлорофілу *a* у порівнянні з контролем. Ці зміни посилилися через 8 діб після початку експерименту. При мінералізації 4–7 г/дм³ спостерігалася також підвищення вмісту феопігментів у порівнянні з контролем, що свідчило про деструкцію хлорофілу *a*.

Деякі характеристики пігментів фітопланктону з домінуванням *Microcystis aeruginosa* при збільшенні солоності води

| ∑ іонів, г/дм ³ | Хл. <i>a</i> , мкг/дм ³ | Фео., мкг/дм ³ | Фео., % від суми з хл. <i>a</i> |
|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Через 4 доби | | | |
| Контроль, 0,5 | 100,1±4,9 | 70,0±5,9 | 41,1 |
| 1 | 123,2±4,1 | 57,2±3,5 | 31,7 |
| 2 | 108,1±4,7 | 86,9±6,3 | 44,6 |
| 4 | 106,0±6,2 | 77,5±7,1 | 42,2 |
| 7 | 105,7±4,4 | 75,2±4,9 | 41,6 |
| Через 8 діб | | | |
| Контроль, 0,5 | 81,5±5,4 | 65,5±5,7 | 44,6 |
| 1 | 99,0±6,5 | 83,1±8,2 | 45,6 |
| 2 | 69,2±8,1 | 75,3±5,2 | 52,1 |
| 4 | 72,5±5,3 | 115,3±8,1 | 61,4 |
| 7 | 55,2±1,5 | 105,9±2,4 | 65,7 |

Через 8 діб у контролі і у всіх варіантах експерименту з підвищеною солоністю води, як і раніше, домінував *Microcystis aeruginosa*. Його біомаса в контролі (19,794 мг/дм³) практично не змінилася у порівнянні з вихідною пробою води (21,831 мг/дм³). Збільшення суми йонів у воді до 1 г/дм³ сприяло підвищенню чисельності і біомаси *Microcystis aeruginosa* у порівнянні з контролем (рисунок.). При мінералізації 2 і 4 г/дм³ його чисельність і біомаса були порівнянні з останнім і тільки підвищення суми йонів до 7 г/дм³ викликало істотне зниження цих показників (приблизно в 2,5 рази в порівнянні з контролем).

Таким чином, представлені дані свідчать, що підвищення рівня мінералізації дніпровської води шляхом збільшення солоності приблизно в 2 рази призводить до стимуляції розвитку *Microcystis aeruginosa*. Мінералізація 2 і 4 г/дм³ істотно не впливає на його кількісні показники. Це пояснює інтенсивну вегетацію *Microcystis aeruginosa* в лиманах в літній сезон, коли солоність води в середньому становить 4 ‰ [4, 6]. У той же час при мінералізації 7 г/дм³ спостерігається зниження інтенсивності фотосинтезу фітопланктону з домінуванням *Microcystis aeruginosa*, вмісту хлорофілу *a* в одиниці об'єму води і кількісних показників мікроциста.

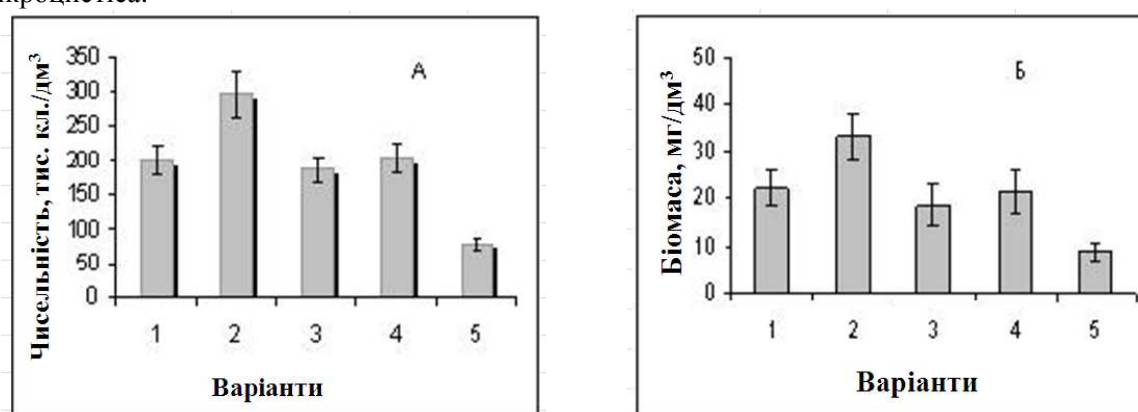


Рисунок. Динаміка зміни чисельності (А) і біомаси (Б) *Microcystis aeruginosa* через 8 діб експозиції за умов підвищеної мінералізації води: 1 – контроль (мінералізація 0,5 г/дм³), 2, 3, 4, 5 – дослідні варіанти (мінералізація 1, 2, 4, 7 г/дм³ відповідно).

Як відомо [11], при збільшенні солоності води спостерігається збіднення видового складу синьозелених водоростей. Однак у пересолених водоймах зустрічається все ще значна кількість

видів Cyanophyta. У досліджених водоймах придніпровського лісостепу деякі види синьозелених водоростей, наприклад, *Oscillatoria tambi* Woronich., *O. lloydiana* Gom., *Microcoleus chthonoplastes* (Fl. Dan.) Thur. знайдені у водоймах з дуже високою концентрацією солей (380 г/дм³). Однак у цих умовах спостерігалися морфологічні зміни: в трихомах зустрічалась велика кількість плазмолізованих клітин, а вміст клітин *Oscillatoria lloydiana* був безбарвним з підвищеною зернистістю [11]. Знебарвлення клітин свідчить про зменшення вмісту хлорофілу.

Однією з причин цього може бути те, що при підвищених концентраціях хлориду натрію порушується функціонування Н⁺-АТФазної помпи плазмалеми і інгібується надходження нітрату в клітини водоростей [2]. Обмеження проживання прісноводних водоростей у водах з невластивою їм солоністю пов'язують також з неоднаковою здатністю клітин регулювати осмотичний тиск і вирівнювати його відповідно до осмотичного тиску водного середовища [15]. Солоність 8-10 ‰ може бути критичною для прісноводних і солонуватоводних видів, і її слід розглядати як кордон пригирлового простору для фітопланктону [10]. Пройти сольовий бар'єр можуть фізіологічно активні рослинні клітини, що пристосувались до нових умов існування у водах із зростаючою солоністю, не втратили здатності до поділу.

Враховуючи отримані в наших експериментах дані про підвищену чутливість *Microcystis aeruginosa* до солоності приблизно 7 ‰, доцільно рекомендувати штучне її збільшення до 10 ‰ і вище в невеликих водоймах (ставках) для обмеження інтенсивності «цвітіння» води, що викликається цим видом. У літературі є відомості про те, що підвищення солоності неодноразовим внесенням солі в мілководний ветленд, в який потрапляють очищені стоки (приблизно до 10 ‰), пригнічувало розвиток *Microcystis aeruginosa*, але не позначалося негативно на інших гідробіонтах [20].

Висновки

1. Фітопланктон з домінуванням *Microcystis aeruginosa* позитивно реагує на підвищення мінералізації дніпровської води вдвічі (до 1 г/дм³), що знаходить відображення в збільшенні його чисельності та біомаси, посиленні інтенсивності фотосинтезу, підвищенні вмісту хлорофілу *a* і зменшенні кількості продуктів його руйнування.
2. Інгібуючий вплив мінералізації 2-4 г/дм³ на розвиток *Microcystis aeruginosa* порівняно невеликий. Найбільш значне пригнічення його росту відзначено при солоності 7 г/дм³, яка є критичною для багатьох прісноводних видів водоростей.
3. Враховуючи отримані в наших експериментах дані про підвищену чутливість *Microcystis aeruginosa* до солоності приблизно 7 ‰, доцільно рекомендувати штучне її збільшення до 10 ‰ і вище в невеликих водоймах (ставках) для обмеження інтенсивності «цвітіння» води, що викликається цим видом.

1. *Влияние антропогенных факторов на содержание биогенных элементов и солевой состав водохранилищ Волги* / [Драчёв С.М., Былинкина А.А., Трифонова Н.А., Кудрявцева Н.А.] // Биол. продукц. процессы в бассейне Волги. — Л.: Наука, 1976. — С. 18—24.
2. *Влияние повышенных концентраций NaCl на функционирование систем активного транспорта плазмалеммы клеток пресноводных*. [Юрин В.М. Кудряшов А.П., Кореньков А.Э., Уласевич Т.В.] — Минск-Нарочь, 2003. — С. 224—227. — (Тр. Междун. науч. конф. „Озёрные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды“.)
3. *Водоросли* (справочник) / [С П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др.]. — К.: Наук. думка, 1989. — 604 с.
4. *Гидробиологический режим Днестра и его водоёмов* / [Л.А. Сиренко, Н.Ю. Евтушенко, Ф.Я. Комаровский и др.]. — К.: Наук. думка, 1992. — 352 с.
5. *Гидрохимический режим Иваньковского водохранилища в 1984–1985 гг.* / [Былинкина А.А., Калинина П.А., Генкал Л.Ф., Петухова Л.А.] // Формирование и динамика полей гидрологических и гидрохимических характеристик во внутренних водоёмах и их моделирование. — СПб: Гидрометеоздат, 1993. — С. 183—204.
6. *Днепровско-Бугская эстуарная экосистема* / [В.Н. Жукинский, Л.А. Журавлёва, А.И. Иванов и др.]. — К.: Наук. думка, 1989. — 235 с.

7. Журавлева Л. А. Многолетние изменения минерализации и ионного состава воды водохранилищ Днепра / Л. А. Журавлева // Гидробиол. журн. — 1998. — Т. 34, № 4. — С. 88—96.
8. Зотина Т.А. Влияние минерализации на фитопланктон соленого озера Шира (Республика Хакассия) / Зотина Т.А., Дегерменджи А.Г. // Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод. — Ярославль: Изд-во РАН, 1996. — С. 41—42.
9. Курейшевич А.В. Влияние биологически активных экзометаболитов водорослей на деструкцию органического вещества / А.В. Курейшевич // Гидробиол. журн. — 2006. — Т. 42, № 4. — С. 49—56.
10. Нестерова Д.А. Районирование северо-западной части Чёрного моря по составу фитопланктона / Д.А. Нестерова // Экология моря. — 2001. — Вып. 55. — С. 23—27.
11. Приходькова Л.П. До вивчення розподілу синьо-зелених водоростей в ефемерних водоймах Присивашся залежно від ступеня солоності води / Л.П. Приходькова // Укр. бот. журн. — 1971. — Т. 28, № 24. — С. 415—418.
12. Сиренко Л.А. Определение содержания хлорофилла *a* в планктоне пресноводных водоемов / Сиренко Л.А., Курейшевич А.В. — Киев: Наук. думка, 1982. — 51 с.
13. Тарасов М.Н. Гидрохимия Нижней Волги при зарегулировании стока (1935–1980 гг.) / М.Н.Тарасов, Бесчетнова Э.И. // Гидрохимические мат-лы. — Вып. 101. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 120 с.
14. Тиберкевич Н.Я. Суточная динамика гетеротрофных бактерий / Н.Я. Тиберкевич // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 2. — С. 193—200.
15. Финенко З.З. Рост и скорость деления водорослей в лимитированных объёмах / Финенко З.З., Ланская Л.А. // Экологическая физиология морских планктонных водорослей. — К.: Наук. думка, 1971. — С. 22—49.
16. Шулиене Р.И. Экология фитопланктона в заливе Куршю-Марес / Шулиене Р.И., Марчюлене Д.П., Юнкавичюте Г.Ю. // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. 15, № 6. — С. 53—57.
17. Щербак В.І. Методи дослідження фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. — Київ, 2002. — С. 41—47.
18. Щербак В.І. Методи визначення первинної продукції угруповань водоростей різних екологічних груп. // Методологія гідроекологічних досліджень. — Київ, 2004. — С. 14—26.
19. Algal nutrition. [Kaplan D., Richmond A.E., Dubinsky Z., Aronson S.] // Handbook of microalgal mass culture / Ed. A. Richmond. — Boca Raton: CRS Press, 1986. — P. 147—198.
20. Harding W.R. Eradication of freshwater cyanobacterial (*Microcystis aeruginosa*) bloom causing accumulation of hepatotoxin in marine filter feeders (*Choromytilus meridionalis* and *Mytilus galloprovincialis*) / Verh. Int. Ver. theor. and angew. Lymnol. — 2001. — Vol. 27, N 4. — P. 2120—2123.
21. Glass A.D.M. Plant Nutrition. An introduction to current concepts. — Boston/Portola Valley: Jons a. Bartlett Publishers, 1989. — 234 p.

А.В. Курейшевич, В.П. Гусейнова

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ *MICROCYSTIS AERUGINOSA* KÜTZ. EMEND. ELENK. НА УВЕЛИЧЕНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ

Исследовано влияние увеличения минерализации образцов днепровской воды (с 0,5 до 1; 2; 4 и 7 г/дм³) на количественные показатели, содержание хлорофилла *a*, феопигментов и интенсивность фотосинтеза фитопланктона. Пробы отбирались во время доминирования *Microcystis aeruginosa* – основного возбудителя «цветения» воды синезелеными водорослями. Установлено, что при минерализации 1 г/дм³ наблюдалось стимулирование чистого фотосинтеза. Отмечено незначительное ингибирующее влияние минерализации 2-4 г/дм³ на *Microcystis aeruginosa*. Наиболее существенное угнетение его развития отмечено при 7 г/дм³.

Ключевые слова: минерализация, фитопланктон, Microcystis aeruginosa, фотосинтез, пигменты

A.V. Kureyshevich, V.P. Guseynova

Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine

THE PECULIARITIES OF REACTION OF *MICROCYSTIS AERUGINOSA* KÜTZ. EMEND. ELENK. ON THE INCREASING OF MINERALIZATION LEVEL

The effect of increasing of the mineralization on the water samples from the Dnieper River (from 0.5 to 1, 2, 4 and 7 g/dm³) on quantitative parameters, the content of chlorophyll *a*, phaeopigments and

the rate of photosynthesis of phytoplankton was investigated. The sampling was carried out during the period of dominance of *Microcystis aeruginosa* – the main agent of "blooming" by blue-green microalgae. It is revealed that the mineralization of 1 g/dm³ stimulates of "clear" photosynthesis. The inhibitory effect of salinity 2-4 g/dm³ on *Microcystis aeruginosa* was insignificant. The most significant inhibition of a development of algae was detected at 7 g/dm³.

Keywords: mineralization, phytoplankton, Microcystis aeruginosa, photosynthesis, pigments

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 23.09.2014

УДК 574.5 (262.5.05)

Е.В. СОКОЛОВ

Институт морской биологии Национальной академии наук Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125

ИНТЕГРАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА

Дана оценка гидролого-морфологических свойств Тилигульского лимана, определяющих природную устойчивость к антропогенному воздействию. Рассмотрены особенности автотрофного процесса гидроэкосистемы водоема. Приведена оценка антропогенной нагрузки на экосистему лимана.

Ключевые слова: Тилигульский лиман, водосборная площадь, первичнопродукционный процесс, природопользование

Экосистема Тилигульского лимана (ТЛ) является одним из наиболее ценных региональных резерватов высокого биологического разнообразия северо-западного Причерноморья. Особенности геоморфологического строения – извилистая береговая линия, удлинённость водного ложа, многочисленные песчаные отмели, устья балок и малых рек привели к формированию мощной контактной зоны между побережьем и акваторией ТЛ. Выраженное проявление экотонных свойств ТЛ обусловило многообразие биотопических комплексов и ландшафтно-биоценотической структуры его экосистемы.

В последние десятилетия природные условия водоёма претерпели существенные изменения в результате нерациональной хозяйственной деятельности на водосборной площади лимана, к которой в первую очередь можно отнести: повсеместную распашку земель с использованием минеральных удобрений и пестицидов; использование прибрежных природных ландшафтов в естественном виде: пастбища, сенокосы, рекреация и т.д.; масштабную дачную и селитебную застройку побережий без централизованной канализационной системы; зарегулирование водотоков лимана (рек и балок) прудами.

Публикации последних лет содержат данные по отдельным аспектам экосистемы ТЛ: гидрологии и морфометрии, гидрохимии и биологии [2, 11]. Однако в настоящее время не произведена целостная оценка водной экосистемы и водосборного бассейна ТЛ.

Целью работы является оценка гидролого-морфометрических особенностей экосистемы Тилигульского лимана, уровня первично-продукционного процесса и антропогенной преобразованности природных условий водосборного бассейна, с применением методологии системного подхода, методов интегрально-диагностической оценки и требований Водной Рамочной Директиве ЕС.

Матеріал и методи досліджень

В роботу вошли дані спостережень, виконані в період 2010-2012 гг. на стаціонарних станціях (рис. 1), а також матеріали, отримані на основі даних дистанційного зондування Землі и літературних свідчень.

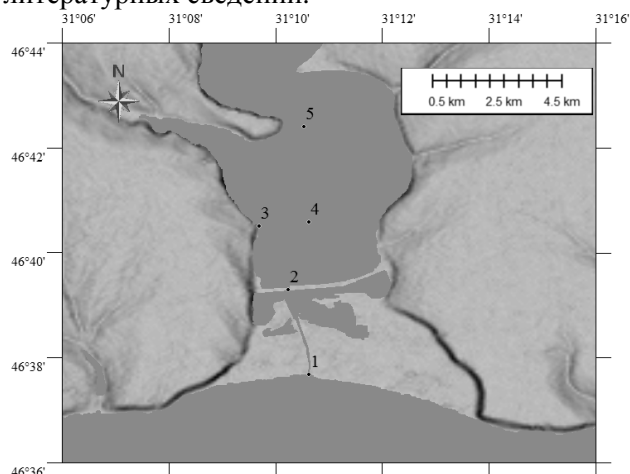


Рис. 1. Схема розміщення опорних пунктів отбору проб на Тилигульському лимані: 1 – прилеглоюча частина моря; 2 – южна частина лимана - пересыпь; 3 – с. Кошары; 4 – южна котловина лимана; 5 – «Коса стрелка»

Морфометрические характеристики водоёма были получены на основе данных SRTM, с помощью измерений в ГИС программах Global mapper v14, ArcGis v10, а так же в полевых исследованиях с использованием навигационного прибора GPS Garmin. Гидрофизические параметры измерялись с помощью солемера ГМ 65, поверхностного термометра в оправе Шпинглера, гидрометрической вертушки, оптического нивелира. Стоковые характеристики водосбора рассчитывались в соответствии с нормативным документом СНиП 2.01.14-83 [10]. Для определения гидрологических величин по разным группам водности (маловодной, средневодной, многоводной) использовались кривые обеспеченности осадков и испарения, которые строились в программе Stokstat (рис. 2). Данные по гидрометеорологическим величинам (осадки, испарение) были взяты с м/ст. Одесса-ГМО и Болград. Для расчёта испарения были введены поправочные коэффициенты на солёность воды в лимане. Внутригодовое распределение стока рассчитывалось по материалам наблюдений гидрологических ежегодников (среднемесячных измерений расходов воды за 28 лет, всего 336 значений).

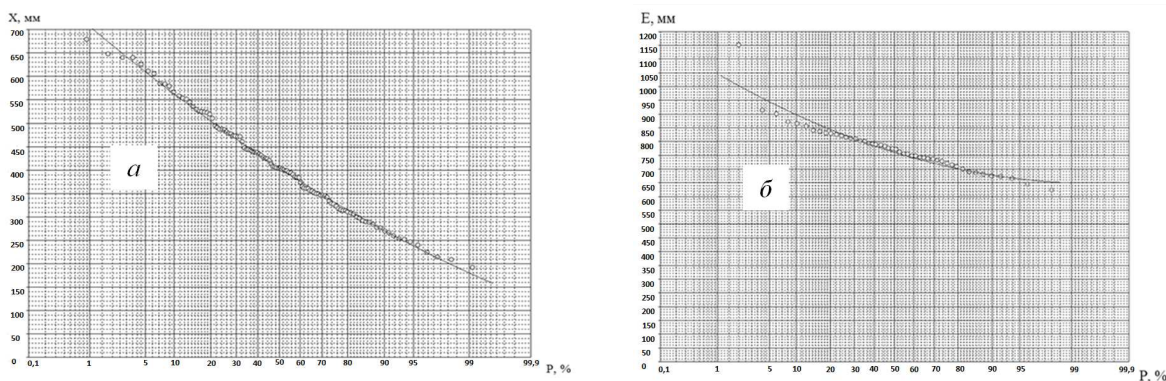


Рис. 2. Кривые обеспеченности осадков (а) и испарения (б)

Оценка природной устойчивости лимана к изменениям природных и антропогенных условий рассчитывалась на основе гидролого-метрического индекса природной устойчивости (ИПУ), в котором заложены принципы, принятые в квалиметрии, количественной экологии, а

также Водной Рамочной Директиве ЕС. Эмпирическими характеристиками для расчета ИПУ послужили 8 гидролого-морфометрических параметров водного ложа и водосборной площади лимана, которые характеризуют водообмен лиманной системы с морем, способствующий вымыванию эвтрофирующих, загрязняющих веществ и стабилизацию гидроэкологических процессов; ёмкость водной массы по отношению к вещественно-энергетическому потоку; влияние водосборной площади на внутриводоёмные процессы, характеризующие преобладание в ЛЭ терригенных или лимнимических процессов, а так же степень аккумуляции загрязняющих веществ; гидродинамические процессы, от которых зависит вещественно энергетический обмен между различными участками водной котловины [7].

Растворённый кислород определялся скляночным способом по методу Винклера. Для оценки первичнопродукционного процесса использовались показатели экологической активности сообществ макрофитобентоса и фитопланктона, основанные на морфофункциональных параметрах поверхности водной растительности [6], данные по которым любезно предоставлены отделом морфофункциональной экологии водной растительности Института морской биологии НАН Украины.

Эколого-хозяйственный баланс территории определялся на основе данных космических снимков Landsat и QuickBird в программах Global mapper v14, ArcGis v10 и Google Earth pro v6. с помощью наиболее распространённых показателей антропогенной преобразованности [4, 5, 13]. В основу этих показателей положен количественный учёт ландшафтно-хозяйственной структуры водосборной площади ТЛ, которая оценивалась на участке, непосредственно прилегающем к лиману, до автомагистрали «Одесса – Николаев» (рис. 3).

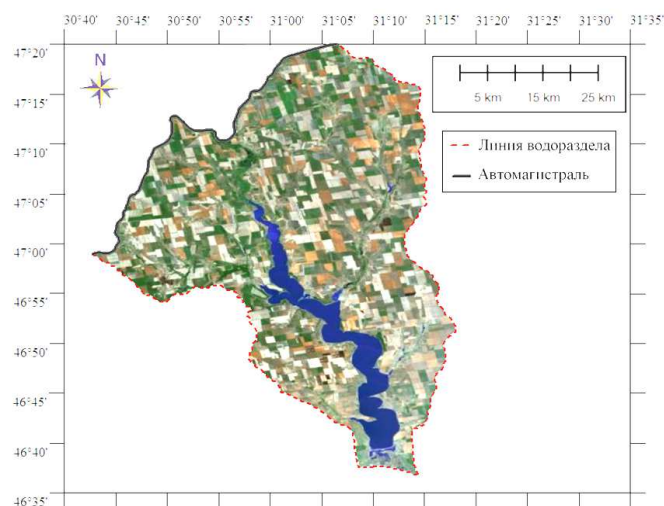


Рис. 3. Участок водосборной площади Тилигульского лимана

Результаты исследований и их обсуждение

Гидролого-морфометрическая оценка. ТЛ расположен в южной полосе Причерноморской низменности между Одесской и Николаевской областями. С юга лиман отделён от моря песчаной пересыпью с системой озёр, ширина которой составляет 3,2 км (см. рис. 1). Рыбный канал на пересыпи периодически соединяет лиман с морем. Расход воды по каналу обычно составляет несколько сотен тысяч кубических метров в сутки, но может достигать и 1,5 млн. $\text{м}^3 \cdot \text{сут}^{-1}$ [11]. Коэффициент извилистости береговой линии составляет 3,5 (т. е. зона соприкосновения лимана с сушей в три раза больше чем у водоёма с такой же площадью, но имеющего форму круга), что способствует значительной сопряжённости процессов водосборной площади и водоёма, поскольку определяет зону (мощность) их контакта, а также препятствует свободному водообмену вдоль оси лимана. Развитая береговая линия обусловлена многочисленными песчаными косами, а так же большой протяжённостью лимана – коэффициент удлинённости (отношение длины к средней ширине) равен 18, что является одним из наибольших значений среди лиманов северо-западного Причерноморья (СЗП). Объём воды в лимане составляет 450 млн. м^3 , площадь водного зеркала – 150 км^2 . Согласно

лимнологической классификации [3], по значениям площади водного зеркала и объёма воды лиман можно отнести к большим водоёмам. Тилигульский лиман является самым глубоководным в регионе, максимальная глубина может достигать 21,5 м, однако северная часть водоёма мелководна, поэтому средняя глубина составляет около 4 м, что также является высоким значением среди лиманов региона. Большие размеры водоёма обуславливают высокую ассимиляционную способность его экосистемы по отношению к потокам вещества и энергии. Однако неравномерное распределение глубин и высокое значение коэффициента извилистости береговой линии в летний и зимний периоды препятствуют вертикальному перемешиванию глубоководного слоя водных масс с поверхностным.

Площадь водосбора лимана составляет 5200 км², средняя высота водосбора без учета пересыпи равна 101,2 м. Удельный водосбор лимана ΔF (отношение площади водосбора к площади водного зеркала) равен 35. По лимнологической классификации ТЛ можно отнести к водоёмам с большим удельным водосбором [3].

На основании гидрометеорологических данных были выделены три группы водности (многоводные, средневодные, маловодные), исходя из которых суммарное значение объёма природного стока и осадков в маловодный год меньше объёма испарения с водного зеркала лимана (табл.).

Таблиця

Гидрологические характеристики Тилигульского лимана по различным группам водности

| Водность года | Обеспеченность по осадкам/испарению, P, % | Объём испарения, W_E млн. м ³ ·год ⁻¹ | Объём стока, W млн. м ³ ·год ⁻¹ | Объём осадков на площадь водного зеркала лимана W_x , млн. м ³ ·год ⁻¹ | Коэффициент поверхностного стока η , % |
|---------------|---|---|---|--|---|
| Многоводный | (5/95) | 100,32 | 214,70 | 99,20 | 6,66 |
| Средневодный | (50/50) | 107,16 | 57,77 | 61,50 | 2,71 |
| Маловодный | (75/25) | 111,93 | 27,19 | 47,85 | 1,58 |

Коэффициент стока водосборной площади составляет 3%, т. е. от общего количества осадков выпавших на водосборную площадь, формируют поверхностный сток только 3%.

Для всех групп водности распределения поверхностного стока, наиболее многоводным является весенний период с максимумом в марте (рис. 4). Летне-осенняя межень наблюдается в августе – сентябре, в этот период водотоки, впадающие в лиман могут пересыхать. Значения уровня воды лимана преимущественно ниже уровня в море и Тилигульский лиман может быть отнесён к аккумулятивным лиманам с эпизодически регулируемой связью с морем.

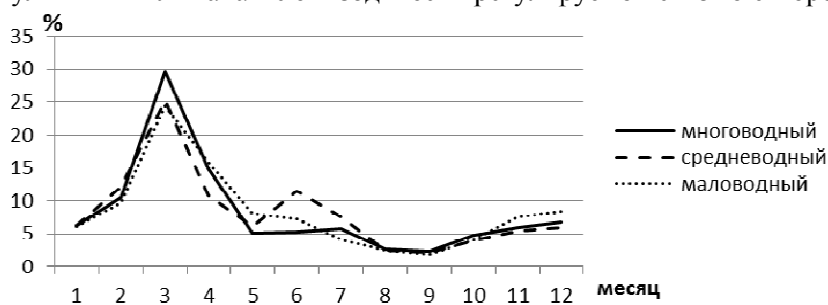


Рис. 4. Типовое внутригодовое распределение стока для лет различной водности в бассейне лимана

По значению гидролого-морфометрического индекса природной устойчивости (ИПУ) позволяющий перейти к количественной оценке природного потенциала лиманных экосистем СЗП, Тилигульский лиман характеризуется статус классом «Moderate» (Средний) – ИПУ = 0,510 [7].

В летние периоды 2010-2012 гг. нами изучалась динамика температуры, и солёности по глубине в южной котловине лимана (ст. 5, ст. 4, см. рис. 1). Было зафиксировано снижение температуры в придонном слое в среднем на 4 °С, при несущественном изменении солёности (рис. 5).

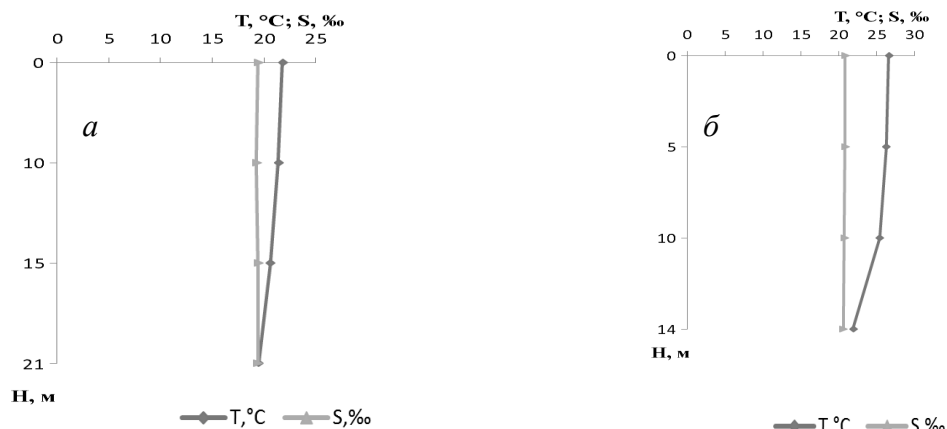


Рис. 5. Характер температуры и солёности воды по вертикале в Тилигульском лимане в летний период 2011 – 2012 гг.: а – 07.07.2011 (ст. 5); б – 08.07.2012 (ст. 4)

Особенности первичнопродукционного процесса. Согласно литературным данным фитопланктон ТЛ представлен 118 (135) видами, в основном пресноводным и пресноводно-солончатый комплексом [11]. В настоящее время количество морских видов увеличилось с 14,0 до 64,0% по сравнению с 1979–1980 гг., а количество пресноводных уменьшилась с 64,0 до 16,5%, что связано с ростом солёности воды лимане. Значения биомассы фитопланктона в лимане могут достигать $3412,08 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ [11].

В состав донной растительности ТЛ входит 51 вид, включая многоклеточные водоросли и цветковые макрофиты. По сравнению с другими лиманами здесь наблюдается максимальное разнообразие красных водорослей отдел *Rhodophyta* (19 видов), в том числе и процветающая популяция *Chondria tenuissima* [11]. В прибрежной зоне акватории лимана сохранилась и продолжает развиваться популяция многолетней бурой водоросли цистозире (*Cystoseira barbata*), которая начиная с 80-х годов прошлого столетия, исчезла с прилегающей части моря из-за высокой степени евтрофирования.

Сравнительный анализ особенностей первично-продукционного процесса с одним из наиболее мелководных лиманов региона – Дофиновским обладающим низкой природной устойчивостью, ИПУ = 0,279, что соответствует статусу классу «Bad» (Низкий) [7], значительным антропогенным преобразованием ландшафтной структуры вдоль побережья и интенсивным несбалансированным продукционным процессом [12], свидетельствует о высоком экологическом статусе ТЛ. Так вклад макрофитов в первично-продукционном процессе прибрежной зоны акватории ТЛ значительно выше, чем фитопланктона, что количественно выражается соотношением индексов поверхности бентосной и планктонной растительности 40 к $3,5 \text{ м}^{-1}$ соответственно (рис. 6).

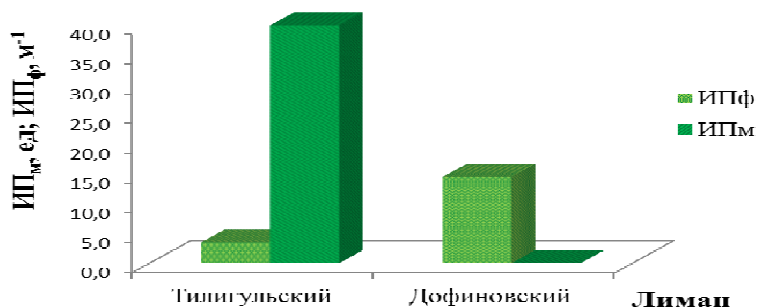


Рис. 6. Сравнительная характеристика индексов поверхности сообществ водной растительности: фитопланктона (ИПф), макрофитов (ИПм) Тилигульского и Дофиновского лиманов в 2010-2012 гг.

Преимущественное развитие многоклеточных форм водной растительности (макрофитов) в гидроэкосистеме является признаком высокого качества водной среды, богатого видового разнообразия и сбалансированности продукционно-деструкционных процессов лимана.

Отсутствие массового развития фитопланктона так же подтверждается низкой среднегодовой концентрацией в воде лимана пигментов хлорофилла *a* – 2,2 мг·м⁻³. Максимальные концентрации хлорофилла *a* отмечаются в позднеосенний и летний периоды [11].

Аномальные климатические условия 2010 года, связанные с рекордным слоем осадков (749 мм) и высокой температурой воздуха, в условиях кумулятивности лимана (отсутствия свободной циркуляции с морем) вызвали всплеск продукционного процесса и бурное «цветение» фитопланктона, что привело к возникновению гипоксии с массовым замором рыб в южной и центральных частях лимана. Так 27 июля 2010 г. (дневное время), в южной части лимана, около с. Кошары, на глубине 5 м и ниже, растворимый кислород отсутствовал, а на побережье в месте массового произрастания макрофитов его концентрация составила 6,35 мг·дм⁻³. Даже поступление морской воды расходом 440 тыс. м³·сут.⁻¹, не оказало эффективного стабилизирующего воздействия на гидроэкологические условия лимана.

Динамика кислородных условий лимана по глубине изучалась также в 2011 – 2012 гг. в южной котловине лимана (ст. 5, ст. 4, см. рис. 1). В летнее время не происходило повсеместных заморозов, однако в некоторые периоды имело место снижение насыщения кислородом воды в придонном слое до уровня гипоксии в южной части центральной котловины лимана (рис. 7). В обоих случаях изменение кислорода сопровождалось изменением температуры по вертикали, без существенного изменения солёности воды (см. рис. 3).

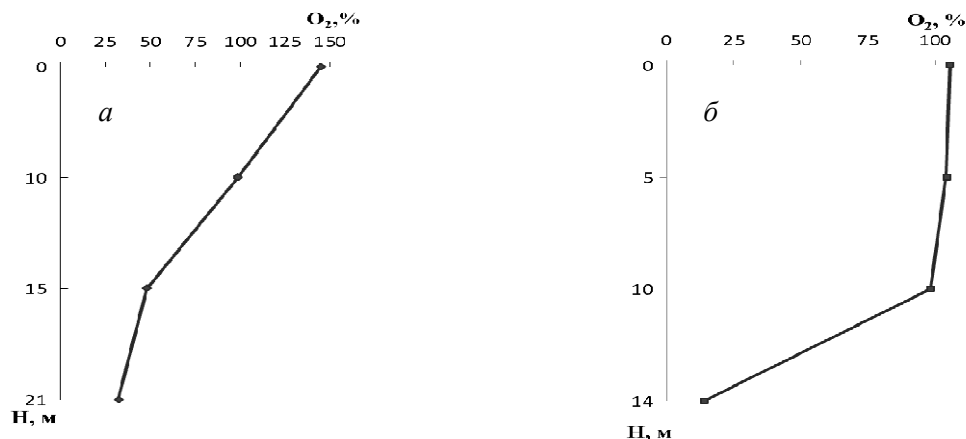


Рис. 7. Характер процента насыщения кислородом воды по вертикале в Тилигульском лимане в летний период 2011 – 2012 гг: А – 07.07.2011 (ст. 5); Б – 08.07.2012 (ст.4).

Измерения суточного хода кислорода на побережье южной части лимана (ст. 3, см. рис. 1) в летний период (27 – 28 июля 2012 г.) при максимальных температурах воздуха также выявили существенное снижение процента насыщения воды кислородом в ночное время суток. Для сравнительной характеристики были проведены суточные съёмки кислорода в близкий период времени при практически идентичных погодных условиях (температуры воздуха, отсутствия осадков и поступления морской воды через канал, штиль в ночное время суток) в южной части Дофиновского лимана и прибрежной части Чёрного моря (с меньшим шагом отбора проб) (рис. 8).

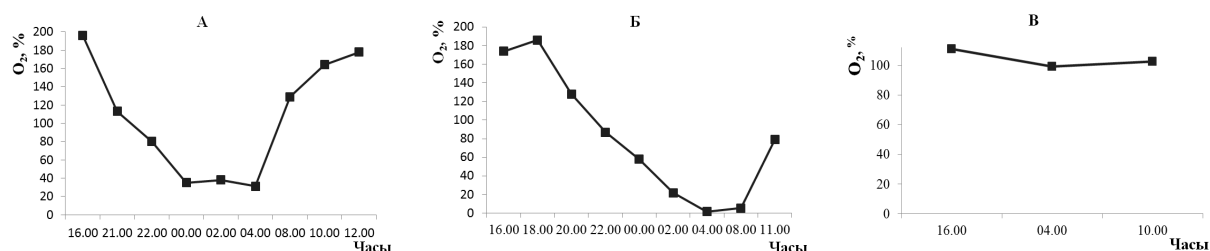


Рис. 8. Суточный ход кислорода в летний период 2012 г.: а – Тилигульский лиман (ст. 3); б – Дофиновский лиман; в – прибрежная часть Чёрного моря.

По результатам съёмки следует, что в дневное время, процент насыщения кислородом воды Тилигульского и Дофиновского лиманов значительно выше процента насыщения кислородом морской воды. Для обоих лиманов такая ситуация вызвана фотосинтетической активностью фитоценозов водной растительности. В ночное время в лиманах наблюдается резкое снижение кислорода с минимальными значениями перед рассветом, до уровня риска гипоксии в ТЛ и до уровня полной аноксии с выделением сероводорода (по органолептическому признаку) в Дофиновском лимане. В морской воде процент насыщения кислородом перед рассветом остаётся практически неизменным, что связано с интенсивной гидродинамикой и водообменом вдоль побережья. Такие процессы в ТЛ, могут быть связаны с одной стороны: с высокой температурой воды в прибрежной части (прогрев воды в дневное время до 31 °С); интенсивным развитием макрофитов на побережье; отсутствием поступления морской воды из канала в лиман и значительным снижением уровня воды в результате интенсивного испарения. Так уровень воды в лимане 6 июня 2012 г. составлял 458 см, а на момент определения суточной динамики процента насыщения воды кислородом (27 июня 2012 г.) он упал до 447 см, т. е. на 11 см меньше чем за месяц. С другой стороны это связано с интенсивной хозяйственной преобразованностью водосборной площади лимана.

Антропогенная преобразованность природной среды лимана. Гидрологический режим ТЛ существенно нарушен в результате повсеместной хозяйственной деятельности на водосборной площади. Уменьшение поверхностного стока вызвано в первую очередь созданием многочисленных прудов в гидрографической сети ТЛ. Так на всей водосборной площади лимана расположено более 190 прудов, суммарной площадью водного зеркала более 20 км² и объёмом более 19 млн. м³. Большинство из них созданы стихийно и нелегализованы, без соответствующих документов регламентирующих режим эксплуатации. С учётом коэффициентов «зарегулированности» суммарное значение объёма поверхностного стока и осадков водосборной площади ТЛ, не только в маловодный, но и в средневодный год может быть меньше объёма испарения с водного зеркала лимана. Возникает необходимость компенсации расходной части водного баланса лимана в средневодные, а особенно в маловодные группы водности, поступлением морской воды. Однако поступление морской воды в отсутствие свободной циркуляции лимана с морем, вызывает накопление соли в лимане (увеличение солёности).

Анализ хозяйственной (антропогенной) «освоенности» ландшафтной структуры водосборной площади ТЛ, выявил значительную преобразованность естественных условий. Так большая часть территории занята сельскохозяйственными возделываемыми землями, на долю которых приходится более 71%. Следует отметить, что согласно литературным данным, загрязнение водоемов за счет выноса биогенов с сельскохозяйственных угодий с поверхностным стоком увеличивается по сравнению с природными условиями в 10 – 50 раз и достигает 5 – 50 кг га⁻¹ в год [1]. Доля антропогенно-трансформированных элементов (земли селитебно-дачных участков, промышленные объекты и инфраструктура, искусственные пруды и карьеры) составляет порядка 4,5 %. Условно-ненарушенные (луга, плавни), средоформирующие (лесополосы лесные насаждения) и используемых в естественном виде земли (пастбища, сенокосы, зоны рекреации) составляют 21%. Такая структура водосборной

площади несбалансирована, поскольку: «При нарушении устоявшихся экологических связей более чем на 40% система обесценивается и деградирует» (Ю. Одум) [9].

Для количественного выражения «освоенности» рассматриваемой территории, были рассчитаны комплексные показатели хозяйственной преобразованности ландшафтов [4, 5, 13]: $K_o = 3,03$; $K_a = 0,36$; $K_{ez} = 0,48$; $K_{an} = 6,40$; $K_c = 0,33$. Данные показатели отражают трансформацию природных условий.

Высокие значения коэффициента относительной напряжённости K_o (больше единицы), свидетельствуют об эколого-хозяйственной несбалансированности территории. По коэффициенту абсолютной напряжённости K_a можно сказать, что количество антропогенно-трансформированных земель по отношению к природоохраным и неиспользуемым землям значительно меньше. Коэффициент естественной защищённости водосбора имеет низкое значение, но согласно классификации для аграрных районов в целом считается удовлетворительным. Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтной структуры территории находится в пределах среднего уровня ($5,31 < K_{an} < 6,50$), однако это значение приближается к границам сильно-преобразованного состояния. По значению экологической устойчивости экологическая устойчивость водосборной площади низкая ($K_c \leq 0,33$).

Интенсивная хозяйственная деятельность привела к освоению побережья лимана почти до уреза воды. Так на побережье лимана расположены населенные пункты и садово-огородные участки (порядка 35 тыс. дач) на которые приходится 34% береговой линии, что составляет 59,14 км. Отягчающим обстоятельством является отсутствие в них централизованной канализационной системы в них. Например, на левом побережье, в непосредственной близости от акватории лимана расположены дачные массивы Кошары и Любопыль, через которые к тому же проходят несколько балок обеспечивающих организованный сток в период интенсивных дождей. Также вдоль побережья лимана находятся карьеры, производится выпас скота, разведение свалок мусора, и тд. Для лимана не разработан план по обустройству и управлению водосборной площадью (менеджмент план), который, в соответствии с Водной рамочной Директивой ЕС, является главным инструментом управления любой гидросистемой.

Для создания устойчивой экологической инфраструктуры на водосборной площади ТЛ необходимо осуществление ряда первоочередных менеджмент решений: пространственное регламентирование хозяйственной деятельности на основе функционального зонирования водосборной площади в зависимости от геолого-морфологических условий рельефа; восстановления эколого-хозяйственного баланса за счет увеличения среду-защитных угодий; ренатурализации деградированных и эродированных земель, восстановления зарегулированных водотоков; ликвидация несанкционированных свалок на побережье лимана; расширение системы природоохранных насаждений; Внедрение технологий биоплато для возможности кольматация стока.

Выводы

Экосистема ТЛ характеризуется значительным воздействием процессов водосборной площади на внутриводоемные (удельный водосбор – 35, коэффициента извилистости береговой линии – 3,5). Неравномерное распределение глубин и наличие глубоководных ям водной котловины, формирует в придонных слоях зоны затруднённого водообмена (стратификации). Большие значения объёма и площади водного зеркала, обуславливают существенную ассимиляционную ёмкость его экосистемы. При этом коэффициент природной устойчивости (0,510) позволяет отнести экосистему ТЛ к статусу класса «Moderate» (Средний).

Морфофункциональная оценка автотрофного звена ТЛ свидетельствует о его высоком экологическом статусе. Вклад макрофитов в первично-продукционный процесс на порядок выше по сравнению с фитопланктоном. Соотношение индексов поверхности бентосной и планктонной растительности в среднем составляют 40 и 3,5 м² альгоповерхности приходящейся, соответственно, на м² дна и м³ водной толщи.

Особенности протекания первично-продукционного процесса в ТЛ определяют высокую динамичность и резкие перепады его кислородного режима, с высоким насыщением (в 2 раза выше морской воды) в дневное время летом и падением до уровня «риска» в ночное.

Создание многочисленных прудов в гидрографической сети ТЛ вызвало уменьшение поверхностного стока. Суммарное значение объёма осадков и стока с водосборной площади в маловодные и средневодные годы меньше объёма испарения с водного зеркала. Данная проблема может быть решена поступлением в лиман морской воды, однако в отсутствии свободной циркуляции лимана с морем, существует опасность существенного осолонения экосистемы.

Анализ антропогенной освоенности ландшафтно-хозяйственной структуры водосборной площади ТЛ, выявил значительную преобразованность естественных ландшафтов. Абсолютная напряжённость ландшафтно-хозяйственной структуры не сбалансирована – $K_o > 1$. Коэффициент естественной защищённости водосбора имеет низкое значение ($K_{ез} = 0,48$), однако согласно классификации для аграрных районов в целом считается удовлетворительным. Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтной структуры территории ($K_{АП} = 6,4$) находится в пределах среднего уровня ($5,31 < K_{ан} < 6,5$), однако данное значение приближается к границам сильно-преобразованного состояния. Значение экологической устойчивости водосборной площади также находится на низком уровне ($K_c \leq 0,33$).

1. *Айдаров И. П.* Комплексное обустройство земель / И. П. Айдаров. — М.: МГУП, 2007. — 208 с.
2. *Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: Коллективная монография / под ред. Тучковенко Ю. С., Гопченко Е. Д.* — Одесса: ТЭС, 2011. — 224 с.
3. *Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С.П. Китаев. — Петрозаводск: Ред. изд. Карельского НЦ РАН, 2007 — 394 с.
4. *Колтунов Н.М.* Эколого-ландшафтная организация территории / Н.М. Колтунов. — М.: из-во «Родник», 1998. — 127 с.
5. *Кочуров Б.И.* Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. — Смоленск: СГУ, 1999. — 154 с.
6. *Мінічева Г.Г.* Методичні рекомендації щодо визначення морфофункціональних показників одноклітинних і багатоклітинних форм водної рослинності / Г. Г. Мінічева, А. Б. Зотов, М.Н. Косенко. — Одеса, 2003. — 32 с.
7. *Мінічева Г.Г.* Оцінка природної стійкості лиманів Північно-західного Причорномор'я відповідно до принципів водної директиви ЄС / Г.Г. Мінічева, Є.В. Соколов // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2014. — № 5. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_5_7.pdf.
8. *Молодых И.И.* Геология шельфа УССР. Лиманы / И.И. Молодых, В.П. Усенко, Н.Н. Палатная. — К.: Наук. Думка, 1984. — 176 с.
9. *Одум Ю.* Основы экологии / Ю. Одум. — М.: Мир, 1975. — 740 с.
10. *Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик.* — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 448 с.
11. *Северо-западная часть Чёрного моря: (биология и экология) / [Под ред. Зайцев Ю. П].* — К: Наукова Думка. 2006. — 407 – 412 с.
12. *Соколов Е.В.* Интегрально-диагностическая оценка экосистемы Дофиновского лимана / Е.В. Соколов // Вестн. Одес. гос. экол. ун-та. — Одесса. — 2012. — Вып. № 14. — С. 36—47.
13. *Шищенко П.Г.* Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко — К.: Вища школа, 1988. — 192 с.

Є.В. Соколов

Інститут морської біології Національної академії наук України

ІНТЕГРАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНА ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМИ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

Наведено оцінку гідролого-морфологічних властивостей та характеристику природної стійкості Тилігульського лиману до антропогенного впливу. Розглянуті особливості автотрофного процесу та реакція лиману на природно-аномальні умови 2010 року. Проаналізований добовий хід і динаміка розчинного кисню по глибині на акваторії лиману. Наведено оцінку антропогенного порушення водного режиму в результаті зарегулювання гідрографічної мережі водозбірних басейнів ставками. Оцінена збалансованість ландшафтно-господарської структури і ступень перетворення природних умов на прилеглої до лиману ділянці водозбірного басейну.

Запропоновані заходи по підтриманню стійкої екологічної інфраструктури на водозбірній площі.

Ключові слова: Тилігульський лиман, водозбірна площа, первиннопродукційний процес, природокористування

E.V. Sokolov

Institute of Marine Biology, National Academy of Sciences of Ukraine

INTEGRALLY-DIAGNOSTIC ESTIMATION OF THE DOFINOVSKIY LYMAN (ESTUARY) ECOSYSTEM

The estimation of hydrological and morphological properties and characteristics of the Tiligulskiy liman's natural resistance to human impacts is given. The features of the primary production process of the reservoir's hydroecosystem are observed. The estimation of anthropogenic stress on the ecosystem of the liman is given.

Keywords: Tiligul estuary, catchment area, nature use

Рекомендує до друку

Надійшла 30.09.2014

В.В. Грубінко

УДК 594.38:591.5

Ю.В. ТАРАСОВА

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10002

ВНУТРІШНЬОВИДОВА КОНХІОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *THEODOXUS FLUVIATILIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, NERITIDAE) З ВОДОЙМ

Досліджено внутрішньовидову конхіологічну мінливість *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia, Neritidae) з водойм України. Проаналізовано морфометричні індекси черепашок та їх кольоровий поліморфізм.

Ключові слова: *Theodoxus fluviatilis*, поліморфізм, внутрішньовидова конхіологічна мінливість, Україна

У систематиці гастропод зазвичай користуються порівняльно-морфологічним методом, який базується на виявленні особливостей черепашки молюсків. У світовій фауні прісноводних та частково солонуватоводних представників роду *Theodoxus* (лунок) нараховується близько 30-40 [1, 2]. В Україні цей рід представлений трьома видами – *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758), *Theodoxus danubialis* (C. Pfeiffer, 1828), *Theodoxus astrachanicus* Starobogatov in Starobogatov, Filchakov, Antonova et Pirogov) [4]. Вони мешкають у басейнах річок Дністра, Дунаю, Дніпра, Південного та Західного Бугу, Сіверського Дінця, а також в лиманах і у північній частині Азовського моря [1, 3].

Характер малюнка на поверхні черепашки лунок у цих молюсків зазвичай дискретний і дуже варіює – це петлясті, рівні або зигзагоподібні (поперечні або повздовжні) смуги, різної форми та розміру плями. Питання про таксономічне значення забарвлення та малюнку на черепашках цих молюсків донині є предметом дискусій як вітчизняних, так і зарубіжних систематиків. Деякі науковці надають цим особливостям значення вагомих видових критеріїв, що призвело до описання на цій основі великої кількості видів, підвидів, морф та ін. Інші дослідники вважають, що формування типу забарвлення та характер малюнку на поверхні черепашки знаходяться у залежності від змін зовнішніх фізико-хімічних умов водного

середовища (температури, кислотності, вмісту солей у воді та ін.) [6–8]. Типи малюнку та кольори забарвлення при цьому не абсолютно виключають одні одних, малюнки з кольорових плям чи смуг можуть проявлятися одночасно та накладатися один на інший. Вважають, що тут має місце не наявність у популяціях двох або більше різних генотипів, а різний прояв одного і того ж генотипу [5]. К. Уоддінгтон зауважує, що повний генетичний аналіз формування різних типів забарвлення у видів роду *Theodoxus* не проведений, але „...у некоторых рас никогда не встречается поперечная окраска, тогда как для других характерна лишь пятнистая окраска” (Уоддінгтон, 1964, с. 207) [5].

Зазначимо, що до найвиразніших якісних конхіологічних ознак молюсків роду *Theodoxus* належать забарвлення конхіолінового шару черепашок і характер малюнка на ньому. Для *Th. fluviatilis* ці дві конхіологічні ознаки характеризуються вражаючою мінливістю, особливо забарвлення конхіолінового шару черепашки, яке може варіювати від популяції до популяції або навіть бути різним у особин однієї і тієї ж популяції. Щодо кількісних конхіологічних ознак як параметрів внутрішньовидового поліморфізму, то донині вони вивчені недостатньо.

Мета дослідження – встановити характер внутрішньовидової мінливості *Th. fluviatilis* на основі аналізування конхіологічних якісних та кількісних ознак.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом слугували власні збори автора за період 2009–2013 рр. Молюсків зібрано у водоймах та водотоках із басейнів Дунаю, Дністра, Південного та Західного Бугу, Дніпра, Сіверського Дінця в околицях 147 населених пунктів (в межах усіх адміністративних областей України). Методи дослідження – традиційні зоологічні та екологічні методи польового збору матеріалу, морфометрія та аналіз якісних і кількісних конхіологічних ознак, статистичні методи дослідження.

Для аналізу конхіологічних особливостей лунок використано 10 кількісних ознак (висота, ширина і довжина черепашки, висота і ширина вустя, ширина колюмельярної площадки, ширина першого і другого обертів, ширина вапнякової частини кришечки, ширина конхіолінового пояску кришечки) і 6 ознак якісних (форма черепашки, скульптура поверхні і забарвлення її фону, характер малюнка на поверхні черепашки, колір колюмельярної площадки, колір конхіолінового пояску кришечки). На підставі мірних ознак обраховано 6 індексів: висота черепашки / ширина черепашки (В/Ш), довжина черепашки / ширина черепашки (Д/Ш), висота вустя / ширина черепашки (ВВ/Ш), ширина вустя / ширина черепашки (ШВ/Ш), ширина колюмельярної площадки / ширина черепашки (ШКП/Ш), ширина першого оберту / ширина черепашки (Ш1/Ш), ширина другого оберту / ширина черепашки (Ш2/Ш), ширина вапнякової частини кришечки / ширина конхіолінового пояску кришечки (ШВК/ШПК). Виміри здійснювали штангенциркулем з точністю до 0,1 мм.

Статистична обробка матеріалів здійснювалась за допомогою пакету прикладних статистичних програм STATISTICA 8. 0. та Microsoft Excel v. 9. 0.

Результати досліджень та їх обговорення

Для досягнення мети дослідження вирішувалися такі завдання: з’ясувати основні типи характеру малюнку поверхні черепашки *Th. fluviatilis* різних популяцій з водоймищ України, виділити найхарактерніші типи забарвлення поверхні черепашки молюсків різних популяцій, провести аналіз мінливості кількісних конхіологічних ознак *Th. fluviatilis*, використовуючи статистичні методи дослідження, провести аналіз мінливості якісних та кількісних ознак кришечки черепашки молюсків..

Якісні та кількісні конхіологічні ознаки, які бралися до уваги при аналізуванні мінливості, наведено у таблиці 1.

Конхіологічні ознаки *Th. fluviatilis*, узяті до уваги при аналізуванні морфометричних ознак

| Якісні ознаки | Кількісні ознаки | Індекси |
|--|---|--|
| Форма черепашки, скульптурованість поверхні, характер малюнка черепашки, колір конхіолінового пояска кришечки. | Висота черепашки (В), ширина черепашки (Ш), довжина черепашки (Д), висота вустя (ВВ), ширина вустя (ШВ), ширина колумелярної площадки (ШКП), ширина вапнякової частини кришечки (ШВК), ширина конхіолінового пояску кришечки (ШПК). | В/Ш, Д/Ш, ВВ/Ш, ШВ/Ш, ШКП/Ш, Ш2О/Ш1О, ШКП/ШВ, ШВК/ШП, ШВ/ВВ, ШВ/Ш, ШВК/ШКП, ВВ/В, Ш1О/Ш2О. |

Наводимо опис конхіологічних ознак *Th. fluviatilis*.

Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758) – лунка річкова

Черепашка: напівяйцеподібна, товстостінна, з 2–3 обертами, що розділені неглибоким швом (рис.). Завиток слабо підвищений, з притупленою верхівкою. Поверхня черепашки гладенька, блискуча, з лініями наростання. Забарвлення поверхні черепашки варіює від оливкового, бурого та темно-фіолетового до чорного. Характер малюнку: подовгуваті або округлі світлі (білі або жовтуваті) плями по всій черепашці або сітка з темних ліній, що зливаються між собою або без малюнку. Вустя напівовальне. Внутрішня поверхня зовнішнього краю вустя сіра або яскраво-блакитна. Колумелярна площадка гладенька, яскраво-сіра або яскраво-блакитна. Конхіоліновий поясок кришечки помаранчевий або червонуватий.

Розміри: висота до 12 мм, ширина до 8 мм. Детальні кількісні ознаки подані у табл. 3.

Мінливість: найчастіше проявляється у забарвленні поверхні черепашки і колумелярної площадки, характері малюнка, найваріабельнішими кількісними ознаками є В, Ш, ШКП.



Рис. Черепашка *Theodoxus fluviatilis* (р. Тетерів, Житомир)

При з'ясуванні вікового складу популяцій на підставі власних спостережень пропонуємо таку розмірно-вікову градацію цих молюсків (табл. 2).

У вибірках з різних біотопів виявлені молюски віком від дворічних до трьохрічних, більшу частину водойм населяють популяції, в структуру яких входять представники всіх вікових груп (0,1-0,3:1-0,4).

Розмірно-вікова залежність *Th. fluviatilis*

| Вік тварин | Довжина черепашки, мм |
|-------------------------|-----------------------|
| Цьоголітки (менше року) | 0,5 – 5,6 |
| 1-річні | 5,7 – 8,7 |
| 2 – 3 – річні | 8,8 – 13,6 |

Нижче наводимо основні кількісні конхіологічні параметри *Th. fluviatilis* та їх індекси (табл. 3, 4.).

Таблиця 3

Основні лінійні конхіологічні параметри *Th. fluviatilis*

| Параметр | Показник | <i>Th. fluviatilis</i> |
|----------|--------------------------|------------------------|
| В | $M \pm m$ | 4,62±0,21 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 23,55 |
| Ш | $M \pm m$ | 6,68±0,22 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 21,03 |
| Д | $M \pm m$ | 3,55±0,45 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 13,31 |
| ВВ | $M \pm m$ | 4,22±0,45 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 5,13 |
| ШВ | $M \pm m$ | 2,05±0,56 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 5,78 |
| ШКП | $M \pm m$ | 3,98±0,45 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 24,54 |
| Ш10 | $M \pm m$ | 0,95±0,65 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 5,89 |
| Ш20 | $M \pm m$ | 2,23±0,45 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 6,21 |
| ШВК | $M \pm m$ | 2,15±0,21 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 13,87 |
| ШПК | $M \pm m$ | 0,75±0,54 |
| | $\sigma^2 (\times 10^4)$ | 10,11 |

Таблиця 4

Основні індекси черепашки *Th. fluviatilis*

| В/Ш | ВЗ/В | ШВ/ВВ | ШВ/Ш | ВВ/В | Ш ₁ /Ш ₂ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|
| $x \pm m_x$, мм | $x \pm m_x$, мм | $x \pm m_x$, мм | $x \pm m_x$, мм | $x \pm m_x$, мм | $x \pm m_x$, мм |
| 0,69±0,07 | 0,11±0,10 | 0,57±0,09 | 0,27±0,04 | 0,68±0,18 | 0,18±0,13 |

Нами виявлені основні типи характеру малюнка на черепашках *Theodoxus fluviatilis*: округлі або краплеподібні білі плями, плями неправильної форми, розкидані по поверхні черепашки, ряди білих довгастих плям, круглі плями та довгі білі смуги (одночасно), черепашка без малюнка, сітка з поперечних зигзагоподібних ліній, які налягають ряд на ряд, сітка з поперечних зигзагоподібних ліній, які не налягають ряд на ряд.

Слід зауважити, що співвідношення кількості особин з різним кольором фону черепашки у різних водоймах варіює. Це видно з даних, представлених у таблиці 5.

Таблиця 5

Співвідношення кількості особин з різним кольором фону

| Місцезнаходження | Фон черепашки | Співвідношення типів забарвлення фону |
|--|----------------------|---------------------------------------|
| р. Збруч, с. Скала Подільська (Хмельницька обл.) | Червоний, коричневий | 5 : 1 |
| р. Інгулець, с. Дар'ївка (Херсонська обл.) | Рожевий, коричневий | 1 : 2 |
| р. Дніпро, м. Ржищів (Київська обл.) | Червоний, коричневий | 1 : 3 |
| р. Серет, с. Чортків (Тернопільська обл.) | Рожевий, коричневий | 1 : 1 |

Щодо забарвлення конхіолінового пояску кришечки, то він має червонувате або помаранчеве забарвлення.

Висновки

Конхіологічна мінливість *Th. fluviatilis* проявляється у забарвленні поверхні черепашки, характері малюнка, а найваріабельнішими кількісними ознаками є висота і ширина черепашки, ширина колумелярної площадки та такі індекси як висота черепашки до ширини черепашки і висота вустя до ширини черепашки.

Завданням подальших досліджень має стати визначення морфометричних ознак всіх видів лунок та параметрів міжвидової конхіологічної мінливості.

1. *Анистратенко В. В.* Класс Панцирные или Хитоны, класс Брюхоногие – Cyclobranchia, Scutibranchia и Pectinibranchia / В. В. Анистратенко, О. Ю. Анистратенко // Фауна Украины: в 40 т. / НАН Украины, Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена. — К.: Велес, 2001. — Т. 29: Моллюски, вып. 1, кн. 1. — 240 с.
2. *Жадин В. И.* Методы гидробиологических исследований / В. И. Жадин. — М.: Высш. шк., 1960. — 189 с.
3. *Старобогатов Я. И.* Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоёмов / Я. И. Старобогатов. — Л.: Наука, 1970. — 371 с.
4. *Тарасова Ю. В.* Моллюски роду *Theodoxus* (Mollusca: Gastropoda: Pectinibranchia: Neritidae) України : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук : 03.00.08 / Тарасова Юлія Вікторівна; НАН України, Ін-т зоології ім. І. І. Шмальгаузена. — К., 2011. — 20 с.
5. *Уоддингтон К.* Морфогенез и генетика / К. Уоддингтон; [пер. с англ. С. Г. Васецкого]. — М.: Мир, 1964. — 259 с.
6. *Glöer P.* Süßwassermollusken / P. Glöer, C. Meier-Brook. — Hamburg: DJN, 1998. — 136 s.
7. *Neumann D.* Morphologische und experimentelle Untersuchungen über die Variabilität der Farbmuster auf der Schale von *Theodoxus fluviatilis* L. / D. Neumann // Z. Morph. Okol. — 1959. — Vol. 48. — P. 349—411.

Ю. В. Тарасова

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко

ВНУТРИВИДОВАЯ КОНХИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *THEODOXUS FLUVIATILIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, NERITIDAE) ИЗ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ

Исследована внутривидовая конхиологическая изменчивость *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia, Neritidae) из водоемов Украины, рассчитаны морфометрические индексы раковин. Проанализирован цветовой полиморфизм раковин.

Ключевые слова: *Theodoxus fluviatilis*, полиморфизм, внутривидовая конхиологическая изменчивость, Украина

Yu. Tarasova

Zhytomyr Ivan Franko State University, Ukraine

THE INTRASPECIFIC CONCHOLOGICAL VARIABILITY OF *THEODOXUS FLUVIATILIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, NERITIDAE) FROM UKRAINIAN RESERVOIRS

The article deals with the intraspecific conchological variability of *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca Gastropoda, Pectinibranchia, Neritidae) from Ukrainian reservoirs. The morphometric indexes and colour polymorphism of mollusks shells were analyzed.

Keywords: *Theodoxus fluviatilis*, polymorphism, intraspecific conchological variability, Ukraine

Рекомендує до друку

Надійшла 08.10.2014

В.З. Курант

УДК 576.89:57.044(546.17)

В.І. ЮРИШИНЕЦЬ

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

СТРУКТУРНІ ПЕРЕБУДОВИ У ПАРАЗИТОЦЕНОЗАХ РИБ ЗА ДІЇ СПОЛУК НЕОРГАНІЧНОГО АЗОТУ

Паразитологічні дослідження різних видів корошових риб у ставках Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції виявили особливості структури паразитоценозів риб за існування в умовах різних концентрацій екзогенних сполук неорганічного азоту у водному середовищі. Виявлено більшу чутливість деяких таксономічних груп ектопаразитів (інфузорії, моногенії, паразитичні ракоподібні) до токсичного впливу екзогенних сполук неорганічного азоту.

Ключові слова: паразитоценози, корошові риби, токсиканти, сполуки неорганічного азоту

Серед важливих чинників, які визначають формування симбіоценозів гідробіонтів є токсичний вплив водного середовища. Забруднення водного середовища токсичними речовинами є глобальним процесом, який в останні десятиліття охопив усі морські і континентальні водойми світу. Цей процес обумовлений повсюдною індустріалізацією, урбанізацією, хімізацією сільського господарства, використанням сотень тисяч нових хімічних продуктів, які потрапляють у навколишнє середовище. Токсичні речовини бувають природного походження (екзометаболіти, токсини різної природи) та синтезовані людиною – ксенобіотики [7].

В токсичному середовищі відбуваються зміни метаболізму як хазяїна, так і його симбіонтів (включно з паразитами). Особливості реакції паразитів на токсичний вплив пов'язані з різним ступенем опосередкованості впливу токсикантів на паразитів в залежності від їх локалізації та метаболізму.

Наші дослідження дозволили отримати нові дані щодо структурних перебудов в паразитоценозах риб за токсичної дії сполук неорганічного азоту.

Матеріал і методи досліджень

В умовах Білоцерківської експериментальної гідробіологічної станції досліджувались корошові риби (короп звичайний, карась сріблястий, білий амур, білий товстолобик) віком від 1 до 5 років у ставках з різним рівнем забруднення сполуками неорганічного (зокрема, амонійного) азоту. Період дослідження – 2009-2012 рр. Іхтіологічні та паразитологічні дослідження були виконані згідно загальноприйнятих методик [2]. Встановлення таксономічної належності паразитів здійснювали за відповідними визначниками [3–5].

Результати досліджень та їх обговорення

Сполуки азоту, як одного з найважливіших біогенних елементів, зазвичай розглядаються у якості чинника евтрофікації водойм. Однак, за деяких умов сполуки азоту здатні виступати у ролі серйозних токсикантів, що суттєво впливають на біоту та екосистеми водойм.

Частина ставків дендрологічного парку «Олександрія» виявилися природними модельними об'єктами для своєрідного «експерименту». У систему з трьох ставків, сполучених один з одним, потрапляє джерельна вода з надвисокими концентраціями сполук неорганічного азоту, унаслідок цього водне середовище ставків характеризується концентраціями цих сполук, що перевищують ГДК у сотні разів ($N-NH_4^+$ – 50-320 мг/дм³, $N-NO_2^-$ – 0,08-6,0 мг/дм³). Гідробіонти та їх угруповання, що мешкають у цих водоймах характеризуються сукупністю пристосувань до існування в таких умовах: спостерігаються структурно-функціональні перебудови бактеріопланктону та бактеріобентосу, зменшення видового різноманіття та чисельності фіто- та зоопланктону, морфо-функціональні перебудови в організмі риб та ін. [1, 8].

Для порівняння впливу різних концентрацій сполук азоту на симбіоценози гідробіонтів у системі каскадних ставків дендропарку Олександрія нами було проведено паразитологічні дослідження риб в водних об'єктах з різним рівнем навантаження цими сполуками.

У ставках біля витоку каскаду (ставки № 1 та 2) вода мала відчутний запах аміаку ($1249-1349$ мг N/дм³), вища водяна рослинність була вражена хімічними опіками, риби та молюски, а, відповідно і їх симбіонти, не були виявлені.

У наступному каскадному ставку з дещо меншою концентрацією сполук азоту (ставок № 3 – $54,0-74,4$ мг N/дм³), було виловлено та обстежено декілька десятків особин сріблястого карася *Carassius gibelio* (Bloch).

У результаті досліджень було виявлено, що риби практично повністю вільні від інвазії. Лише поодинокі копепоditні стадії паразитичних копепод роду *Lernaea* були виявлені у зябровій порожнині неприкріпленими до зябрових пелюсток (рис. 1).



Рис. 1. Циклопідна самка *Lernaea* sp.

Дослідження водойми (ставок № 4) з «середнім» навантаженням сполуками азоту ($20-40$ мг N/дм³) у якому мешкали особини білого товстолобика, білого амуру, коропа звичайного, сріблястого карася та амурського чебачка показали, що видовий склад симбіонтів риб протягом вегетаційного періоду не відрізнявся у порівнянні з водоймами, які характеризувались фоновими гідрохімічними показниками ($0,05-0,5$ мг N/дм³). Були виявлені паразитичні інфузорії, моногенії, трематоди (метацеркарії), цестоди, паразитичні ракоподібні. Відмінності спостерігались переважно у показниках інвазії популяції окремих видів та розподілі паразитів у різних вікових групах риб.

Збільшення показників інвазії у водоймі з вищим вмістом сполук азоту спостерігались для інфузорій родини Trichodinidae та у деякі сезони – для цестод *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti.

Найбільш чутливими до впливу сполук екзогенного азоту виявилися моногенії роду *Dactylogyrus* та паразитичні копеподи роду *Ergasilus*. Під час досліджень восени 2011 р. білий амур та білий товстолобик виявилися повністю вільними від інвазії цими паразитами у водоймі з «середнім» навантаженням сполуками азоту, тоді як у контрольній водоймі екстенсивність інвазії (ЕІ) сягала 60-80%, а інтенсивність інвазії (ІІ) – 1-5 та 1-15 екз./особ. для моногеней та копепод відповідно. Подібна тенденція спостерігалась і протягом вегетаційного періоду: у водоймі з вищим вмістом сполук азоту ЕІ цими групами паразитів не перевищувала 20-40%, а ІІ – 1-5 екз./особ.

Відмінності у показниках інвазії риб різних вікових груп дещо відрізнялися для водойм з фоновими концентраціями біогенів та забруднених сполуками азоту. Для молоді риб (вік 0-1+) за будь-яких умов існування були характерні вищі показники інвазії більшістю груп паразитів, окрім ракоподібних, які були виявлені лише у особин старше дворічного віку. Різниця у структурі паразитоценозів риб різного віку була більш значимою за фонових умов, ніж при токсичному впливі.

У водоймі з підвищеною концентрацією сполук азоту спостерігались також відмінності, характерні для окремих видів риб, зокрема: нижчі показники інвазії амурських чебачків інфузоріями *Trichodinella epizootica* (Raabe), каропів – моногеніями *Dactylogyrus* sp., білих амурів – нематодами *Sinoichthyonema amuri* (Garkavi).

Для перевірки здатності риб, які адаптовані до дії високих концентрацій сполук азоту (54,0-74,4 мг N/дм³) та у яких не було виявлено паразитів, п'ятнадцять особин сріблястого карася, виловлених у ставку № 3, були розміщені у «полиці» (спеціальний зафіксований садок для риби) у ставках, які не зазнають впливу високих концентрацій неорганічного азоту спільно з іншими карповими (кароп, білий амур, білий товстолобик, амурський чебачок). За 3 доби спільного мешкання в сприятливих умовах показники інтенсивності інвазії риб паразитичними копеподами (циклопоїдними стадіями) зросли у сотні разів (рис. 2).

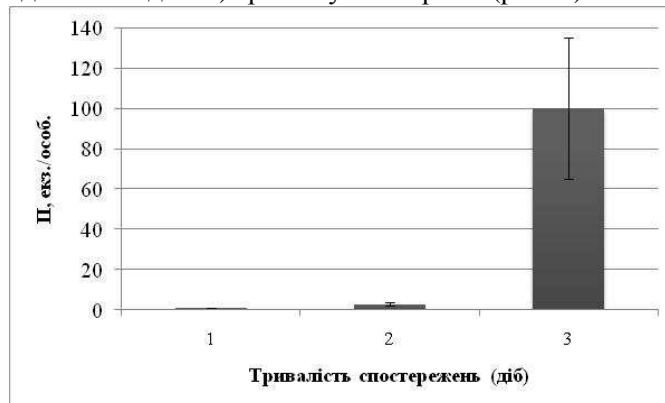


Рис. 2. Інтенсивність інвазії сріблястих карасів циклопоїдними стадіями *Lernaea* sp. (середнє±SD)

Отже, хоча кормова база риб у водоймі з «середнім» навантаженням екзогенними сполуками азоту зазнає певного стимулювання та чисельного розвитку [8], що сприяє передачі паразитів у трофічних ланцюгах, зростання показників інвазії спостерігається лише для деяких таксономічних груп екто- та ендопаразитів. Зростання показників інвазії інфузоріями за впливу сполук азоту може пояснюватись як зростанням трофіки водойми, так і більш активним слизоутворенням риб за токсичного впливу [6]. Більш високу інтенсивність інвазії цестодами *Bothriocephalus acheilognathi* можна пояснити більшою чисельністю планктонних веслоногих ракоподібних у водоймі з «середнім» навантаженням забруднення сполуками азоту. Відсутність паразитів у риб за умов значного токсичного впливу екзогенних сполук азоту пояснюється не більшою стійкістю до проникнення інвазії, а несприятливими умовами водного середовища, які унеможливають реалізацію життєвих циклів більшості таксономічних груп симбіонтів риб.

На нашу думку, паразитоценози риб в більшості сучасних водних об'єктів зазнають дії токсикантів різної природи та походження. Реакція паразитоценозів пов'язана як з індивідуальним реагуванням гідробіонтів-хазяїв та їх паразитів на дію екологічних чинників, їхньою зоною толерантності, здатністю до адаптивних перебудов, так і з екосистемними перебудовами, які роблять неможливою, або ускладнюють реалізацію життєвих циклів паразитів (зникнення проміжних або дефінітивного господарів, створення несприятливих абіотичних і біотичних умов для стадій розселення та ін.).

На нашу думку структура симбіоценозів під впливом токсикантів змінюється за рахунок двох системних процесів: 1) елімінації хазяїв та симбіонтів; 2) зміни внутрішніх структурних параметрів симбіотичної системи – мінливість симбіонтів, зміна структури популяції хазяїв, зміни у кількісному співвідношенні різних компонентів (видів) у складі симбіоценотичної системи та ін.

Індуковані токсичним впливом зміни у структурі симбіоценозів, навіть якщо вони не є специфічними до певного виду забруднювача, можуть бути використані для вдосконалення існуючої системи біоіндикації та біотестування з метою ретельного аналізу та контролю стану водного середовища як в континентальних водоймах, так і Світовому океані.

Висновки

Встановлено, що за умов існування у водоймі зі значними концентраціями екзогенних сполук неорганічного азоту (54,0-74,4 мг N/дм³) у риб відсутні майже всі характерні таксономічні групи паразитів.

У водоймі з «середнім» навантаженням сполуками азоту (20-40 мг N/дм³) спостерігали збільшення показників інвазії риб інфузоріями родини Trichodinidae та у деякі сезони – цестодами *Bothriocephalus acheilognathi*. Найбільш чутливими до впливу сполук екзогенного азоту виявилися моногенеї роду *Dactylogyrus* та паразитичні копеподи роду *Ergasilus*, екстенсивність та інтенсивність інвазії якими була суттєво нижчою у порівнянні з водоймами з фоновими гідрохімічними показниками (0,05-0,5 мг N/дм³).

Перенесення незаражених риб з водойми зі значними концентраціями екзогенних сполук неорганічного азоту до водойми з фоновими гідрохімічними показниками призводило до активного зараження риб паразитичними організмами (копеподами).

1. Красюк Ю. М. Токсикорезистентність коропових видів риб до дії сполук неорганічного азоту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.10 / Юлія Миколаївна Красюк. — Київ: Б.в., 2011. — 21 с.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Під ред. Романенка В.Д. — К., 2006. — 628 с.
3. *Определитель* паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1: Паразитические простейшие — Л.: Наука, 1984. — 428 с. — (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР; вып. 140).
4. *Определитель* паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2: Паразитические многоклеточные (Первая часть) — Л.: Наука, 1985. — 425 с. — (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР; вып. 143).
5. *Определитель* паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3: Паразитические многоклеточные (Вторая часть) — Л.: Наука, 1987. — 583 с. — (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР; вып. 149).
6. Потрохов О.С. Фізіолого-біохімічні механізми адаптації риб до змін екологічних чинників водного середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук: 03.00.10 / Олександр Спиридонович Потрохов. — Київ: Б.в., 2011. — 42 с.
7. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии. Учебн. для студентов высших учебных заведений / Виктор Дмитриевич Романенко. — К.: Генеза, 2004. — 664 с.
8. Старосила Е.В. Структурные параметры бактериопланктона в прудах с высоким содержанием минерального азота / Е.В.Старосила, Г.Н.Олейник, Ю.Г.Крот // Гидробиол. журн. — 2007. — Т. 43, № 3. — С. 94—104.

В.І. Юришинец

Институт гидробиологии НАН Украины

СТРУКТУРНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ В ПАРАЗИТОЦЕНОЗАХ РЫБ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СОЕДИНЕНИЙ НЕОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА

Паразитологические исследования различных видов карповых рыб в прудах Белоцерковской экспериментальной гидробиологической станции установили особенности структуры паразитоценозов рыб при существовании в условиях различных концентраций экзогенных соединений неорганического азота в водной среде. Выявлена большая чувствительность некоторых таксономических групп эктопаразитов (инфузории, моногенеи, паразитические ракообразные) к токсическому воздействию экзогенных соединений неорганического азота.

Ключевые слова: паразитоценозы, карповые рыбы, токсиканты, соединения неорганического азота

V.I. Yuryshynets

Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine

THE STRUCTURAL CHANGES IN PARASITOCENOSES OF FISHES INFLUENCED BY COMPOUNDS OF INORGANIC NITROGEN

The parasitological researches of different cyprinid species of fishes in ponds of Bila Cerkva Experimental Hydrobiological Station revealed peculiarities of the structure of fish parasitocenosis

which live under impact of different concentrations of exogenous inorganic nitrogen compounds in the aquatic environment. A greater sensitivity of some taxonomic groups of ectoparasites (ciliates, monogeneans, parasitic crustaceans) to the toxic effects of exogenous inorganic nitrogen compounds was observed.

Keywords: parasitocenoses, cyprinids, toxicants, inorganic nitrogen compounds

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 24.09.2014

ЕКОЛОГІЯ

УДК 543.3:546.173/.175

А.Д. ВАРГАНОВА, В.І. МАКСИЧ, В.О. АРСАН, Г.І. БАБЕНКО

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 17, Київ, 03041

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Представлено результати досліджень гідрохімічного (рН, перманганатна окисність, загальна твердіть, вміст нітратів, нітритів, амонійного азоту, фосфатів) режиму водних об'єктів. Проведено порівняння якості води озер Київської області. На підставі отриманих результатів дано характеристику якості води досліджуваних водойм для використання їх у сільському господарстві, веденні рибного господарства або рекреації.

Ключові слова: якість води, озеро, нітрати, нітрити, амонійний азот, фосфор

Інтенсивний розвиток промисловості та інших галузей народного господарства призвів до зростання об'ємів стічних вод і надходження у водойми речовин різної хімічної природи. Надходячи у водойми, вони призводять до порушення процесів самоочищення і зміни біоценозів. У зв'язку з цим, однією з важливих проблем є взаємодія біосфери з забруднюючими сполуками, що до неї надходять в результаті діяльності людини [4].

В умовах сучасної науково-технічної революції, прискорення технічного прогресу і збільшення масштабів промислового та сільськогосподарського виробництва особливо гостро постає питання про раціональне використання природних ресурсів. Твердження про їх невичерпність залишились в далекому минулому. Підвищення ефективності використання природної сировини, рекультивація земель, повторне використання води – стали повсякденними завданнями народного господарства [6].

Відносно новим джерелом забруднення водних об'єктів є тваринницькі комплекси. Висока концентрація біогенів і органіки у стоках комплексів ускладнює їх очистку та утилізацію, особливо в урбанізованих районах при відсутності прилеглих сільськогосподарських угідь [7]. Вихід стічних вод комплексів у водні об'єкти, а саме змив забруднень поверхневим стоком з територій тваринницьких комплексів та пасовищ призводить до інтенсивного забруднення поверхневих вод завислими частками, органікою та міогенами [3].

Особливо важливою дана проблема стає в умовах сьогодення, коли у сільськогосподарському виробництві сталися істотні зміни, зумовлені проведенням реформування аграрного сектору, зокрема, формування та становлення фермерських, орендних та колективних пайових господарств, перехід на господарювання в ринкових умовах. Вищезазначене та інші чинники внесли зміни в традиційну технологічну схему забезпечення сільськогосподарських товаровиробників мінеральними добривами, становлення нової системи економічно-правових відносин і техніко-технологічних рішень щодо форм і методів використання мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві, а також істотні зміни в технології вирощування сільськогосподарських культур [1].

Найбільше на кількісні та якісні зміни водних ресурсів впливає використання води на промислові, сільськогосподарські та комунальні потреби; скидання відпрацьованих та неочищених вод; урбанізація і індустріалізація ландшафтів. При цьому на кожному водозборі

можуть діяти одночасно, якщо не всі, то більшість з перерахованих чинників, які викликають як зміну гідрологічного режиму та об'єм поверхневого стоку, так і якісні зміни водних ресурсів [7].

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження виконували в рамках Програми заходів щодо інтеграції НДР і науково-інноваційної діяльності НУБіП України у напрямку сталого розвитку сільських територій, агропромислового виробництва, охорони природних ресурсів, ефективного використання та безпеки сільськогосподарської й харчової продукції, її відповідності національним і міжнародним стандартам на 2011-2015 рр.

Експериментальні дослідження гідрохімічного та еколого-токсикологічного режиму водних об'єктів проводили на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК. Відбір зразків води здійснювався у водоймах ВП НУБіП „Великоснітинське” НДГ ім. О. В. Музиченка” с. Велика Снітинка Фастівського району Київської області та Агрономічної дослідної станції с. Пшеничне Васильківського району Київської області посезонно (весна, літо, осінь) протягом 2013 року.

Програмою досліджень передбачено виконання наступних завдань:

- дослідження динаміки сезонних змін величин основних гідрохімічних та еколого-токсикологічних показників якості води при застосуванні засобів хімізації.

- на підставі отриманих результатів оцінити якість води досліджуваних водойм при використанні їх в сільському господарстві, веденні рибництва або рекреації.

У зв'язку з тим, що найбільш повно гідрохімічний режим будь-якої водойми віддзеркалює рівень біогенів, потрібно було визначити вміст величин наступних показників:

- нітратів, нітритів, амонійного азоту, фосфатів, загального, органічного та неорганічного вуглецю, величину рН, загальну твердість та перманганатну окисність у воді.

Лабораторні дослідження гідрохімічних показників якості води проводили за такими методами:

- визначання рН (ДСТУ ISO 4077-2001).

- визначення загальної твердості (ГОСТ 4151-72).

- визначення вмісту нітратів (ГОСТ 18826-73).

- визначання нітритів. Спектрометричний метод молекулярної абсорбції (ДСТУ ISO 6777:2003).

- визначення йонів амонію (ГОСТ 23268.10-78).

- визначення вмісту поліфосфатів (ГОСТ 18309-72).

- визначення загального, органічного і неорганічного вуглецю (ДСТУ EN 1484-2003).

Результати досліджень та їх обговорення

Азот є необхідним елементом для життєдіяльності всіх живих істот. Від вмісту та характеру сполук азоту залежить ступінь трофності та загальна продуктивність водойм. Рухливі сполуки азоту, потрапляючи у водойми, викликають підвищення евтрофікації [2].

Дослідження на водоймах с. Пшеничне та с. В.Снітинка показали, що рівень амонійного азоту змінювався посезонно. Так, найнижчий його рівень спостерігався восени в обох досліджуваних озерах, значно більшим він був навесні, а максимальних величин досягав, в основному, влітку (таблиці 1-2). Цей факт можна пояснити тим, що влітку значно посилюються метаболічні процеси, що відбуваються у водоймі. Також варто відзначити, що на концентрацію амонію у воді впливає також і розміри водойми, тобто прослідковується більш чітка закономірність зміни величин всіх досліджуваних азотних сполук.

Варто відзначити, що концентрація нітратів у воді може коливатися в досить широких межах. Мінімальна вона була навесні, вищою восени і максимальною - сягала влітку [5].

Подібна картина змін нітратів спостерігала у воді озера с. Снітинка. У водоймі с. Пшеничне найнижчий вміст нітратів фіксували восени, його величина підвищувалася влітку, однак найвищий його рівень був навесні.

Концентрація азотвмісних сполук озера с. Пшеничне в залежності від сезону (мг/дм³)

| Досліджувані показники | Озеро с. Пшеничне | | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Весна | | Літо | | Осінь | |
| | Вток | Виток | Вток | Виток | Вток | Виток |
| Амоній, мг/ дм ³ | 205,8 ± 0,2 | 274,4 ± 0,1 | 199,1 ± 0,2 | 197,4 ± 0,2 | 0,61 ± 0,004 | 0,434 ± 0,002 |
| Нітрити, мг/ дм ³ | 0,267 ± 0,001 | 0,284 ± 0,001 | 0,017 ± 0,001 | 0,025 ± 0,001 | 0,029 ± 0,001 | 0,028 ± 0,001 |
| Нітрати, мг/ дм ³ | 1,214 ± 0,063 | 1,386 ± 0,135 | 0,22 ± 0,062 | 0,2 ± 0,027 | 0,13 ± 0,028 | 0,13 ± 0,018 |

Таблиця 2

Зміни концентрацій азотних сполук водойми с. В.Снітинка посезонно (мг/дм³)

| Досліджувані показники | Озеро с. В.Снітинка | | | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| | Весна | | Літо | | Осінь | |
| | Вток | Виток | Вток | Виток | Вток | Виток |
| Амоній, мг/ дм ³ | 278,6 ± 0,3 | 279,1 ± 0,3 | 130,0 ± 0,2 | 141,7 ± 0,3 | 0,36 ± 0,003 | 0,341 ± 0,002 |
| Нітрити, мг/ дм ³ | 0,008 ± 0,001 | 0,012 ± 0,001 | 0,008 ± 0,001 | 0,009 ± 0,001 | 0,021 ± 0,0 | 0,013 ± 0,001 |
| Нітрати, мг/ дм ³ | 0,041 ± 0,009 | 0,027 ± 0,001 | 0,09 ± 0,035 | 0,1 ± 0,017 | 0,06 ± 0,0 | 0,33 ± 0,018 |

Відомо, що проміжним продуктом в циклі азотвмісних сполук є нітрити. Тому, в своїх дослідженнях ми не могли обійти цю досить суттєву ланку перетворення азотвмісних сполук. Паралельно з дослідженням вмісту нітратів, вивчали і концентрацію нітритів у воді досліджуваних водойм.

На вміст нітритів у воді впливають процеси нітрифікації, денітрифікації та їх поглинання фітопланктоном. Ці процеси дуже динамічні, внаслідок чого важко відмітити які-небудь закономірності в розподілі нітритів як по акваторії водойм, так і в товщі води [8].

У досліджуваних водоймах виявили неоднакові закономірності змін концентрацій нітритів в залежності від сезону. Порівнюючи вміст нітритів у воді двох озер можна сказати, що концентрація нітритів у водоймі с. Снітинка була вищою, ніж у воді водойми с. Пшеничне, що може бути пов'язано з більшою площею акваторії та відповідно вищою активністю внутрішньоводоймних процесів.

Відомо, що величина перманганатної окисності визначає вміст легкоокиснюваних органічних речовин у воді. У зв'язку з цим, перед нами постало питання з'ясувати зміни перманганатної окисності у досліджуваних озерах в залежності від сезону (таблиці 3-4).

Дослідження показали, що величина перманганатної окисності залежить не лише від сезону, але і від специфічності водойми. Так, найнижчий рівень даного показника в озерах був навесні, вищим – влітку, а найвищим – восени.

Величина рН води - один з найважливіших показників її якості. Вона має велике значення для хімічних і біологічних процесів, що протікають в природних водах. Від величини рН залежить розвиток і життєдіяльність водяних рослин, стійкість різних форм міграції елементів. В залежності від кислого, лужного чи нейтрального стану води може повністю змінюватися гідрохімічний режим будь-якої водойми, наявність та кількість солей, вміст кисню та вуглекислого газу і т.д [10]. Тому, дослідження зміни рН досліджуваних водойм посезонно змогло б дати нам можливість відповісти на певні питання. Отже, у водоймі с. Пшеничне величина рН коливалася в межах 8,71 (навесні) до 9,0 (влітку), а у воді озера в с. Снітинка від 7,68 (восени) до 8,43 (восени).

Сезонна динаміка величин гідрохімічних показників озера с. Пшеничне

| Досліджувані показники | Озеро с. Пшеничне | | | | | |
|---|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| | Весна | | Літо | | Осінь | |
| | Вток | Виток | Вток | Виток | Вток | Виток |
| Перманганатна окисність, мг/ дм ³ | 10,0 ± 0,2 | 9,56 ± 0,19 | 12,53 ± 0,25 | 12,13 ± 0,03 | 13,08 ± 0,03 | 13,32 ± 0,03 |
| pH | 8,71 ± 0,02 | 9,23 ± 0,01 | 9,0 ± 0,02 | 8,99 ± 0,01 | 7,96 ± 0,004 | 8,48 ± 0,004 |
| Загальна твердість, ммоль/дм ³ | 7,1 ± 0,01 | 7,08 ± 0,01 | 7,26 ± 0,01 | 7,57 ± 0,02 | 8,83 ± 0,02 | 8,07 ± 0,01 |
| Фосфати, мг/ дм ³ | 0,013 ± 0,002 | 0,008 ± 0,001 | 0,002 ± 0,001 | 0,006 ± 0,001 | 0,09 ± 0,003 | 0,067 ± 0,003 |
| Загальний органічний вуглець, мг/ дм ³ | 24,8 ± 0,01 | 24,0 ± 0,01 | 32,8 ± 0,01 | 29,2 ± 0,01 | 42,1 ± 0,01 | 41,0 ± 0,01 |

Таблиця 4

Змін величин гідрохімічних показників води водойми с. В. Снітинка посезонно

| Досліджувані показники | Озеро с. В.Снітинка | | | | | |
|---|---------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Весна | | Літо | | Осінь | |
| | Вток | Виток | Виток | Вток | Виток | |
| Перманганатна окисність, мг/ дм ³ | 8,56 ± 0,17 | 9,08 ± 0,18 | 8,79 ± 0,02 | 8,85 ± 0,04 | 15,75 ± 0,02 | 12,77 ± 0,02 |
| pH | 7,68 ± 0,004 | 7,82 ± 0,02 | 8,11 ± 0,02 | 8,32 ± 0,02 | 8,43 ± 0,003 | 8,49 ± 0,005 |
| Загальна твердість, ммоль/дм ³ | 6,19 ± 0,01 | 6,06 ± 0,02 | 5,31 ± 0,01 | 5,34 ± 0,01 | 6,02 ± 0,02 | 6,43 ± 0,02 |
| Фосфати, мг/ дм ³ | 0,004 ± 0,0001 | 0,002 ± 0,0001 | 0,002 ± 0,0001 | 0,009 ± 0,002 | 0,143 ± 0,002 | 0,144 ± 0,002 |
| Загальний органічний вуглець, мг/ дм ³ | 23,5 ± 0,01 | 19,3 ± 0,01 | 23,1 ± 0,01 | 22,0 ± 0,01 | 27,7 ± 0,01 | 27,1 ± 0,01 |

Величина загальної твердості є дуже важливою складовою при дослідженні гідрохімічного режиму будь-якої водойми. Вона вказує на вміст розчинних солей кальцію та магнію, в основному, карбонатів. Оскільки кожна водойма, як відомо, має карбонатну буферну систему, нас також цікавило питання визначення загальної твердості у вищенаведених водоймах. Результати досліджень дають можливість дійти висновку про те що, зміни величини цього показника також залежать від сезону. Стосовно загальної твердості у воді озера с. Пшеничне, то можна сказати, що фіксували її зростання від весни до осені. У воді водойми с. Снітинка величина загальної твердості коливалася від 5,31 влітку до 6,02 восени.

Останніми десятиліттями зростання використання побутових миючих засобів, фосфоровмісних мінеральних добрив особливо загострює питання вмісту фосфорних сполук у водних екосистемах. Надлишок цих сполук призводить до евтрофікації водойм, що в свою чергу негативно впливає не лише на якість води, а й на розмноження, ріст та розвиток всіх гідробіонтів у водоймі. Цей взаємозв'язок протягом багатьох років не брався до уваги інженерними та технічними працівниками, які займаються проблемами знезараження та очищення водних стоків [9].

Як показали наші дослідження вміст фосфатів, як і азотних форм, також зазнає сезонних коливань. Так, найменшим вмістом фосфатів характеризувалась вода досліджуваних озер влітку, а найбільшим – восени, що може бути пов'язане зі збільшенням змиву фосфоровмісних речовин дощовими водами з полів.

Дослідження показали, що вміст загального органічного вуглецю, як і інших досліджуваних показників, залежить від сезону. Спостерігали незначне його зростання як у воді озера с. Пшеничне, так і у воді озера с. В. Снітинка.

Висновки

Величини гідрохімічних показників (рН, перманганатна окисність, загальна твердіть, вміст нітратів, нітритів, амонійного азоту, фосфатів) змінюються за сезонами та залежать від об'єктів досліджень. Відмічали перевищення рівня рН, перманганатної окисності у двох озерах. Найбільш суттєвими були зміни вмісту амонію, рівень якого коливався від допустимих (вміст в обох озерах восени) до тих, які перевищують рибогосподарські ГДК більше ніж в 200 разів. Щодо величин вмісту нітритного і нітратного азоту та фосфатів, то вони не перевищували рибогосподарських гранично допустимих концентрацій.

1. *Бобрицкая М.А.* Использование азота удобрений урожаем и закрепление азота в темно-серых почвах различной степени смывости / М.А. Бобрицкая, Н.Н. Москаленко. — *Агрохимия*, 1972, № 8. — С. 3—11.
2. *Буров В.С.* Исследование выноса минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий склоновым стоком / В.С. Буров. — *Тр. ГГИ*, 1971, Вып. 198, С. 176—196.
3. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В.И. Вернадский. — М.: Наука, 1965. — 374 с.
4. *Гиренко А.Х.* Некоторые закономерности в химии вод атмосферы / А.Х. Гиренко // *Гидрохимические материалы*. — Т. 28. — 1959.
5. *Делвич К.* Круговорот азота / К. Делвич. — В сб.: *Биосфера, "Мир"*, М., 1972.
6. *Денисова А.И.* Роль донных отложений в процессах самоочищения и самозагрязнения водоемов / Денисова А.И., Нахшина Е.П., Паламарчук И.К. — В кн.: *Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины*. — К. — 1975. — С. 86—88.
7. *Илларионова Э.С.* Органический фосфор почвы и его минерализация / Э.С. Илларионова. — *Изв. АН СССР. Сер. Биол.* — 1978, №3.
8. *Каминский В.С.* Современные проблемы нормирования качества поверхностных вод / В.С. Каминский. — *Вод. Ресурсы*. — 1980, № 3. — С. 160—168.
9. *Камшилов М.М.* Экологические аспекты загрязнения водных объектов и принципиальные пути борьбы с ним / М.М. Камшилов. — *Гидробиол. журн.* — 1979, № 1. — С. 3—10.
10. *Ковда В.А.* Биохимические циклы в природе и их нарушение человеком / В.А. Ковда. — В кн.: *Биосфера*. — М.: Мир. — 1972.

А.Д. Варганова, В.И. Максін, В.О. Арсан, Г.И. Бабенко

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

ЕКОЛОГІЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлены результаты исследования гидрохимического (рН, перманганатная окисляемость, общая жесткость, содержание нитратов, нитритов, амонийного азота, фосфатов) режима водных объектов. Проведено сравнение качества вод двух озер Киевской области. С помощью полученных результатов исследований была дана характеристика качества воды водоемов для их использования в сельском хозяйстве, ведении рыбного хозяйства или рекреации.

Ключевые слова: качество воды, озеро, нитраты, нитриты, амонийный азот, фосфор

A.D. Varganova, V.I. Maxin, V.O. Arsan, H.I. Babenko

National university of life and environmental sciences of Ukraine

ECOLOGICAL STATE OF WATER OBJECTS OF KYIV AREA

The results of hydrochemical (pH, permanganate index, total hardness, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, ammonium nitrogen and mineral phosphorus) state of water objects are researched. It was shown the comparison of water quality of two lakes of of Kyiv area. The description of water quality results of investigated lakes was analyzed. It was done the possibility of using them in agriculture, fish industry or recreation.

Keywords: water quality, lake, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, ammonium nitrogen, mineral phosphorus

Рекомендує до друку

Надійшла 04.09.2014

В.В. Грубінко

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ У СПОРТСМЕНІВ ПРОТЯГОМ РІЧНОГО ТРЕНУВАЛЬНОГО ЦИКЛУ

У статті висвітлено особливості динаміки показників антиоксидантної системи організму юнаків-гандболістів протягом річного тренувального циклу. Показано, що зниження рівня фізичної працездатності на фоні погіршення досліджуваних показників відбувається наприкінці змагального періоду. Досліджено особливості корекції вказаних змін засобами екзогенного впливу.

Ключові слова: антиоксидантна система, окисний стрес, спортсмени, тренувальний цикл

Відомо, що будь-який баланс організму може бути порушений певними чинниками, а у прооксидантно-антиоксидантній системі дисбаланс може трапитися при надмірному чи недостатньому утворенні речовин антиоксидантного захисту, що призводить до оксидативного стресу [9]. Важливо зазначити, що адекватні фізичні навантаження підвищують потужність кисневих транспортних систем, мітохондріальної системи окиснення, сприяють адаптивним змінам в організмі і, отже, зменшенню ризику патологій серцево-судинного типу, раку і діабету, збільшенню тривалості життя, покращення стану функціональних систем організму людини [1, 10, 14]. Але при цьому також відомим є і те, що виконання навантажень може стати причиною окисного пошкодження клітинних компонентів м'язів [3], що сприяє порушенню балансу в антиоксидантній системі, що тягне за собою накопичення вільних радикалів і продуктів їх реакцій, а це в свою чергу призводить до біохімічних і структурних змін клітин, зміни проникності мембран, порушення міжклітинної взаємодії, обмінних процесів [11]. В свою чергу ці метаболічні перетворення, що виникають на клітинному рівні, обумовлюють розвиток функціональної неспроможності різноманітних органів і тканин, зрив адаптаційних ресурсів, і призводять до виникнення окисного стресу [2, 7].

У зв'язку із зазначеним підкреслимо, що неоднозначність впливу навантажень високої інтенсивності на організм людини, зокрема на юнаків 18-20 років, викликає підвищений інтерес та обумовлює безсумнівну актуальність досліджуваної теми. Окрім того, пошук можливих способів екзогенного впливу на метаболічні процеси, що протікають в організмі спортсмена високої кваліфікації, нині є, безсумнівно, однією з найбільш досліджуваних проблем спортивної медицини, фармакології та фізіології.

Метою нашого дослідження стало визначення особливостей зміни стану антиоксидантної системи у тренуваних юнаків на різних етапах річного тренувального циклу.

Матеріал і методи досліджень

Досліджено 15 юнаків – членів збірної команди гандболу «ЗТЗ» м. Запоріжжя.

У відповідності з метою нами було проведено визначення рівня фізичної працездатності та стану антиоксидантної системи спортсменів на різних етапах тренувального циклу. Етапи дослідження співпадали із початком, серединою та закінченням змагального періоду. Учасникам дослідження було запропоновано приймати екдистерон (добова доза – 30 мг) 1 раз на добу на 100 мл соку протягом 20 днів, протягом кожного з досліджуваних етапів.

Оцінку рівня фізичної працездатності проводили за допомогою субмаксимального тесту для визначення фізичної працездатності при пульсі 170 ударів на хвилину на велоергометрі «Полар» (випробований виконував 2 навантаження по 5 хвилин із 3-хвилинним інтервалом відпочинку між ними), розраховували абсолютну величину загальної фізичної працездатності (PWC_{170} , $кгм \cdot хв^{-1}$).

Активність синтази оксиду азоту (NO-синтази) у плазмі визначали за допомогою методу [6], пристосованого для фотометричних вимірів одного з продуктів реакції деградації L-аргініну. Базальну аргіназну активність визначали за методом Bradford M.M. [5]. Активність індукційної

ЕКОЛОГІЯ

NOS визначали колориметричним методом [5]. Активність конститутивної NOS в плазмі крові розраховували, віднімаючи від сумарної активності NOS (eNOS + pNOS) активність індукцибельної NOS. Вміст сечової кислоти і сечовини визначали за колориметричною реакцією. Загальну нітратредуктазну активність визначали в плазмі крові в присутності надлишку NADH і нітрат-аніону.

Всі отримані в даній роботі експериментальні дані були оброблені за допомогою статистичного пакету Microsoft Excel з розрахунком таких показників: середнє арифметичне (M); помилка середньої арифметичної (m); критерій достовірності нормального розподілу для рівновеликих і різновеликих вибірок (t), величина відносної різниці (Δ).

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані в результаті нашого дослідження дані певною мірою узгоджуються з результатами M. Whiteman, J. S. Armstrong, S. H. Chu та ін. [13], та підтверджують, що обмін NO тісно пов'язаний з антиоксидантно-прооксидантним статусом організму, бо дана молекула володіє високою спорідненістю до взаємодії з супероксид-аніоном, в результаті чого утворюється пероксинітрит (ONOO-), який має виражені прооксидантні властивості.

На першому етапі дослідження, що співпадав із початком змагального періоду, ми провели визначення рівня загальної фізичної працездатності, показник субмаксимального тесту PWC₁₇₀, що становив $1987,48 \pm 36,12$ кгм•хв⁻¹ і відповідав рівню «вище середнього».

Таблиця 1

Значення біохімічних показників стану антиоксидантної системи організму спортсменів на початку змагального періоду (M \pm m)

| Показники | До прийому екдистерону | Після прийому екдистерону | Величина відносної різниці (у %) |
|--|------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Сечовина, нмоль•мг ⁻¹ білка | 56,54 \pm 5,37 | 59,94 \pm 4,97 | 6,02 \pm 1,42 |
| Індукцибельна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 14,44 \pm 1,08 | 12,83 \pm 1,29 | -11,14 \pm 1,38 |
| Конститутивна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 40,11 \pm 3,23 | 45,41 \pm 2,94 | 13,22 \pm 1,44 |
| Сумарна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 54,55 \pm 2,14 | 58,24 \pm 2,56 | 2,08 \pm 1,44 |
| Аргіназа, нмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 1,21 \pm 0,16 | 1,12 \pm 0,18 | -7,64 \pm 1,47 |
| Нітратредуктаза, нмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 3,77 \pm 3,77 | 4,03 \pm 2,12 | 7,01 \pm 1,31 |
| Нітрит-аніони, пмоль•мг ⁻¹ білка | 177,12 \pm 18,10 | 186,03 \pm 14,34 | 5,03 \pm 1,39 |
| Нітрат-аніони, нмоль•мг ⁻¹ білка | 9,30 \pm 0,69 | 8,60 \pm 0,43 | -7,55 \pm 1,42 |
| Сечова кислота, нмоль•мг ⁻¹ білка | 3,38 \pm 0,44 | 3,18 \pm 0,38 | -5,99 \pm 1,38 |
| Пероксид водню, пмоль•мг ⁻¹ білка | 3,21 \pm 0,38 | 2,96 \pm 0,42 | -7,81 \pm 1,35 |

Відзначимо, що у регуляції діяльності антиоксидантної системи організму важлива роль належить оксиду азоту (NO), який знаходиться із вільними радикалами у складній рівновазі, яка формує у фізіологічному компартменті розвиток окисного стресу (Szabo C., 2003 [12]). Важливо відзначити, що NO-синтаза належить до групи оксидаз, яка, при певних умовах, наприклад при нестачі субстрату (L-аргініну) або кофакторів, здатна синтезувати пероксид водню замість оксиду азоту, або паралельно синтезувати ці два продукти, що істотно впливає на утворення пероксинітриту [3]. Нам в ході дослідження вдалося відзначити тенденцію до підвищення інтенсивності конститутивного і нітратредуктазного шляхів утворення NO (відповідно на 13,22 \pm 1,44% і на 7,01 \pm 1,31% порівняно з величинами цих показників без прийому препарату), при цьому зміна величини загальної NOS була незначною і становила 2,08 \pm 1,44% (табл. 1).

Відомим є той факт, що L-аргінін, умовно незамінна амінокислота, є важливим метаболітом організму людини, бо є субстратом для синтезу оксиду азоту, а цей процес може відбуватися декількома шляхами, інтенсивність яких певною мірою визначає стан антиоксидантної системи. На початку змагального періоду нами показано паралельне зниження інтенсивності індукційного та аргіназного шляхів метаболізму L-аргініну (відповідно на $11,14 \pm 1,38\%$ та на $7,64 \pm 1,47\%$), а також зниження в плазмі крові концентрації нітрат-аніонів (на $7,55 \pm 1,42\%$). Крім того встановлено, що інтенсивність протікання неокислювального шляху може бути кількісно охарактеризована не тільки зміною активності аргінази, а також вмістом сечовини, концентрація якої збільшилася на $6,02 \pm 1,42\%$ при одночасному зниженні концентрації аргінази. При цьому, що найбільш вірогідним джерелом вільних радикалів при надмірних фізичних навантаженнях, може бути ксантинооксидазна реакція, фермент якої, ксантинооксидаза, катаболізує пурини до сечової кислоти і у сполученій реакції відновлює кисень до супероксиду (який спонтанно дисмутує в пероксид водню), унаслідок чого утворюються реактивні форми кисню, здатні викликати оксидативний стрес.

Тенденційне зниження рівня вмісту сечової кислоти та пероксиду водню (на $5,99 \pm 1,38\%$ та $7,81 \pm 1,35\%$ відповідно), яке спостерігалось на початковому етапі дослідження, свідчить про пригнічення ксантинооксидазної реакції внаслідок вживання екдистерону, що певною мірою поліпшує стан антиоксидантної системи спортсменів вже на початку змагального періоду. Разом з тим, зазначимо лише тенденційний характер представлених змін. Відсутність статистично достовірних змін вивчених показників можна пояснити попередньо високим рівнем фізичної працездатності юнаків та високим кореляційним зв'язком між показниками фізичної працездатності та станом антиоксидантної системи тренуваних юнаків на даному етапі дослідження.

Отже, не зважаючи на досить високі показники працездатності спортсменів, вживання екдистерону позначилось на біохімічні показники плазми крові, бо на етапі максимальних значень фізичної працездатності прийом екдистерону сприяв певній оптимізації показників антиоксидантної системи тренуваних юнаків.

Наступним етапом нашого дослідження стало визначення рівня загальної фізичної працездатності та стану антиоксидантної системи спортсменів у середині змагального періоду, для чого нами було проведено повторне обстеження, згідно з результатами якого у тренуваних юнаків відзначалося зниження рівня фізичної працездатності до $1709,23 \pm 48,51$ $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{хв}^{-1}$ або на 14 %, який, при цьому, продовжував відповідати значенням «вище середнього». Можемо припустити, що це забезпечувалося за рахунок суттєвого підвищення інтенсивності окисного кальційзалежного конститутивного шляху утворення оксиду азоту, істотного зниження інтенсивності всіх інших шляхів метаболізму L-аргініну та пригнічення ксантинооксидазної реакції.

Як видно з даних табл. 2, після прийому екдистерону у обстежених юнаків відзначалося лише достовірне зниження концентрації в плазмі крові нітрат-аніонів (на $16,21 \pm 1,51\%$), що свідчить про деяке підвищення інтенсивності нітратредуктазного реутилізаційного шляху синтезу NO. Підтвердженням цьому є також позитивна тенденція до зростання вмісту в плазмі крові нітрит-аніонів (на $8,67 \pm 1,37\%$) та активності нітратредуктази (на $11,02 \pm 1,40\%$). Слід підкреслити, що зміни всіх інших біохімічних показників були статистично недостовірними і незначними, зазначимо лише, що підвищення активності конститутивної NOS склало тільки $7,12 \pm 1,38\%$, а зниження активності індукційної NOS та аргінази відповідно $7,30 \pm 1,45\%$ і $4,90 \pm 1,45\%$, вміст сечової кислоти знизився на $3,91 \pm 1,47\%$, а концентрація пероксиду водню у плазмі крові зменшилася на $3,46 \pm 1,39\%$. Підсумком зазначених перетворень у системі синтезу оксиду азоту організму тренуваних юнаків стало незначне (на 6,5 %) підвищення рівня їх фізичної працездатності після прийому екдистерону.

Значення біохімічних показників стану антиоксидантної системи організму спортсменів у середині змагального періоду (M±m)

| Показники | Без прийому екдистерону | Після прийому екдистерону | Величина відносної різниці (у %) |
|--|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Сечовина, нмоль•мг ⁻¹ білка | 50,92±4,51 | 51,64±3,92 | 1,42±1,52 |
| Індуцибельна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 17,83±1,05 | 16,53±0,97 | -7,30±1,45 |
| Конститутивна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 34,65±2,39 | 37,12±2,34 | 7,12±1,38 |
| Сумарна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 52,48±2,60 | 55,12±2,54 | -0,18±1,21 |
| Аргіназа, нмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 1,13±0,14 | 1,07±0,10 | -4,90±1,45 |
| Нітратредуктаза, нмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 3,52±0,16 | 3,91±0,12 | 11,02±1,40 |
| Нітрит-аніони, пмоль•мг ⁻¹ білка | 203,45±22,58 | 221,09±19,97 | 8,67±1,37 |
| Нітрат-аніони, нмоль•мг ⁻¹ білка | 11,79±0,68* | 9,88±0,54* | -16,21±1,51* |
| Сечова кислота, нмоль•мг ⁻¹ білка | 3,39±0,40 | 3,26±0,33 | -3,91±1,47 |
| Пероксид водню, пмоль•мг ⁻¹ білка | 3,13±0,33 | 3,02±0,28 | -3,46±1,39 |

Примітка: * - $p < 0,05$ порівняно з величинами показників, зареєстрованих без прийому екдистерону.

Наступний етап дослідження, який став завершальним і відповідав кінцю змагального періоду, характеризувався суттєвим зниженням працездатності спортсменів до 1230,65±38,22 кгм•хв⁻¹ або на 28 %, що, на нашу думку, певною мірою пов'язано із пригніченням антиоксидантної системи організму юнаків, що значно відобразилось на біохімічних показниках системи синтезу оксиду азоту. Ми спостерігали значне підвищення інтенсивності індукційного шляху метаболізму L-аргініну на фоні істотного зниження інтенсивності всіх інших шляхів його деградації. (табл. 3).

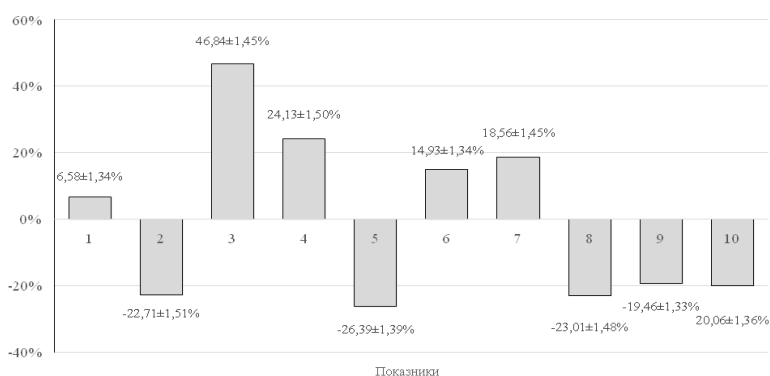
Після прийому екдистерону відзначалось істотне статистично достовірне зростання інтенсивності конститутивного шляху синтезу оксиду азоту (підвищення активності cNOS і заг. NOS відповідно на 46,84±1,45% і на 24,13±1,50%), нітратредуктазного шляху утворення NO (тенденція до зростання активності нітратредуктази на 14,93±1,34% і до зниження концентрації нітрат-аніонів на 23,01±1,48%, а також достовірне зростання змісту в плазмі крові нітрит-аніонів на 18,56±1,45%) і, навпаки, достовірне зниження інтенсивності індукційного і аргіназного шляхів метаболізму L-аргініну (зниження активності iNOS на 22,71±1,51%, а аргінази на 26,39±1,39%). Пригнічення ксантиоксидазної реакції підтверджено в нашому дослідженні достовірним зниженням вмісту сечової кислоти та пероксиду водню (на 19,46±1,33% та 20,06±1,36% відповідно).

Представлені зміни біохімічних показників плазми крові спортсменів 18-20 років подано на рисунку. Прийом екдистерону в кінці змагального періоду на фоні пригнічення антиоксидантної системи і вираженого зниження фізичної працездатності тренуваних юнаків, сприяв суттєвій оптимізації досліджуваних параметрів.

Значення біохімічних показників стану антиоксидантної системи організму спортсменів наприкінці змагального періоду (M±m)

| Показники | Без прийому екдистерону | Після прийому екдистерону | Величина відносної різниці (у %) |
|--|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Сечовина, нмоль•мг ⁻¹ білка | 43,92±4,68 | 46,81±4,23 | 6,58±1,34 |
| Індуцибельна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 25,71±0,88 | 19,87±0,76** | -22,71±1,51 |
| Конститутивна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 25,55±2,26 | 37,52±2,15*** | 46,84±1,45 |
| Сумарна NO-синтаза, пмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 51,26±2,20 | 57,39±2,15** | 24,13±1,50 |
| Аргіназа, нмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 0,86±0,16 | 0,63±0,11** | -26,39±1,39 |
| Нітратредуктаза, нмоль•хв ⁻¹ •мг ⁻¹ білка | 3,53±0,13 | 4,06±0,17 | 14,93±1,34 |
| Нітрит-аніони, пмоль•мг ⁻¹ білка | 190,06±16,84 | 225,34±15,76** | 18,56±1,45 |
| Нітрат-аніони, нмоль•мг ⁻¹ білка | 16,55±0,80 | 12,74±0,78 | -23,01±1,48 |
| Сечова кислота, нмоль•мг ⁻¹ білка | 3,37±0,48 | 2,71±0,36** | -19,46±1,33 |
| Пероксид водню, пмоль•мг ⁻¹ білка | 2,77±0,36 | 2,21±0,38** | -20,06±1,36 |

Примітка: ** - p < 0,01; *** - p < 0,001 порівняно з величинами показників, зареєстрованих без прийому екдистерону.



Примітка: 1 – Сечовина, 2 – Індуцибельна NO-синтаза, 3 – Конститутивна NO-синтаза, 4 – Сумарна NO-синтаза, 5 – Аргіназа, 6 – Нітратредуктаза, 7 – Нітрит-аніони, 8 – Нітрат-аніони, 9 – Сечова кислота, 10 – Перекис водню.

Рисунок. Результати змін біохімічних показників стану антиоксидантної системи організму спортсменів наприкінці змагального періоду (у %)

Результати експериментального дослідження дозволили встановити, що вживання екдистерону тренуваними юнаками викликає зміну деяких ключових метаболітів системи синтезу оксиду азоту, що найбільш виражені у кінці змагального періоду. Можемо зазначити, що достовірне зниження активності індукційної NO-синтази і аргінази, вмісту сечової кислоти та пероксиду водню, підвищення активності конститутивної NO-синтази у спортсменів високої кваліфікації в результаті застосування екдистерону підтвердило зменшення інтенсивності утворення токсичних кількостей оксиду азоту, знижуючи тим самим ймовірність утворення пероксинітриту.

Перспективою даного дослідження може стати визначення біохімічних показників плазми крові, що відповідають за антиоксидантний статус організму, нетрениваних хлопців 18-20 років, протягом навчального року.

Висновки

1. В ході проведеного дослідження були виявлено та проаналізовано зміни деяких показників антиоксидантної системи організму юнаків після прийому екдистерону на різних етапах змагального періоду, зокрема стану системи синтезу азоту та інтенсивності протікання ксантинооксидазної реакції.

2. Встановлено, що вживання екдистерону має найбільш позитивний вплив наприкінці змагального періоду, в умовах зниження рівня фізичної працездатності юнаків на фоні погіршення стану системи антиоксидантного захисту.

3. Після прийому екдистерону має місце статистично достовірне зростання інтенсивності конститутивного шляху синтезу оксиду азоту, нітратредуктазного шляху утворення NO і, навпаки, достовірне зниження інтенсивності індукбельного і аргіназного шляхів метаболізму L-аргініну, пригнічення ксантинооксидазної реакції, що підтверджено достовірним зниженням вмісту сечової кислоти та пероксиду водню.

1. *Заварухина С. А.* Состояние системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» под влиянием аэробных физических нагрузок / С. А. Заварухина // Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам. В двух томах. [Том I]: материалы Международной научно-практической конференции (29-30 ноября 2012). — Казань: Поволжская ГАФКСиТ, 2012. — С. 14—17.
2. *Зенков Н. К.* Окислительный стресс. Биохимические и патофизиологические аспекты / Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. — М.: Наука: Интерпериодика. — 2001. — 343 с.
3. *Оксид азота в терапевтической практике* / О. В. Сняченко, Т. В. Звягина. — Донецк, 2001. — 250 с.
4. *Allen D.G.* Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms / Allen D. G., Lamb G. D., Westerblad H. // *Physiological Reviews*. — 2008. — № 88. — P. 287—332.
5. *Bradford M. M.* A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M. M. Bradford // *Analytical Biochemistry*. — 1976. — Vol. 72. — P. 248—254.
6. *Chin S.Y.* Increased activity and expression of Ca²⁺-dependent NOS in renal cortex of ANG II-infused hypertensive rats / Chin S.Y., Pandey K.N., Shi S.J. et al // *American Journal of Physiology*. — 1999. — 277, № 5. — P. 797—804.
7. *Harald Mangge.* Antioxidants, inflammation and cardiovascular disease / Harald Mangge, Kathrin Becker, Dietmar Fuchs et al // *World Journal of Cardiology*. — 2014, № 6 (6). — P. 462—477.
8. *Nitroso-redox balance* in control of coronary vasomotor tone / Taverne Y.J., de Beer V.J., Hoogteijling B.A., et al. // *Journal of Applied Physiology*. — 2012. — № 112 (10). — P. 1644—1652.
9. *Paniker N. V.* Effect of glutathione reductase deficiency on the stimulation of hexose monophosphate shunt under oxidative stress / Paniker N. V., Srivastala S. K., Beutler E. // *Biochimica et biophysica Acta*. — 1970. — Vol. 215. — P. 456—460.
10. *Physical activity* and all cause mortality in women: a review of the evidence / Oguma Y., Sesso H. D., Paffenbarger R. S. Jr., Lee I. M. // *British Journal of Sports Medicine*. — 2002. — № 36. — P. 162—172.
11. *Spronk P. E.* Bench-to-bedside review: Sepsis is a disease of the microcirculation / Spronk P.E., Zandstra D.F., Ince C. // *Critical Care*. — 2004. — Vol. 8, № 6. — P. 462—468.
12. *Szabo C.* Multiple pathways of peroxynitrite cytotoxicity / C. Szabo // *Toxicology Letters*. — 2003. — Vol. 140—141. — P. 105—112.
13. *The novel neuromodulator* hydrogen sulfide: an endogenous peroxynitrite ‘scavenger’? / Matthew Whiteman I, Jeffrey S. Armstrong I, Siew Hwa Chu I [et al.] // *Journal of Neurochemistry*. — 2004. — № 90. — P. 765—768
14. *The relationship* of physical activity and body weight with all-cause mortality / Crespo C. J., Palmieri M. R., Perdomo R. P. et al. // *Annals of epidemiology*. — 2002. — Vol. 12, № 8. — P. 543—552.

А.В. Голубенко

Запорожский национальный университет

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ
В ТЕЧЕНИЕ ГОДИЧНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА**

В статье освещены особенности динамики показателей антиоксидантной системы организма юношей-гандболистов в течение годового тренировочного цикла. Показано, что снижение уровня физической работоспособности на фоне ухудшения исследуемых показателей происходит

в конце соревновательного периода. Исследованы особенности коррекции указанных изменений средствами экзогенного воздействия.

Ключевые слова: антиоксидантная система, окислительный стресс, спортсмены, тренировочный цикл

A. V. Golubenko

Zaporizhzhya National University, Ukraine

DYNAMICS OF INDICATORS OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN ATHLETES DURING THE ANNUAL TRAINING CYCLE

The article deals with the peculiarities of the dynamics of indicators of the antioxidant system of the organism, young handball players during an annual training cycle. It is shown that a decrease in physical health with the deterioration of indicators occurs at the end of the competition period. The peculiarities of the correction of these changes by means of exogenous exposure.

Keywords: antioxidant system, oxidative stress, athletes, training cycle

Рекомендує до друку

Надійшла 10.09.2014

В.В. Грубінко

УДК 630. 453. 768. 12

І.П. ГРИГОРЮК, П.П. ЯВОРОВСЬКИЙ, Т.Р. СТЕФАНОВСЬКА

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041

МОНІТОРИНГ І РЕГУЛЯЦІЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ДУБОВОЇ ШИРОКОМІНУЮЧОЇ МОЛІ (*CORISCIUM (=ACROCERCOPS) BRONGNIARDELLA F.*) В ЛІСОПАРКОВІЙ ЗОНІ КИЄВА

Висвітлено морфологічні і біологічні особливості, цикл розвитку й методи оцінки чисельності широкомінуючої дубової молі в лісопарковій зоні м. Києва, яка зимує на стадії імаго та розвивається у одній генерації. Розглянуто методи застосування інсектицидів і гормональних препаратів з широким спектром дії для регуляції чисельності дубової широкомінуючої молі.

Ключові слова: дуб звичайний, дубова широкомінуюча міль, морфологічні і біологічні особливості, лісопаркова зона Києва, інсектициди, гормональні препарати

Останніми часами у лісопарковій зоні Києва широкого розповсюдження набула дубова широкомінуюча міль (ДМШ) (*Coriscium (= Acrocercops) brongniardella F.*) (*Lepidoptera: Gracillariidae*) – один із найнебезпечніших шкідників, що, значною мірою, уражує листки рослин дуба звичайного (*Quercus robur L.*) (*Quercus pendunculata Ehrh.*), ареал шкодочинності якого простягається від Канади і США до Південної Азії й Африки, причому завдає значних економічних збитків дубовим деревостанам [3, 13-15]. Морфологічні і біологічні особливості й цикл розвитку ДМШ в умовах лісопаркової зони Києва вивчено фрагментарно [12].

Паразити і хижаки відіграють надзвичайно важливу роль в регуляції чисельності шкідника залежно від абіотичних чинників середовища. Зокрема, личинки ДМШ виїдають з середини паренхіму листків дуба звичайного, а пошкодження, які вони зумовлюють, називають мінами. Це обширні і пусті порожнини, які заповнені екскрементами й екзувіями, що утворюються в епідермальному шарі або безпосередньо під епідермісом палісадної паренхіми листків.

Сприятливі природно-кліматичні умови для шкідника в лісових екосистемах і лісопарковій зоні Києва у середині 70-років минулого століття (уперше в Україні виявлено у 1955 р.) спричинили його швидке розповсюдження та підвищення рівня шкодочинності. За даними

попередніх досліджень [1,4, 5, 11], ДМШ упродовж року має дві генерації. В умовах Придніпров'я міни першої генерації з'являються під час розгортання листкових бруньок, а гусениці залишаються в них до кінця травня. Міни другої генерації зустрічаються з останніх днів червня до початку вересня. Наявність в осередках розмноження метеликів протягом року пояснюють асинхронністю і розтягнутим виходом генерацій. Установлено, що у 1998-2001 рр. в Київській області ДШМ упродовж року мала лише один повний цикл розвитку [4]. У теперішній час, ДШМ завдає найзначнішої шкоди рослинам дуба звичайного у природних екосистемах Київського мегаполіса.

З огляду на це, метою даної роботи є вивчення морфологічних і біологічних особливостей, моніторинг й регуляція чисельності ДШМ у лісопарковій зоні Києва.

Матеріал і методи досліджень

Для виявлення ДМШ використано загальноприйняті методи досліджень [7, 9, 10]. Спостереження за розвитком і моніторинг даного шкідника проводили упродовж 2012-2013 рр. на територіях Національного парку «Голосіїв», Національного виставкового центру, Святошинського та Дарницького лісопаркових господарств Києва.

Моніторинг ДШМ у лісопарковій зоні Києва здійснювали:

- проведенням обліку ДМШ у період спокою до початку розпускання бруньок і взяттям проб мін на торішніх листках та підстилці;
- оцінкою кількості ДМШ в фазу набування і розпускання бруньок та повного розвитку листкової пластинки;
- обстеженням і відбиранням проб листкових пластинок перед залялькуванням ДМШ;
- обліком чисельності імаго і ентомофагів у період їх льоту методом відлову ентомологічним сачком в осередках масового розмноження ДМШ;
- обстеженням рослин дуба звичайного пізньою осінню для оцінки потенційної кількості ДМШ та ентомофагів;
- обстеженням місць зимівлі метеликів ДМШ;
- встановленням рівня шкідливості ДМШ за кількістю лялечок самиць на м² підстилки.

Результати досліджень та їх обговорення

Морфологічні особливості ДШМ. Імаго завдовжки близько 5 мм. Розмах крил до 8 мм. Метелик попелясто-сірого кольору з вусиками, які довші за тіло. Очі червоного кольору. Голова вкрита густими волосками, другий членник губних щупиків має знизу пучок волосоподібних лусочок. Передні крила руді з бурим напленням і рисунком навкіс білих смужок. Задні крила бурі з довгими війками. Самиці з тупим кінчиком черевця, а самці – загостреним. Яйця розміром близько 0,5 мм, округлі, блідо-голубого забарвлення. Самки відкладають до десяти ледь помітних яєць на верхній стороні молодих і інтенсивно розвинутих складок листків уздовж центральної та бокових жилок. Гусениці завдовжки 6 мм, водянисто-блакитні з світло-коричневою головою, які з'являються в мінах під поверхнею листків рослин дуба звичайного. Лялечки темно-коричневого або чорного кольору з рудими волосками на тілі, які ховаються у негустому павутинному кокони світлого кольору на опалих листках.

Біологічні особливості ДШМ. Масовий виліт метеликів відбувається в липні, але перші з них вилітають на початку травня в період цвітіння рослин вишні, унаслідок чого ДШМ уражує ранню і пізню форми дуба звичайного. Зазвичай, метелики сидять на нижній стороні листків і живляться виділеннями попелиць листоблішок, а з настанням холодів ховаються на зимівлю в нежитлових приміщеннях або під кору сухостійних деревних видів рослин, яка відстає від стовбура, чи просто у щілинах кори сосни звичайної у дубово-соснових насадженнях, де виживають за температури повітря до – 25° С. Гусениці, які розвиваються з яєць, виїдають міни у паренхімі листків дуба звичайного у вигляді дрібних звивистих стрічок. 5 – 6 гусениць охоплюють усю поверхню листка. Над мінами кутикула на поверхні листка здувається у вигляді пухирця. Поверхня листків рослин дуба звичайного, що уражена ДШМ, спочатку набуває білуватого забарвлення, яка потім жовтіє, а згодом – буріє. У кінці червня – липні гусениці ДШМ розривають поверхню листка і опускаються на павутинні у лісову підстилку, де заляльковуються.

ЕКОЛОГІЯ

Нами встановлено, що ДШМ в лісопарковій зоні Києва має лише однорічну генерацію, поріг шкідливості якої становить 30 лялечок/м² (таблиця).

Таблиця

Фенограма розвитку і моніторинг дубової широколінійної моли в лісопарковій зоні Києва
(2012 – 2013 рр.)

| Роки | Стадії розвитку по місяцях | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------------------|---|---|---|---|---|----|---|----|-----|----|----|------|---|---|----|---|---|-------|---|---|
| | IV | | | V | | | VI | | | VII | | | VIII | | | IX | | | X-III | | |
| Перший | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| | з | з | з | □ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | г | г | г | г | Г | г | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | об | об | об | об | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | з | з | з |
| Другий | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | з | з | з | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Примітка. + - імаго (метелик); □ – відкладання яєць; ◇ - лялечки; г – гусениці; н – нагляд (моніторинг); об – облік ; з – зимуючий період.

Ентомофаги – основні чинники природної регуляції чисельності ДШМ і інших лускокрилих шкідників лісових насаджень. У сприятливі за ґрунтово-кліматичними умовами роки для їх оптимального розвитку ентомофаги уможливають зменшення чисельності шкідників на 10 – 75 % [8]. Так, на території України і Білорусі виявлено 36 видів паразитів (ентомофагів) з двох надродин, з яких 16 належить до родини Іхнемоніди (*Ichneumonidae*), 20 – Хальциди (*Chalcidoidea*), 31 вид хижаків, що знищують мінуючих лускокрилих шкідників. Серед них 12 видів з 3 родин класу павукоподібні (*Aranei*), 49 належить до 6 родів та 13 родин з класу комахи (*Insecta*). За умов інтенсивного заселення в листяних насадженнях природні регулюючі чинники не достатньою мірою впливають на регуляцію чисельності ДШМ.

Традиційні методи контролю ДШМ:

- для підвищення рівня стійкості рослин дуба звичайного проти ДШМ в лісосмугах необхідно висаджувати мішані культури і деревні види рослин, які відповідають ґрунтово-кліматичним умовам місцевості;
- систематично приваблювати птахів шляхом розвішування годівниць;
- в насадженнях міських лісопаркових зон замість дуба звичайного висаджувати дуб червоний, який меншою мірою уражується ДШМ;
- поблизу насаджень за участю дуба звичайного максимально зменшити будівництво нових будівель і споруд, а в існуючих - змитати й знищувати метеликів ДШМ, що зимують;
- рано навесні, у період вильоту метеликів, проводити їхню аерозольну обробку піретроїдними та фосфорганічними препаратами із застосуванням ручних аерозольних генераторів;
- широколистяні дубові насадження, на яких масово поселяються гусениці першого віку, обприскувати препаратами, що зареєстровані і дозволені для використання в міських лісопаркових зонах України.

На жаль, у переліку препаратів 2012 р. і доповненому в 2013 р. відсутні інсектициди, які зареєстровано проти ДШМ. Однак, проти мінуючих молей і листогризучих шкідників можливо застосовувати фосфорганічні («Золон 35») й піретроїдні препарати («Фастак» та «Альтекс») на основі альфа-диперметрину в концентрації 100 г/л. Для захисту листяних порід від ДШМ також запропоновано препарат «Фуфафон» на основі мелатіону з розрахунку 570 г/л.

У кінці липня – серпня на деревних рослинах більшого діаметра (30 – 50 см) у резерваціях ДШМ їх необхідно ставити в уловлювальні пояси з цупкого паперу або картону розміром 1 x 1 м таким чином, щоб тісно до дерева була притиснута верхня їх частина, а незамкнена – повернута на

південь. На поясах прикріплюють надписи з номерками, що знімають у грудні – лютому за декілька прийомів, за рахунок чого досягають підгодівлі птахів, які складають попарно внутрішніми поверхнями всередину. Надалі їх зберігають у прохолодних приміщеннях з метою забезпечення більшої ефективності для повторного застосування. Водночас, після квітня місяця прибирають у лісі сухостій і свіжозасихаючі дерева.

З економічної точки зору перспективним, але досить витратним і трудомістким методом регуляції чисельності ДШМ є ін'єкції інсектицидів в стовбури дерев за допомогою дозатора «пістолета» з ампулою. У Польщі розроблено спосіб захисту рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum L.*) від каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Desehka et Dimic) шляхом ін'єкції в стовбур інсектицидів «Імідаклопрід», «Treek 200 SL», «Zello» та інших [2, 6].

За умов захисту лісопаркових насаджень від ДШМ необхідно враховувати роль ентомофагів (паразитів й хижаків) і максимально активізувати їхню діяльність. Нині, перспективними методами регуляції чисельності ДШМ є використання гормональних препаратів із групи ювеноїдів-інгібіторів синтезу хітину у поєднанні з переселенням ентомофагів паразита *Dolichgenidea dilekta* і *Chrysocharis pertheus* (Hymenoptera: Eulophidae). Препарат «Димелін» з діючою речовиною дифлубензурон дозволено застосовувати для обприскування листяних деревних насаджень.

Висновки

Установлено, що ДШМ в лісопарковій зоні Києва має лише однорічну генерацію, поріг шкодочинності якої становить 30 лялечок/м². Для регуляції чисельності ДШМ актуально застосування системних інсектицидів і гормональних препаратів з широким спектром дії, що безпечні для довкілля.

1. Апостолова Л.Г. Вредная энтомофауна лесных биоценозов Центрального Приднепровья / Л.Г. Апостолова — К.: Вища шк., 1981. — 232 с.
2. Гаманова О.М. Захист гіркокаштана звичайного від каштанової мінуючої молі / О.М. Гаманова // Карантин і захист рослин. — 2013. — № 59. — С. 45—53.
3. Завада Н.М. Широкоминирующая моль-пестрянка - опасный вредитель дубовых насаждений / Н.М. Завада // Защита агролесомелиоративных насаждений и степных лесов от вредителей и болезней. Сб. научных трудов ВНИИ агролесомелиорации. — Волгоград. — 1987. — Вып. 3 (92). — С. 115—121.
4. Завада М.М. Лісова ентомологія / Завада М.М., Гузій А.Г., Білоконь М.В. — К.: Аграр Медіа Груп, 2010. — 412 с.
5. Кожанчиков И.В. Отряд *Veruc Coplera* / И.В. Кожанчиков // Вредители леса. — Ч. 1. — М.; Л. — Изд-во АН СССР, 1955. — С. 35—285.
6. Лобановський Г. Каштанова міль та заходи з обмеження її шкодочинності / Г. Лобановський, В. Федоренко // Карантин і захист рослин. — 2005. — № 3. — С. 26—27.
7. Маслов А.Д. Защита леса от вредителей и болезней: Справочник / Маслов А.Д., Ведерников Н.М., Андреева Т.Л. — М.: Агропромиздат, 1988. — 414 с.
8. Нікітенко Г.М. Дубова широкомінуюча міль та інші мінуючі лускокрилі на дубі. Повідомлення 3. Природні вороги мінуючих шкідників дуба в Україні на суміжних територіях / [Нікітенко Г.М., Фурсов В.М., Свиридов С.В. та ін.] // Вестник зоології. — 2005. — 39, № 4. — С. 35—47.
9. Рекомендации по выявлению, определению и использованию насекомых-энтомофагов главнейших вредителей яблунного сада в Лесостепи УССР. — К.: Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины, 1988. — 65 с.
10. Тряпицын В.А. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур / Тряпицын В.А., Шапиро В.А., Щепетинникова В.А. — Л.: Колос, 1982. — 256 с.
11. Фурсов В.М. Дубова широкомінуюча міль та інші лускокрилі на дубі. Повідомлення 1. Загальний видовий склад мінуючих молей / Фурсов В.М., Гершензон З.С., Нікітенко Г.М. // Вестник зоології. — 2003. — 37, № 4. — С. 21—32.
12. Шютенко Г.М. Дубова широкомінуюча міль та інші мінуючі лускокрилі на дубі. Повідомлення 2. Морфологічна та екологічна характеристика дубової широкомінуючої молі та інших мінуючих шкідників дуба / Шютенко Г.М., Фурсов В.М., Гершензон З.С. // Вестник зоології. — 2004. — Т. 38, № 2. — С. 8—12.
13. David V. Pests of Ornamental trees shrubs and flowers. A Colar Handbook. Second edition / V. David, P. Alford. — Academic press, 2010. — 480 p.
14. Jan Kimber. — 2014 / UIC Moth / Kimber Jan. <http://ukmoths.org.uk/showphp?bf=313>.

15. *Muhammad Y.* Chemical control of jaman leaf-miner. *Acrocercops phaespora* Meyer. By stem injection method / *Y. Muhammad, H. Faryad* // *Pakistan Entomologist*. — 2000. — № 22 (1/2). — P. 79—80.

И.А. Григорюк, П.П. Яворовский, Т.Р. Стефановская

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

МОНІТОРИНГ І РЕГУЛЯЦІЯ ЧИСЛЕННОСТІ ДУБОВОЇ ШИРОКОМІНІРУЮЩОЇ МОЛИ (*CORISCIUM (=ACROCERCOPS) BRONGNIARDELLA F.*) В ЛЕСОПАРКОВОЇ ЗОНІ КИЄВА

Освещены морфологические и биологические особенности, цикл развития и методы оценки численности широкоминирующей дубовой моли в лесопарковой зоне Киева, которая зимует на стадии имаго и развивается в одной генерации. Рассмотрены методы применения инсектицидов и гормональных препаратов с широким спектром действия для регуляции численности дубовой широкоминирующей моли.

Ключевые слова: дуб обыкновенный, дубовая широкоминирующая моль, морфологические и биологические особенности, лесопарковая зона Киева, инсектициды, гормональные препараты

I.P. Grygoryuk, P.P. Yavorovsky, T.R. Stefanovska

National University of Life Environmental Sciences of Ukraine

MONITORING AND CONTROL OF LIFE BLITCH MINER IN FOREST PARK ZONE OF KYIV DISTRICT

The article presents an overview of morphology, biology, life cycle, sampling and monitoring of leaf blotch miner moth in forest park zone of Kyiv district where the pest hibernates in the adult stage and has one generation per year. The methods of pest control using broad spectrum insecticides and hormonal IGRs are considered.

Keywords: English oak, leaf blotch miner moth, morphological and biological features, forest park zone of Kyiv district, insecticides, hormonal insect growth regulators (IGRs)

Рекомендує до друку

Надійшла 22.10.2014

В.В. Грубінко

УДК 595.792:595.752 (292.485:477)

О.Г. ЗУБЕНКО

Черкаський національний університет
бульвар Шевченка, 81, Черкаси, 18031

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ БІОЕКОЛОГІЇ КОМПЛЕКСУ ХИЖИХ АФІДОФАГІВ НА ТЕРИТОРІЇ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

На основі аналізу стаціональної приуроченості хижаків-афідофагів на території Центрального Лісостепу України встановлено, що на цій території домінують ентомофаги, які трапляються в умовах степових ландшафтів. Сезонні і річні зміни погодних умов, а також циклічність динаміки популяції живителя (з чергуванням максимумів і мінімумів) зумовлювали ступінь регуляторної спроможності хижих комах-афідофагів. Активність хижих комах регулюється межами, що формувалися природними ресурсами і запасом жертви. Протягом періоду вегетації відбуваються коливання чисельності хижих комах, що обумовлено погодними умовами, видовим складом попелиць, змінами рослинних асоціацій – у різних формаціях трав'янистої рослинності змінюється видова і кількісна різноманітність ентомофагів. Найбільшу видову різноманітність хижих комах відмічали у суходільних луках із переважанням злакового різнотрав'я.

Попелиці (*Aphidinea*) розповсюджена група комах-фітофагів, які є важливим компонентом біоценозів та шкідниками багатьох сільськогосподарських культур [4]. Попелиці є об'єктом хижацтва для багатьох комах: личинок і імаго кокцинелід (*Coleoptera: Coccinellidae*), личинок золотоочок (*Neuroptera: Chrysopidae*), личинок сирфід і галиць (*Diptera: Syrphidae* та *Cecidomyiidae*) хижих клопів (*Hemiptera: Nabidae, Anthocoridae*) [1, 2, 3, 10, 11; 12, 16].

Зазвичай виділяють дві основні тенденції у дослідженні афідофагів: 1) вивчення ентомофагів попелиць з окремих систематичних груп – кокцинелід [2, 7, 15] вивчення комплексів афідофагів у певних типах фітоценозів [8].

Завдання роботи – вивчення біоекологічних особливостей комплексу афідофагів (хижаків), які мешкають на трав'янистій рослинності в Центральному Лісостепу України, та виявлення домінуючих в умовах суходільних, остепнених, заплавних та низинних лук.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для дослідження слугували власні збори афідофагів на території Центрального Лісостепу протягом 2008-2013 р. Для вивчення стаціонального розподілу хижаків-ентомофагів було визначено одинадцять основних місць збору згідно з класифікацією біотопів за Григора, Соломаха (2005): 1) заплавні луки – відкрита ділянка низького травостою з домінуванням злаків, між річкою і хвойним лісом; 2) екотон між листяним лісом та ділянкою суходільних луків, ростуть злаково-бобові трави, місцями чагарники; 3) низинні луки – волога низина, що вкрита злаковими, осоковими та зрідка бобовими і зонтичними рослинами; 4) перелог, густо вкритий багаторічними високими травами із домінуванням полинів, деревію, королиці, злинок та звіробою; 5) не густий перелог, де домінує осот польовий та еспарцет; кипарисовидний; 6) затінений вологий схил балки з поодинокими березами, рідкими чагарниками, але густо вкритий злаково-бобовою рослинністю; 7) відкритий схил балки, добре освітлюється сонцем, вкритий бобово-злаковим різнотрав'ям; 8) схил балки в густій тіні дерев, вкритий незначним шаром опалого листя та злаково-бобовими рослинами, поодинокі зустрічаються чагарники; 9) відкритий крутий схил балки, вкритий ковилово-злаковою рослинністю; 10) відкрита ділянка травостою з рослинністю суходільних луків; 11) відкрита ділянка травостою з рослинністю близькою до такої в остепнених луках (переважають ковили).

Матеріал збирали у період вегетації рослин із квітня до жовтня. Для виявлення колоній попелиць оглядали надземні частини рослин. У колоніях попелиць відмічали наявність ентомофагів.

Личинки і малорухомі екземпляри хижаків обраховували на пробних площадках (0,25 м²), які виділяли у 5 місцях на досліджуваній території. Личинок ентомофагів вирощували до стадії імаго у лабораторних умовах із метою встановлення видової приналежності [9].

Рухомі стадії ентомофагів збирали методом косіння. При цьому робили по 25 помахів стандартним ентомологічним сачком у чотирьох повторностях (14). Всього за період роботи було накладено 280 площадок і проведено 510 косінь.

Результати досліджень та їх обговорення

На території Центрального Лісостепу на трав'янистій рослинності виявлено 63 види хижих комах із 10 родин 5 рядів, що мають трофічні зв'язки із 144 видами попелиць.

Починаючи із першої декади червня, коли кількість попелиць різко збільшується, ентомофаги розселяються більш або менш рівномірно переважно на трав'янистій рослинності (лучній, рудеральній), де відмічені до кінця сезону. Проведені дослідження показали відмінності у видовому складі і чисельності хижаків у різних природних ценозах.

У різних формаціях трав'янистої рослинності змінюється видова і кількісна різноманітність ентомофагів. Найбільшу видову різноманітність хижих комах відмічали на суходільних луках, із переважанням злакового різнотрав'я. Зокрема на суходільних луках виявлено 54 види: *Adalia bipunctata* L., *Adalia decempunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Bembidion properans* Herbs., *Cantharis lateralis* L., *Coccinula quatuordecimpustulata* L., *Coccinula sinautomarginata* Fel., *Coccinella divaricata* Fald., *C. septempunctata* L., *C. undecimpunctata* L., *Chrysopa commata* Kis. eu Uj, *C. carnea* Steph., *C. formosa* Br., *C. perla* L., *C. phyllochroma* Wesw., *Hippodamia undecimnotata*

Schneider, *Exochomus quadripustulatus* L., *Episyrphus balteatus* De Geer, *Eupeodes corollae* F., *Eupeodes luniger* Meig., *Leucopis caucasica* Tanas., *L. glyphinivora* Tanas., *L. pallidolineata* Tanas., *Malachius geniculatus* Germ., *Melanostoma mellinum* L., *Melangyna triangulifera* Zet., *Nabis punctatus* Costa., *N. ferus* L., *Paragus albifrons* Fall., *P. bicolor* F., *P. bradescui* Stan., *P. quadrifasciatus* Meig., *P. tibialis* Fall., *Pipiza viduata* L., *Pipizella maculipennis* Meigen, *Platycheirus angustatus* Zet., *P. fuivivetrus* M., *Propylea quatuordecimpunctata* L., *Poecilus cupreus* L., *Raphidia ophiopsis* L., *Scaeva pyrastris* L., *Sphaerophoria dubia* Ztt., *S. menthastri* L., *S. rueppelli* Wd, *S. taeniata* Meig, *S. scripta* L., *Syrphus ribesii* L., *S. torvus* Osten-Sacken, *S. vitripennis* Meig., *Scymnus frontalis* Fabr., *S. haemorrhoidalis* Herb, *S. nigrinus* Kug., *S. rubromaculatus*, *Tytthaspis sedecimpunctata* L. Видами, що специфічні до суходільних луків виявилися *Adalia decempunctata* L., *Scymnus frontalis* Fabr., *S. nigrinus* Kug. Масовими видами є *Coccinella septempunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Aphidoletes aphidimyza* Rond.

Остепнені луки є близькими до суходільних за рослинними асоціаціями, із переважанням злакового різнотрав'я, тому видовий склад ентомофагів дещо подібний. На остепнених луках нами виявлено 38 видів хижаків попелиць: *Adalia bipunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Bembidion properans* Herbs., *Calvia quatuordecimpunctata* Fabr., *Cantharis lateralis* L., *Coccinula quatuordecimpunctulata* L., *C. sinautomarginata* Fel., *Coccinella divaricata* Fald., *C. septempunctata* L., *C. undecimpunctata* L., *Chrysopa commata* Kis. eu Uj, *C. carnea* Steph., *C. formosa* Br., *C. perla* L., *C. phyllochroma* Wesw., *Hippodamia undecimnotata* Schneider, *Exochomus quadripustulatus* L., *Episyrphus balteatus* De Geer, *Eupeodes corollae* F., *Eupeodes luniger* Meig., *Leucopis caucasica* Tanas., *L. glyphinivora* Tanas., *L. pallidolineata* Tanas., *Malachius geniculatus* Germ., *Melanostoma mellinum* L., *Nabis punctatus* Costa., *N. ferus* L., *Paragus bicolor* F., *P. bradescui* Stan., *P. tibialis* Fall., *Pipiza viduata* L., *Pipizella maculipennis* Meigen, *Platycheirus angustatus* Zet., *P. fuivivetrus* M., *Propylea quatuordecimpunctata* L., *Poecilus cupreus* L., *Scaeva rueppelli* Wd, *Sphaerophoria scripta* L., *Syrphus ribesii* L., *S. torvus* Osten-Sacken, *S. vitripennis* Meig., *Scymnus frontalis* Fabr., *S. haemorrhoidalis* Herb, *S. nigrinus* Kug. Масовими видами є *Coccinella septempunctata* L., *Adonia variegata* Goeze.

Найбіднішими за видовим складом і чисельністю, виявилися вологі біотопи. У низинних луках нами виявлено 19 видів ентомофагів: *Adalia bipunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Aphidoletes aphidimyza* Rond., *Coccinula quatuordecimpunctulata* L., *Coccinella divaricata* Fald., *C. septempunctata* L., *Chrysopa carnea* Steph., *C. formosa* Br., *C. phyllochroma* Wesw., *Episyrphus balteatus* De Geer, *Eupeodes corollae* F., *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Leucopis pallidolineata* Tanas., *Melanostoma scalare* F., *Platycheirus fuivivetrus* M., *Scaeva pyrastris* L., *Sphaerophoria scripta* L., *Syrphus ribesii* L., *Tytthaspis sedecimpunctata* L.

Заплавні луки виявилися багатшими за видовим складом ентомофагів. Нами виявлено 26 види: *Adalia bipunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Anisosticta novemdecimpunctata* L., *Aphidoletes aphidimyza* Rond., *Calvia quatuordecimpunctata* Fabr., *Coccinella septempunctata* L., *Chrysopa carnea* Steph., *C. commata* Kis. eu Uj, *C. formosa* Br., *C. phyllochroma* Wesw., *Episyrphus balteatus* De Geer, *Eupeodes corollae* F., *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Leucopis glyphinivora* Tanas., *Melanostoma scalare* F., *M. mellinum* L., *Paragus albifrons* Fall., *P. bradescui* Stan., *P. quadrifasciatus* Meig., *Pipizella maculipennis* Meigen, *Scaeva pyrastris* L., *Sphaerophoria dubia* Ztt., *S. scripta* L., *S. taeniata* Meig. *Syrphus torvus* Osten-Sacken, *Scymnus haemorrhoidalis* Herb, *Tytthaspis sedecimpunctata* L. Нами відмічено, чим більша зволоженість (гідрофітні стації), тим більше знижується чисельність і видова різноманітність хижих комах. Типовими представниками зволжених місць існування є *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Melanostoma scalare* F., *Paragus bradescui* Stan. Наприклад *Hippodamia tredecimpunctata* L. може бути індикатором зволоженості суходільних біотопів.

Розрахунки індексів домінування показали, що в цілому домінантами на території Центрального Лісостепу виступають одинадцять видів ентомофагів попелиць: *Adalia bipunctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Aphidoletes aphidimyza* Rond., *Coccinella septempunctata* L., *Chrysopa carnea* Steph., *Ch. perla* L., *Episyrphus balteatus* De Geer, *Eupeodes corollae* F., *Hippodamia tredecimpunctata* L. *Sphaerophoria scripta* L., *Syrphus ribesii* L.

Субдомінантами є види *Chrysopa formosa* Br., *Eupeodes luniger* Meig., *Exochomus quadripustulatus* L., *Leucopis pallidolineata* Tanas., *Melanostoma mellinum* L., *M. scalare* F.,

Tytthaspis sedecimpunctata L., *Propylea quatuordecimpunctata* L., *Scaeva pyrastris* L., *Syrphus torvus* Osten-Sacken. Субдомінантами I порядку є сім видів: *Calvia quatuordecimpunguttata* Fabr., *Chrysopa commata* Kis. eu Uj, *Malachius geniculatus* Germ., *Paragus bicolor* F., *P. tibialis* Fall., *Pipiza viduata* L., *Pipizella maculipennis* Meigen. Ще дев'ятнадцять видів хижих ентомофагів: *Anisosticta novemdecimpunctata* L., *Bembidion properans* Herbs., *Cantharis lateralis* L., *Coccinella divaricata* Fald., *Coccinula sinautomarginata* Fel., *C. quatuordecimpustulata* L., *C. undecimpunctata* L., *Chrysopa phyllochroma* Wesw., *Hippodamia undecimnotata* Schneider, *Leucopis glyphinivora* Tanas., *L. caucasica* Tanas., *Nabis punctatus* Costa., *N. ferus* L., *Paragus bradescui* Stan., *Platycheirus angustatus* Zet., *P. fuivivetrus* M., *Scaeva pyrastris* L., *Scymnus haemorrhoidalis* Herb, *S. nigrinus* Kug. є едифікаторами. Решта видів є випадковими.

Проте у різних умовах статус окремих видів може бути різним. На суходільних луках домінуючими виявилися п'ять видів *Adonia variegata* Goeze, *Aphidoletes aphidimyza* Rond., *Coccinella septempunctata* L., *Chrysopa carnea* Steph., *Sphaerophoria scripta* L. Причому перші два види характеризувалися особливо значними показниками домінування (78,11% і 91,47% відповідно), тоді як індекс домінування *Aphidoletes aphidimyza* Rond, *Chrysopa carnea* Steph., *Sphaerophoria scripta* L. виявився трохи нижчим (19,47%, 30,1% і 23,8% відповідно). До субдомінантів віднесені види *Adalia bipunctata* L. (3,08%), *Chrysopa perla* L. (2,55%), *Chrysopa formosa* Br. (2,37%), *Episyrphus balteatus* De Geer (5,75%), *Exochomus quadripustulatus* L. (1,87%), *Eupeodes corollae* F., (3,74%) *Propylea quatuordecimpunctata* L. (2,18%), *Syrphus ribesii* L. (3,65%), *S. torvus* Osten-Sacken (3,18%), *S. vitripennis* Meig. (2,86%), *Sphaerophoria rueppelli* Wd (4,02%), *S. taeniata* Meig. (2,95%), *Scymnus frontalis* Fabr. (5,68%). Субдомінантами I порядку є види *Calvia quatuordecimpunguttata* Fabr. (0,57%), *Coccinella undecimpunctata* L. (0,48%), *Hippodamia tredecimpunctata* L. (0,52%), *Leucopis glyphinivora* Tanas. (0,20%), *Malachius geniculatus* Germ. (0,16%), *Paragus tibialis* Fall. (0,14%), *Sphaerophoria dubia* Ztt. (0,11%), *S. menthastri* L. (0,11%). Положення другорядних членів суходільних луків зайняли *Nabis punctatus* Costa. (0,05%), *S. nigrinus* Kug. (0,07%). Решта видів є випадковими у зборах.

На остепнених луках зберігають положення домінуючих видів *Adonia variegata* Goeze (55,71%), *Coccinella septempunctata* L. (62,44%), *Sphaerophoria scripta* L. (28,74%). Змінили статус *Episyrphus balteatus* De Geer (22,69%) та *Syrphus ribesii* L. (17,39%). У стаціях суходільних луків вони займали положення субдомінантів. Статус субдомінантів отримали *Adalia bipunctata* L. (8,23%), *Eupeodes luniger* Meig. (4,91%), *Leucopis pallidolineata* Tanas. (2,15%), *Paragus bicolor* F. (3,88%), *Propylea quatuordecimpunctata* L. (6,39%), *Sphaerophoria rueppelli* Wd (3,11%), Субдомінантами I порядку виступали види *Adalia decempunctata* L. (0,13%), *Coccinula quatuordecimpustulata* L. (0,12%), *C. sinautomarginata* Fel. (0,11%), *Coccinella divaricata* Fald. (0,11%), *Chrysopa commata* Kis. eu Uj (0,11%), *Exochomus quadripustulatus* L. (0,38%), *Leucopis caucasica* Tanas. (0,29%), *Malachius geniculatus* Germ. (0,24%), *Melanostoma mellinum* L. (0,12%), *Paragus tibialis* Fall. (0,23%), *Pipiza viduata* L. (0,48%), *Pipizella maculipennis* Meigen (0,31%), *Scymnus frontalis* Fabr. (0,55%). Другорядними членами ценозу виступали *Coccinella undecimpunctata* L. (0,01%), *Hippodamia tredecimpunctata* L. (0,03%), *H. undecimnotata* Schneider (0,02%), *Nabis punctatus* Costa. (0,01%), *Pipiza viduata* L. (0,01%).

В зборах на низинних луках домінантними є 6 видів *Tytthaspis sedecimpunctata* L. (45,72%), *Hippodamia tredecimpunctata* L. (30,26%) *Propylea quatuordecimpunctata* L. (21,43%), *Episyrphus balteatus* De Geer (18,56%), *Eupeodes corollae* F. (18,32%), *Chrysopa carnea* Steph. (15,39%). Субдомінантами є такі види: *Coccinella septempunctata* L. (8,93%), *Adonia variegata* Goeze (6,61%), *Chrysopa perla* L. (5,22%), *Episyrphus balteatus* De Geer. (7,31%), *Melanostoma scalare* F. (4,15%), *Syrphus ribesii* L. (3,96%). Субдомінантами I порядку на низинних луках є *Chrysopa commata* Kis. eu Uj (0,69%), *C. phyllochroma* Wesw. (3,25%), *Paragus bradescui* Stan. (2,81%), *Scaeva pyrastris* L (2,16%).

На заплавлених луках статус домінантних видів дещо змінюється. Домінантами є *Adalia bipunctata* L., (25,83%), *Coccinella septempunctata* L. (41,67%), *Chrysopa carnea* Steph (26,33%), *Sphaerophoria scripta* L. (21,65%), *Episyrphus balteatus* De Geer (18,56%), *Eupeodes corollae* F. (17,87%). Субдомінантами виступають *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (8,44%), *Hippodamia*

tredecimpunctata L. (8,06%), *Chrysopa perla* L. (4,61%), *Ch. formosa* Br. (5,82%), *Scaeva pyrastris* L. (4,95%), *Sphaerophoria taeniata* Meig (3,11%), *S. rueppelli* Wd. (2,98%).

Субдомінантами I порядку є *Anisosticta novemdecimpunctata* L. (0,75%), *Calvia quatuordecimpunguttata* Fabr. (0,62%), *Chrysopa commata* Kis. eu Uj (0,36%), *Leucopis glyphinivora* Tanas. (0,13%), *Paragus albifrons* Fall. (0,34%), *Pipizella maculipennis* Meigen (0,19%), *Syrphus torvus* Osten-Sacken (0,27%), *Scymnus haemorrhoidalis* Herb (0,18%).

Висновки

Аналізуючи співвідношення видів хижаків, які трапляються на території Центрального Лісостепу, встановлено, що для кожного рослинного ценозу характерний видовий спектр комплексу ентомофагів попелиць на трав'янистій рослинності. Відмінності видового складу попелиць у суходільних та остепнених ценозах, а також низинних та заплавних луках визначаються різницею визначальних в них екологічних факторів.

1. *Адашкевич Б. П.* Динамика численности хищных насекомых на нектароносах / Б.П. Адашкевич // Научно-технический бюллетень. Кишинев: Изд-во ЦК КП Молдавии, 1974. — С. 11—18.
2. *Адашкевич Б. П.* Перспективные виды паразитов для борьбы с гороховой тлей / Б.П. Адашкевич // Биологическая защита плодовых и овощных культур. — Кишинев, 1971. — С. 3—4.
3. *Берест З. Л.* Энтомофаги, регулирующие численность листовых злаковых тлей на полях пшеницы степной зоны Правобережья УССР / З. Л. Берест // Вестник зоологии. — 1980. — № 5. — С. 84—87.
4. *Божко М. П.* Тли кормовых растений / М. П. Божко. — Харьков: Вища Школа, 1976. — 136 с.
5. *Воронин К. Е.* Эффективность природных популяций энтомофагов тлей на зерновых культурах / К. Е. Воронин, Г. А. Пукинская, А. И. Лахидов // Биоценотическое обоснование критериев эффективности природных энтомофагов. Сборн. научн. трудов ВИЗР. — Л., 1983. — С. 31—43.
6. *Григора І. М.* Рослинність України (еколого-ценотичний, флористичний та географічний нарис). / Григора І. М., Соломаха В. А. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 452 с.
7. *Дядечко Н. П.* Сохранение и использование энтомофагов в агроценозах / Н. П. Дядечко // Защита растений. — 1978. — № 2. — С. 22—23.
8. *Еськов И. Д.* Взаимоотношения злаковых тлей и их энтомофагов в агроценозе яровой пшеницы / И.Д. Еськов // Тезисы докладов конференции «Вавиловские чтения-2006». — Саратов, 2006. — С. 12—15.
9. *Кирияк И.Г.* Выявление, учет численности и определение тлей и их энтомофагов на злаковых культурах: методические указания / И.Г. Кирияк. — Кишинев: ВНИИБМЗР, 1984. — 37 с.
10. *Кирияк И. Г.* Возможности снижения численности паразитов хищников тлей на озимой пшенице / И. Г. Кирияк // Фауна и экология энтомофагов. — Кишинев: Штиинца, 1982. — С. 42—50.
11. *Кирияк И.Г.* Энтомофаги тлей вредителей злаковых культур Молдавии / И.Г. Кирияк // Энтомофаги вредителей растений. — Кишинев: Штиинца, 1980. — С. 21—27.
12. *Кротова И.Г.* Видовой состав энтомофагов злаковых тлей (Homoptera, Aphididae) Западной Сибири / И.Г. Кротова // Энтномол. обозр. — 1989. — Т. 68, № 1 — С. 51—56.
13. *Маринич О. М.* Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. — К.: Знання, 2005. — С. 259—263.
14. *Палий В. Ф.* Методика изучения фауны и фенологии насекомых / В.Ф. Палий. — Воронеж, 1970. — 192 с.
15. *Савойская Г. И.* Тлевые коровки / Г. И. Савойская. — М.: Агропромиздат, 1991. — 78 с.
16. *Тряпицын В. А.* Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур / В. А. Тряпицын, В. А. Шапиро, В. А. Щепетильникова. — Л., 1982. — 255 с.

О.Г. Зубенко

Черкасский национальный университет

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЭКОЛОГИИ КОМПЛЕКСА ХИЩНЫХ АФИДОФАГОВ НА ТЕРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Анализ стационарной приуроченности хищников-афидофагов к территории Центральной Лесостепи Украины показал, что на данной территории доминируют энтомофаги, встречающиеся в условиях степных ландшафтов. Сезонные и годовые изменения погодных условий, а также цикличность динамики популяции хозяина (с чередованием максимумов и минимумов) обуславливали степень регуляторного потенциала хищных насекомых-афидофагов. Активность хищных насекомых регулировалась рамками, сформированными природными ресурсами и запасом жертвы. За период вегетации наблюдали изменения динамики численности хищных

насекомых, которая обусловлена погодными условиями, видовым составом тли и изменениями в растительных ассоциациях.

Ключевые слова: Aphidinea, хищные афидофаги, природные ценозы, фоновые виды

O.G. Zubenko

Cherkasy V. Khmelnytsky National University, Ukraine

SOME BIOECOLOGY FEATURES OF PREDATORY APHIDOPHAGY COMPLEX IN THE CENTRAL FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE

The analysis of fixed attachment of predatory aphidophagy to the territory of Ukraine Central Forest-Steppe shows that etnomophagy occurring in the conditions of steppe landscapes dominates on this territory. The season and year changes of weather conditions as well as cycling dynamics of feeder population (with alternating highs and lows) stipulate the degree of regulatory ability of predatory aphidophagy-insects. The activity of predatory insects is regulated by the frameworks formed by the natural resources and victim's reserve. The changes of number dynamics of predatory insects stipulated by the weather conditions, species composition of aphids and the changes in vegetative associations is observed during the period of vegetation. Species and quantity diversity of etnomophagy changes in different formations of herbaceous vegetation.

Keywords: Aphidinea, predatory aphidophagy, natural cenoses, background species

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 22.09.2014

УДК 598.293.1

¹М.І. МАЙХРУК, ²Д.В. СТРАШНЮК

¹Кременецький обласний гуманітарно-педагогічний інститут імені Тараса Шевченка
пров. Лицейний, 1, Кременець, 47003

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ЧИСЕЛЬНІСТЬ ПТАХІВ РОДИНИ ВОРОНОВІ (*CORVIDAE*) У М. ТЕРНОПІЛЬ

У статті наводяться дані про чисельність птахів родини Воронові в обласному центрі. Наведено дані про пройдені маршрути в кілометрах та чисельність на них особин певного виду, дано розподіл їх по масивах та в різні пори року. Спостереження проводилися протягом 2008–2011 р.

Ключові слова: вороніві, галка, сорока, крук, грак, чисельність, масиви

Немаловажне значення для природи мають населені пункти області, яких нараховується більше тисячі на 01.01.1996 р. Переважна більшість з них села (96,7%, а міста та селища міського типу складають 3,3% від усіх населених пунктів. В області нараховується 35 міських поселень, серед яких 16 міст і 19 селищ міського типу. Із міст області найбільшим, як по загальній кількості населення, так і за загальною площею. Воно має різноманітну забудову. В основному, побудоване в післявоєнний період. Поряд з багатоповерховими будинками значна частина відводиться приватному сектору.

Багатоповерхове місто Тернопіль можна поділити на такі масиви: центр, Дружба, Східний, Сонячний, Новий світ, які відрізняються за типом забудови та станом озеленення території. Кожен із цих районів можна виділити як окрему фацію (біотоп) загального міського ландшафту.

Різнорманітні забудови, як місця оселення птахів, створені людиною, безсумнівно представляє собою особливе і частково нове для тварин екологічне середовище. За структурою

поверхні вони порівнюються із скалами, таким чином є умовами для деяких видів птахів, які на початку оселилися в скалистій місцевості. Ще однією особливістю є відносно підвищена температура, які стіни отримують залежно від експозиції і сонячного тепла та зберігати більше тепла порівняно з оточуючим навколишнім природним середовищем.

Необхідність вивчення чисельності птахів родини Воронові у місті зумовлена тим, що по даному питанню робіт на досліджуваній території порівняно мало, тоді як чисельна кількість особин з кожним роком зростає. Особливо помітна їх концентрація в осінньо–зимовий період.

Так, у роботі М. Майхрука (1984) розглядається розподіл птахів у м. Тернопіль, і тому числі і воронових, у різні періоди року. У роботі М. Майхрука (1990) розглянуто розміщення воронових птахів у гніздовий період у м. Тернопіль та чисельність розташування гнізд цієї родини. У роботі М. Майхрука (1997) розглянуто чисельність та розміщення граків (*Corvus frugilegus* L.) по сезонах.

Матеріал і методи досліджень

Спостереження за птахами родини Воронові у м. Тернопіль проводилися протягом 2008–2011 р. Обліки проводилися маршрутним методом з використанням методу обліку птахів у містах (Луговий, Майхрук, 1974). У даних фаціях загальноміського ландшафту виявляли чисельність воронових птахів протягом всіх періодів року.

Результати досліджень та їх обговорення

Літом у міському ландшафті відмічено п'ять видів воронових птахів: сорока (*Pica pica* L.), крук (*Corvus corax* L.), галка (*Corvus monedula* L.), сойка (*Garrulus glandarius* L.), грак. Протягом цього сезону у даному ландшафті не відмічено тільки ворони сірої (*Corvus cornix* L.) та горіхівки (*Nucifraga caryocatactes* L.), які відносяться до цієї родини та зустрічаються в нашій області. У цей період в даному ландшафті пройдено 76,5 км і зафіксовано обліками 962 особини. За чисельністю птахів переважала галка (56,9%) або в середньому 15,0 ос./км обліків, грак (29,1%) або 7,1 ос./км, сорока (13,5%) або 3,6 ос./км, крук (0,3%) або 0,03 ос./км, сойка (0,2%) або 0,02 ос./км. Однак, у різних масивах міського ландшафту, як видовий склад воронових, так і їх чисельність протягом даного сезону різна.

На масиві Сонячний пройдено 63,9 км і відмічено п'ять видів воронових птахів. Найбільш чисельною була галка (56,4%) або в середньому 7,3 ос./км обліків, грак (30,2%) або 3,9 ос./км, сорока (12,8%) або 1,6 ос./км, крук (0,5%) або 0,04 ос./км, сойка (0,1%) або 0,01 ос./км. На масиві Дружба у літній період пройдено 10,5 км і зафіксовано 101 особину воронових птахів: галка, сорока, грак. Більш чисельно представлена на даній території галка (59,4%) або в середньому 5,7 ос./км обліків, сорока (23,7%) або 2,2 ос./км, грак (16,9%) або 1,6 ос./км. У центрі м. Тернопіль влітку відмічено тільки галку та грака. За чисельністю птахів переважала галка (61,9%) або в середньому 21,0 ос./км обліків, грак (38,1%) або 13,0 ос./км.

Восени у міському ландшафті відмічено чотири види, а саме — галка, грак, сорока, сойка. В даному ландшафті було пройдено 36,3 км і зареєстровано 358 особин птахів даної родини. Чисельно у цей період явно переважала галка (55,8%) або в середньому 5,5 ос./км обліків, грак (36,0%) або 3,5 ос./км, сорока (7,8%) або 0,7 ос./км, сойка (0,4%) або 0,02 ос./км.

На масиві Сонячний пройдено 19,5 км і відзначено три види: галка, грак, сорока. За чисельністю переважала галка (59,7%) або в середньому 7,4 ос./км обліків, грак (35,9%) або 4,9 ос./км, сорока (10,4%) або 1,4 ос./км. На масиві Дружба в осінню пору пройдено 7,5 км і відмічено 43 особини воронових птахів, а саме — галка (83,7%) або в середньому 4,8 ос./км обліків, грак (18,6%) або 1,1 ос./км, сойка (2,3%) або 0,1 ос./км. У центральній частині міста в осінню пору пройдено 9,3 км та відмічено 43 особини родини. Найбільша чисельністю зафіксована для грака (55,8%) або 2,5 ос./км обліків. Галка займала друге місце — 44,1% або 2,0 ос./км.

Взимку в міському ландшафті відмічено грака, галку, сороку. Всього за цей період пройдено 58,8 км і зафіксовано 1823 особини цієї родини. Під час зими явно переважав грак — (76,4%) або 23,6 ос./км обліків, галка — 21,4% або 6,6 ос./км, сорока — 2,2% або 0,6 ос./км.

На масиві Сонячний пройдено 51 км та відзначено 1656 особин воронових птахів. У відсотковому відношенні переважав грак (76,2%) або в середньому 24,7 ос./км обліків, галка

(21,7%) або 7,0 ос./км, сорока (1,9%) або 0,6 ос./км. У центральній частині міста маршрут склав 4,8 км і зафіксовано 55 особин. При підрахунку птахів переважав грак — 81,8% або в середньому 9,3 ос./км обліків, галка (18,2%) або 2,0 ос./км. Грак займав перше місце й при проведенні досліджень на масиві Дружба — 77,7% або 28,6 ос./км обліків, галка — 17,8% або 6,6 ос./км, сорока — 5,5% або 2,0 ос./км.

Весною в даному ландшафті пройдено 60,3 км і відмічено 954 особини воронових птахів. Весною явно домінувала галка — 56,1% або в середньому 8,1 ос./км обліків, грак — 36,5% або 5,9 ос./км, сорока — 6,1% або 0,9 ос./км, сойка — 0,3% або 0,1 ос./км. У гніздовий період проходить перерозподіл воронових у різних частинах міста. У центральній частині міста весною відмічено 7 особин — галка (57,1%) або в середньому 4,0 ос./км обліків, грак — 42,9% або 3,0 ос./км. На масиві Дружба пройдено 12 км і зареєстровано 194 особини родини. Домінувала галка — 56,7% або в середньому 9,2 ос./км обліків, грак — 20,4% або 4,9 ос./км та сорока — 12,8% або 2,1 ос./км. Масивом Сонячний пройдено 43,8 км і виявлено 753 особини. За чисельністю переважала галка — 55,9% або в середньому 9,6 ос./км обліків, грак — 39,3% або 6,8 ос./км та сорока — 4,4% або 0,8 ос./км і сорока — 0,4% або 0,1 ос./км.

Висновок

Отже, за період дослідження птахів родини Воронові у м. Тернопіль виявлено шість видів, а саме грака, галку, сойку, сороку, крука, горіхівку.

1. *Луговой А.Е.* О проведение учетов птиц в городе / А.Е. Луговой, М.И. Майхрук // География и экология наземных позвоночных. — 1974. — Вып. 2. — С. 53—59.
2. *Майхрук М.І.* Динаміка населення птахів Тернополя / М.І. Майхрук // ІВА програма: Облік птахів: підходи, методики, результати. — Львів–Київ, 1997. — С. 90—97.
3. *Майхрук М.І.* Особенности распределения птиц в г. Тернополе / М.И. Майхрук // Проблемы региональной экологии животных в цикле зоологических дисциплин педвуза. — Витебск, 1984. — Ч. 2. — С. 111—112.
4. *Майхрук М.І.* Численность и размещение грачей в городе Тернополе УССР / Сборник материалов Всесоюзного научно-методического совещание педвузов / М.И. Майхрук. — Махачкала, 1990. — Т. 2. — С. 163—165.

М.І. Майхрук, Д.В. Страшнюк

Кременецкий областной гуманитарно–педагогический институт имени Тараса Шевченко
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ЧИСЛЕННОСТЬ ПТИЦ СЕМЕЙСТВА ВРАНОВЫЕ (*CORVIDAE*) В Г. ТЕРНОПОЛЬ

В статье приводятся данные о численности птиц семейства Врановые в областном центре. Приведены данные о пройденных маршрутах в километрах и численность на них особей определенного вида, дано распределение их по массивах и в разные поры года. Исследования проводились на протяжении 2008–2011 гг.

Ключевые слова: врановые, галка, сорока, ворон, грач, численность, массивы

М.І. Mayhruk, D.V. Strashnyuk

Kremenetskiy Regional Humanitarian-Pedagogical Institute named after Taras Shevchenko
Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

NUMBER OF BIRDS FAMILY VORONOV (*CORVIDAE*) IN TERNOPIL

The article presents data on the number of birds in the family Voronov regional center. The data on the route covered in kilometers and the number of animals on them a certain kind, given their distribution areas and in different seasons. Studies conducted during the 2008-2011.

Keywords: corvids, jackdaw, magpie, raven, rook, strength, arrays

Рекомендує до друку

Надійшла 27.08.2014

Н.М. Дробик

СПІВВІДНОШЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СКЛАДОВИХ У ЖОВЧІ КОРОПІВ-ДВОЛІТОК ПРИ ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ

Вивчалось співвідношення метаболітів ліпідного та жовчোকислотного обміну в міхуровій жовчі коропів-дволіток при адаптації їх до умов існування. Виявлено, що при екзогенному надходженні ксенобіотиків в організм у коропів-дволіток формувалась реакція, яка проявлялась в зміні ефективності роботи цілого ряду поліферментних систем клітин печінки, що забезпечують жовчоутворення.

Ключові слова: печінка, жовч, холато-холестероловий коефіцієнт; коефіцієнт етерифікації холестерину; коефіцієнт кон'югації; коефіцієнт гідроксилювання; ефективність роботи поліферментних систем, гербіциди

Органічні молекули відіграють головну роль у підтриманні колоїдної системи жовчі. Разом з тим, їх співвідношення в цих біорідинах є надто залежним від процесів біосинтезу, біотрансформації та транслокації через відповідні мембрани клітин, які відбуваються в тканинах різних органів тваринного організму, серед яких провідне місце займає печінка. Відомо, що у біотрансформації чужорідних речовин, в тому числі і гербіцидів, головну роль відіграє також цей орган [6].

Прісноводні риби, включно короп, піддаються значному екзогенному навантаженню гербіцидами у зв'язку з їх інтенсивним застосуванням у сільському господарстві та подальшим потраплянням до природних і штучних водойм [9].

Тому, нами досліджено вплив найпоширеніших гербіцидів раундапу та зенкору, що мають різну хімічну структуру, на співвідношення метаболітів ліпідного та жовчোকислотного обміну в жовчі, крові та тканині печінки при адаптації риб до змінених умов існування.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом дослідження слугував лускатий короп (*Cyprinus carpio* L.) дворічного віку масою 210-245 г.

Рівень досліджуваних гербіцидів задавали у 200-літрових акваріумах з розрахунку 0,04 – 0,08 мг/дм³ для раундапа (гліфосата) та 0,2 – 0,4 мг/дм³ для зенкора, що дорівнює відповідно двом та чотирьом гранично допустимим концентраціям (ГДК) для риб. Дослід проводився в осінньо-зимовий період впродовж 14 діб при температурі води в межах 8-10°C.

Відбір досліджуваних проб біорідин та тканин для визначення вмісту речовин ліпідної природи проводили за методикою, розробленою в нашій лабораторії [3]. Екстракцію загальних ліпідів з відібраних проб проводили за допомогою однофазної системи органічних розчинників: хлороформ-ацетон-етанол у співвідношенні 7:2:1. Основні фракції ліпідів визначали в препаратах загальних ліпідів, отриманих з проб міхурової жовчі риб, за допомогою методу тонкошарової хроматографії. Цей метод дозволяє в мікропробах біоматеріала виявити, ідентифікувати та кількісно визначити безпосередньо на хроматограмах такі складові як фосfolіпіди, вільний та ефірозв'язаний холестерин, неетерифіковані жирні кислоти та тригліцериди. Це забезпечується особливою методикою підготування біопроб коропа для визначення даного класу метаболітів у поєднанні з хроматографією на пластинках Sylufol (ЧССР) при використанні найчастіше вживаної системи розчинників, котра включає гексан, диетиловий ефір та концентровану льодяну оцтову кислоту в об'ємному співвідношенні 76:23:1.

Жовчні кислоти в пробах міхурової жовчі, крові та безпосередньо в тканині печінки риб після екстракції визначали за допомогою методу тонкошарової хроматографії, що був розроблений в нашій лабораторії [8]. Тонкошарова хроматографія здійснювалась на вищезазначених хроматографічних пластинках Silufol у системі розчинників: аміловий ефір

оцтової кислоти – бутанол – толуол – оцтова кислота – вода у співвідношенні 30:10:10:30:10 за об'ємом.

Кількісну оцінку вмісту окремих вільних та кон'югованих жовчних кислот і ліпідів у вищеназваних біоматеріалах проводили за допомогою прямої денситометрії (ДО-1М) у відповідності до калібрувальних кривих, побудованих з використанням чистих стандартних речовин. Денситометрія окремих фракцій ліпідів здійснювалась після фарбування хроматограм комплексним барвником, який містив 15 мл льодяної оцтової кислоти, 1 г фосфорномолібденової кислоти, 1 мл концентрованої сірчаної кислоти та 5 мл 50%-ного водного розчину трихлороцтової кислоти.

Розрахунки коефіцієнтів кон'югації (КК), гідроксилювання (КГ) жовчних кислот, а також оцінку ефективності роботи поліферментних систем (ЕРПС), залучених до біосинтезу різних груп даних сполук, здійснювали відповідно до рекомендацій Ганіткевича та Карбач [1]. Одночасно проводили розрахунки холато-холестеролового коефіцієнта (ХХК), коефіцієнта етерифікації холестеролу (КЕХ) та індексу потенційної здатності холестеролу до кристалізації (ПЗХК) відповідно до Скакуна та Саратикова [7].

Цифровий матеріал обробляли методом варіаційної статистики з урахуванням критерію Стьюдента. Вірогідною вважали різницю між дослідом та контролем при $P < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані кількісні дані щодо концентрацій окремих жовчних кислот та певних фракцій ліпідів в біорідинах та тканинах коропа після навантаження їх організму досліджуваними дозами раундапу та зенкору відображені в опублікованих нами раніше наукових працях. [4, 5]. Проведені подальші розрахунки коефіцієнтів співвідношення метаболітів жовчикоислотного та ліпідного обміну дають більш наочне уявлення про особливості перебігу фізіолого-біохімічних процесів у тканині печінки та змін характеристики колоїдної системи жовчі за умов токсичного враження тварин. Зокрема, у міхуровій жовчі дворічних коропів холато-холестероловий коефіцієнт під дією гербіциду зенкору знижувався від 3% (2 ГДК) до 41% ($P < 0,05$) (4 ГДК), тоді як при дії 2 ГДК раундапу він практично не змінився, але при дії 4 ГДК знизився на 22% (таб. 1). Такі зміни були викликані переважаючим зниженням жовчних кислот [5] на тлі незначного зниження холестеролу міхурової жовчі [4] за умов дії вказаних концентрацій гербіцидів.

Варто відзначити, що випробувані нами гербіциди по-різному впливають на перебіг процесів етерифікації в тканині печінки риб. Так, коефіцієнт етерифікації холестеролу зростає під дією зенкору на 9 – 37%, а під дією гербіциду раундапу мав тенденцію до зниження на 8 – 22% відповідно до діючої концентрації гербіциду. Це свідчить про те, що гербіцид зенкор в значній мірі пригнічує процеси етерифікації холестеролу в гепатоцитах і, як результат, у складі жовчі значно зростає концентрація вільного холестеролу, що збільшує літогенність жовчі.

Стосовно коефіцієнта кон'югації жовчних кислот зазначимо, що обидва гербіциди мали односпрямований вплив, який був більш вираженим для зенкора. Зниження даного коефіцієнту під дією вже 2 ГДК зенкору становило 65% ($P < 0,05$), а за дії 4 ГДК гербіциду знизило його більше, ніж у 6 разів ($P < 0,01$). Під дією раундапу мала місце тенденція до зниження даного коефіцієнту на 2–11% порівняно з контрольними величинами. Даний показник свідчить про те, що поліферментні системи печінки, що забезпечували процес кон'югації жовчних кислот, могли бути залученими в механізми детоксикації екзогенних токсинів, якими є гербіциди.

Більш виражене зниження коефіцієнту кон'югації жовчних кислот, прямо залежне від концентрації гербіциду, спостерігалось при дії зенкору. Це може бути обумовлене особливостями хімічної будови даного гербіциду. На відміну від зенкору, гербіцид раундап (гліфосат) є похідним амінокислоти гліцину і, можливо, в зв'язку з цим менше залучає систему детоксикації. Є припущення, що цей гербіцид модифікується в печінці і включається в обмін речовин, що є адаптивною компенсаторною реакцією, яка формується у риб через 14 діб [2].

Коефіцієнти співвідношення органічних складових жовчюкислотного та ліпідного обміну в міхуровій жовчі коропів-дволіток при дії зенкору та раундапу

| Умови досліджу | Коефіцієнт | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| | холато-холестероловий ¹ | етерифікації ХЛ ² | кон'югації ³ | гідроксилування ⁴ | Г/Т ⁵ | ПЗХК ⁶ |
| Контроль | 126,44 | 3,73 | 165,39 | 0,06 | 0,03 | 0,77 |
| Зенкор 2ГДК 4ГДК | 123,17 74,07* | 4,07 5,12 | 57,61* 25,45** | 0,07 0,11** | 0,02 0,03 | 0,78 1,26 |
| Раундап 2ГДК 4ГДК | 127,20 98,23 | 3,44 2,92 | 162,89 146,49 | 0,05 0,04 | 0,04 0,07* | 0,76 0,99 |

Примітка: ¹ – відношення вмісту суми жовчних кислот до вмісту загального холестеролу

² – відношення вмісту вільного холестеролу до його ефірів

³ – відношення вмісту кон'югованих жовчних кислот до вільних жовчних кислот

⁴ – відношення вмісту тригідроксихолатів (холева кислота та її кон'югати з таурином та гліцином) до дигідроксихолатів (хенодезоксихолева та дезоксихолева кислота та їх кон'югати з таурином та гліцином)

⁵ – відношення вмісту глікокон'югатів жовчних кислот до таурокон'югатів (Г/Т – коефіцієнт), що характеризує ефективність роботи поліферментних систем

⁶ – показник потенційної здатності холестеролу до кристалізації [5]

* – P<0,05, ** – P<0,01 для показників ліпідного та жовчюкислотного обміну, що використовувались для розрахунку коефіцієнтів

На коефіцієнт гідроксилування жовчних кислот досліджувані гербіциди мали різноспрямований вплив. Зенкор (4 ГДК) викликав переконливе зростання цього коефіцієнта на 83% (P<0,01), що можна пояснити компенсаторною активацією ферментів даної ланки за умов залучення інших в процесах детоксикації. Така ж концентрація раундапу спричинила зниження коефіцієнта гідроксилування жовчних кислот на 33% (P<0,05) (рис. 1).

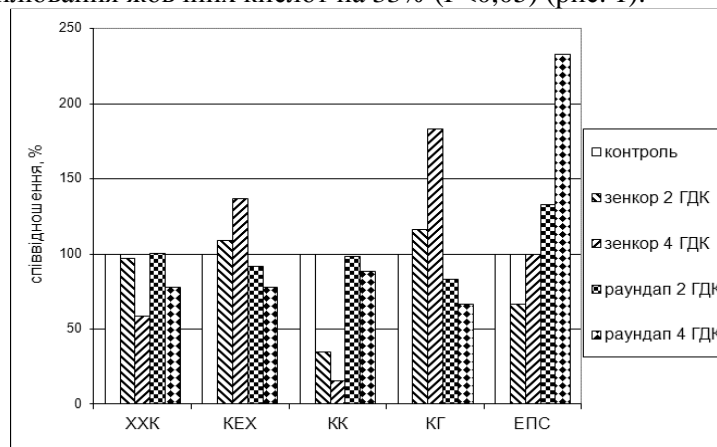


Рис. 1. Співвідношення органічних складових жовчюкислотного та ліпідного обміну в жовчі коропів-дворічок при дії 2 та 4 ГДК гербіцидів зенкору та раундапу (у відсотках до контролю, контроль – 100%).

ХХК – холато-холестероловий коефіцієнт; КЕХ – коефіцієнт етерифікації холестеролу; КК – коефіцієнт кон'югації; КГ – коефіцієнт гідроксилування; ЕПС – ефективність роботи поліферментних систем, що характеризує відношення вмісту глікокон'югатів жовчних кислот до таурокон'югатів (Г/Т – коефіцієнт).

Зниження даного коефіцієнту, як і всіх інших, під дією раундапу вказує на його загальноотоксичну дію на гепатоцит.

Відношення глікохолатів до таурохолатів (Г/Т-коефіцієнт) зросло більше, ніж у 2 рази порівняно з контрольними величинами під дією раундапу. Збільшення вмісту в міхуровій жовчі жовчних кислот, кон'югованих саме з гліцином, свідчить на користь вищезгаданого припущення, щодо включення раундапу в обмін речовин, як похідного гліцину. Гербіцид зенкор не викликав достовірних змін цього показника.

Показник потенційної здатності холестеролу до кристалізації зростав за умов дії обох гербіцидів, а це вказує на те, що, незважаючи на певні відмінності у дії досліджуваних препаратів на перебіг фізіолого-біохімічних процесів у печінці, вони призводять до суттєвого зниження стабільності колоїдної системи жовчі коропа.

Висновки

1. Виявлені зміни співвідношення основних органічних компонентів жовчі вказують на те, що при екзогенному надходженні ксенобіотиків в організм у коропів-дволіток сформувалась відповідна реакція, яка проявлялась в зміні ефективності роботи цілого ряду поліферментних систем клітин печінки, що забезпечують біосинтетичну, дезінтоксикаційну та екскреторну функцію печінки.
2. Гербіцид зенкор викликав зниження холато-холестеролового коефіцієнта за рахунок пригнічення синтеза та екскреції жовчних кислот в жовч, збільшував кількість неетерифікованого холестеролу у складі жовчі, різко пригнічував процеси кон'югації жовчних кислот, але стимулював їх гідроксилування.
3. Гербіцид раундап в дещо меншій мірі порівняно з зенкором викликав зниження холато-холестеролового коефіцієнта, збільшував кількість етерифікованого холестеролу, помірно пригнічував процеси кон'югації та гідроксилування, змінював співвідношення кон'югатів жовчних кислот.
4. Обидва досліджувані гербіциди, в більшій мірі зенкор, порушували колоїдні властивості жовчі, що збільшувало її літогенність.

1. Ганиткевич Я.В. Исследования желчи. Биохимические и биофизические методы / Я.В. Ганиткевич, Я.И. Карбач. — 1985. — К.: Вища школа. — 136 с.
2. Жиденко А.О. Морфофізіологічні адаптації різновікових груп *Cyprinus carpio* L. за несприятливої дії екологічних факторів: автореф. дис. докт.біол. наук. 03.00.16 / Одеський національний університет імені І.І. Мечникова / А.О. Жиденко. — Одеса, 2009. — 40 с.
3. Патент 99031324 Україна, МБІ А61В5/14 Спосіб підготовки проб біорідин для визначення вмісту речовин ліпідної природи: Пат. 99031324 Україна, МБІ А61В5/14/ С.П. Весельський, П.С. Лященко, С.І. Костенко, З.А. Горенко, Л.Ф. Куровська (Україна) — № 33564А; Заявл. 05.10.99; Опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1.
4. Полетай В.М. Вплив гербіцидів на проміжний обмін ліпідів в організмі коропа / В.М. Полетай, С.П. Весельський, П.І. Янчук // Вісник Черкаського університету, біологія. — 2010. — № 184. — С. 110—114.
5. Полетай В. Особливості проміжного обміну жовчних кислот в організмі коропа при дії пестицидів / В. Полетай, А. Жиденко, С. Весельський, М. Макарчук. — Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка: Сер. Біологія, 2010. — №55. — С. 4—7.
6. Романенко В.Д. Печень и регуляция межклеточного обмена (млекопитающие и рыбы) / В.Д. Романенко. — К., Наукова думка, 1978. — 184 с.
7. Саратиков А.С. Желчеобразование и желчегонные средства / А.С. Саратиков, Н.П. Скакун — Томск: Изд-во Томского ун-та, 1991. — 260 с.
8. Способ определения желчных кислот в биологической жидкости: А.с. 4411066/14 СССР, МБІ G 01 N 33/50 / С.П. Весельський, П.С. Лященко, И.А. Лукьяненко (СССР). — № 1624322; Заявлено 25.01.1988; Опубл.30.01.1991, Бюл.№ 4.
9. Яковенко Б.В. Біохімічні зміни в організмі коропа лускатого під впливом гербіцидного забруднення навколишнього середовища / Б.В. Яковенко, О.Б. Мехед // Фальцвейнівські читання. Збірник наукових праць: Матеріали міжнародної наукової конференції 23-25 квітня 2003 року. — Херсон, 2003 — С. 395—396.

В.М. Полейтай, С.П. Весельский, Н.Е. Макаrchук

Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченка

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

СООТНОШЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ В ЖЕЛЧИ КАРПОВ-ДВУХЛЕТОК ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЕРБИЦИДОВ

Изучали соотношение метаболитов липидного и желчекислотного обмена в желчи карпов-двухлеток при адаптации их к условиям существования. При экзогенном поступлении ксенобиотиков в организм у карпов-двухлеток формировалась ответная реакция, которая проявлялась в изменении эффективности работы целого ряда полиферментных систем клеток печени.

V.M. Poletay, S.P. Veselskyi, M.U. Makarchuk

T.G. Shevchenko Chernigiv National Pedagogical University, Ukraine

Taras Shevchenko Kyiv National University, Ukraine

RATIO OF THE ORGANIC CONSTITUENTS IN BILE OF THE TWO-YEAR-OLD CARP IN HERBICIDES ACTION.

Ratio of the constituents of lipid and bile acid metabolism was studied in fish bile during their adaptation to the changed conditions of existence. It was shown, that efficiency of functionation of some polyenzymatic systems in the liver cells of the two-year-old carp was drastically changed in exogenous intake of xenobiotics.

Рекомендує до друку

Надійшла 19.09.2014

В.В. Грубінко

УДК 598.221.1

¹ Д.В. СТРАШНЮК, ²Р.М. КИРИЧЕНКО

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

²Привільненська загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів, Дубенський район, Рівненська область, 35622

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ АФРИКАНСЬКОГО СТРАУСА (STRUTHIO CAMELUS) В УМОВАХ ПОЛІССЯ РІВНЕНЩИНИ

З'ясовано чисельність та особливості утримання африканських страусів в умовах Полісся Рівненщини протягом 2012–2013 рр. на території фермерських приватних господарств. Описано біологічні особливості виду та залежності розвитку особин від клімату, годівлі та умов утримання.

Ключові слова: страус африканський, умови утримання, норми годівлі, корми

Вибір теми базується на новизні та маловивченості виду Страус (Struthio) та особливостей вирощування в умовах клімату України. Оскільки страуси вид, що історично невластивий для території України, проживає в інших кліматичних умовах, то їх особливості в Україні маловивчені. У наш час великого поширення набуває промислове вирощування страусів, як тварин для виробництва яєць, шкіри, пір'я та м'яса, а також як декоративних тварин, для відпочинку, розваг і предметів декору приміщень [5, 6].

В Україні на сьогодні існують спеціалізовані ферми та малі приватні господарства, зоопарки та багато місць для розведення та використання цих тварин, але у наукових колах, учбових закладах особливості вирощування страусів малодосліджені [1, 4].

Зважаючи на активне використання страусів для вироблення різної продукції для подальшої реалізації виникає питання: чи варто утримувати цих птахів?

Досвід людей, що розводять страусів показує, що їх утримувати економічно вигідно та продуктивно. Тому тема дослідження роботи надзвичайно приваблива не лише з наукової, а й з економічної точки зору.

Метою дослідження роботи є в'яснення сукупність умов, необхідних для вирощування страусів, а також способів годівлі, розмноження та утримання.

Матеріал і методи досліджень

Реалізація завдань роботи здійснювалася з використанням методів спостереження, дослідження гніздового і загонового життя. Чисельність вивчали методом прямих візуальних обліків, розміри та масу птаха досліджували біометричним методом та зважуванням.

Для роботи значним матеріалом послужили спостереження, які зібрані у малих і великих приватних фермерських господарствах, а також зоопарку у Рівненській області протягом червня 2012 — квітня 2013 років.

У роботі використано результати зоотехніків і ветеринарів Рівненського зоопарку, що займаються доглядом страусів, досвід роботи та догляду за страусами приватних фермерів різного роду і розміру господарств у Рівненській області (м. Володимирець, Дубно, Корець, Привільне, Дубрівка, Смига, Рівне та інші населені пункти).

Результати досліджень та їх обговорення

Умови утримання. Африканські страуси — жителі жарких степів і напівпустинь Африки, вони дуже вимогливі до умов утримання, бояться вологості і холоду. Одна з основних вимог до приміщень, де утримуються ці тварини — це добра освітленість. При нестачі денного світла в приміщенні страуси швидко сліпнуть, у них порушується координація рухів. Другою основною умовою виживання цих птахів і успішного їх розмноження в умовах неволі — це постійна температура зимових приміщень. Вона має знаходитись в межах +15 — +18°C. Обігрів приміщення може здійснюватися як пічним, паровим, водяним опаленням, а також за допомогою калориферів або інших електричних приладів. Підлога повинна бути достатньо сухою і теплою, що особливо важливо при утриманні молодняку. Цього можна досягти шляхом розміщення під підлогою обігрівальних труб. Оптимальні розміри вольєра для утримання страусів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Оптимальні розміри вольєра

| Вік птахи (місяці) | Площа (м ² на 1 особину) |
|--------------------|-------------------------------------|
| 0–2 | 1–5 |
| 3–6 | 10–30 |
| 6–14 | 50 |
| Більше 14 | 250 |

Приміщення повинно мати коридор посередині або з одного боку приміщень, в яких утримуються страуси. Ширина коридору не менше 1,5 м, щоб навіть найбільші тварини могли легко розвернутись. Висота приміщення — не менше 3 м (бажано 3,5–5,0 м). Від коридору годівниці повинні бути відгороджені стінкою висотою 2 м, причому нижня її половина дерев'яна, а верхня — сітчаста або з металевих прутиків. Розмір годівниць для страусів африканських — не менше 4–5 м, двері з коридору мають знаходитись в одному кутку приміщення і межувати з дверима в інше.

Взимку страуси утримуються окремо. На одну пару повинно бути дві «іграшки» плюс одна перегінна доріжка. Заходити в станок до тварин не можна. Коли потрібно прибрати в станку, птахів переганяють в інший станок.

В умовах неволі випадки яйцекладки у цих страусів бувають так само, а в окремих особин вона постійно починається взимку. В такому випадку слід створити умови для формування пари і парування тварин в зимовий період. Оптимальним вирішенням цього питання є створення манежу (просторого приміщення) для парування тварин. Приміщення має бути теплим і світлим, бажано зі скляним накриттям. Навесні, при відсутності такого приміщення, з появою перших ознак статевої активності (у самок — тремтіння крил, їх розпушення з нахилом голови і клацання дзьобом; у

ЕКОЛОГІЯ

самця — така ж поведінка з подальшими маятникоподібними рухами шиєю і помахами крил) тварин можна випускати в прилеглі до приміщення дворики, де можливе їх парування. Переваги і недоліки різних типів покриття підлоги у приміщеннях для утримування страусів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристика типів покриття підлоги в приміщенні для страусів

| Тип покриття | Переваги | Недоліки |
|--|--|---|
| Цемент | Легко чиститься, зменшує можливість появи джерел шкідників (мишей, кротів, бактерій) | Висока вартість, холодна і тверда поверхня, може стати слизькою, можливі проблеми, пов'язані з травмами ніг та ступнів |
| Цемент з пластиковим або гумовим покриттям | Відносно легко чиститься, зменшує можливість появи джерел шкідників. Поверхня менш слизька і тепліша | Висока вартість, холодна і тверда поверхня, можуть травмуватися ступні |
| Пісок або ґрунт | Низька вартість, легко сушиться, тепла | Необхідно періодично замінити, щоб запобігти розмноженню бактерій. У стані стресу птахи іноді їдять пісок, що може призвести до захворювань |
| Солома | Низька вартість, легко сушиться, тепла | Необхідно періодично замінити |

Годівниці для страусів африканських кріпляться в кутку станка на висоті 110 см, причому їх роблять трикутними, розміром 0,5х0,5х0,72 м, висотою 14–15 см. При такій формі вони не заважають рухові тварин на біговій доріжці. Напувають тварин з відра, яке через спеціальні дверцята зі сторони коридору ставлять у станок під час їх годівлі.

На вигул африканських страусів випускають у кінці квітня — у перших числах травня. Однією з умов їх успішного утримання в літній період є достатня площа їх випасу. Цим забезпечується їх нормальне розмноження.

Годівля страусів. Нормування кормів для страусів слід проводити залежно від віку і від фізіологічного стану страусів (табл. 3). На жаль, науково обґрунтованих норм годівлі в нашій країні поки що немає — вони знаходяться в стадії розробки. Однак є значний досвід годівлі страусів у різні вікові періоди, накопичений на окремих зарубіжних фермах, а також в зоопарках.

Основною вимогою годівлі страусів є те, що б корми мають бути доброякісними. Дуже ретельно слід дивитись за тим, щоб не було грибків, цвілі, гнилі; їх наявність в кормах сприяє появі аспегільозу, шлунково–кишкових захворювань. Годівниці завжди повинні бути чистими.

Таблиця 3

Вікова динаміка живої маси і добова потреба в кормах

| Категорія | Вік (місяці) | Жива маса (кг) | Добова потреба кормів (кг) |
|-----------------------------|--------------|----------------|----------------------------|
| Молодняк | До 1 | 0,75–3 | 0,12 |
| | 1–2 | 3–10 | 0,36 |
| | 2–6 | 10–60 | 1,5 |
| | 6–11 | 60–80 | 2,5 |
| | 11–14 | 80–100 | 2,2 |
| | Більше 14 | 100–120 | 2,3 |
| Репродуктивно зрілі особини | Більше 30 | 100–120 | 2,5 |

Корм готується у вигляді вологих мішанок. Обов'язковими компонентами є такі корми, як дерть ячмінна, висівки пшеничні, вижимки. З грубих кормів страусам дають сіно лугове, соєве, арахісове, солону злаків. Обов'язково додається хліб, в основному білий; як білкові і мінеральні компоненти використовуються дріжджі кормові, м'ясо–кісткове борошно, печінка (сира чи проварена), яйця. Значне місце в раціоні займають зелені корми та овочі (табл. 4). Із зелених кормів страусам дають люцерну, конюшину, кормові злаки, травосуміші, листя буряку, кропиви тощо.

Раціони для дорослих африканських страусів (кг на 1 голову на добу)

| Корми | Літо | Зима |
|------------------------|-------|-------|
| Дерть ячмінна | 0,80 | 0,80 |
| Дерть кукурудзяна | 0,20 | 0,20 |
| Дерть пшенична | 0,20 | 0,20 |
| Пшениця | 0,20 | 0,20 |
| Висівки пшеничні | 0,20 | 0,20 |
| Хліб | 0,20 | 0,20 |
| Вижимки | 0,05 | 0,05 |
| Рибне борошно | 0,02 | 0,02 |
| Дріжджі кормові | 0,02 | 0,02 |
| М'ясо-кісткове борошно | 0,02 | 0,02 |
| Люцерна зелена | 0,50 | — |
| Цибуля | 0,05 | 0,05 |
| Морква | 0,20 | 0,20 |
| Капуста | 0,40 | 0,40 |
| Буряк | 0,60 | 0,60 |
| Яблука | 0,20 | 0,20 |
| Крейда | 0,03 | 0,03 |
| Сіно люцерни | — | 0,20 |
| Сінне борошно | — | 0,10 |
| Сіль | 0,005 | 0,005 |

Страусам згодують корми тваринного походження, які необхідні для підтримання нормального обміну речовин і розвитку молодняку. До них належать молоко, рибне борошно, яйця птиці. Якщо в господарстві є комбікорм для птиці (краще для курей-несучок), то білкові і мінеральні добавки можна не вводити, а зернові корми замінити відповідною кількістю комбікорму.

Літні і зимові раціони африканських страусів ідентичні. Різниця лише в дещо більшому вмісті люцерни влітку (не менше 500 г). Бажано протягом року страусам африканським давати яблука, влітку кавуни і кормовий буряк.

Особливо вимогливі страуси до рівня годівлі в репродуктивний період. Дорослих страусів племінного призначення, в основному, переводять на раціон, що містить 21–24% протеїну. Приблизно за 4 тижні до репродуктивного періоду дорослі птиці споживають від 1 до 2,5 кг концентратів в день.

При відгодівлі страусів використовують фазову годівлю. Етап відгодівлі починається з 6-тижневого віку і закінчується до 40-денного. З добового до шести тижневого віку використовують передстартовий і стартовий раціони. У віці шість тижнів до 14–15 тижнів, страусу дають концентрати і зелену масу, у віці від 15 до 40 тижнів годують мішанкою з зерна, сіна, силосу, кукурудзи і комбікорму. У віці 6–8 тижнів страусенят переводять з раціонів з високим рівнем протеїну на низькопротеїнові (16–17%). Такий раціон використовують до 13–17 тижневого віку. Співвідношення приросту і спожитого корму у страусенят досягає 1:1,4 — 1:1,6; для птиці у віці 4–8 місяців — 1:3 — 1:5; на заключному етапі росту — 1:8.

Кількість спожитого страусами корму залежить від їх маси в даний момент і енергетичної цінності корму. Добове споживання корму страусами, що ростуть, складає 3–4% від маси, в заключному періоді споживання корму скорочується до 2–2,5% від власної маси тіла.

Нами проаналізовано результати розтинів зроблених ветеринарами: Фотіним А.І., Педаном В.А., Панасенко О.С., Рисованим В.І., Панасенком О.А. Проведений патологоанатомічний розтин п'ятнадцяти трупів страусів ему та африканського, що загинули в страусиних господарствах Волинської, Сумської та Рівненської областей з метою вивчення патологоанатомічних змін та визначення основних кліматичних чинників, що спричинили загибель птиці. За даними проведених патологоанатомічних розтинів причинами смерті були: стресовий фактор, паразитарна хвороба (еймеріоз), травматичні пошкодження, а також патології нез'ясованої етіології.

Інкубація яєць. Відразу після випуску птахів на літній вигул починається парування тварин. Самець облаштовується в попередньо підготовленій купі піску, куди вже через 2–3 тижні після початку парувань самка відкладає яйця.

Природа щедро нагородила страусине яйце поживними речовинами, оскільки вони призначені для розвитку страусеняти. В ньому міститься більше 12% протеїну, 11,5% жиру, 1,5% мінеральних речовин, 0,7% вуглеводів, а маса яйця страуса африканського в середньому 1400–1500 г. Тільки з одним яйцем самка виділяє протеїну — 180 г, жиру — 172 г, мінеральних речовин — 22,5 г і вуглеводів більше 10 г. Параметри інкубації яєць страусів наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Параметри інкубації яєць страусів

| Показник | Страус африканський | Нанду | Ему |
|---|---------------------|-----------|-----------|
| Температура (°C) | 36,0-36,5 | 36,1-36,6 | 36,1-36,6 |
| Відносна вологість повітря (%) | 23-35 | 32-44 | 20-35 |
| Тривалість інкубації (доби) | 42 | 32-38 | 50-52 |
| Втрата маси яєць за період інкубації від початкової (%) | 12-16 | 10-18 | 10-18 |

Висновки

Досліджено особливості утримання страусів в умовах фермерських господарств за зоопарку у Рівненській області. Пороведені нами дослідження показали, що залежно від кількості і якості годівлі змінювалась інтенсивність росту та розвитку птахів:

1. при годівлі з великим вмістом білка (зерно і дерть) страуси росли з великою швидкістю та досягали розмірів дорослих особин приблизно на 1-1,5 місяців раніше, ніж страуси, яких годували збалансовано;
2. при науково збалансованій годівлі страуси, хоч і росли повільно в розмірах, але швидше досягали репродуктивних якостей;
3. при годівлі максимально наближеній до природних умов життя страусів птахи ростуть і розвиваються не так стрімко, але досить продуктивно.

Щодо видового складу страусів у фермерських господарствах Рівненської області, то перше, і найбільше за чисельністю, місце посідає страус африканський (*Struthio L.*), як найбільший і найпродуктивніший для господарських потреб вид, друге місце займає вид страусів ему (*Dromaius Lath.*), і найменш чисельним страусом є нанду (*Rhea Briss.*) оскільки цей вид найбільш вибагливий, і для нього потрібно створювати особливі умови. Проаналізовано переваги та недоліки різних умов утримання птахів, а також їх кормові потреби у різні вікові періоди та у різні сезони. Охарактеризовано особливості інкубації яєць страусів. На основі результатів проведених ветеринарно-патанатомічних розтинів загинувших птахів встановлено, що основними причинами їхньої смерті були стресові фактори, паразитарні хвороби, травматичні пошкодження та ін.

1. *Бевольская М.В.* Акселерация развития страусов при их доместикации в условиях полувольного содержания / М.В. Бевольская / Проблемы доместикации животных. — М., 1989. — С. 188—192.
2. *Братских В.Г.* Страусы и перепелки / В.Г. Братских, А.З. Соболев, В.Н. Нефедова / Разведение, содержание, бизнес. — Ростов н/Д: Феникс, 2004. — 320 с.
3. *Волков А.А.* Организация и технология инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / А.А. Волков. — М.: Высшая школа. 1977. — 152 с.
4. *Рахманов А.И.* Разведение страусов / А.И. Рахманов. — М.: ООО «Аквариум ЛТД». 2001. — 64 с.
5. *Степанян Л.С.* Конспект орнитологической фауны СССР / Степанян Л.С. — М.: Наука. — 1990. — 727 с.
6. *Треус В.Д.* Акклиматизация и гибридизация животных в Аскания-Нова. — Киев, 1968. — 316 с.

Д.В. Страшнюк, Р.М. Кириченко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

Привольненская общеобразовательная школа I-III ступеней

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ АФРИКАНСЬКОГО СТРАУСА (*STRUTHIO CAMELUS*) В УСЛОВИЯХ ПОЛЕСЬЯ РОВЕНЩИНЫ

Выяснены численность и особенности содержания африканских страусов в условиях Полесья Ровенской в течение 2012-2013 гг. на территории фермерских частных хозяйств. Описаны биологические особенности вида и зависимость развития особей от климата, кормления и условий содержания.

Ключевые слова: страус африканский, условия содержания, нормы кормления, корма

D.V. Strashnyuk, R.M. Kiritchenko

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

Pryvylnenska School I-III, Ukraine

FEATURES GROWING AFRICAN OSTRICH (*STRUTHIO CAMELUS*) UNDER POLISSYA RIVNENSHCHYNA

It is shown the number and characteristics of retention of African ostriches in conditions for Polesie Rivnenshchyna 2012-2013 biennium. Farms in the private sector. Describe the biological characteristics of the species and of individuals, depending on the climate, feeding and welfare.

Keywords: African ostrich, living conditions, standards of feeding, feed

Рекомендує до друку

Надійшла 01.09.2014

Н.М. Дробик

УДК 595.132

Л.О. ШЕВЧИК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ДО ПИТАННЯ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ЗНАНЬ ПРО АСКАРИДУ ЛЮДСЬКУ (*ASCARIS LUMBRICOIDES LINNAEUS, 1758*) ЯК ЗБУДНИКА АСКАРИДОЗУ

Явище паразитизму розглянуто як приклад одного з принципів біоцентризму – коеволюції. Констатовано, що дорослі аскариди значно більші за розмірами від своїх вільноживучих родичів. Виявлена обернена залежність довжини тіла аскариди від числа інвазії та прямо пропорційна залежність цих показників від розмірів тіла живителя. Отже можна стверджувати, що при збільшенні числа інвазії в організмі хазяїна спостерігається зменшення розмірів тіла паразита і навпаки. Аскариди обох статей, які паразитують в організмі дорослого хазяїна дещо більші ніж паразити дитини. Розглянуто патогенне значення та діагностика аскаридозів та засоби профілактики захворювання.

Ключові слова: аскарида людська, біологічні особливості, внутрішньовидова мінливість, аскаридоз, інвазія, вплив гельмінтів на людину

Перехід до доктрини біоцентризму, як головної концепції сучасних взаємовідносин людини з довкіллям, реалізується шляхом розкриття принципу коеволюції. Власне явище паразитизму є найбільш яскравим прикладом коеволюції. Оскільки аскарида є найпоширенішим паразитом людини, що особливо часто трапляється у дітей – сьогодні назріла необхідність популяризації

знань про біорізноманіття, біологічні особливості та екологію гельмінта і впливу його на організм хазяїна з метою профілактики аскаридозу. В Україні паразит частіше вражає людей у північній і північно-західній частинах держави, у південних і південно-східних районах аскариди зустрічаються рідше [1].

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для написання статті послужили власні напрацювання співробітників Тербовлянської санітарно-епідеміологічної станції. Користуючись нагодою висловлюємо подяку лікарю - паразитологу Тербовлянської санітарно-епідеміологічної станції – Полідвор Людмилі Ярославівні та її колегам – Теодорович Тетяні Анатоліївні та Шкварок Ганні Володимирівні за надані фотографії та морфометричні проміри паразитів.

Число інвазії визначали за частотою виходу аскарид в період лікування. Розміри тварин при визначенні корелятивної залежності цих параметрів від кількості інвазії вимірювали мірною стрічкою.

Результати досліджень та їх обговорення

Аскарида людська (*Ascaris lumbricoides* Linnaeus, 1758) – збудник аскаридозу, захворювання, що протікає у два етапи : перший пов'язаний з міграцією личинок, другий – з паразитуванням дорослих особин у кишечнику хазяїна.

Географічне поширення. Практично по всій земній кулі.

Локалізація. У тонкому кишечнику.

Систематичне положення. Аскарида – це гельмінт, що належить до типу – Первиннопорожнинні (*Nemathelminthes*), класу – Круглі черви або Нематоди (*Nematoda*), підкласу – Рабдитії (*Rhabditia*), ряду – Аскаридіди (*Ascaridida*), родини – *Ascarididae*, роду – *Ascaris*.

Морфологічні особливості. Дорослі аскариди мають веретеноподібну форму тіла. Живі, чи відразу після виходу з кишечника, аскариди червонувато-жовтого кольору, після загибелі вони стають брудно білими. Самець аскариди помітно менший від самки, довжина його 15-25 см і задній кінець тіла гачкоподібно загнутий (рис. 1). Самка аскариди має рівне тіло завдовжки 25-40 см і 3-6 мм в діаметрі (рис. 2) [4].



Рис. 1. Статевий диморфізм аскариди людської (збільшення 7×8)

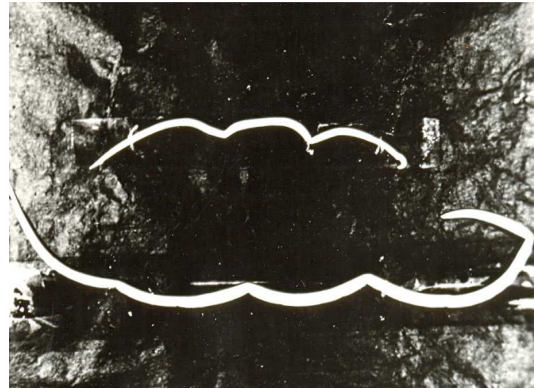


Рис. 2. Зовнішній вигляд самця (вигляд зверху) і самки (вигляд знизу) аскариди людської (збільшення 8×4)

Дорослі аскариди значно більші за розмірами від своїх вільноживучих родичів. Зростання цих параметрів при переході до паразитизму, очевидно пояснюється наявністю необмеженої кількості легкозасвоюваної поживи та стабільністю умов існування [2].

Отримані нами результати показали обернено пропорційну залежність довжини тіла аскариди від числа інвазії (табл. 1).

Найбільш крупні екземпляри паразитів виявлені у 3 хворих , заражених кожен однією самкою та 2 хворих заражених самцем. В цьому випадку розміри тіла самок коливаються в межах 32,3-33,5 см ($X=32,9\pm 0,3$), тоді як розміри самців менші і коливаються в межах 20,2-22,5 см, що є підтвердженням статевого диморфізму виду.

Корелятивна мінливість розмірів тіла аскарид

| Кількість інвазій | N | n | Стать | Lim (см) | X±m | C.v. (%) | t |
|-------------------|---|---|-------|-----------|-----------|----------|-----|
| 1 | 5 | 3 | Жін. | 32,3-33,5 | 32,9±0,3 | 3 | |
| | | 2 | Чол. | 20,2-22,5 | - | | |
| 2 | 3 | 4 | Жін. | 28,5-30,5 | 29,3±1,05 | 7 | 3,3 |
| | | 2 | Чол. | 18,6-19,8 | - | | |
| 3 | 1 | 3 | Жін. | 27,5-28,1 | 27,9±0,3 | 2 | 1,3 |

де N – число обстежених хворих, n – число інвазії одного хворого.

При зростанні числа інвазії до двох екземплярів спостерігається достовірне зменшення розмірів тварин ($t=3,3$, $p<0,05$). Таке число інвазії спостерігали у трьох хворих. Виявлені в цьому випадку самки ($X=29,3\pm 1,05$), мали достовірно менші розміри в порівнянні з тваринами виявленими при поодинокій інвазії хворих. Подібна картина спостерігається і у самців, розміри яких коливаються в межах 18,6-19,8 см.

Тенденція до зменшення розмірів тіла простежується і при потрійній інвазії хворого ($t=1,3$, $p>0,05$). Розміри тіла самок в цьому випадку коливаються в межах 27,5-28,1 см ($X=27,9\pm 0,3$). Самці при такому числі інвазії виявлені не були. Отже, можна стверджувати, що при збільшенні числа інвазії в організмі хазяїна спостерігається зменшення розмірів тіла паразита і навпаки.

Візуальне підтвердження зміни розмірів від числа інвазії демонструють фотографії 3 та 4, де помітне зменшення розмірів аскарид при збільшенні інтенсивності інвазії.



Рис. 3. Кореляція довжини тіла аскариди людської від частоти інвазії (самки, збільшення 8×4)



Рис. 4. Кореляція розмірів тіла самців аскариди людської від частоти інвазії (збільшення 8×4)

Нами були зроблені спроби виявити відмінності розмірів тіла паразита відповідно до віку хазяїна (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність розмірів тіла аскарид від розмірів тіла хазяїна

| Пацієнт | Стать | Довжина тіла (мм) |
|---------|-------|-------------------|
| Дорослі | Жін. | 37,0 |
| | Чол. | 17,3 |
| Діти | Жін. | 32,7 |
| | Чол. | 13,2 |

Аскариди обох статей, які паразитують в організмі дорослого хазяїна, дещо більші ніж паразити дітей.

Наші спостереження підтверджують висновки О.П.Маркевича про те, що зменшення розмірів ендопаразитів при збільшенні числа інвазії та зменшенні віку живителя пояснюються погіршенням умов існування паразитів, а саме, насиченням середовища існування продуктами власного обміну [3].

Людина, в кишечнику якої паразитують самки і самці аскарид, є єдиним джерелом інвазії (аскаридозу). Зріла самка аскариди здатна відкласти до 245 тисяч яєць на добу (фото 5).

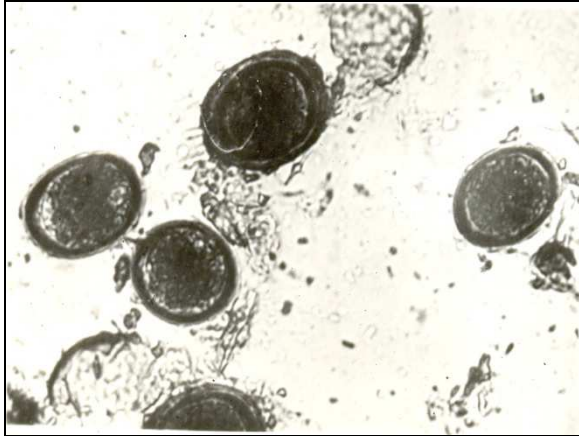


Рис. 5. Яйця аскариди людської (збільшення 7×40)

У зовнішнє середовище з калом виділяються незрілі яйця аскарид, дозрівання яких відбувається при сприятливих для розвитку температурі і вологості. Личинка аскариди дозріває всередині яйця протягом 9-42 днів при оптимальній температурі – 24°-30°С. Рухома личинка аскариди, що сформувалася в яйці, линяє і тільки після цього набуває інвазійну (заражаючу) здатність. Зараження людини відбувається, зазвичай, при вживанні овочів, ягід (садової суниці, полуниці), фруктів, зелені, забруднених яйцями паразита з дозрілими личинками. Певну небезпеку для поширення аскаридозу представляють садово-городні ділянки, де для удобрення ґрунту іноді використовуються фекалії людини заражені яйцями аскарид [1].

Патогенне значення і діагностика. Після проковтування і попадання в тонку кишку, із зрілих яєць аскарид виходять личинки, які проникають в кровоносні судини стінок кишечника. З потоком крові личинки аскариди потрапляють в печінку і легені (міграційна стадія триває протягом 6-8 тижнів), а також вони можуть потрапляти в головний мозок, очі та інші органи. У легенях личинка аскариди активно виходить в альвеоли і бронхіоли, за допомогою війчастого епітелію просувається по дрібних і великих бронхах до рото-глоткової порожнини хазяїна, де відбувається заковтування личинок з мокротою. Потрапляючи знову в кишечник, личинка аскариди протягом 70-75 діб досягає статевої зрілості (кишкова стадія настає через 8 тижнів після зараження). Тривалість життя дорослої аскариди досягає року, після чого паразит гине і разом з калом виводиться назовні.

Прояви аскаридозу залежать від локалізації паразита. У клінічному перебігу аскаридозу виділяють дві фази – ранню (міграційну) і пізню (кишкову). У міграційній фазі аскаридозу прояви захворювання слабо виражені, загалом ця стадія протікає непомітно. Іноді початок аскаридозу супроводжується вираженим нездужанням, з'являється сухий кашель або з незначною кількістю слизової мокроти, рідше слизисто-гнійної. Мокрота іноді набуває помаранчевого кольору і має невелику домішку крові. Температура тіла при аскаридозі звичайно нормальна або субфебрильна (до 38°С). Для цієї стадії аскаридозу характерні зміни на шкірі, які часто проявляються у вигляді кропивниці і дрібних бульбашок з прозорим вмістом на кистях і стопах.

Широкому розселенню паразита в північних і північно-західних районах України сприяють оптимальні умови для розвитку й виживання яєць аскариди, а незнезаражені людські фекалії тут часто використовують для удобрення ґрунту.

Профілактика захворювання. Потрібно виявляти і лікувати хворих. Особливо велике значення має миття і термічна обробка ягід, овочів, зелені й фруктів, які вживають у сирому

вигляді. Перед термічною обробкою слід добре промити рослинні продукти чистою холодною водою, а потім опустити в друшляку на 2-3 секунди в окріп (70°-76° С) і після цього відразу ж промити продукти холодною водою. Термічну обробку рослинних продуктів слід здійснювати безпосередньо перед використанням їх у їжу.

Після роботи на городі, в ягіднику чи фруктовому саду, а дітям - після ігор на землі слід ретельно мити руки з милом.

Враховуючи багаторічну живучість яєць аскариди в ґрунті та інтенсивне забруднення ними зовнішнього середовища, добрі результати в боротьбі з аскаридами та профілактиці спричинюваного ними захворювання може дати проведення комплексу оздоровчих заходів: заборона удобрення городів і ягідників не знезараженими фекаліями, утримання туалетів у належному санітарно-гігієнічному стані, надійне знезараження нечистот і стічних вод, заборона вирощування на полях зрошення ягід і овочів, які використовують у їжу в сирому вигляді, санітарно-просвітницька робота серед населення тощо [5].

Висновки

Дорослі аскариди значно більші за розмірами від своїх вільноживучих родичів. Зростання цих параметрів при переході до паразитизму, очевидно пояснюється наявністю необмеженої кількості легкозасвоюваної поживи та стабільністю умов існування.

Спостерігається обернена залежність довжини тіла аскариди від числа інвазії та прямо пропорційна залежність цих показників від розмірів тіла живителя. Тобто можна стверджувати, що при збільшенні числа інвазії в організмі хазяїна спостерігається зменшення розмірів тіла паразита і навпаки. Аскариди обох статей, які паразитують в організмі дорослого хазяїна дещо більші від паразитів дитини.

Наші спостереження підтверджують висновки О.П.Маркевича, котрий пояснював зменшення розмірів ендопаразитів при збільшенні числа інвазії та зменшенні віку живителя погіршенням умов існування паразитів, а саме, насиченням середовища продуктами власного обміну.

1. *Близнюк И.Д.* Материалы выборочных обследований населения Украины на инвазированность аскаридозом и трихоцефальозом / И.Д. Близнюк // Паразиты и паразитозы животных и человека. — К.: «Наукова думка», 1975. — С. 111—115.
2. *Давыдов О.Н.* Гельминты / О.Н. Давыдов. — К.: Наукова думка, 1984. — 133 с.
3. *Маркевич О.П.* Успіхи паразитології Української РСР за роки радянської влади / О.П. Маркевич // Паразити, паразитози та шляхи їх ліквідації. — 1972. — № 4. — С. 3—12.
4. *Мозговой А.А.* Аскаридозы животных и человека и вызываемые ими заболевания / А.А. Мозговой . — Москва : «Учмедизд.», 1953. — 230 с.
5. *Прокопенко Л.И.* Профилактика глистных заболеваний. / Л.И. Прокопенко. — М.: Медицина, 1976. — 55 с.

Л.Е. Шевчик

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

К ВОПРОСУ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЗНАНИЙ О ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ АСКАРИДЕ (*ASCARIS LUMBRICOIDES LINNAEUS, 1758*) КАК ВОЗБУДИТЕЛЕ АСКАРИДОЗА

Явление паразитизма рассматривается как пример одного из принципов биоцентризма – коэволюции. Констатировано, что размеры взрослых аскарид больше по сравнению с их свободноживущими родственниками. Установлена обратная пропорциональная зависимость длины тела аскариды от числа инвазии и прямая зависимость этих показателей от размеров тела хозяина. Можно сделать вывод, что увеличение числа инвазии в организме хозяина сопровождается уменьшением размеров паразита. В то же время, аскариды обоих полов, паразитирующие в организме взрослого хозяина, крупнее в сравнении с паразитами ребенка. Изучено патогенное значение, диагностика аскаридозов и профилактика заболевания.

Ключевые слова: аскарида человеческая, биологические особенности, внутривидовая изменчивость, аскаридоз, инвазия, влияние гельминтов на человека

L. O. Shevchyk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

ON THE PROBLEM OF SPREADING KNOWLEDGE ABOUT ASCARIDS (*ASCARIS LUMBRICOIDES* LINNAEUS, 1758) AS A CAUSATIVE AGENT

The phenomenon of parasitism is analyzed as an example of one of the principles of biocentrism – co-evolution. The article grounds that adult ascarids are much bigger in size than their relatives living wild. The reverse dependence of the body length to the numbers of invasions in the master's organism and directly proportional dependence of these indices to the size of the feeder's body is revealed. Therefore, we state that increasing the number of invasions in the master's organism causes shortening of the parasite's body and vice versa. The ascarids of both sexes that parasitize in the adult master are bigger than parasites in the child's body. The pathogenic meaning and ascaridiasis diagnostics and the preventive measures of the disease are defined.

Keywords: human ascarids, biological peculiarities, variety inside species, ascaridiasis, invasion, helminth influence on people

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 17.09.2014

БІОХІМІЯ

УДК: 599.32+615.9] – 001.5

Л.А. БОЙКО, Л.С. ФІРА, П.Г. ЛИХАЦЬКИЙ

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України»
майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001

ДИНАМІКА АКТИВНОСТІ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ПІСЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕКСИДОЛУ В УМОВАХ ОДНОЧАСНОГО УРАЖЕННЯ ЩУРІВ КАРБОФОСОМ І ТЕТРАХЛОРМЕТАНОМ

В експериментах на щурах за умов одночасного їх ураження карбофосом та тетрахлорметаном виявлені глибокі порушення в антиоксидантній системі, що проявляється зниженням концентрації відновленого глутатіону та змінами в активності каталази у печінці та міокарді тварин, а також вмісту церулоплазміну в сироватці крові. Доведена ефективність застосування за даної патології препарату мексидолу, після використання якого в уражених тварин показники антиоксидантної системи наближаються до рівня таких у тварин інтактного контролю.

Ключові слова: карбофос, тетрахлорметан, мексидол, антиоксидантна система, відновлений глутатіон, каталаза, церулоплазмін

Фосфорорганічні сполуки (ФОС) сьогодні досить інтенсивно виробляються та використовуються в сільському господарстві. Серед них є речовини отруйні (метафос, меркаптофос) і високотоксичні (фосфамід), застосування яких повністю заборонено; є сполуки середньої токсичності (хлорофос, карбофос), які поки що використовуються обмежено; є низько-токсичні препарати (метилацетофос, авенін), які застосовуються досить широко. Більшість ФОС, навіть низькотоксичні, характеризуються кумулятивним ефектом і тому можуть становити небезпеку для здоров'я людини [1, 5].

Токсичними властивостями наділені такі речовини, як вихідні, проміжні і кінцеві продукти хімічної промисловості, до складу яких входить тетрахлорметан. Це речовини, які накопичуються в печінці, головному мозку, м'язах, жировій тканині [2, 9]. Потрапляючи до організму людини дані ксенобіотики можуть викликати зміни активності показників антиоксидантної системи, для усунення якої використовують препарати, що обмежують активність процесів вільнорадикального окислення. Представником таких препаратів є мексидол, що проявляє антиоксидантні, антигіпоксичні та мембраностабілізуючі властивості.

Виходячи з цього, актуальним є вивчення впливу даного коригуючого чинника на стан антиоксидантної системи організму за умов одночасного ураження щурів карбофосом та тетрахлорметаном, що і стало метою даної роботи.

Матеріал і методи досліджень

Досліди проведені на білих щурах масою тіла 175 -200 г, що утримувались на стандартному раціоні віварію ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського». Виконували їх згідно із Загальними принципами експериментів на

тваринах, схваленими на Національному конгресі з біоетики (Київ, Україна 2001 [4, 10]. Тварини були розділені на дев'ять груп: 1-а – інтактний контроль; 2-а – тварини, уражені карбофосом протягом 10 днів та 4-та доба ураження тетрахлорметаном, 3-я група тварин (ураження як у 2-ої групи та після застосування мексидолу); 4-а група – 10 днів ураження карбофосом та 7-ма доба отруєння CCl_4 , 5-а група – щури, уражені карбофосом протягом 10 днів та 7-а доба розвитку токсичного гепатиту (тварини цієї групи отримували мексидол протягом 10 днів); 6-та група – щури, уражені карбофосом протягом 30 днів та 4-та доба розвитку тетрахлорметанового гепатиту, 7-а група – щури, які після ураження токсикантами як у попередній групі, та після отримання мексидолу протягом всього експерименту; 8-а група тварин – 30 днів введення карбофосу та 7-а доба ураження CCl_4 ; 9-а група – уражені щури як у 8-ій групі та після 30-денного введення мексидолу.

Карбофос вводили щоденно внутрішньошлунково у вигляді водного розчину з розрахунку 20 мг/кг маси тіла тварини, що становить 1/10 від LD_{50} [13]. Тетрахлорметан вводили внутрішньочеревно, дворазово - через добу у вигляді 50% олійного розчину у дозі 1,0 мл/кг маси тварини [3]. Мексидол тварини отримували щоденно внутрішньочеревно з розрахунку 16 мг/кг маси тіла. Дозу мексидолу розраховували, виходячи із середньотерапевтичної дози на добу для людини і перераховували для тварин [12]. Щурів піддавали евтаназії з використанням тіопенталу натрію.

Для досліджень обрали сироватку крові, міокард та печінку тварин, де визначали концентрацію відновленого глутатіону (ВГ), як одного з головних компонентів неферментативної ланки антиоксидантної системи. Для визначення концентрації ВГ використовували метод [11], принцип якого полягає у взаємодії 5,5-дитіобіс (2-нітробензойної) кислоти (реактив Елмана) з вільними SH-групами ВГ з утворенням тіонітрофенільного аніону жовтого кольору, кількість якого прямо пропорційна вмісту SH-груп. Ативність каталази (КТ) визначали за методом [7], принцип якого ґрунтується на здатності перекису водню утворювати з молібдатом амонію стійкий забарвлений комплекс жовтого кольору. Вміст церулоплазміну визначали за методом [6]. Принцип методу базується на здатності п-фенілендіаміну в присутності церулоплазміну окиснюватись з утворенням забарвлених сполук рожевого кольору. Кількість церулоплазміну пропорційна інтенсивності забарвлення.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою методу «Statistika 6,0» з використанням критерію Стюдента [8].

Результати досліджень та їх обговорення

Після проведених досліджень встановлено, що вміст ВГ значно зменшився в сироватці крові та печінці щурів при ураженні ксенобіотиками (табл. 1). З таблиці видно, що вміст ВГ при десятиденному введенні карбофосу та на четверту добу після ураження CCl_4 у сироватці крові знизився на 27 %, у печінці на 24 %. При десятиденній інтоксикації карбофосом та на 7 добу введення тетрахлорметану даний показник змінився таким чином: у сироватці крові знизився на 31 %, у печінці на 26,5 %.

Після тридцятиденного введення карбофосу та на 4 добу отруєння CCl_4 вміст ВГ знизився у сироватці крові на 27 %, у печінці уражених тварин - на 21 % відносно рівня інтактних тварин. На тридцяті та сьому добу введення токсинів вміст ВГ знизився у сироватці крові на 35 %, у печінці на 15 % відносно рівня інтактного контролю. Отримані дані свідчать про глибокі порушення у неферментативній ланці антиоксидантної системи. Після використання антиоксиданту мексидолу спостерігається підвищення вмісту ВГ як в сироватці крові, так і в печінці уражених щурів.

Так, при десятиденному введенні карбофосу та на четверту добу ураження CCl_4 у сироватці крові вміст ВГ підвищився на 19 %, у печінці на 12 %. При десятиденній інтоксикації карбофосом та на 7 добу введення тетрахлорметану показники зросли таким чином: у сироватці крові на 27 %, у печінці на 18 %. Після тридцятиденного введення карбофосу та на 4 добу отруєння CCl_4 при введенні мексидолу вміст ВГ збільшився у сироватці крові на 23 %, у печінці уражених тварин на 18 %. На тридцяті та сьому добу введення токсинів вміст ВГ зріс у сироватці крові на 27 %, у печінці на 12 % відносно контролю.

Таблиця 1

Вміст відновленого глутатіону у сироватці крові (мкмоль/л) та печінці (мкмоль/кг) щурів, одночасно уражених карбофосом та тетрахлорметаном після застосування мексидолу ($M \pm m$; $n = 18$)

| Матеріал дослідження | Групи тварин | Строк дослідження, доба | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | 10 ФОС + 4 CCl ₄ | 10 ФОС +7 CCl ₄ | 30 ФОС +4 CCl ₄ | 30ФОС +7 CCl ₄ |
| Сироватка крові | інтактний контроль | 0,263±0,020 | | | |
| | уражені | 0,190± 0,015* | 0,182± 0,017* | 0,186± 0,018* | 0,173± 0,018* |
| | уражені+ мексидол | 0,236± 0,013 | 0,246± 0,011** | 0,250± 0,011** | 0,248± 0,017** |
| Печінка | інтактний контроль | 0,338±0,016 | | | |
| | уражені | 0,260± 0,010* | 0,250± 0,019* | 0,266± 0,020* | 0,286± 0,011* |
| | уражені+ мексидол | 0,303± 0,016 | 0,312± 0,011** | 0,335± 0,014** | 0,330± 0,011** |

Примітка: тут і в наступних таблицях:

- 10 та 30 ФОС – ураження карбофосом протягом 10 та 30 діб,

- 4 та 7 CCl₄ – ураження тетрахлоретаном, 4 та 7 доба,

*- вірогідні зміни між тваринами інтактного контролю та ураженими

** - вірогідні зміни між ураженими тваринами та тваринами, які отримували

мексидол

Нами досліджувався вплив мексидолу на ферментативну ланку антиоксидантної системи, зокрема на активність каталази, яка розщеплює токсичний для організму пероксид водню (табл. 2).

Таблиця 2

Активність каталази у сироватці крові, печінці та міокарді(мкатал/г білка) щурів, одночасно уражених карбофосом та тетрахлорметаном після застосування мексидолу ($M \pm m$; $n = 18$)

| Матеріал дослідження | Групи тварин | Строк дослідження, доба | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | 10 ФОС + 4 CCl ₄ | 10 ФОС +7 CCl ₄ | 30 ФОС +4 CCl ₄ | 30ФОС +7 CCl ₄ |
| Сироватка крові | інтактний контроль | 91,83±2,18 | | | |
| | уражені | 113,17± 5,05* | 128,33± 3,03* | 137,50± 2,75* | 134,67± 6,19* |
| | уражені+ мексидол | 96,83± 3,41** | 98,83± 3,06** | 109,00± 3,89** | 105,00± 5,63** |
| Печінка | інтактний контроль | 104,67±4,66 | | | |
| | уражені | 89,67± 2,27* | 87,00± 2,11* | 89,00± 2,41* | 86,33± 2,50* |
| | уражені+ мексидол | 98,67± 2,76 | 97,00± 3,78 | 98,67± 2,67** | 102,00± 3,42** |
| Міокард | інтактний контроль | 87,33±1,91 | | | |
| | уражені | 77,00± 2,05* | 76,00± 2,92* | 74,00± 2,73* | 77,00± 2,35* |
| | уражені+ мексидол | 80,33± 3,77 | 85,00± 1,53** | 83,67± 1,50** | 85,00± 1,34** |

При десятиденному отруєнні карбофосом та на четверту добу ураження CCl_4 після введення мексидолу активність досліджуваного ензиму в сироватці крові знизилась на 18 %, у наступний термін дослідження – 10 днів ураження карбофосом та 7 діб отруєння тетрахлорметаном – активність КТ знизилась на 32 %. Після тридцятиденного введення карбофосу та на 4 добу отруєння CCl_4 активність КТ виявилась на 31 % нижчою у тварин, які отримували мексидол, порівняно з ураженими щурами, на тридцяті та сьому добу введення токсикантів – на 33 %.

Після введення антиоксиданту ми спостерігали підвищення активності КТ в печінці та серці тварин. В уражених щурів активність КТ в даних органах знижувалась. У групі отруєних тварин, які отримували мексидол, на десяту та четверту доби ураження токсикантами активність КТ незначно збільшилась, на сьому добу розвитку токсичного гепатиту на тлі ураження карбофосом активність КТ зросла на 10 % у печінці та серці тварин. При тридцятиденному введенні карбофосу та на 4 добу ураження тетрахлорметаном при дії мексидолу досліджуваній показник зріс на 9 % у печінці та на 11 % у міокарді уражених щурів. На тридцяті та сьому добу введення токсикантів ми спостерігали підвищення активності КТ у печінці на 17 %, у міокарді - на 9 %.

У відповідь на введення в організм тварин токсичних чинників проходить активація захисно – компенсаторних сил організму, що проявляється зміною вмісту Су-депонуванального протеїну гострої фази – антиоксиданту ЦП (табл. 3).

При десятиденному введенні карбофосу та на 4 добу ураження CCl_4 вміст церулоплазміну у сироватці крові збільшився в 1,6 раза, після застосування мексидолу зменшився на 30 % порівняно з ураженими тваринами. На сьому добу токсичного гепатиту на тлі 10-денного введення карбофосу даний показник зріс в 1,4 раза. Після застосування коригуючого чинника у даний термін дослідження вміст ЦП зменшився на 24 %.

Після тридцятиденного введення карбофосу та на 4 добу отруєння CCl_4 вміст ЦП підвищився в 1,7 раза та при введенні антиоксиданту зменшився на 26 % відносно уражених тварин.

Таблиця 3

Вміст церулоплазміну у сироватці крові (мг/л) щурів, одночасно уражених карбофосом та тетрахлорметаном після застосування мексидолу ($M \pm m$; $n = 18$)

| Матеріал дослідження | Групи тварин | Строк дослідження, доба | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 10 ФОС + 4 CCl_4 | 10 ФОС + 7 CCl_4 | 30 ФОС + 4 CCl_4 | 30 ФОС + 7 CCl_4 |
| Сироватка крові | інтактний контроль | 3,35±0,11 | | | |
| | уражені | 5,27±0,26* | 4,83±0,16* | 5,57±0,24* | 4,95±0,19* |
| | уражені+ мексидол | 4,27±0,26** | 4,03±0,12** | 4,70±0,15** | 3,97±0,20** |

На тридцяті та сьому добу введення токсинів вміст ЦП зріс в 1,5 раза, при використанні мексидолу знизився на 30 %.

Отже, нами виявлено зміни в акти вності показників антиоксидантної системи у тварин після одночасного ураження їх карбофосом та тетрахлорметаном. Встановлено, що застосування даних токсикантів викликає зниження вмісту відновленого глутатіону у сироватці крові та печінці тварин, підвищення активності каталази та вмісту церулоплазміну у сироватці крові та зниження активності каталази у печінці та міокарді щурів після ураження. Очевидно, печінка та міокард є мішенями для прояву токсичної дії використаних нами ксенобіотиків.

Використаний нами антиоксидант мексидол проявив позитивний вплив на показники антиоксидантної системи щурів після ураження, що підтверджується отриманими результатами досліджень.

Висновки

Встановлено, що розвиток токсичного гепатиту, викликаного введенням в організм тетрахлорметану на тлі 30-денного ураження щурів карбофосом приводить до глибоких порушень у неферментативній та ферментативній ланках антиоксидантної системи. На це вказують зміни активності каталази, концентрації відновленого глутатіону та вмісту церулоплазміну у сироватці крові, активності каталази та концентрації відновленого глутатіону в печінці та міокарді щурів після ураження. Проведені дослідження з вивчення ефективності застосування за даної патології мексидолу підтверджують його антиоксидантні властивості, що дає можливість запропонувати використання даного препарату за токсичних гепатитів та інтоксикаціях хімічного генезу.

1. *Воронко Е. А.* Острые отравления фосфоорганическими веществами / Е. А. Воронко // Медицина. — 2004. — № 4. — С. 26—29.
2. *Губський Ю. І.* Біохімічні та молекулярно-біологічні механізми хімічної загибелі клітин за ураження високотоксичними ксенобіотиками / [Ю. І. Губський, Є. Л. Левицький, О. В. Задорина, та ін.] // Буков. мед. вісн. — 2005. — Том 9, № 2. — С. 76—77.
3. *Губский Ю.И.* Коррекция химического поражения печени / Ю.И. Губский. — К.: Здоров'я, 1989. — 168 с.
4. *Етика лікаря та права людини: положення про використання тварин у біомедичних дослідах* // Експериментальна та клінічна фізіологія та біохімія. — 2003. — Т. 22, № 2. — С. 108—109.
5. *Карабалин С.К.* Клинико-морфологическая характеристика и дифференциальная диагностика профессиональных поражений печени у рабочих фосфорного производства / С. К. Карабалин // Медицина труда и промышленная экология. — 2005. — № 4. — С. 15—21.
6. *Колб В.Г., Камишников В.С.* Визначення активності церулоплазміну в крові / В.Г. Колб, В.С. Камишников // В кн.: Клиническая биохимия. — Минск: Беларусь, 1976. — С. 219—220.
7. *Королюк М.А.* Метод определения активности каталазы / [М.А.Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е. Токарев] // Лаб. дело. — 1988. — № 1. — С. 16—19.
8. *Лапач С. Н.* Статистические методы в медикобиологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. — К: Морион, 2000. — 320 с.
9. *Лісничук Н. Є.* Дослідження параметрів вільнорадикального окиснення та стан антиоксидантної системи білих щурів з експериментальним токсичним ураженням печінки / Н. Є. Лісничук // Вісник проблем біології і медицини. — 2007. — Вип. 2. — С. 83—88.
10. *Науково – практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними* / [Ю.М. Кожем'якін, О. С. Хромов, М. А. Філоненко, Г. А. Сайфетдінова]. — К.: Авіцена, 2002. — 136 с.
11. *Прохорова М.И.* Методы биохимических исследований / М.И. Прохорова. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. — 168 с.
12. *Рыболовлев Ю.Р.* Дозирование веществ для млекопитающих по константам биологической активности / Ю. Р. Рыболовлев, Р. С. Рыболовлев // Доклады АН СССР. — 1979. — Т. 247, № 6. — С. 1513—1516.
13. *Фомичев А.В.* Экспериментальное исследование эффективности 5-ти компонентной антиоксидантной рецептуры в качестве средства ранней реабилитации при отравлениях карбофосом средней степени тяжести / [А.В. Фомичев, А.Е.Сосюкин, В.П.Федонюк и др.] // Биомедицинский журнал. — 2004. — Т. 5. — С. 381—385.

Л. А. Бойко, Л. С. Фира, П. Г. Лихацький

ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского МЗО Украины»

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕКСИДОЛА В УСЛОВИЯХ ОДНОВРЕМЕННОГО ПОРАЖЕНИЯ КРЫС КАРБОФОСОМ И ТЕТРАХЛОРМЕТАНОМ

В экспериментах на крысах при одновременном их поражении карбофосом и тетрахлорметаном выявлены глубокие изменения в антиоксидантной системе, которые проявляются снижением количества восстановленного глутатиона и изменениями активности каталазы в печени и миокарде животных, а также содержанием церулоплазмينا в сыворотке крови. Доказана эффективность применения при данной патологии препарата мексидола, после

применения которого у пораженных животных показатели антиоксидантной системы приближены к уровню животных интактного контроля.

Ключевые слова: карбофос, тетрахлорметан, мексидол, антиоксидантная система, восстановленный глутатион, каталаза, церулоплазмин

L.A. Boyko, L. S. Fira, P.G. Lyhatskiy

I.Ya Horbachevsky Ternopil state medical university

DYNAMIC OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY AFTER THE APPLYING OF MEXYDOL AT THE CONDITION OF THE COMBINED AFFECTING WITH TETRACHLOROMETHANE AND CARBOPHOS

It was established the strong disorders in the antioxidant system, that characterized by the decreasing of the reducing glutathione's quantity and the changing in the activity of catalase in the animal's liver and myocard, in the amount of ceruloplasmin in the blood serum during the experiments on the rats at the condition of the combined affecting with tetrachloromethane and carbophos. It was confirmed the effectiveness of mexydol at this pathology. After its applying the indicators of the antioxidant system in the affecting animals approached to the level of the antioxidant system in the intact animals.

Keywords: carbophos, tetrachloromethane, mexydol, antioxidant system, reducing glutathione, catalase, ceruloplasmin

Рекомендує до друку

Надійшла 03.09.2014

О.Б. Столяр

УДК 57.083.3 + 616-71 + 543.9

¹О.Ю. ГАЛКІН, ¹О.Б. БЕСАРАБ, ²Ю.В. ГОРШУНОВ, ¹О.М. ДУГАН

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
пр-т. Перемоги, 37, Київ, 03056

²Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства
вул. Урицького, 35, Київ, 03035

БІОАНАЛІТИЧНА ВАЛІДАЦІЯ ІМУНОФЕРМЕНТНОГО НАБОРУ ДЛЯ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ІМУНОГЛОБУЛІНУ Е ЛЮДИНИ

У статті наведено науково-методичне обґрунтування процедури біоаналітичної валідації імуноферментного набору для кількісного визначення загального IgE людини. Валідаційні характеристики (прецизійність, діагностична та аналітична специфічність, діагностична чутливість, правильність, лінійність) визначали як на момент випуску діагностичного набору, так і на момент закінчення терміну придатності (як елемент дослідження стабільності). Середнє значення діагностичної специфічності склало 99,3%. Методика імуноферментного аналізу забезпечила лінійний характер залежності у діапазоні 10-1000 МО/мл, а невизначеність калібрувального графіку була незначущою. Межа виявлення становила 1,42 МО/мл, а межа кількісного визначення (аналітична чутливість) – 4,33 МО/мл. Межа відтворюваності співпадала із аналітичною чутливістю набору. Правильність, виражена через систематичну похибку, склала 0,25 МО/мл та була статистично незначущою.

Ключові слова: імуноферментний аналіз, валідація, IgE людини

Оцінка придатності аналітичних методик є одним із найважливіших елементів системи забезпечення якості продукції фармацевтичної та біотехнологічної галузей. Державна фармакопея України (ДФУ) визначає валідацію аналітичних методик як процедуру

експериментального доведення того, що методика придатна для розв'язання поставлених завдань [2]. Слід зазначити, що засоби для серологічної *in vitro* діагностики (які в Україні та Європейському Союзі відносяться до класу медичних виробів [4]) мають низку особливостей та відмінностей від лікарських засобів, через що підходи до їх біоаналітичної стандартизації мають відрізнятися від аналогічних підходів, що застосовують у випадку лікарських засобів. У наших попередніх дослідженнях проведено аналіз вимог національних та міжнародних нормативних документів щодо якості та безпечності медичних виробів для діагностики *in vitro* та обговорено можливість часткового застосування рекомендацій ДФУ до даного виду продукції [6]. Нами було визначено, що параметрами біоаналітичної стандартизації та валідаційними характеристиками для якісних (напівкількісних) засобів для серологічної діагностики можуть бути прецизійність (збіжність, внутрішньолабораторна прецизійність та відтворюваність), діагностична та аналітична специфічність, діагностична чутливість, а для кількісних – додатково правильність (точність), лінійність, аналітична чутливість та діапазон застосування. З огляду на відсутність національних рекомендацій щодо проведення валідації біоаналітичних методик, що використовуються у серологічній *in vitro* діагностиці, ми вважаємо вкрай актуальним питання створення науково-методичних рекомендацій щодо валідації імуноферментних наборів для якісного та кількісного визначення біоаналітів (у т. ч. із залученням досвіду провідних світових фахівців) [6, 10].

Метою роботи було обґрунтування процедури та проведення валідації імуноферментного аналізу (ІФА), що призначений для кількісного визначення загального IgE людини у сироватці або крові.

Матеріал і методи досліджень

Діагностичні набори. Використовували три дослідні серії набору у різні дні, різними виконавцями-операторами: відразу після виготовлення наборів та через один рік – наприкінці строку придатності (як елемент дослідження стабільності набору).

Стандартні зразки. Для проведення валідації використовували міжнародний стандарт IgE людини із концентрацією 5000 МО/мл (The 2nd WHO International Reference Preparation of Human Serum Immunoglobulin E) [11], із якого готували контрольні зразки IgE із концентрацією 0, 10, 50, 250, 500 та 1000 МО/мл та використовували для побудови калібрувального графіку.

«Сендвіч»-варіант ІФА. Моноклональні антитіла (МКАТ) специфічні до IgE людини [11], сорбували в 0,02 М карбонат-бікарбонатному буфері в концентрації 2 мкг/мл на 96-лункові планшети для твердофазного ІФА. Планшет інкубували протягом 12 год при 4 °С, потім тричі відмивали фосфатно-сольовий буфер (ФСБ) з додаванням 0,05% твін-20 (ФСБТ), рН 7,2-7,4 та витримували у розчині бичачого сироваткового альбуміну (БСА) (10 мг/мл в ФСБ) 1 год при 37 °С. Після чотирьохкратної відмивки ФСБТ лунки планшету заповнювали 100 мкл реакційного буферу (0,05 М трис-НСІ буфер, рН 8,0, 0,15 М NaCl, 5 мМ ЕДТА, 0,5 мг/мл БСА, 0,2 % Tween-20, 25 мкг/мл мишиних МКАТ, неспецифічних до IgE людини), що містить 200 нг/мл мічених пероксидазою хрому МКАТ до IgE людини. Далі у лунки вносили по 20 мкл контрольних стандартизованих зразків IgE із концентраціями 0, 10, 50, 250, 500 та 1000 МО/мл та досліджуваних зразків сироваток крові людини попередньо розведених реакційним буфером 1:1000. Планшети інкубувалися 2 год за температури 37 °С при постійному вструшуванні та відмивалися 4 рази. Подальшу процедуру проводили як і для непрямого ІФА. Концентрація IgE людини розраховувалась за допомогою калібрувального графіка стандартних (контрольних) зразків.

Математичні (статистичні) методи. Регресійний аналіз проводили за відповідними рекомендаціями [2, 3, 5] та із використанням програмних комплексів MathCAD та Microsoft Excel.

Діагностичну специфічність (ДС) розраховували за формулою (1):

$$ДС = |C_{0+добавка} - C_0| / C_{добавка} \times 100\%$$

де C_0 – концентрація аналіту у досліджуваному зразку, визначена за допомогою даного методу; $C_{добавка}$ – концентрація аналіту у стандартному зразку; $C_{0+добавка}$ – концентрація аналіту в

об'єднаній пробі досліджуваного та стандартного зразку, визначена за допомогою даного методу.

Стандартне відхилення для нульової концентрації S_x розраховували за формулою (2)

$$S_x = \frac{S_0}{b} \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \left(\frac{S_b}{b}\right)^2 \times \left(\frac{Y_0 - Y_{cep}}{S_0}\right)^2}, \quad (2)$$

де m – кількість точок калібрувального графіку; n – кількість повторів визначення; b – коефіцієнт нахилу лінії регресії; S_0^2 – дисперсія різниці між дослідними та розрахованими за рівнянням лінійної регресії значеннями; S_b – дисперсія коефіцієнта b ; Y_0 – значення залежної змінної при $x = 0$; Y_{cep} – середнє арифметичне значень змінної y із урахуванням Y_0 .

Межу проміжної прецизійності R розраховували за формулою (3)

$$R = t \sqrt{2 \times S_R^2}, \quad (3),$$

де S_R – стандартне відхилення в умовах відтворюваності, виражене через середнєсважену дисперсію для кожного діапазону концентрацій ($S_R = \sqrt{S_{cep}^2}$); t – критичне значення критерію Стьюдента при довірчій вірогідності 0,95 та певній кількості ступенів свободи.

Систематичну похибку аналізу (зсув) Θ визначали як різницю між середнім значенням результатів аналізу X_{cep} та значенням стандартного зразка (СЗ) X_{cm} . Значимість отриманого значення Θ перевіряли по розрахованому критерію Стьюдента (4)

$$t = \frac{|\Theta|}{\sqrt{\frac{S^2}{L} + \frac{\Delta_{cm}^2}{3}}}, \quad (4)$$

де S – дисперсія середніх значень для різних визначень відносно їх середнього значення; L – кількість визначень; Δ_{cm} – похибка СЗ.

Результати досліджень та їх обговорення

Деякі характеристики набору, які відносяться до валідаційних (аналітична специфічність, діапазон застосування), вже було визначено під час розробки [6], тому в рамках даної роботи ми не зупинялися на встановленні цих характеристик.

Оцінка діагностичної специфічності набору. Як відомо ДС характеризує спроможність методу визначати лише той компонент, для котрого він призначений, тобто, характеризує здатність відповідного засобу реєструвати мінімальну кількість хибнопозитивних результатів [7]. Визначення ДС імуноферментних наборів проводять із використанням широкого набору негативних зразків (стандартних, стандартизованих, або охарактеризованих), розраховуючи частку дійснопозитивних результатів дослідження за формулою (1). Такий підхід реалізується у випадку тест-систем, що призначені для якісного або напівкількісного визначення специфічних антитіл, тобто у випадку, коли абсолютна кількість аналізу зразку не відома та/або не може бути достовірно визначена доступними методами. Даний підхід не може бути реалізований у випадку оцінки прийнятності кількісного аналізу, тим більше коли мова йде про визначення неінфекційного аналіту, для якого існують міжнародні стандарти. Пропонуємо у даній ситуації для оцінки діагностичної специфічності використовувати так званий метод добавок, який дозволяє виразити специфічність через долю виявлення цільового аналіту у зразках із заздалегідь відомої концентрацію останнього. Результати визначення діагностичної специфічності набору наведені у табл. 1. Для всіх визначень середнє значення ДС склало 99,3%, причому для визначень №1-3 СД (100,9%) була дещо вищою, аніж для визначень №4-6 (97,8%), які проводили через рік, наприкінці терміну придатності. Таким чином, на момент випуску середній рівень визначення аналізу дещо вищий, у порівнянні із аналогічним показником на момент терміну придатності набору. Такі результати пояснюються певним спаданням біологічної активності біореагентів набору. Разом із тим, всі отримані результати щодо ступеню визначення IgE людини у досліджуваних зразках для кожного визначення

знаходяться у межах від 95,8% до 104,4%, що відповідає загальноприйнятим допустимим межам (не менше 95%). Отже діагностична специфічність набору є задовільною (як на момент випуску, так і на момент закінчення терміну придатності).

Оцінка лінійності набору. Для оцінки даного показника нами був проведений регресійний аналіз залежності оптичної густини (ОГ) при 450 нм від концентрації IgE людини у діапазоні визначення (10-1000 МО/мл): використовували калібратори набору (10, 50, 250, 500, 1000 МО/мл), а також зразок сироватки із концентрацією IgE людини 10,5 МО/мл (табл. 1: серія №0313, визначення №1) із відповідними добавками (чотири зразка: 10,5, 20,5, 110,5 та 1010,5 МО/мл). Для обох рядів даних розраховували коефіцієнти кореляції та детермінації. Дані коефіцієнти не перевищували 0,995, що відповідає критеріям прийнятності. Для двох даних визначень (рядів даних) була проведена оцінка їх паралелізму. Відповідні результати представлено на рис.1: коефіцієнти нахилу рівнянь лінійної регресії різняться на незначну величину ($4,3 \times 10^{-5}$), що свідчить про паралельність залежності ОГ від концентрації аналіту для стандартних зразків та досліджуваного матеріалу. Зважаючи на те, що імуноферментний набір забезпечує кількісне визначення аналіту та містить низку калібраторів, які використовуються для побудови калібрувального графіку, доцільно було дослідити невизначеність положення даного графіку. Результати відповідних розрахунків (табл.2) свідчать про те, що невизначеність калібрувального графіку, виражена за допомогою довірчої області лінії регресії при довірчій вірогідності 0,95 є незначною та може не враховуватися при проведенні розрахунків. Дані висновки стосуються як визначень на момент випуску, так і визначень на термін придатності, що є підтвердженням задовільного рівня стабільності набору.

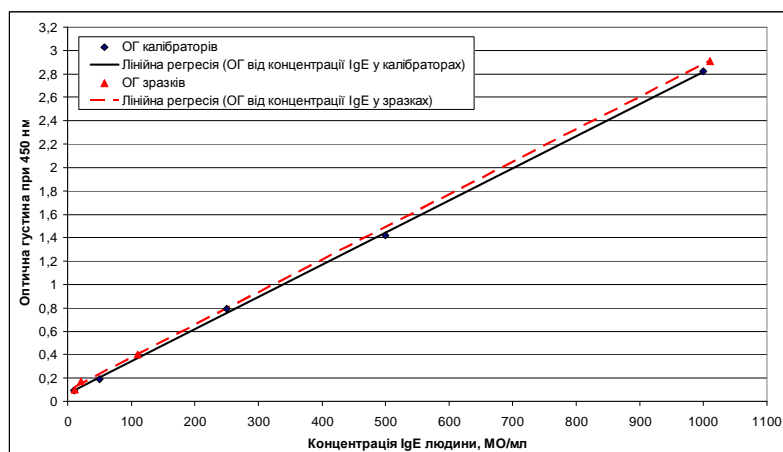


Рис. 1. Залежність оптичної густини від вмісту IgE людини у калібраторах та зразках (лінійна регресія для калібраторів: $y = 0,002746x + 0,069202$; лінійна регресія для зразків: $y = 0,002789x + 0,091701$)

Таблиця 1

Результати визначення діагностичної специфічності імуноферментного аналізу

| Характеристика зразка (№ серії, теоретична концентрація аналіта) | Визначення на момент випуску серії | | | | | | Визначення на момент строку придатності серії | | | | | |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | №1 | | №2 | | №3 | | №4 | | №5 | | №6 | |
| | Вміст, МО/мл | Виявлення, % | Вміст, МО/мл | Виявлення, % | Вміст, МО/мл | Виявлення, % | Вміст, МО/мл | Виявлення, % | Вміст, МО/мл | Виявлення, % | Вміст, МО/мл | Виявлення, % |
| Серія 0113 | | | | | | | | | | | | |
| Без добавки | 24,0 | – | 24,2 | – | 24,4 | – | 23,6 | – | 23,8 | – | 23,5 | – |
| Добавка 10 МО/мл | 33,7 | 97,0 | 34,4 | 102,0 | 34,7 | 103,0 | 33,2 | 96,0 | 32,9 | 91,0 | 33,1 | 96,0 |
| Добавка 100 МО/мл | 125,0 | 101,0 | 125,2 | 101,0 | 126,1 | 101,7 | 124,0 | 100,4 | 122,7 | 99,0 | 122,5 | 99,0 |
| Добавка 1000 МО/мл | 1025,7 | 100,2 | 1023,0 | 99,9 | 1026,2 | 100,2 | 1022,2 | 99,9 | 1021,9 | 99,8 | 1023,0 | 100,0 |
| Серія 0213 | | | | | | | | | | | | |

БІОХІМІЯ

| Продовження таблиці 1 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-------|
| Без добавки | 37,5 | – | 37,2 | – | 37,6 | – | 37,0 | – | 37,1 | – | 37,0 | – |
| Добавка 10 МО/мл | 48,4 | 109,0 | 48,1 | 109,0 | 48,8 | 112,0 | 47,1 | 101,0 | 46,2 | 91,0 | 47,9 | 109,0 |
| Добавка 100 МО/мл | 138,0 | 100,5 | 138,2 | 101,0 | 139,0 | 101,4 | 135,0 | 98,0 | 135,2 | 98,1 | 134,0 | 97,0 |
| Добавка 1000 МО/мл | 1035,5 | 99,8 | 1036,0 | 99,9 | 1036,6 | 99,9 | 1034,2 | 99,7 | 1033,3 | 99,6 | 1038,2 | 100,1 |
| Серія 0313 | | | | | | | | | | | | |
| Без добавки | 10,5 | – | 10,3 | – | 10,5 | – | 10,2 | – | 10,2 | – | 10,3 | – |
| Добавка 10 МО/мл | 20,0 | 95,0 | 20,1 | 98,0 | 19,7 | 92,0 | 19,1 | 89,0 | 19,0 | 88,0 | 19,8 | 95,0 |
| Добавка 100 МО/мл | 110,0 | 99,5 | 111,1 | 100,8 | 109,5 | 99,0 | 108,7 | 98,5 | 107,8 | 97,6 | 109,1 | 98,8 |
| Добавка 1000 МО/мл | 1012,0 | 100,2 | 1012,5 | 100,2 | 1011,1 | 100,1 | 1010,0 | 100,0 | 1009,1 | 99,9 | 1009,0 | 99,9 |

Таблиця 2

Довірча область лінії регресії при визначенні лінійності аналізу

| № визначення | Концентрація x , МО/мл | Рівняння лінійної регресії | Значення \bar{y} (ОГ) рівняння лінійної регресії у точці x | Довірча область лінії регресії при x МО/мл |
|--------------|--------------------------|----------------------------|--|--|
| 1 | 10 | $y = 0,002789x + 0,091701$ | 0,1196 | $0,1029 < y < 0,1391$ |
| | 50 | | 0,2312 | $0,2017 < y < 0,2988$ |
| | 250 | | 0,7890 | $0,6987 < y < 0,8125$ |
| | 500 | | 1,4863 | $1,2021 < y < 1,6580$ |
| 2 | 10 | $y = 0,002741x + 0,073254$ | 0,1007 | $0,1001 < y < 0,1295$ |
| | 50 | | 0,2103 | $0,2099 < y < 0,2583$ |
| | 250 | | 0,7585 | $0,7445 < y < 0,7824$ |
| | 500 | | 1,4438 | $1,3224 < y < 1,5333$ |
| 3 | 10 | $y = 0,003102x + 0,05966$ | 0,0907 | $0,8227 < y < 0,0910$ |
| | 50 | | 0,2148 | $0,1855 < y < 0,2152$ |
| | 250 | | 0,8352 | $0,7514 < y < 0,8774$ |
| | 500 | | 1,6107 | $1,4155 < y < 1,6651$ |
| 4 | 10 | $y = 0,003307x + 0,04291$ | 0,0760 | $0,0622 < y < 0,0891$ |
| | 50 | | 0,2083 | $0,1998 < y < 0,3220$ |
| | 250 | | 0,8697 | $0,8660 < y < 1,0011$ |
| | 500 | | 1,6964 | $1,4889 < y < 1,6984$ |
| 5 | 10 | $y = 0,003118x + 0,04461$ | 0,0758 | $0,0635 < y < 0,0901$ |
| | 50 | | 0,2005 | $0,1852 < y < 0,2824$ |
| | 250 | | 0,8241 | $0,8521 < y < 1,0253$ |
| | 500 | | 1,6036 | $1,4952 < y < 1,7002$ |
| 6 | 10 | $y = 0,002897x + 0,08022$ | 0,1092 | $0,1015 < y < 0,1320$ |
| | 50 | | 0,2251 | $0,2125 < y < 0,2622$ |
| | 250 | | 0,8045 | $0,7211 < y < 0,8025$ |
| | 500 | | 1,5287 | $1,3115 < y < 1,5441$ |

Розрахунок межі виявлення та межі кількісного визначення (аналітичної чутливості) набору. Розрахунок даних показників проводили через попереднє визначення стандартного відхилення для нульової концентрації S_x за формулою (2). Відповідно до міжнародних рекомендацій [9] межа виявлення розраховується як $S_x \times 3,3$, а аналітична чутливість – $S_x \times 10$. Відповідні розрахунки проводили із використанням програмного комплексу MathCAD. Вихідними даними для розрахунків слугували калібрувальні графіки калібраторів набору серії 0313, визначення №№1-6. Результати розрахунків представлено у табл. 3: розрахункові значення межі виявлення та межі кількісного визначення знаходяться у діапазонах 0,77-1,42 МО/мл та 2,34-4,33 МО/мл, відповідно. У такому випадку для діагностичного набору прийнято встановлювати найвище значення розрахункової аналітичної чутливості (тобто 4,33 МО/мл). Зазначимо, що отримані дані цілком співвідносяться із результатами альтернативного

БІОХІМІЯ

визначення аналітичної чутливості набору, проведеного у роботі [7], коли даний показник склав 4,5 МО/мл.

Таблиця 3

Результати розрахунку меж виявлення та кількісного визначення

| № визначення | Стандартне відхилення для нульової концентрації (S_x) | Межа виявлення, МО/мл | Межа кількісного визначення (аналітична чутливість), МО/мл |
|--------------|---|-----------------------|--|
| 1 | 0,430 | 1,42 | 4,30 |
| 2 | 0,234 | 0,77 | 2,34 |
| 3 | 0,320 | 1,06 | 3,20 |
| 4 | 0,401 | 1,32 | 4,01 |
| 5 | 0,394 | 1,30 | 3,94 |
| 6 | 0,433 | 1,42 | 4,33 |

Визначення прецизійності набору. Як відомо прецизійність може розглядатися на різних рівнях, зокрема: збіжність (постановки аналізу за тих самих умов протягом невеликого проміжку часу), внутрішньолабораторна прецизійність (враховує внутрішньолабораторні варіації), відтворюваність (при між лабораторному експерименті). Зважаючи на той факт, що діагностичний набір, що піддається валідації, призначений для кількісного визначення аналіту (IgE людини) у широкому діапазоні значень (від 0 до 1000 МО/мл), вважаємо за доцільне обрати для оцінки прецизійності методу так звану проміжну прецизійність (різновидність внутрішньолабораторної прецизійності), яка характеризує ступінь близькості результатів для серії вимірів із використанням проб із різним вмістом аналіту.

Дослідження проводили із використанням трьох серій набору у трьох діапазонах концентрацій аналіту (0-10, 10-100, 100-1000 МО/мл): три визначення на момент випуску та ще три визначення на момент закінчення терміну придатності. Проміжну прецизійність оцінювали за стандартним відхиленням S_R та межею проміжної прецизійності (відтворюваності) R , які обраховували для кожного з діапазону концентрацій IgE людини (табл. 4-5) за формулою (3).

Таблиця 4

Розрахунок стандартного відхилення проміжної прецизійності та межі відтворюваності на момент випуску серій набору

| Діапазон концентрацій, МО/мл | Серія набору | Вміст IgE людини, МО/мл | | | Дисперсія S^2 | Середнє значення дисперсії $S_{сер}^2$ | Стандартне відхилення S_R | Межа проміжної прецизійності R , МО/мл |
|------------------------------|--------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|--|-----------------------------|--|
| | | Визначення | | | | | | |
| | | №1 | №2 | №3 | | | | |
| 0-10 | 0113 | 5,2 | 5,2 | 5,3 | 0,0033 | 0,0056 | 0,0745 | 1,07 |
| | 0213 | 5,2 | 5,3 | 5,2 | 0,0033 | | | |
| | 0313 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 0,0100 | | | |
| 10-100 | 0113 | 24,0 | 24,2 | 24,4 | 0,0400 | 0,0422 | 0,2055 | 1,78 |
| | 0213 | 37,5 | 37,2 | 37,6 | 0,0433 | | | |
| | 0313 | 20,0 | 20,1 | 19,7 | 0,0433 | | | |
| 100-1000 | 0113 | 125,0 | 125,2 | 126,1 | 0,3433 | 0,4311 | 0,6566 | 3,19 |
| | 0213 | 138,0 | 138,2 | 139,0 | 0,2800 | | | |
| | 0313 | 110,0 | 111,1 | 109,5 | 0,6700 | | | |

Отримані результати свідчать, що межа відтворюваності для низьких концентрацій становить 0,37 МО/мл, для середніх – 1,06 МО/мл, для високих – 2,80 МО/мл. Стандартне відхилення та межа відтворюваності збільшуються як при збільшенні концентрації аналіту, так й із часом (на момент закінчення терміну придатності). Разом із тим, розраховані валідаційні характеристики у всіх діапазонах концентрацій не можуть бути використані для характеристики набору, оскільки встановлені межі виявлення та кількісного визначення (аналітичної чутливості) свідчать про те, що всі значення нижче 1,42 МО/мл статистично не відрізняються від нуля, а нижче 4,33 МО/мл – не можуть бути кількісно визначені. Таким

чином, у даному випадку де факто межа відтворюваності співпадає із аналітичною чутливістю набору.

Таблиця 5

Розрахунок стандартного відхилення проміжної прецизійності та межі відтворюваності на момент закінчення строку придатності наборів

| Діапазон концентрацій, МО/мл | Серія набору | Вміст IgE людини, МО/мл | | | Дисперсія S^2 | Середнє значення дисперсії $S_{сер}^2$ | Стандартне відхилення S_R | Межа проміжної прецизійності R , МО/мл |
|------------------------------|--------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|--|-----------------------------|--|
| | | Визначення | | | | | | |
| | | №4 | №5 | №6 | | | | |
| 0-10 | 0113 | 5,1 | 5,2 | 5,1 | 0,0033 | 0,0089 | 0,0943 | 1,21 |
| | 0213 | 5,2 | 5,3 | 5,1 | 0,0100 | | | |
| | 0313 | 5,1 | 5,1 | 5,3 | 0,0133 | | | |
| 10-100 | 0113 | 23,6 | 23,8 | 23,5 | 0,0233 | 0,0722 | 0,2687 | 2,04 |
| | 0213 | 37,0 | 37,1 | 37,0 | 0,0033 | | | |
| | 0313 | 19,1 | 19,0 | 19,8 | 0,1900 | | | |
| 100-1000 | 0113 | 124,0 | 122,7 | 122,5 | 0,6633 | 0,5067 | 0,7118 | 3,32 |
| | 0213 | 135,0 | 135,2 | 134,0 | 0,4133 | | | |
| | 0313 | 108,7 | 107,8 | 109,1 | 0,4433 | | | |

Таблиця 6

Оцінка систематичної похибки (зсуву) ІФА для визначення IgE людини

| № визначення | Вміст, розрахований за калібрувальним графіком, МО/мл | Середнє значення вмісту для визначення, МО/мл | Середнє значення вмісту для всіх визначень $X_{сер}$, МО/мл | Дисперсія середніх значень вмісту S^2 | Зсув θ , МО/мл | Похибка стандартного зразка Δ_{cm} , МО/мл [11] | Критерій Стьюдента розрахунковий, t |
|--------------|---|---|--|---|-----------------------|--|---------------------------------------|
| 1 | 50,2; 50,0; 50,8; 50,0 | 50,25 | 50,06 | 0,02 | 0,25 | 0,155 | 1,06 |
| 2 | 50,0; 50,3; 50,3; 50,1 | 50,18 | | | | | |
| 3 | 50,2; 50,1; 49,6; 49,9 | 49,95 | | | | | |
| 4 | 49,5; 50,4; 50,1; 50,1 | 50,03 | | | | | |
| 5 | 50,0; 50,3; 50,3; 50,1 | 50,05 | | | | | |
| 6 | 49,5; 50,1; 50,0; 50,0 | 49,90 | | | | | |

Визначення правильності (точності) набору. Як відомо правильність характеризує відхилення отриманого значення від номінального та обумовлено постійною та/або пропорційною систематичною похибкою. Найбільш простим способом визначення правильності у даному випадку вважаємо спосіб із застосуванням набору зразків для оцінювання у вигляді СЗ [3]. Даний спосіб передбачає розрахунок систематичної похибки (зсуву) θ та перевірку останньої за критерієм Стьюдента за формулою (4). Результати відповідних розрахунків за результатами дослідження набору серії 0113 наведено у табл. 6. Отже розрахунковий критерій Стьюдента склав 1,06, що є нижчим за табличне значення даного критерію $t_{табл} = 2,57$ для ступенів свободи $f = n - 1 = 6 - 1 = 5$ та довірчій вірогідності 0,95. Такі результати свідчать про те, що систематична похибка (зсув) є незначущою. Важливо, що такі дані отримані при використанні результатів дослідження серії набору як на момент випуску, так і на момент терміну придатності, що додатково підтверджує задовільний рівень стабільності набору.

Висновки

На прикладі імуноферментного набору для кількісного визначення загального IgE людини проведено науково-методичне обґрунтування процедури валідації засобу для серологічної *in vitro* діагностики. Валідаційні характеристики визначали як на момент випуску діагностичного набору, так і на момент закінчення терміну придатності (для встановлення його стабільності).

Середнє значення діагностичної специфічності становить 99,3%. Методика ІФА є лінійною у діапазоні 10-1000 МО/мл, а невизначеність калібрувального графіку є незначущою. Межа виявлення становить 1,42 МО/мл, а межа кількісного визначення (аналітична чутливість) співпадає із межею відтворюваності та становить 4,33 МО/мл. Правильність (систематична похибка) складає 0,25 МО/мл та є статистично незначущою. Всі визначені характеристики ІФА є задовільними відповідно до вимог міжнародних нормативних документів.

1. *Галкін О.Ю.* Параметри біоаналітичної стандартизації засобів для серологічної діагностики / О.Ю. Галкін // Матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології» (16-17 жовтня 2014 р., м. Харків). — Х., 2014. — С. 74—75.
2. *Державна фармакопея України.* Перше видання. Доповнення 2 // Під ред. О.І. Гризодуба. — Х.: РІРЕГ, 2008. — 617 с.
3. *РМГ 61–2010.* Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки [Текст]. — Взамен РМГ 61–2003; дата введения 2012–09–01. — М.: Стандартинформ, 2012. — 60 с.
4. *Технічний регламент щодо медичних виробів для діагностики *in vitro*,* затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 21.10.2013 р. № 754 // Офіційний вісник України. — 2013. — № 82. — С. 3047.
5. *Урбах В.Ю.* Математическая статистика для биологов и медиков / Виктор Юльевич Урбах. — М.: Издательство АН СССР, 1963. — 321, [1] с.
6. *Ederveen J.C.* A practical approach to biological assay validation / J.C. Ederveen. — Hoofddorp: Progress, 2010. — 106 [1] p.
7. *Galkin A.Yu.* Elaboration of immunoenzymatic test-kit for total human IgE assay and investigation of its analytical properties / A. Yu. Galkin, A. M. Dugan // International Journal of Immunology. — 2013. — 1, № 1. — P. 1—6.
8. *Galkin O.Yu.* Approaches to the synthesis of conjugates for enzyme immunoassay test-systems and evaluation of their use for diagnostics of infectious diseases / O. Yu. Galkin // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. — 2010. — 5, № 4 — С. 54—60.
9. *International Conference on Harmonization (ICH) of Technical Requirements for the Registration of Pharmaceuticals for Human Use, Validation of analytical procedures: Methodology, ICH Q2B.* — Geneva: 1996. — 11 p.
10. *Parreno V.* Validation of an indirect ELISA to detect antibodies against BoHV-1 in bovine and guinea-pig serum samples using ISO/IEC 17025 standards / V. Parreno, S.A. Romera, L. Makek // J. Virol. Meth. — 2010. — Vol. 169, 1. — P. 143-153.
11. *W.H.O.* Expert Committee on Biological Standardization. World Health Organization Technical Report Series 1981; 658: 21.

А.Ю. Галкин, А.Б. Бесараб, Ю.В. Горшунюв, А.Н. Дуган

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт городского хозяйства

БІОАНАЛІТИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО НАБОРА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО ИМУНОГЛОБУЛИНА Е ЧЕЛОВЕКА

В статье проведено научно-методическое обоснование процедуры биоаналитической валидации иммуноферментного набора для количественного определения общего IgE человека. Валидационные характеристики (прецизионность, диагностическая и аналитическая специфичность, диагностическая чувствительность, правильность, линейность) определяли как на момент выпуска диагностического набора, так и на момент окончания срока годности (как элемент исследования стабильности). Среднее значение диагностической специфичности составило 99,3%. Методика иммуноферментного анализа была линейной в диапазоне 10-1000 МЕ/мл, а неопределенность калибровочного графика была незначимой. Предел обнаружения составил 1,42 МЕ/мл, а предел количественного определения (аналитическая чувствительность) – 4,33 МЕ/мл. Предел воспроизводимости совпал с аналитической чувствительностью набора. Правильность, выраженная через систематическую погрешность, составила 0,25 МЕ/мл и была статистически незначимой.

Ключевые слова: иммуноферментный анализ, валидация, IgE человека

O.Yu. Galkin, O.B. Besarab, Yu.V. Gorshunov, O.M. Dugan
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Scientific-Research and Design-Technological Institute of Municipal Economy

BIOANALYTICAL VALIDATION OF IMMUNOENZYMATIC TEST-KIT FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF TOTAL HUMAN IMMUNOGLOBULIN E

The scientific and methodical study of procedure of bioanalytical validation of ELISA kit for the quantitative determination of total human IgE has presented. Validation characteristics (precision, diagnostic and analytical specificity, diagnostic sensitivity, accuracy, linearity) were determined as at the release of diagnostic kits, and at the time of expiry (as part of the stability studies). Mean diagnostic specificity was 99.3%. Immunoenzymatic method was linear in the range 10-1000 IU/mL, and the uncertainty of the calibration graph was insignificant. The detection limit was 1.42 IU/mL, and the limit of quantification of (analytical sensitivity) was 4.33 IU/mL. Reproducibility limit coincides with the analytical sensitivity. Accuracy is expressed in terms of systematic error, was 0.25 IU/mL, and was statistically insignificant.

Keywords: ELISA, validation, human IgE

Рекомендує до друку
О.Б. Столяр

Надійшла 02.09.2014

УДК: 612.017.1/015.1-02:616.36-002-099]-092.9

А.Є. МУДРА

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України»
майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001

NO-СИНТАЗА ТА ПРОЗАПАЛЬНІ ЦИТОКІНИ ПРИ ГОСТРОМУ ТОКСИЧНОМУ ГЕПАТИТІ ТА ЗА ВПЛИВУ МОДУЛЯТОРІВ СИНТЕЗУ ОКСИДУ АЗОТУ

Вивчали зміни вмісту прозапальних цитокінів IL-1 β , IL-6 та TNF- α , ендотеліальної та індукційної молекулярних форм NO-синтази (eNOS, iNOS відповідно) та продуктів метаболізму оксиду азоту, нітрит і нітрат аніонів при експериментальному гепатиті та на фоні застосування модуляторів його синтезу. Встановлено, що при гострому токсичному ураженні печінки спостерігається зниження вмісту стабільних метаболітів NO у печінці та наростання їх концентрації в крові, зменшення рівня eNOS з вираженим наростанням кількості iNOS та концентрації прозапальних цитокінів. Прекурсори оксиду азоту сприяють активації синтезу NO, зниженню вмісту прозапальних цитокінів та експресії iNOS, при цьому спостерігається зростання вмісту eNOS. Повне інгібування ферментативного синтезу оксиду азоту шляхом застосування неселективного блокатора NOS L-NAME за гострого токсичного гепатиту призводить до зниження рівня NO₂- та NO₃, концентрації eNOS та iNOS на фоні високого рівня IL-1 β , IL-6 та TNF- α . Блокування iNOS-індукованого синтезу NO призводить до зміни вмісту нітрит і нітрат аніонів та зниження активності індукційної NO-синтази як у крові, так і у печінці.

Ключові слова: прозапальні цитокіни, ендотеліальна NO-синтаза, індукційна NO-синтаза, оксид азоту, печінка

З'ясування сигнальної ролі та шляхів утворення монооксиду азоту (NO) у організмі створило нові можливості пошуку шляхів корекції патологічних станів [1,2]. В організмі людини і тварин NO утворюється в результаті окислення гуанідинових групи L-аргініна, яке каталізується групою ферментів - синтаз оксиду азоту. Одна з форм синтази оксиду азоту

індукується в імунокомпетентних клітинах і деяких інших клітинах ендотоксином (ліпополісахаридом) і цитокінами [2].

Цитокіни – це ендогенні, біологічно-активні поліпептидні медіатори, що являють собою велику гетерогенну групу низькомолекулярних, неспецифічних стосовно антигенів, білків-глікопротеїдів, які продукуються активованими клітинами різних типів, в тому числі макрофагами і куперівськими клітинами печінки, у відповідь на зовнішній позаклітинний стимул і беруть участь у формуванні та регуляції захисних реакцій організму [5]. При тривалому хронічному запаленні вони служать одними з медіаторів деструкції тканин. Гепатоцити дуже чутливі до дії цитокинів, так як містять на своїй поверхні цілий ряд специфічних рецепторів, через які здійснюється регуляція процесів білкового синтезу, проліферації, диференціації, спеціалізованого функціонування та апоптозу клітин печінки [13]. У запуску специфічної імунної відповіді беруть участь протизапальні цитокіни: ІЛ-1, ІЛ-6, ІЛ-8, ІЛ-12, TNF-альфа, IFN-гамма. Зокрема інтерлейкін 1 (ІЛ-1 бета) синтезується в основному клітинами моноцитарно-макрофагальної ряду. Одне з основних властивостей ІЛ-1 полягає у здатності стимулювати функціональну активність лейкоцитів, в тому числі фагоцити, Т- і В-лімфоцити і кістково мозкове кровотворення. Тумор некротичний фактор альфа (TNF-альфа) є сильним активатором нейтрофілів, наділений антивірусної активністю. TNF-альфа збільшує проникність судин [5, 13].

Згідно даних літератури, у відповідь на пошкодження тканини печінки і запалення, індуковане різноманітними ксенобіотиками, в тому числі чотирихлористим вуглецем, синтезується велика кількість NO. Більшість дослідників значне підвищення концентрації NO, пов'язують з активацією індукцйбельної NO-синтази (iNOS) [6,11]. Відомо, що дана ізоформа ферменту активується ендотоксинами та прозапальними цитокінами. Результати експериментальних досліджень показали, що ураження печінки тетрахлорметаном супроводжувалося підвищенням експресії печінкової mRNA TNF- α і самого TNF- α в сироватці крові, одночасно зі зростання вмісту білка iNOS у печінці, а прозапальний ІЛ-1 сам може бути ефективним стимулятором iNOS в гепатоцитах [8, 10].

Метою нашого дослідження стало вивчення взаємодії систем прозапальних цитокинів та L-аргінін – NO в розвитку гострого токсичного ураження печінки. З'ясування ролі NO у патогенезі ураження здійснювали шляхом застосування попередників та неселективних блокаторів його утворення.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на 36 білих щурах-самцях. Гострий токсичний гепатит моделювали одноразовим внутрішньоочеревинним введенням тетрахлорметану у розрахунку 2 г/кг маси тіла у вигляді 50 % олійного розчину на оливковій олії [3, 14]. Коригуючі чинники: попередники синтезу оксиду азоту L-аргінін (25 мг/кг), L-аргініну L-глутамат (препарат фірми «Здоров'я» глутаргін) (L-A-L-Г) (45 мг/кг), неселективний блокатор NO-синтази L-NAME (10 мг/кг) – вводили інтраперитонеально, один раз на добу, щоденно протягом 2 днів. Контрольній групі тварин вводили відповідний об'єм оливкової олії та ізотонічного розчину. Експерименти на тваринах проводили у відповідності до Європейської кон-венції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Страсбург, 1986), ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2000) та рішення комісії з біоетики Тернопільського державного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського (протокол № 3, 2011 р.). Декапітацію тварин проводили під тіопенталовим наркозом через 24 год після останнього введення засобів корекції. У сироватці крові за допомогою стандартних наборів реактивів “Філісіт діагностика” (Україна) визначали активність АлАТ, АсАТ. У крові та печінці визначали вміст стабільних продуктів метаболізму оксиду азоту нітрит- та нітрат-аніонів (NO₂⁻ та NO₃⁻) за методом Гріна, в модифікації І.О.Кіселика [4, 6] Імуноферментним методом (ELISA) за допомогою тест-систем USCN LifeScience Inc. в гепатоцитах та сироватці визначали експресію ендотеліальної (eNOS) та індукцйбельної (iNOS) NO-синтаз. Цим же методом за допомогою, адаптованих до виду піддослідних тварин, тест-систем фірми USCN LifeScienceInc у сироватці крові тварин визначали рівень прозапальних цитокинів: інтерлейкіну-1 β (ІЛ-1 β), інтерлейкіну 6 (ІЛ-6) та фактору некрозу пухлин- α (TNF- α).

БІОХІМІЯ

Статистичну обробку одержаних даних виконували за допомогою Origin 7.5 (OriginLabCorp., США) та Microsoft Excel XP. Порівняння отриманих величин проводили з використанням t-критерію Стьюдента та методом одно-факторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Зміни вважали достовірними при $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Розвиток гострого токсичного ураження печінки, яке викликано тетрахлоретаном, спостерігали за зміною активності ферментів ураження печінки АлАТ та АсАТ. Так у щурів із CCl_4 -ураженням вміст у крові АлАТ був вищим в 2,5 рази, а АсАТ – на 86,3 %, порівняно з контролем, а співвідношення величин АсАТ/АлАТ (коефіцієнт де Рітиса), який при ураженні печінки становить більше 1, в нашому випадку він становить $2,83 \pm 0,11$. Таке значне підвищення активності амінотрансфераз зумовлене, на нашу думку, масивним пошкодженням мембран гепатоцитів та виходом ферментів у кров з пошкоджених тканин печінки.

Ці всі зміни відбувається на фоні зміни вмісту стабільних метаболітів L-аргініну в циклі перетворення синтази. Так, на 3 добу експерименту ми спостерігали збільшення вмісту NO_2^- у сироватці крові у 2,7 рази, при чому в печінці його концентрація не змінювалася у порівнянні з контролем. Рівень NO_3^- у крові та печінці знижувався відповідно на 18,1 та 22,5 % (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст нітриг та нітрат аніонів при CCl_4 -гепатиті та введенні модуляторів синтезу NO ($M \pm m$, n=6)

| Серія дослідів | Показники | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | кров (мкмоль/л) | | печінка (мкмоль/кг) | |
| | NO_2^- | NO_3^- | NO_2^- | NO_3^- |
| Контроль | $1,17 \pm 0,06$ | $10,21 \pm 0,07$ | $2,19 \pm 0,15$ | $8,77 \pm 0,26$ |
| CCl_4 | $3,18 \pm 0,26^*$ | $8,36 \pm 0,18^*$ | $1,80 \pm 0,18^*$ | $6,79 \pm 0,24^*$ |
| CCl_4 + L-аргінін | $4,05 \pm 0,23^{*\#}$ | $7,74 \pm 0,18^{*\#}$ | $2,38 \pm 0,18^{*\#}$ | $10,22 \pm 0,15^{*\#}$ |
| CCl_4 + L-A-L-Г | $4,42 \pm 0,14^{*\#}$ | $7,41 \pm 0,11^{*\#}$ | $2,24 \pm 0,04^{*\#}$ | $10,83 \pm 0,43^{*\#}$ |
| CCl_4 + L-NAME | $2,07 \pm 0,20^{*\#}$ | $6,36 \pm 0,25^{*\#}$ | $1,26 \pm 0,07^{*\#}$ | $6,02 \pm 0,15^{*\#}$ |

Примітка: * - зміни порівняно з контролем вірогідні ($p < 0,05$); # - достовірність відносно групи тварин з CCl_4 -гепатитом ($p < 0,05$)

Оцінивши вище зазначені показники можна стверджувати, що гостре токсичне CCl_4 -ураження печінки супроводжується зниженням вмісту стабільних метаболітів монооксиду азоту, та значним його зростанням у сироватці крові. Такі результати до певної міри корелюють із вмістом ізоформ NOS в досліджуваних середовищах. Проведені дослідження показали, що концентрація індукбельної форми ферменту зростає як печінці (в 4,9 рази), так і в крові (в 6,3 рази), а ендотеліальної знижується (на 61,8 % та 45,9 % відповідно) (табл. 2). Нами було встановлено наявність кореляційної залежності між вмістом нітриг аніону та eNOS в печінці ($r=0,56$).

Таблиця 2

Вміст eNOS та iNOS у гепатоцитах та сироватці крові при токсичному гепатиті та за введення модуляторів синтезу NO ($M \pm m$, n=6)

| Група тварин | Показники | | | |
|---------------------|-----------------------|------------------------|--|-----------------------|
| | сироватка крові | | печінка (1 мл - 1×10^6 клітин) | |
| | eNOS Од/мл | iNOS нг/мл | eNOS Од/мл | iNOS нг/мл |
| Контроль | $2,33 \pm 0,26$ | $15,38 \pm 0,82$ | $3,79 \pm 0,17$ | $2,30 \pm 0,34$ |
| CCl_4 | $1,27 \pm 0,07^*$ | $96,51 \pm 5,21^*$ | $1,26 \pm 0,20^*$ | $11,28 \pm 0,79^*$ |
| CCl_4 + L-аргінін | $3,43 \pm 0,20^{*\#}$ | $53,54 \pm 1,74^{*\#}$ | $2,26 \pm 0,20^{*\#}$ | $7,20 \pm 0,34^{*\#}$ |
| CCl_4 + L-A-L-Г | $3,45 \pm 0,29^{*\#}$ | $57,80 \pm 0,91^{*\#}$ | $2,85 \pm 0,19^{*\#}$ | $5,56 \pm 0,26^{*\#}$ |
| CCl_4 + L-NAME | $0,93 \pm 0,10^{*\#}$ | $23,20 \pm 1,50^{*\#}$ | $0,82 \pm 0,09^{*\#}$ | $2,74 \pm 0,12^{*\#}$ |

Примітка: * - зміни порівняно з контролем вірогідні ($p < 0,05$); # - достовірність відносно групи тварин з CCl_4 -гепатитом ($p < 0,05$)

Показники ІФА досліджень свідчать, що CCl₄-гепатит характеризується, вираженою імунною відповіддю на дію токсиканта, про що свідчить зростання, у порівнянні з контролем, рівня прозапальних цитокінів IL-1 β , IL-6, TNF- α в 5,5; 5,2 та 31,4 рази в сироватці крові (рис. 1)

Активация iNOS та зростання синтезу NO може бути результатом підвищення вмісту прозапальних цитокінів. Нашу гіпотезу підтверджено встановленням тісного прямого кореляційного зв'язку між вмістом TNF- α та iNOS в крові ($r=0,89$), а також між вмістом NO₂ та TNF- α ($r=0,94$).

Встановлено, що введення попередників синтезу NO шурам із токсичним ураженням печінки супроводжувалось покращенням показників, які досліджувались.

Проаналізувавши зміни під впливом L-аргініну та L-аргініну L-глутамату (глутаргіну) маркерних показників цитолізу встановлено, що рівні амінотрансфераз у сироватці крові при корекції L-аргініном були нижчими, порівняно з аналогічними показниками в групі тварин із ураженням, на 31,9 і 11,6 % в, і на 40,4 і 24,2 % відповідно при введенні глутаргіну.

При використанні L-аргініну та L-аргініну L-глутамату відзначаються позитивні зміни показників, які характеризують стан ураженого органа, супроводжувались активацією синтезу оксиду азоту, про що свідчило зростання кількості його стабільних метаболітів NO₂⁻ та NO₃⁻ у печінці (на 24,8 та 59,4 %), порівняно з групою шурів з CCl₄ ураженням, в яких корекцію не проводили. Вміст нітрит-аніону в сироватці крові за введення L-аргініну та глутаргіну на 3 добу експерименту зростав на 27,4 та 38,9 %, а рівень нітратів знижувався на 7,5 та 11,4% (табл. 1). Ми спостерігали однонаправлений характер впливу досліджуваних речовин на вміст ізоформ NO-синтази, як в крові, так і у печінці. Проведені нами імунофементні дослідження показали, що використання L-аргініну та глутаргіну призводить до зростання вмісту ендотеліальної (e) NOS в гепатоцитах при ураженні тетрахлоретаном на 55,9 та 97,1 % з одночасним зниженням iNOS на 36,1 та 50,4 % відповідно. Але, активність індукційної форми ферменту залишалась вищою від показників контрольної гупи в 3,1 та 2,4 раза (табл. 2). Аналогічні зміни ми спостерігали у сироватці крові. При введенні L-аргініну та L-A-L-Г активність iNO-синтази знижувалася на 24,8 та 18,8 % але залишалась в 2,1 та 2,3 рази вищою, у порівнянні з показником контрольної групи тварин. Ендотеліальна ізоформа NOсинтази зростала в 2,7 та 2,7 рази відповідно до досліджуваних речовин та порівняно з показниками у шурів, в яких корекцію не проводили, причому при застосуванні обох прекурсорів синтезу NO її активність дещо перевищувала показники контрольної групи тварин.

Зниження активності індукційної форми ферменту відбувається на фоні достовірного зменшення вмісту в сироватці крові прозапальних цитокінів. Так, при застосуванні L-аргініну вміст IL-1 β , IL-6 та TNF- α знижується на 48,2; 59,2 та 63,7 %, при застосуванні глутаргіну на 21,3; 32,2 та 49,9 % відповідно (рис. 1).

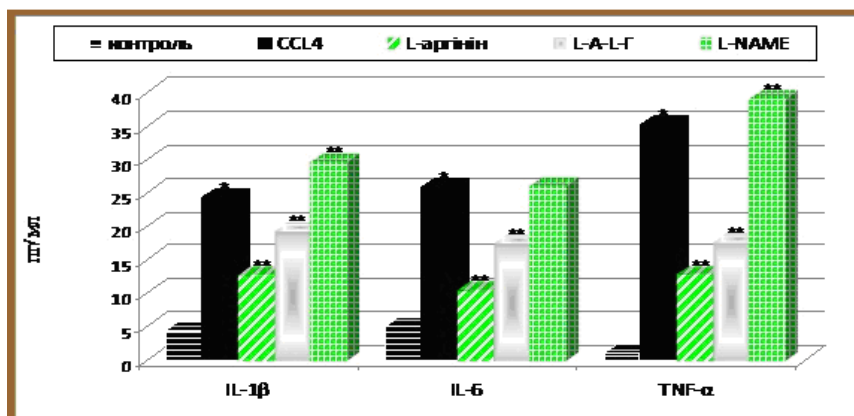


Рис. 1. Вміст прозапальних цитокінів у сироватці крові тварин з токсичним ураженням печінки CCl₄, та за введення модуляторів синтезу оксиду азоту

В процесі досліджень встановлено, що використання неселективного інгібітора конститутивної та індукційної ізоформ NO-синтази N-нітро-L-аргініну метилового ефіру (L-

NAME) при токсичному ураженні печінки призвело поглиблення патологічного процесу. Так, жодна із амінотрансфераз за повторного введення L-NAME не відрізнялась від аналогічних у тварин з CCL₄-гепатитом ($p > 0,05$), але перевищувала контрольні значення: АлАТ в 2,9 та АсАТ у 1,9 раза.

Встановлено, що при застосуванні L-NAME знижується концентрація стабільних метаболітів NO₂⁻ та NO₃⁻ у сироватці крові (на 35,1 та 24,0 %) та печінці (на 29,8 та 11,4 %).

Вміст ендотеліальної форми синтази оксиду азоту при введенні інгібітора NOS знижується у сироватці крові та печінці на 26,8 та 43,7 % у порівнянні з групою тварин без корекції, і є на 60,4 та 78,5 % нижчим від контрольних показників, що вказує на майже повну інактивацію ферменту, особливо в ураженому органі.

Концентрація індукбельної форми NO-синтази в даній групі тварин також знижується як у сироватці крові, так і у печінці на 76,0 та 75,7 % відповідно. Разом з тим, слід зазначити, що цей показник в крові залишається на 50,8 % вищим, а у печінці є аналогічним контрольним значенням (табл. 2).

На фоні інгібування утворення NO концентрація прозапальних цитокінів IL-1 β та TNF- α продовжує зростати у порівнянні з CCL₄-гепатитом (на 21,2 та 10,4 %), а вміст IL-6 залишається на рівні ураження (рис.1).

Отже, результати наших досліджень показали, що при гострому токсичному ураженні печінки відбувається викид значної кількості прозапальних цитокінів імунокомпетентними клітинами, що зумовлює активацію і NOS та вироблення значної кількості агресивного оксиду азоту. Так, за даними Laskin J.D. et al. (2001) збільшення продукції NO у в ендотеліальних клітинах печінки при токсичному пошкодженні є вкрай необхідним для забезпечення явища «робочої гіперемії». При розширенні судин відбувається спрямований на відновлення порушених функцій перерозподіл кисню і пластичних ресурсів [12].

Встановлений нами кореляційний зв'язок між вмістом нітрит аніону та eNOS в печінці може бути підтвердженням того, що при гострому токсичному гепатиті відбувається зниження протективного eNOS-індукованого синтезу оксиду азоту. Повне блокування синтезу NO синфазним шляхом вело до поглиблення ураження печінки, що підтверджує проективну дію оксиду азоту в умовах токсичного гепатиту. Збільшення біодоступності NO шляхом введення його попередників спричинює зниження викиду прозапальних цитокінів та чинить гепатопротекторну дію.

Висновки

Порушення цитокінового профілю та системи L-аргінін-оксид азоту відіграють роль у розвитку гострого токсичного ураження печінки. Про це свідчить зниження вмісту стабільних метаболітів оксиду азоту в печінці та наростання їх концентрації в крові, зменшенні рівня ендотеліальної NO-синтази як в крові, так і у печінці з вираженим наростанням вмісту індукбельної форми ферменту в обох досліджуваних середовищах та прозапальних цитокінів в сироватці крові. Прекурсори синтезу оксиду азоту при гострому токсичному ураженні печінки сприяють відновленню стану ураженого органу, що відбувається на тлі активації синтезу оксиду азоту, зниження вмісту прозапальних цитокінів та експресії iNOS, при цьому спостерігається зростання активності ендотеліальної форми ферменту. Повне інгібування ферментативного синтезу оксиду азоту шляхом застосування неселективного блокатора NOS L-NAME за гострого токсичного гепатиту призводить до подальшого поглиблення ураження печінки, про що свідчить зниження рівня його стабільних метаболітів, концентрації ендотеліальної та індукбельної форм NO-синтаз та високий рівень досліджуваних прозапальних цитокінів.

1. *Ванин А.Ф.* Оксид азота в биологии: история, состояние и перспективы исследований / А.Ф. Ванин // Биохимия. — 1998. — Т. 63. — Вып. 7. — С. 867—869.
2. *Горен А.К.Ф.* Универсальная и комплексная энзимология синтазы оксида азота / А.К.Ф. Горен, Б. Майер // Биохимия. — 1998. — Т. 63. — Вып. 7. — С. 870—880.
3. *Губский Ю.И.* Коррекция химического поражения печени. / Ю.И Губский. — К.: Здоров'я, 1989. — 168 с.

4. *Кіселик І.О.* Особливості визначення нітратів та нітритів в периферичній крові у хворих на вірусні гепатити та при синдромі жовтяниці іншої етіології / І.О. Кіселик, М.Д. Луцик, Л.Ю. Шевченко // *Лабораторна діагностика.* — 2001. — № 3. — С. 43—45.
5. *Тодоріко Л.Д.* Цитокини – нова система регуляції захисних реакцій організму, їх роль у формуванні запалення / Л. Д. Тодоріко, К. В. Рихліцька // *Клін. та експер. патологія.* — 2004. — Т. 3, № 1. — С. 91—94.
6. *Сибірна Н.* Роль фосфатидилінозит-3-кінази та індукцибельної NO-синтази у регуляції морфофункціонального стану тромбоцитів у разі інсулінозалежного цукрового діабету / Н. Сибірна, О. Вовк, Л. Дробот // *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол.* — 2003. — Вип. 34. — С. 52—56.
7. *Analysis of nitrate, nitrite and [¹⁵N] nitrate in biological fluids / L. C. Green, A. W. Davie, J. Glogowski [etal.] // *Analyt. Biochem.* — 1982. — Vol. 126, № 1. — P. 131—138.*
8. *Interleukin-1– contributes via nitric oxide to the upregulation and functional activity of the zinc transporter Zip14 (Slc39a14) in murine hepatocytes / L. A. Lichten, J. P. Liuzzi, R. J. Cousins // *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* — 2009. — Vol. 296. — P. 860—867.*
9. *Kang J.-W.* Melatonin protects liver against ischemia and reperfusion injury through inhibition of toll-like receptor signaling pathway / J.-W. Kang, E.-J. Koh, S.-M. Lee // *J. Pineal Res.* — 2011. — Vol. 50. — P. 403—411.
10. *Kuo P. C.* Nitric oxide and acetaminophen-Mediated Oxidative Injury: Modulation of Interleukin -1 – induced Nitric Oxide Synthesis in cultured Rat Hepatocytes / P. C. Kuo, R. A. Schoeder, J. Loscalzo // *The journal of pharmacology and experimental therapeutics.*— 1997. — Vol. 282, № 2. — P. 1072—1083.
11. *Mizumoto M.* NO as an indicator of portal hemodynamics and the role of iNOS in increased NO production in CCl₄-induced liver cirrhosis / M. Mizumoto, S. Arai, M. Furutani et al. // *J. Surg. Res.* — 1997. — Vol. 70, № 2. — P. 124—133.
12. *Prooxidant and antioxidant functions of nitric oxide in liver toxicity. / Laskin J. D., Heck D. E., Gardner C. R., Laskin D. L. // *Antioxid Redox Signal.* — 2001. — Vol. 3 (2). — P. 261—271.*
13. *Ramadori G.* Cytokines in Liver / G. Ramadori, T. Armbrust // *Eur J Gastroenterol Hepatol.* — 2001. — Vol. 13, N. 7. — P. 777—784.
14. *S. Janakat.* Optimization of the dose and route of injection, and characterization of the time course of carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in the rat / S. Janakat, H. Al-Merie // *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods.* — 2002. — Vol. 48, N. 1. — P. 41—44.

А. Е. Мудра

ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского МОЗ Украины»

NO-СИНТАЗА И ПРОВосПАЛИТЕЛЬНЫЕ ЦИТОКИНЫ ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ И ПОД ВЛИЯНИЕМ МОДУЛЯТОРОВ СИНТЕЗА ОКСИДА АЗОТА

Изучали изменения содержания провоспалительных цитокинов, NO-синтазы и продуктов метаболизма оксида азота при экспериментальном гепатите и на фоне применения модуляторов его синтеза.

Ключевые слова: провоспалительные цитокины, эндотелиальная NO-синтаза, индуцибельная NO-синтаза, оксида азота, печень

A. Ye. Mudra

SHEI «I. Horbachevsky Ternopil State Medical University MPH of Ukraine»

NO - SYNTHASE AND PROINFLAMMATORY CYTOKINES LEVEL AT ACUTE TOXIC HEPATITIS AND USAGE OF NITRIC OXIDE MODULATORS

We studied the changes in the content of proinflammatory cytokines, NO-synthase and metabolic products of nitric oxide in experimental hepatitis and during treatment with modulators of its synthesis. In acute toxic liver injury are reduction of stable NO metabolites in the liver and an increase of their concentration in blood, decreasing eNOS with a significant increase of iNOS and concentrations of proinflammatory cytokines were observed. Nitric oxide precursors contribute to the activation of synthesis NO, reduce the content of proinflammatory cytokines and inducible expression of iNOS, while content of eNOS increase. The usage of non-selective NOS blocker L-NAME leads to the reduction of NO₂- and NO₃-, eNOS and iNOS concentration on background of high IL-1β, IL-6

and TNF- α level. Blocking iNOS-induced NO synthesis leads to changes in the capacity of nitrite and nitrate anions and reduces activity of iNOS in the liver and blood.

Keywords: proinflammatory cytokines, endothelial NO-synthase, inducible NO-synthase, nitric oxide, liver

Рекомендує до друку

Надійшла 09.09.2014

О.Б. Столяр

УДК 615.324.:665.213+612.015.11+547.295.92] - 02:613.2

¹О.С. ПОКОТИЛО, ¹М.Д. КУХТИН, ²М.І. КОВАЛЬ, ²Т.Я. ЯРОШЕНКО

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, Тернопіль, 46001

²ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України»
майдан Волі 1, Тернопіль, 46001

ЛІПОГЕНЕЗ І ХОЛЕСТЕРОЛОГЕНЕЗ У ГОЛОВНОМУ МОЗКУ ЛАБОРАТОРНИХ ТВАРИН ПІСЛЯ НАВАНТАЖЕННЯ ХОЛЕСТЕРОЛОМ

Досліджували *in vitro* інтенсивність синтезу ліпідів різних класів (жирних кислот, холестеролу, фосфоліпідів і ацилгліцеролів) в гомогенатах головного мозку після одноразового щоденного упродовж 30 діб навантаження білих щурів і морських свинок холестеролом (300 мг/кг маси тіла). Для цього в гомогенатах головного мозку білих щурів і морських свинок, які інкубували окремо із [6-¹⁴C] глюкозою, [2-¹⁴C] лізином або [1-¹⁴C] пальмітиновою кислотою, визначали радіоактивність ліпідних фракцій. Встановлено інгібуючий вплив холестеролу за підвищення його рівня в раціоні білих щурів і морських свинок на синтез жирних кислот, холестеролу та інших класів ліпідів в головному мозку при використанні як попередника ліпідів [6-¹⁴C] глюкози і [2-¹⁴C] лізину та відсутність інгібуючого впливу холестеролу при інкубації з [1-¹⁴C] пальмітиновою кислотою.

Ключові слова: ліпіди, холестерол, морські свинки, щури, головний мозок, гіперхолестеринемія

Головний мозок людини і вищих тварин характеризується значно більшим вмістом холестеролу і фосфоліпідів, ніж інші органи і тканини, за виключенням наднирників [6] та відносною стабільністю ліпідного і жирнокислотного складу [5]. Основним ліпогенним і енергетичним субстратом у головному мозку є глюкоза [11], метаболізм якої аеробним шляхом забезпечує продукцію ацетил-СоА з пірувату, а також 3-гліцерофосфату. Утворений при декарбоксілюванні пірувату ацетил-СоА є попередником жирних кислот і холестеролу, а 3-гліцерофосфат – попередником гліцеролу гліцерофосфоліпідів і триацилгліцеролів. Одночасно питання впливу гіперхолестеринемії на синтез холестеролу і фракційний склад ліпідів у такому холестериногенному і ліпогенному органі як головний мозок, а також роль різних субстратів у забезпеченні цих процесів майже не вивчено

Відомо що, попередником ацетил-СоА, який використовується в синтезі жирних кислот і холестеролу в організмі тварин є, з одного боку, глюкоза, з другого – жирні кислоти, з третього – амінокислоти. Як відомо, кінцевим продуктом катаболізму ряду амінокислот (лізину, триптофану, фенілаланіну, лейцину) в організмі тварин є ацетил-СоА, який використовується в синтезі жирних кислот і холестеролу [4]. Разом з тим, ацетил-СоА утворюється в процесі катаболізму амінокислот (цистеїну, гліцину, серину, треоніну), з яких утворюється піруват. У процесі катаболізму інших амінокислот утворюються інтермедіати циклу трикарбонових кислот, які використовуються в синтезі жирних кислот у значно меншій кількості. Загалом, амінокислоти вносять значний вклад у субстратне забезпечення синтезу ліпідів в організмі тварин [1]. Фонд основних попередників ацетил-СоА (глюкози, жирних кислот, амінокислот) в

органах і тканинах тварин залежить від особливостей метаболізму в них вуглеводів, білків і ліпідів. Ці процеси знаходяться під контролем гормональних і субстратних механізмів регуляції метаболізму [5].

Для з'ясування окремих біохімічних механізмів, які лежать в основі впливу екзогенного холестеролу на обмін ліпідів в головному мозку **метою нашого дослідження** було визначення використання як попередника мічених радіоактивним карбоном глюкози, лізину і пальмітинової кислоти в синтезі жирних кислот, холестеролу і інших класів ліпідів у головному мозку білих щурів і морських свинок *in vitro*. При обранні такої схеми досліджень ми враховували особливості метаболізму ліпідів і ліпопротеїнів у морських свинок, порівняно із білими щурами [8]. У морських свинок, так само як і у людини, більшість циркулюючого холестеролу знаходиться у ліпопротеїнах низької щільності, а вміст вільного холестеролу у печінці в них значно більший, ніж вміст етерифікованого холестеролу [10]. У морських свинок, подібно до людини, однакове співвідношення окремих класів ліпопротеїнів у плазмі крові і подібний вплив його на розвиток холестеринових бляшок в аорті, а також приблизно однаковий ступінь синтезу і катаболізму холестеролу [8].

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на 2-х групах самців морських свинок масою 360-380г і 2-х групах самців білих щурів масою 180-200г, по 4 голови в кожній, які утримувались у віварії. Тваринам 1-ї (контрольної) групи обох видів згодовували стандартний раціон. У тварин 2-ї (дослідної) групи викликали гіперхолестеринемію шляхом додавання до згодовуваного їм раціону холестеролу у кількості 300 мг/кг живої маси на добу. Тривалість досліду 30 днів. Після закінчення досліду тварин обох груп забивали шляхом декапітації під ефірним наркозом, а одержані від них зразки головного мозку використовували у дослідженнях. Зрізи головному мозку розміром приблизно 1x1x1 мм в кількості 100 мг переносили в інкубаційні посудинки з фосфатним буфером Кребс-Рінгера (відношення маси тканин до об'єму буферу – 1:10, рН – 7,5, газова фаза – повітря), до якого додавали 1мкКюрі [$6\text{-}^{14}\text{C}$] глюкози, [$2\text{-}^{14}\text{C}$] лізину або [$1\text{-}^{14}\text{C}$] пальмітинової кислоти [3] і інкубували їх протягом 60-ти хвилин в ультратермостаті при температурі 38 С при постійному перемішуванні [2]. Після закінчення інкубації суспензію центрифугували. Осад промивали 10 мл дистильованої води для видалення залишків ізотопу і знову осаджували центрифугуванням [2]. З відмитого осаду ліпіди екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу (2 : 1, за об'ємом) методом Фолча [9], після чого їх фракціонували на класи методом тонкошарової хроматографії на силікагелі в системі гексан - діетиловий ефір - льодова оцтова кислота (співвідношення 70 : 30 : 1 відповідно) [2] та визначали їх радіоактивність на рідинному сцинтиляційному лічильнику Rovetta («ЛКВ», Швеція) у толуоловому сцинтиляторі. Одержані цифрові дані опрацьовували статистично.

Результати досліджень та їх обговорення

Із наведених у таблицях 1-2 даних випливає, що радіоактивність загальних ліпідів при інкубації зрізів головного мозку залежить, з одного боку, від виду тварин, з другого – від попередника синтезу ліпідів, з третього – від екзогенних аліментарних чинників, а саме холестеролу. Так, загальна радіоактивність ліпідів, синтезованих зрізами головного мозку білих щурів дослідної групи з гіперхолестеринемією при інкубації з [$1\text{-}^{14}\text{C}$] пальмітиновою кислотою була в 1,49 раза більшою, а при інкубації з [$6\text{-}^{14}\text{C}$] глюкозою та [$2\text{-}^{14}\text{C}$] лізином – в 15,26 та 1,35 раза меншою, ніж при інкубації зрізів цього органа щурів контрольної групи з відповідними субстратами. У морських свинок загальна радіоактивність ліпідів, синтезованих зрізами головного мозку дослідної групи з гіперхолестеринемією при інкубації з [$1\text{-}^{14}\text{C}$] пальмітиновою кислотою була в 1,72 раза більшою, а при інкубації з [$6\text{-}^{14}\text{C}$] глюкозою та [$2\text{-}^{14}\text{C}$] лізином – в 3,23 та 2,75 раза відповідно меншою, ніж у контрольній групі.

У результаті проведених досліджень встановлена відносно висока радіоактивність загальних ліпідів, холестеролу, триацилгліцеролів, а також інших класів ліпідів при інкубації зрізів головного мозку білих щурів і морських свинок контрольної групи з [$6\text{-}^{14}\text{C}$] глюкозою ($P < 0,05\text{-}0,001$), порівняно до тварин дослідної групи. З цих даних випливає, що у синтезі

жирних кислот і холестеролу у головному мозку морських свинок використовується ацетил-СоА, що утворюється з пірувату, – кінцевого продукту метаболізму глюкози аеробним шляхом. Разом з тим, одержані результати свідчать про використання синтезованих з $[6-^{14}\text{C}]$ глюкози жирних кислот у процесах ацилювання при синтезі триацилгліцеролів і фосфоліпідів, що узгоджується з наявними в літературі даними про інтенсивний синтез жирних кислот і холестеролу у головному мозку *in vitro* при використанні як попередника ліпідів $[6-^{14}\text{C}]$ глюкози або $[3-^{14}\text{C}]$ пірувату [7, 12].

Різке зниження синтезу ліпідів у головному мозку тварин обох видів з гіперхолестеринемією при інкубації з $[6-^{14}\text{C}]$ глюкозою, можна пояснити інгібуючим впливом екзогенного холестеролу на перетворення ацетил-СоА з пірувату, що утворюється в результаті метаболізму глюкози, в жирні кислоти внаслідок інгібування ацетил-СоА-карбоксілази і перетворення його в холестеролу, ймовірно, внаслідок інгібування гідроксиметилглутарил редукази за відомим механізмом зворотнього зв'язку, оскільки ацетил-СоА є попередником жирних кислот і холестеролу [5].

Загальна радіоактивність вільного і етерифікованого холестеролу, синтезованого зрізами головного мозку білих щурів контрольної та дослідної груп при інкубації з $[6-^{14}\text{C}]$ глюкозою, становила відповідно 45,9% та 54,1%; радіоактивність триацилгліцеролів – відповідно 27,7% і 10,3% загальної радіоактивності синтезованих ліпідів. З цих даних випливає, що за умов *in vitro* у головному мозку має місце інтенсивний синтез холестеролу з ацетил-СоА, що утворюється в результаті метаболізму глюкози.

Таблиця 1

Радіоактивність ліпідів (β -розпадів/хв на 100 мг сирової маси) в гомогенатах головного мозку білих щурів за гіперхолестеролемії після інкубації з різними попередниками їхнього синтезу ($M \pm m, n=4$)

| Ліпіди | Попередники синтезу ліпідів | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|--|----------------|---------------------------|----------------|
| | $[6-^{14}\text{C}]$ глюкоза | | $[1-^{14}\text{C}]$ пальмітинова кислота | | $[2-^{14}\text{C}]$ лізин | |
| | Контрольна група | Дослідна група | Контрольна група | Дослідна група | Контрольна група | Дослідна група |
| Фосфоліпіди | 1526±93 | 93±4* | 488±33 | 1031±64* | 434±29 | 188±12* |
| Моно-і диацилгліцероли | 910±66 | 159±5* | 479±22 | 636±32* | 318±19 | 176±14* |
| Вільний холестерол | 1233±81 | 365±21 | 519±41 | 635±29 | 303±23 | 543±38* |
| Вільні жирні кислоти | 4826±355 | 72±6* | 770±53 | 1322±77* | 543±37 | 460±30 |
| Триацилгліцероли | 3878±279 | 95±6* | 813±29 | 1546±98* | 802±54 | 706±57 |
| Етерифікований холестерол | 1589±102 | 130±5* | 1066±54 | 988±79 | 546±35 | 113±7* |
| Загальні ліпіди | 13962±825 | 915±58* | 4137±219 | 6178±403* | 2947±181 | 2189±143* |

Примітка. в цій і наступній таблиці * - $P < 0,05$, порівняно з контрольними тваринами.

Таким чином, синтез всіх класів ліпідів у головному мозку білих щурів і морських свинок з гіперхолестеринемією при інкубації з $[6-^{14}\text{C}]$ глюкозою в декілька разів зменшується, а при інкубації їх з $[1-^{14}\text{C}]$ пальмітиновою кислотою істотно не змінюється або підвищується. Ці дані свідчать про різниці в ступені використання ацетил-СоА, що утворюється в результаті β -окиснення жирних кислот, і ацетил-СоА, котрий утворюється в результаті декарбоксілювання піровиноградної кислоти, в забезпеченні літогенезу у головному мозку. Очевидним також є регуляторний вплив холестеролу при підвищенні його рівня в клітинах органів і тканин тварин на синтез жирних кислот і холестеролу, який реалізується при дії його на утворення ацетил-СоА або на його перетворення на початкових стадіях синтезу жирних кислот і холестеролу.

Разом з тим, одержані нами результати свідчать про значне використання $[1-^{14}\text{C}]$ пальмітинової кислоти у синтезі фосфоліпідів і триацилгліцеролів та етерифікації холестеролу в головному мозку білих щурів і морських свинок *in vitro*. Вони становлять інтерес у зв'язку з

тим, що за умов *in vitro* у синтезі вказаних ліпідів в головному мозку білих щурів використовуються лише жирні кислоти, синтезовані *de novo* [12], оскільки вільні жирні кислоти крові не проникають у мозок через гематоенцефалічний бар'єр. В умовах *in vitro* [^{14}C] пальмітинова кислота як показали наші дослідження використовується в синтезі ліпідів і піддається β -окисненню.

З наведених у таблиці 1 даних видно, що при інкубації зрізів головного мозку білих щурів контрольної групи з [^{14}C] лізином радіоактивність синтезованих фосфоліпідів, моно- і діацилгліцеролів, вільного холестеролу, вільних жирних кислот, триацилгліцеролів і етерифікованого холестеролу становила відповідно 14,7; 10,7; 14,2; 18,4; 27,1; 18,5 % від загальної радіоактивності синтезованих ліпідів.

З наведених у таблиці 2 даних видно, що ацетил-СоА, котрий утворюється в результаті катаболізму [^{14}C] лізину в головному мозку морських свинок контрольної групи, використовується у синтезі холестеролу і жирних кислот, а останні використовуються у синтезі всіх класів ліпідів, особливо, фосфоліпідів і триацилгліцеролів. Так, радіоактивність фосфоліпідів, синтезованих зрізами головного мозку морських свинок контрольної групи при інкубації з [^{14}C] лізином становила 27,2%, диацилгліцеролів + холестеролу 18,3 %, вільних жирних кислот – 15,1 %, триацилгліцеролів – 24,7 %, етерифікованого холестеролу – 18,5 % від радіоактивності загальних ліпідів.

Таблиця 2

Радіоактивність ліпідів (β -розпадів/хв на 100 мг сирової маси) в гомогенатах головного мозку досліджуваних морських свинок за гіперхолестеролемією після інкубації з різними попередниками їхнього синтезу ($M \pm m$, $n=4$)

| Ліпіди | Попередники синтезу ліпідів | | | | | |
|--|-----------------------------|----------------|--|----------------|---------------------------|----------------|
| | [^{14}C] глюкоза | | [^{14}C] пальмітинова кислота | | [^{14}C] лізин | |
| | Контроль-на група | Дослідна група | Контрольна група | Дослідна група | Контрольна група | Дослідна група |
| Фосфоліпіди | 1980±124 | 786±46* | 1695±44 | 1780±108 | 1011±77 | 472±45* |
| Моно- і диацилгліцероли + вільний холестерол | 1133±92 | 456±34* | 874±76 | 948±57 | 844±63 | 392±29* |
| Вільні жирні кислоти | 1314±84 | 522±50* | 722±30 | 4508±292* | 1620±89 | 720±46* |
| Триацилгліцероли | 2750±189 | 446±23* | 1614±103 | 1404±77* | 2415±144 | 456±33* |
| Етерифікований холестерол | 1417±99 | 424±30* | 949±60 | 1012±66 | 729±59 | 368±23* |
| Загальні ліпіди | 8504±607 | 2634±183* | 5854±404 | 10052±701* | 6619±457 | 2408±174* |

Інтенсивність синтезу ліпідів у головному мозку морських свинок з гіперхолестеринемією при використанні як попередника ліпідів [^{14}C] лізину значно знижується, порівняно із інтенсивністю їх синтезу в головному мозку тварин контрольної групи. Інгібуючий вплив гіперхолестеринемії на синтез всіх класів ліпідів у головному мозку морських свинок зумовлений, насамперед, її впливом на синтез жирних кислот. Представлені у таблиці 2 дані показують що, радіоактивність фосфоліпідів, діацилгліцеролів + холестеролу, вільних жирних кислот, триацилгліцеролів і етерифікованого холестеролу, синтезованих зрізами головного мозку морських свинок дослідної групи при інкубації з [^{14}C] лізином, була меншою відповідно в 1,27; 1,37; 1,12; 1,58 і 1,35 раза ($P<0,05$; $P<0,05$; $P<0,5$; $P<0,01$; $P<0,05$), порівняно із тваринами контрольної групи. Зниження синтезу ліпідів у головному морських свинок з гіперхолестеринемією при використанні як попередника ліпідів [^{14}C] лізину узгоджуються з результатами, одержаними в досліді на білих щурах із гіперхолестеринемією. Це можна пояснити інгібуючим впливом холестеролу на утворення ацетил-СоА не тільки з пірувату, що утворюється в результаті метаболізму глюкози, а й на утворення ацетил-СоА, що утворюється з лізину в результаті його катаболізму. Ці дані

становлять інтерес у зв'язку з відсутністю в літературі даних про роль механізму зворотного зв'язку в регуляції утворення ацетил-СоА в результаті катаболізму амінокислот.

Висновки

1. Радіоактивність загальних ліпідів при інкубації зрізів головного мозку залежить, з одного боку, від виду тварин, з другого – від попередника синтезу ліпідів, з третього – від рівня екзогенного холестеролу в раціоні.
 2. Загальна радіоактивність ліпідів, синтезованих зрізами головного мозку білих щурів після навантаження холестеролом при інкубації з $[1-^{14}\text{C}]$ пальмітиновою кислотою була в 1,49 раза більшою, а при інкубації з $[6-^{14}\text{C}]$ глюкозою та $[2-^{14}\text{C}]$ лізином – в 15,26 та 1,35 раза відповідно меншою, ніж у щурів контрольної групи.
 3. Загальна радіоактивність ліпідів, синтезованих зрізами головного мозку морських свинок після навантаження холестеролом при інкубації з $[1-^{14}\text{C}]$ пальмітиновою кислотою була в 1,72 раза більшою, а при інкубації з $[6-^{14}\text{C}]$ глюкозою та $[2-^{14}\text{C}]$ лізином – в 3,23 та 2,75 раза відповідно меншою, ніж при інкубації зрізів цього органа морських свинок контрольної групи.
 4. За умов *in vitro* в головному мозку білих щурів та морських свинок з гіперхолестеринемією активується використання пальмітату та неспецифічно пригнічується окисний метаболізм глюкози та лізину, спрямований на літогенез.
1. Бродін С.В. Використання амінокислот у синтезі ліпідів у тканинах тварин / Бродін С.В., Янович В.Г., Корняк С.Б. // Біологія тварин. — 1999. — Т. 1, № 2. — С. 54—61.
 2. Кейтс М. Техника липидологии / М. Кейтс. — М.: — Мир. — 1975. — 260 с.
 3. Прохорова М.И. Методы биохимических исследований / Прохорова М.И. — Ленинград: ЛГУ — 1982 — 246с.
 4. Страйер Л. Биохимия: В 3 т. Пер. с англ. / Л. Страйер. — М.: Мир, 1985. — 853 с.
 5. Янович В.Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе / В.Г. Янович, П.З. Лагодюк. — М.: Агропромиздат. — 1991. — 316 с.
 6. Dietschy J. M. Cholesterol metabolism in the central nervous system during early development and in the mature animal / J. M. Dietschy, S.D. Turley // J. Lipid Res. — 2004. — Vol. 45. — P. 1375—1397.
 7. Edmond J. Dietary cholesterol and the origin of cholesterol in brain of developing rats / [Edmond J., Korsak R.A., Gorrow J.W., Torok-Both J., Catlin D.] // J. Nutr. — 1991. — Vol. 121. — P. 1329—1330.
 8. Fernandez M. L. Guinea pigs: A suitable animal model to study lipoprotein metabolism, atherosclerosis and inflammation / M. L. Fernandez, J. S. Volek // Nutrition & Metabolism. — 2006, 3:17. — P. 1743—7075.
 9. Folch J. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues / Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G. // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226. — P.497—509.
 10. Lin E. Dietary fat type and cholesterol quantity interact to affect cholesterol metabolism in guinea pigs / Lin E., Fernandez M. L., McNamara D. J. // J. Nutr. — 1992. — Vol. 122. — P. 2019—2029.
 11. Marbois B. N. The origin of brain of the developing rat / Marbois B.N., Ajie H.O., Korsak R.A., Edmond J. // Lipids. — 1992. — Vol. — P. 587—592.
 12. Matthias Orth. Cholesterol: its regulation and role in central nervous system disorders / Matthias Orth, Stefano Bellosta // Cholesterol. — 2012. — Vol. 17. — P. 2925—98.

О.С. Покотило, М.Д.Кухтин, М.И.Коваль, Т.Я. Ярошенко

Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя

ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского МЗО Украины»

ЛИПОГЕНЕЗ И ХОЛЕСТЕРОЛОГЕНЕЗ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ НАГРУЗКИ ХОЛЕСТЕРОЛОМ

Исследовали *in vitro* интенсивность синтеза липидов различных классов (жирных кислот, холестерина, фосфолипидов и ацилглицеролов) в гомогенатах головного мозга после однократной ежедневной в течение 30 суток нагрузки белых крыс и морских свинок холестеролом (300 мг/кг массы тела). Для этого гомогенаты головного мозга, инкубировали отдельно с $[6-^{14}\text{C}]$ глюкозой, $[2-^{14}\text{C}]$ лизином и $[1-^{14}\text{C}]$ пальмитиновой кислотой и определяли

радиоактивность липидных фракций. Установлено ингибирующее влияние холестерина при повышении его уровня в рационе белых крыс и морских свинок на синтез жирных кислот, холестерина и других классов липидов в головном мозге при использовании в качестве предшественника липидов [6-¹⁴C] глюкозы и [2-¹⁴C] лизина и отсутствие ингибирующего влияния холестерина при инкубации с [1-¹⁴C] пальмитиновой кислотой.

Ключевые слова: липиды, холестерол, морские свинки, крысы, головной мозг, гиперхолестеролемиа

O.S. Pokotylo, M.D.Kuchtyl, M.I.Koval, T.Ya.Yaroshenko

Ivan Pul'uj Ternopil National Technical University, Ukraine

Horbachevsky Ternopil State Medical University, Ukraine

LIPOGENESIS AND CHOLESTEROLOHENESIS IN THE BRAIN OF LABORATORY ANIMALS AT CHOLESTEROL LOADING

Intensity of fatty acids and separate classes of lipids synthesis was studied in vitro in the brain of white rats and guinea pigs loaded by cholesterol in the dose of 300 mg / kg body weight once a day during 30 days by incubation of organ homogenate with [6-¹⁴S] glucose, [2-¹⁴C] lysine, [1-¹⁴C] palmitic acid with following determination of radioactivity of fatty acids, phospholipids, cholesterol, acylglycerols. The inhibition of fatty acids and selected classes of lipids synthesis in vitro in the brain of white rats and guinea pigs loaded by cholesterol at the use of [6-¹⁴S] of glucose and [2-¹⁴C] lysine, as predecessors of stimulation of lipids synthesis at the use of [1-¹⁴C] palmitic acid was established.

Keywords: lipids, cholesterol, guinea pigs, rats, brain, hypercholesterolemia

Рекомендує до друку

Надійшла 18.11.2014

О.Б. Столяр

ОГЛЯДИ

УДК 574.5:556.114.6(546.18:574.91)

М.О. САВЛУЧИНСЬКА, Л.О. ГОРБАТЮК

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

ФОСФОР У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

В оглядовій статті проаналізовано наявні у фаховій літературі відомості щодо вмісту фосфору у водоймах, шляхи їх забруднення, форми фосфору та його перетворення і міграцію у водних екосистемах.

Забрудненню поверхневих вод фосфором сприяє надходження побутових стічних вод, що містять фосфати як компоненти синтетичних миючих засобів, фотореагентів та пом'якшувачів води. Важливим чинником також є змив фосфорних добрив та пестицидів із сільськогосподарських угідь, стоки тваринницьких ферм і промислових підприємств. За умов надмірного надходження фосфору у водойми, він викликає їх евтрофікацію, і, як наслідок, накопичення біотоксинів, погіршення якості води, загибель гідробіонтів тощо. Вагома частка фосфору надходить у водойми у складі триполіфосфату натрію мийних засобів, що підвищує біологічне навантаження на водні екосистеми.

Оцінивши глобальну небезпеку надходження фосфатів у водойми, в світі вживаються заходи по зменшенню забруднення водних екосистем фосфатовмісними синтетичними миючими засобами, з метою оздоровлення їх екологічного стану та покращення якості питної води.

Ключові слова: фосфор, фосфати, триполіфосфат натрію, міграція, трансформація, джерела надходження, евтрофікація

Фосфор (P) є важливим елементом живлення для всіх форм життя. Він має найвищий коефіцієнт біоаккумуляції та визначає трофічний стан прісноводних екосистем [27, 41]. Саме тому вивченню міграції і трансформації його сполук у водоймах на сьогоднішній день приділяється особлива увага. Напрямки досліджень в цій галузі досить різноманітні. Так, окремі автори [9, 16, 42, 47,] вивчали закономірності та елементи глобального потоку P, інші — окремі ланки та механізми його трансформації у водоймах (експериментальні дослідження та їх узагальнення про перетворення сполук P в процесах метаболізму гідробіонтів узагальнені в роботах [7, 8, 11, 18, 29, 30, 37]), про обмінні процеси між водою та донними відкладами – в працях [17, 31].

Окремо слід звернути увагу на дослідження цього питання співробітниками відділу гідрохімії Інституту гідробіології НАН України. В основу їх робіт [13, 14, 15, 32, 33, 34] покладено дослідження стоку загального P у зависях річок та водосховищ України і Чорного моря.

За умов надмірного надходження P у водойми, він викликає їх евтрофікацію, і, як наслідок, накопичення біотоксинів, погіршення якості води, загибель гідробіонтів тощо [59, 61]. Використання мийних засобів на основі поліфосфатів теж зробило свій внесок у цю проблему, підвищуючи біологічне навантаження на водні екосистеми [62, 63, 71]. Оцінивши глобальну небезпеку надходження фосфатів у водойми, світова спільнота під егідою ООН

проводить широкомасштабну роботу із запобігання екологічної катастрофи водойм та покращення якості питної води [56, 60, 67, 70].

В цій статті ми спробували проаналізувати та узагальнити наявні у фаховій літературі відомості щодо шляхів забруднення водойм Р та його перетворення у водних екосистемах; розглянути його сполуки та їх використання, а також заходи різних країн світу в напрямку зменшення забруднення Р водних екосистем.

Джерела забруднення прісноводних екосистем фосфором.

Р постійно надходить у водойми природним шляхом в результаті процесів життєдіяльності і розкладу решток гідробіонтів, вивітрювання і розчинення гірських порід та мінералів тощо. Забрудненню поверхневих вод Р сприяє надходження побутових стічних вод, що містять фосфати як компоненти синтетичних миючих засобів, фотореагентів та пом'якшувачів води. Важливим чинником також є змив фосфорних добрив та пестицидів із сільськогосподарських угідь, стоки тваринницьких ферм і промислових підприємств.

Вклад кожного з цих джерел забруднень Р водних екосистем складає (середні за даними ЄС) [1, 48, 56, 59, 60]:

- комунальні стоки – 1,1%;
- мийні засоби – 38,8%;
- сільськогосподарська діяльність (добрива, засоби захисту с/г рослин) – 18,0%;
- ерозія ґрунтів – 4,7%;
- сезонна регенерація з донних мінералізованих органічних відкладів – 12,0%;
- промислова діяльність – 3,1%;
- інші джерела надходження – 5,5%.

Частка кожного джерела забруднення води Р може відрізнитись від середньоевропейських, виходячи з конкретних природно-кліматичних умов та рівня впливу життєдіяльності людини.

В Україні з наукових джерел [35] відомо, що основним джерелом надходження Р у водойми гирлової області Дніпра і Південного Бугу є поверхневий стік з площі водозабірної басейну річки, життєдіяльність гідробіонтів та внутрішньоводоймні біохімічні і фізико-хімічні процеси. Основними чинниками, які визначають вміст і режим Р є метеорологічні умови регіону (режим вітру, температура) об'єм та режим скидів води, біологічні цикли розвитку водяних організмів і антропогенні стоки. Ці чинники визначають значну амплітуду коливань вмісту Р в часі та по акваторії водойм: від 0,001 до 20,500 мг Р/дм³.

Крім того, за даними [14] водний стік із загальним Р у зависі, проходячи через гирлову ділянку річок Дніпра та Південного Бугу, зазнає значних змін по мірі його просування до Чорного моря. Це зумовлено специфічністю внутрішньоводоймних процесів, а саме процесом змішування двох різних водних мас – річкової та морської, що надходять в лиман з Чорного моря. Значний вплив на вміст та величину стоку загального Р у зависі здійснюється також внутрішньорічковим розподілом річкового стоку та визначається рівнем розвитку і життєдіяльності гідробіонтів, що населяють водойму.

Розрахунки стоку загального Р у зависі (органічного та мінерального) в створі нижнього б'єфу замикаючого каскад Дніпровських водосховищ Каховської ГЕС, основних рукавів дельти Дніпра (Рвач, Бакай, Конка) та Дніпровсько-бузького лиману в Чорне море за період 1986 - 1988, 1992, 1993 рр. представлені в роботах [14, 15] та вказано на те, що стік загального Р у зависі в греблі Каховського водосховища становить 13,3 тис. т./рік; з дельти Дніпра в Дніпровсько-Бузький лиман – 19,1 тис. т./рік; максимальним стоком Р у зависі характеризувався Бакай – 9,6 тис. т./рік; рукави Рвач та Конка в Дніпровсько-Бузький лиман постачають відповідно 5,9 та 3,6 тис. т./рік.

Поряд з цим, джерелом постійного поповнення мінеральних сполук Р у воді може бути висока інтенсивність деструкційних процесів в її товщі, що часто перевищує продукцію фітопланктону [11]; регенерація Р зоопланктоном. Визначено [8], що за рахунок регенованого зоопланктоном Р може надходити у водойми від 10 до 20% від його загального вмісту.

Зв'язок між формами заліза та концентрацією Р у воді показаний в роботах [28, 32, 35, 52]. Крім того, в роботі [32] зазначається як формування режиму та динаміки Р у зависі в воді Київського водосховища визначається дією чинників переважно природного характеру. В той

же час, антропогенні чинники меншою мірою впливають на просторово-часову мінливість вмісту Р у воді Київського водосховища.

Сезонна динаміка у вмісті та розподілі Р у водоймах України висвітлена в роботах [19, 35, 36, 38]. Зокрема вказується [35], що в Дніпровсько-Бузькому лимані навесні концентрація Р у воді значною мірою залежить від об'єму та режиму попусків води з Каховського водосховища; влітку – обумовлена інтенсивним розвитком гідробіонтів, осолоненням водойм, устанавленням стійкої стратифікації шарів води. Восени вміст Р у зависі збільшується через підвищення первинної продукції, активною циркуляцією водної маси, нагони морської води поверхневого шару Чорного моря.

За даними інших робіт [25] основними джерелами надходження сполук Р в прибережні води Чорного моря є: річний стік, атмосферні опади, окремі джерела (стічні води підприємств, дренажні води зрошувальних систем), дифузійні джерела (сільське господарство, руйнування берегів), поверхневі стоки із забудованих територій, донні відклади, надходження сполук Р з глибинними водами. При цьому встановлено [40, 44, 45], що найбільший вклад належить саме річковому стоку (до 71%) та глибинним водам (до 25%).

Форми існування сполук фосфору у водних екосистемах

Найпоширенішою формою існування Р у воді є його сполуки з киснем – фосфати. Вони у природних водах зустрічаються у формі суспензійних частинок і мають мінеральне та органічне походження.

Починаючи з 1969-1970 рр. в роботі [21] вказується, що основною причиною евтрофікації водойм є збагачення поверхневих вод азотом та Р. При цьому основним джерелом надходження Р у водойми були мінеральні добрива за рахунок яких у річки надходило біля 3 тис т Р. Також зазначалося, що в річках Полісся кількість мінерального Р становив від 0,001 до 0,230 мг Р/дм³, а в окремих випадках сягав 0,6 мг Р/дм³; тоді як органічного Р від 0,010 до 0,415 мг Р/дм³.

В роботах [6, 15] вказується, що в складі річкового потоку в більшості випадків кількість Р у зависі більше у воді, ніж розчинного.

Надходження поліфосфатів пов'язано з використанням синтетичних миючих засобів, а також застосуванням емульгаторів та пестицидів. Поліфосфати легко розкладаються, а їх концентрація у воді швидко знижується.

Поява органічних фосфатів у природних водах обумовлена процесами життєдіяльності та розкладом гідробіонтів, а також господарсько-побутовими стоками та стоками від тваринницьких ферм. У водоймах, вільних від надходження стічних вод, рівень органічного Р у воді вказує на розвиток життя та на швидкість бактеріального розкладу метаболітів, які виділяють водяні тварини та рослини. Присутність фосфатів у воді істотно впливає на розвиток водяної рослинності.

Вміст сполук Р в природних водах наведені в роботах [2, 35]. За даними [26] на початку 90-х років ХХ ст. середньорічна концентрація Р у воді становила 0,25 – 0,40 мг Р/дм³. Основними формами існування Р у воді річок, згідно даних [13] були: розчинний неорганічний, зважений неорганічний та розчинний органічний.

Аналіз розчинених і зважених форм Р у воді [50], проведений методом ЯМР, показав, що більша частина Р була у формі ортофосфату. Органічні форми включали фосфонати, міоінозитолгексакисфосфати і диефіри ортофосфату.

Дослідження останніх років свідчать про те, що окремі розчинні форми Р, які зазвичай не визначають, або які раніше було важко визначати, є біологічно легкодоступними і можуть вплинути на екосистеми [65]. Так, методом ЯМР показано, що пірофосфат може складати більше 50% пулу Р в деяких прибережних седиментах і що ґрунтові мікроорганізми легко засвоюють пірофосфат. Ці дані спростовують уявлення про обмеженість поживних речовин в прибережних естуаріях і відкритому океані.

Більшість водних екосистем і їх основні продуценти відчувають природний дефіцит біологічно доступного Р [71]. Біодоступні форми Р знаходяться в розчині (наприклад, йони ортофосфату), або легко розчиняються чи можуть бути елюйовані з вільних сполук. Більшість інших форм, включаючи фосфати лужноземельних металів, алюмінію та заліза навряд чи доступні взагалі. Йони ортофосфату, сорбовані оксидами і гідроксидами металів, зазвичай також недоступні, окрім як через слабку дисоціацію (десорбцію). Біодоступний фосфат

вивільняється при розчиненні окисно- чи лужночутливих гідроксидів металів, але ці процеси є незначним внеском у збагачення вод поживними речовинами [69].

Фосфати в складі мийних засобів

Існує велика кількість форм фосфатів, які використовуються у харчовій промисловості, металургії, при хімічному синтезі та в інших галузях. Однак, для виробництва мийних засобів використовуються саме фосфат натрію, кальцію та калію [49].

У 1947 були запроваджені перші синтетичні мийні засоби для домашнього вжитку. В основу цих нових композицій був покладений триполіфосфат натрію (ТПФ) як компонент, чия основна роль полягала у пом'якшенні води і оптимізації умов для інших активних інгредієнтів [1]. Вміст ТПФ в пральних порошках коливається від 15 до 40%. Ця речовина сама по собі не є токсичною для людини, проте становить небезпеку для водних екосистем. Так, за даними [22] показники вмісту фосфатів зворотних вод на прикладі Дніпродзержинського водосховища перевищують у 3 рази нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК). Через свої хімічні особливості ТПФ легко проходить крізь традиційні системи очищення. Тому особливу увагу науковців наразі викликає необхідність вирішення проблеми очистки стічних вод від фосфатів [4, 39].

Слід зазначити, що гранично допустимі концентрації фосфатів у питній воді та воді для побутових потреб в Україні становить 3,5 мг $\text{PO}_4/\text{дм}^3$, а для води рибного господарства ГДК фосфатів становить також 3,5 мг $\text{PO}_4/\text{дм}^3$, або 0,2 мг $\text{P}/\text{дм}^3$ [2, 10].

Вплив фосфору на водні екосистеми, його трансформація і міграція.

Потрапивши у воду, сполуки Р, включаються в біохімічні цикли внутрішньоводоймних процесів його колообігу і вже практично не залишають її.

Єдиною формою Р, яку можуть засвоювати автотрофи, є ортофосфат. Позаклітинні ферменти гідролізують органічні форми Р до фосфатів. Надмірна концентрація Р є однією з найпоширеніших причин евтрофікації прісноводних озер, водосховищ, річок та верхів'їв гірлових систем, результатом чого є надлишкова продукція автотрофів, особливо водоростей і ціанобактерій. Ця висока продуктивність призводить до зростання бактеріальної популяції і високих темпів дихання, що спричиняє гіпоксію або аноксію в погано перемішуваних придонних водах, а також в поверхневих водах вночі в тихих, теплих умовах. Низький рівень розчиненого кисню викликає загибель водяних тварин [3, 23, 24, 46] і вивільнення багатьох речовин, зазвичай зв'язаних донними відкладами, у тому числі різних форм Р. Це, в свою чергу, підсилює евтрофікацію [54].

Як зазначалося вище, вагома частка Р надходить у водойми у складі ТПФ мийних засобів. Вивчення процесу гідролізу ТПФ мийних засобів показало, що період його напіврозпаду в стічних водах становить 7,3 год при 15 °С і 3,0 год при 20 °С. Основним чинником деградації ТПФ в стічних водах, вважається саме ферментативний гідроліз [57].

Встановлено [58], що гідролізу триполіфосфату до ортофосфату сприяє суспензія аморфного діоксиду марганцю. Швидкість гідролізу зростає із підвищенням рН. Присутність йонів кальцію в природних водах збільшує як швидкість гідролізу ТПФ, так і ступінь сорбції ортофосфату. У деяких випадках цей абіотичний механізм може відігравати значну роль у гідролізі ТПФ у водному середовищі.

Циркуляція Р включає в себе комплекс взаємопов'язаних фізико-хімічних і біологічних процесів, які, зрештою, зберігають Р в органічних і неорганічних формах. При цьому необхідно розглядати як короткочасне збереження Р, яке відбувається опосередковано шляхом асиміляції рослинами, мікроорганізмами, перифітоном і детритом, так і тривале збереження частинками ґрунту, і чистий приріст органічної речовини [69].

Перенесення Р та його рециркуляція у водоймах не заважають повільній гравітації Р на донний субстрат [52, 71]. Утримання Р донними відкладами залежить від їх хімічного складу. Поки оксид-гідроксид зв'язуюча здатність поверхневих відкладів зберігається, вони вловлюють Р і регулюють його колообіг. В цих умовах найбільш ефективні осади, збагачені залізом і/або глиною, а також, певною мірою, вапняні осади. Евтрофікація може призвести до виснаження фосфорозв'язуючої здатності осадів.

В роботі [28] представлені експериментальні дані кінетики десорбції сполук фосфору з донних відкладів в аеробних і анаеробних умовах та за наявності у воді гумусових речовин. Так, авторами показано, що в анаеробних умовах концентрація PO_3^- збільшується у воді в 25-30 разів порівняно з початковим його вмістом у природній воді. Міграція фосфат-іонів з

донних відкладів за наявності у воді гумусових речовин підсилюється у 1,3-1,5 рази порівняно з його надходженням з донних відкладів за відсутності гумінових речовин. Додаткове внесення в експериментальні системи фульвокислот ще більше впливає на десорбцію фосфат-іонів - у 2,0-2,5 рази. Зростання надходження фосфат-іонів з донних відкладів зумовлено одночасно впливом таких чинників як дефіцит розчиненого кисню у воді та комплексоутворення за рахунок гумінових речовин.

Утилізація Р є найшвидшою на мілководді (де відклади легко зрушуються течією, дією вітру та через біотурбацію) [71]. Повільне вивітрювання мінералів (переважно апатитів), роль хімічного зв'язування в ґрунтах, а також включення і збереження лісовими екосистемами суші сприяють мінімізації витоку Р з дренажними водами. Очищення і оранка ґрунту послаблюють здатність водозборів зберігати Р. У міграції Р від орних земель до дренажних як і раніше домінують зв'язані фракції, які є ледь біодоступними.

В роботах [5] показано, що суттєвий вплив на зміну концентрації загального Р у воді Куйбишевського водосховища в просторовому та часовому вимірах відіграють типи донних відкладів на кожній ділянці водосховища та річна водність водосховища. Крім того, в роботі [34] вказано на те як вища водна рослинність впливає на вміст та режим Р у зависі водойм.

За результатами Савенко В. С. [43], який вивчав вміст сполук Р у поверхневій плівці води Можайського водосховища, кількість мінерального та валового фосфору у поверхневій плівці в 2-4 рази перевищує його рівень у товщі води на глибині 0,5 м. Основним чинником збільшення концентрації валового фосфору пов'язують з адсорбцією поверхнево-активних фосфоровмісних сполук на межі поділу «повітря-розчин».

В роботі [12] представлено результати експериментального визначення виносу Р з донних відкладів у воду в різних озерних біотопах з розподілом абіотичних та біотичних складових потоку та аналізом фактів, які визначають інтенсивність обмінних процесів. Валовий потік Р у різних озерних біотопах коливається від -4,6 (перевага сорбції та біотичного споживання над виносом) до 74,4 мг Р/м² за добу, біотична компонента становила 22-86% загального потоку. Інтенсивність потоку визначається температурою, пористістю седиментів та чисельністю інфауни. Розраховані коефіцієнти виносу фосфору змінюються від $3,1 \cdot 10^{-6}$ до $92,5 \cdot 10^{-6}$, у 1,5-25 рази перевищуючи стандартну величину дифузії.

Деякі вчені [55] вивчали рівень Р в седиментах та його біодоступність в затоці Цзяочжоувань. Ними встановлено, що в седиментах затоки переважають неорганічні сполуки фосфору, а органічні складають лише незначну частину загального фосфору. Велику роль відіграє структура седиментів, температура, рН, вміст органічного вуглецю. Встановлено, що рівень біодоступного Р зростає зі зниженням розміру частинок седименту. Він позитивно корелює з чисельністю фітопланктону та вмістом фосфатів у товщі води.

В 8 озерах [64] Британської Колумбії вивчали пул Р в планктоні епілімніону та швидкість його колообігу. Дослідження проводили протягом 2 років. Встановлено, що основну роль в колообізі Р відігравав піко- та нанопланктон. Він містив більше 60% планктонного пулу фосфору, споживав більше 90% фосфатного фосфору та регенерував більше 50% розчинного Р. Ефективність колообігу в планктоні фосфору зростає з підвищенням концентрації загального Р в озері. Визначено, що на колообіг Р в озері та його ефективність впливає комплекс чинників, в тому числі біомаса та склад планктону, а також співвідношення окремих елементів (С, N, Р).

Зміна інтенсивності виносу Р значною мірою залежить від мінливості вертикальної гідрологічної структури водної маси плеса внаслідок змін синоптичних умов на водоймі [9]. Це, в свою чергу, вказує на те, що в роки з різними погодними умовами внутрішньоводоймне біогенне навантаження суттєво відрізняється, а співвідношення зовнішнього та внутрішнього літнього навантаження ще більше змінюється з року в рік. В холодне та дощове літо спостерігається підвищений потік Р у водосховища та послаблена його регенерація з донних відкладів. І навпаки, в спекотне літо роль внутрішнього навантаження різко зростає.

Р є нутрієнтом з обмежених і не поновлюваних джерел, швидкість експлуатації яких у даний час набагато вище, ніж відсоток повернення Р до свого природного циклу. Передбачається, що відомі і доступні джерела Р скоро будуть вичерпані з серйозними і незворотними економічними, соціальними та екологічними наслідками. Отже, контроль внутрішніх стоків, особливо кількості ТПФ, що використовується у миючих засобах, має важливе значення для покращення якості води, забезпечення охорони довкілля і громадського здоров'я [68].

Таким чином, рівень Р свідчить про якість водного середовища, вказує на процеси, які відбуваються в екосистемах, а також вказує на джерела забруднення водою фосфатами.

Заходи із запобігання надходження фосфору у водойми

В 70-ті роки ХХ-го століття для зменшення вмісту Р в стічних водах в світі почали застосовувати спеціальні очисні системи для його вловлювання на каналізаційних очисних спорудах, що дозволяло знизити його концентрацію на 30-35%.

В 80-90-ті роки почали встановлювати системи з очисткою стічних вод від Р на 50%, а з кінця 90-х років в Європі та США — на 99%. Однак, такі системи досить затратні.

Так, в США на очистку стічних вод від Р в 70-ті роки щорічно витрачали по 10 млрд. \$, в 80-ті роки по 20 млрд. \$, тоді як починаючи з 2000 р. – по 60 млрд. \$. В наш час нові країни – члени ЄС - не мають фінансових можливостей для будівництва та впровадження в експлуатацію очисних систем для вилучення Р із каналізаційних стоків [66].

В Англії та Уельсі з 41 кілотонни збагачених Р стічних вод 15 кілотонн видаляється в осаді, а решта скидається в річки. 60% стокового осаду використовується як добриво, і ця частка, без сумніву, буде зростати в майбутньому [53]. Загальне використання осаду, проте, становить лише близько 5% від поточного річного використання Р стічних вод. Зазначається, що зараз не існує загальних економічних стимулів для більш ефективного використання Р у стічних водах. Видалення Р є дорогим, і становить близько 50% усіх витрат на очищення стічних вод. У деяких випадках, але рідко, Р вилучається, але не для його збереження, а щоб звести до мінімуму проблеми, які він створює для довкілля.

Одним із варіантів зменшення надходження Р в стічні води є іммобілізація його в ґрунті або вловлювання, коли він рухається крізь ландшафт, за допомогою хімічно активних речовин з великою здатністю утримувати Р, наприклад залізного шламу або піску із залізними покриттями [51].

Крім вищезазначеного, в 60-ті роки ХХ століття цивілізовані країни світу почали вживати заходи із запобігання забруднення водою фосфатовмісними миючими засобами, в першу чергу – пральними порошками, а саме:

1. Законодавче обмеження та заборона на застосування фосфатних пральних засобів [56, 60].
2. Добровільне обмеження на виробництво пральних порошоків фірмами виробниками та укладання відповідних Угод з урядом.
3. Введення штрафних санкцій та податку за порушення норм вмісту Р в стічних водах, що пов'язані з застосуванням фосфорних пральних засобів та їх реалізацією в певних країнах.
4. Будівництво додаткових очисних систем для очистки від Р стічних вод в особливо забруднених регіонах.
5. Зростання наукових досліджень з метою створення безпечних миючих засобів та гарантій із забезпечення фінансової підтримки з боку держав.

Так, в Австрії прийнято два законодавчі акти в 1985 р. – обмежено вміст фосфору до <6% у пральних порошках, в 1987 р. – до <5%, а з 1995 р. – без фосфатів.

В Бельгії в 2001 р. прийнято закон про заборону пральних порошоків, що містять більше 0,5% фосфору.

В Данії за добровільною домовленістю в 1992 р. в країні застосовувалось 50% безфосфатних миючих засобів, а в 2002 р. – 90%.

В Німеччині у 1984 р. прийнято закон про зменшення вмісту фосфатів в порошках на 50%, а з 1986 р. – Закон про заборону застосування фосфатних пральних порошоків. Одночасно було скорочено на 30% застосування фосфатних добрив.

В Італії в 1981 р. прийнято закон, в якому зазначалося про вміст Р в порошках не більше 5%, а з 1988 р. – зазначається не більше 1% Р в синтетичних миючих засобах (СМЗ). З 2002 р. в Італії використовуються СМЗ повністю без фосфатів.

В Ірландії за добровільною згодою сторін з 2002 р. виробляють лише безфосфатні СМЗ.

Франція була світовим лідером із виробництва ТПФ, тому Секретаріат Охорони середовища законодавчо обмежує вміст фосфатів в порошках до 6,2% в 1991 р. та до 5% з 01.07.1991 р.. В 2002 р. в країні застосовувалось 66% безфосфатних пральних засобів.

У Фінляндії в 1992 р. промисловість добровільно зупинила виробництво фосфатних СМЗ і сьогодні в країні застосовується 95% безфосфатних СМЗ.

В Нідерландах з 1990 р. використовуються лише безфосфатні СМЗ та застосовується ефективна система очистки стічних вод від Р.

В Японії завдяки комбінації Законодавчих актів та суспільної добровільної відмови від використання фосфатних СМЗ з 1986 р. повністю обмежено використання фосфатних мийних засобів.

В Україні сьогодні норма фосфатів в порошках становить 5,4% (22% в перерахунку на P_2O_5). Розроблено екологічні норми вмісту фосфатів в стічних водах та розміри штрафних санкцій за їх перевищення, однак за невідомих причин вони не діють. Внаслідок цього в останні роки влітку спостерігається масова евтрофікація водойм та водосховищ, не менш напружена ситуація склалася і в Чорному та Азовському морях. За якістю питної води Україна займає 87 місце в світі. В зв'язку з цим, з 2012 р. розробляється проект закону «Про державне регулювання синтетичних миючих засобів та товарів побутової хімії», згідно якого передбачається поступово зменшити та повністю припинити до 2020 р. використання на території України СМЗ на основі фосфатів.

В країнах, де обмежено застосування фосфатовмісних СМЗ, на ринок було введено безфосфатні миючі засоби на основі цеолітів і сополімерів. Проте виявилось, що їх також не можна вважати цілком безпечними для здоров'я людини і довкілля. Провідні виробники миючих засобів ЄС визнали свою неспроможність в теперішній час надати суспільству безпечну побутову хімію з високими робочими характеристиками. Хоча програма по обмеженню надходження фосфатів у водойми в окремих країнах дала дуже позитивні результати, але в світі в цілому ця проблема залишається актуальною і надалі.

1. *Американский рынок стиральных порошков на 01.06.2001.* ID: LA 186843 DOI. — С. 85. — Режим доступа: <http://dx.doi.org>.
2. *Брагинский Л. П.* Гидробиологические проблемы установления ПДК токсических веществ в водной среде // *Научные основы установления ПДК в водной среде и самоочищение поверхностных вод* / Л.П. Брагинский — М.: Наука, 1972. — С. 12—15.
3. *Брагинский Л. П.* Влияние синтетических моющих средств на *Daphnia magna* Straus в сочетании с их евтрофирующим действием в водоеме / Л. П. Брагинский, Э. П. Щербань // *Гидробиол. журн.* — 1985. — Т. 21, № 2. — С. 69—75.
4. *Волошин М. Д.,* Иванченко А. В., Корнієнко І. М. Обстеження очисних споруд з рекомендаціями по удосконаленню їх роботи: збірка наук. статей IV Міжнар. наук.-практ. конф. "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення (Алушта 8-12 вер. 2008 р.) / Укр. НДІЕП. — Х.: Райдер, 2008. — С. 309—314.
5. *Голинец О. М.* Анализ неопределенности в вычислении критических нагрузок азота, фосфора и серы на различные экосистемы: автореф. дис. на соискание степени канд. биол. наук / О. М. Голинец. — Самара, 1999. — 21 с.
6. *Гордеев В. В.* Речной сток в океан и черты его геохимии / В.В. Гордеев. — М.: Наука, 1983. — 160 с.
7. *Гутельмахер Б. Л.* Количественная оценка круговорота фосфора в начальных звеньях трофической цепи / Б. Л. Гутельмахер // *Океанология.* — 1981. — 21, № 4. — С. 634—638.
8. *Гутельмахер Б. Л.* Количественная оценка роли зоопланктона в круговороте фосфора в водоёме / Б. Л. Гутельмахер // *Журн. общ. биол.* — 1977. — 38, № 6. — С. 914—922.
9. *Даценко Ю. С.* Евтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты Ю.С. Даценко. — Москва: ГЕОС, 2007. — 252 с.
10. *Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною": ДСанПіН 2.2.4-171-10.* — Київ, 2010.
11. *Драбкова В. Г.* Интенсивность круговорота фосфора в озерах разного уровня трофии / В.Г. Драбкова, Е. А. Стравинская // *органического и биогенных веществ при антропогенном евтрофировании озер.* — Л.: Наука, 1989. — С. 243—252.
12. *Жукова Т. В.* Влияние зообентоса на поток фосфора из донных отложений в воду в озерных биотопах / Т. В. Жукова, В. А. Бабицкий // *Гидробиол. журн.* — 2001. — Т. 37, №1. — С. 27—36.
13. *Журавлева Л. А.* Режим фосфора в воде Низовья Дуная и его сток в Черное море / Л. А. Журавлева, Н. А. Грубина // *Гидробиол. журн.* — 1993. — Т. 29, № 6 — С. 31—88.
14. *Журавлева Л. А.* Сток общего взвешенного вещества Днепра и Южного Буга в Черное море / Л.А. Журавлева, А. А. Морозова // *Гидробиол. журн.* — 1999, № 1. — С. 96—102.
15. *Журавлева Л. А.* Сток общего взвешенного фосфора из Днепроовско-Бугской устьевой области в Черное море / Л. А. Журавлева, А. А. Морозова // *Гидробиол. журн.* — 1999. — № 4. — С. 101—105.
16. *Захарова Е. А.* Основные закономерности глобального стока фосфора: дис. на соискание науч. степени канд. географ. Наук / Е.А. Захарова. — Москва, 1995. — 204 с.
17. *Игнатьева Н. В.* Поступление фосфора из донных отложений Ладожского озера. В кн.: *Ладожское озеро - критерии состояния экосистемы* / Н. В. Игнатьева. — СПб: Наука, 1992. — С. 109—118.

18. *Исследование* процесса евтрофикации и способа его предотвращения. — Чтения им. Вернадского В. И., 2002. — 9 с.
19. *Кирикова М.В.* Сезонные изменения скорости поглощения реактивного фосфора микропланктонным сообществом Севастопольской бухты / М. В. Кирикова // *Экология*. — 1988. — № 3. — С. 45—50.
20. *Клименко В. Г.* Оцінка якості води р. Харків: Методичний посібник для студентів / В. Г. Клименко, Н. В. Петрова. — Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. — 58 с.
21. *Коненко А. Д.* Азот, фосфор и калий в воде малых рек Правобережного Полесья / Коненко А. Д., Гарасевич И. Г., Енаки Н. Г. // *Гидробиол. журн.* — 1974. — Т. 10, № 4. — С. 14—20.
22. *Корнієнко І. М.* Захист водних об'єктів від біогенних елементів та завислих речовин (на прикладі м. Дніпродзержинська): автореф. дис. на здобуття ступеня канд. тех. наук: спец. 21.06.01. «Екологічна безпека» / І.М. Корнієнко. — Харків, 2007. — 19 с.
23. *Коскова Л. А.* Действие некоторых синтетических стиральных порошков на гупни / Л. А. Коскова // *Информ. бюл. / Ин-т биологии внутр. вод АН СССР*, 1976. — № 32. — С. 58—61.
24. *Коскова Л. А.* Токсичность синтетических поверхностно-активных веществ и моющих средств для водных животных (обзор) / Л. А. Коскова, В. И. Козловская // *Гидробиол. журн.* — 1979. — Т. XV, № 1. — С. 77—84.
25. *Кресин В. С.* Динамика поступлений соединений фосфора в Украинские прибережные вды Черного моря и комплекс водоохраных мероприятий / Кресин В. С., Еременко Е. В., Захарченко М. А. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. — 2008. — № 5. — С. 28—33.
26. *Курейшевич А. В.* Оценка соотношения между содержанием хлорофилла а и фосфора в воде днепровских водохранилищ / А. В. Курейшевич, В. А. Медведь. — *Гидробиол. журн.* — Т. 42, № 1. — 2006. — С. 35—46.
27. *Леонов А. В.* Математическое моделирование трансформации соединений фосфора в пресноводных экосистемах (на примере оз. Балатон) / А. В. Леонов. — М.: Наука, 1986. — 152 с.
28. *Линник П. М.* Десорбція сполук азоту, фосфору і заліза з донних відкладів за дії різних чинників. — *Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія* / П. М. Линник, А. О. Морозова. — 2006. — Т. 10. — С. 73 — 80.
29. *Максименко С. Ю.* Активность щелочной фосфатазы и динамика фосфора в дельте реки Селенга / Максименко С. Ю., Парфенова В. В., Томберг И. В. // *Биология внутренних вод*. — 2007. — № 4. — С. 9—14.
30. *Максименко С. Ю.* Исследование реакции экосистемы ладожского озера на снижение фосфорной нагрузки / Максименко С. Ю., Парфенова В. В., Томберг И. В. // *Водные ресурсы*. — 2011. — Т. 38, № 6. — С. 740—752.
31. *Мартынова М. В.* Роль донных отложений в круговороте азота и фосфора в Можайском водохранилище. Основные вопросы методики исследования / М. В. Мартынова // *Процессы формирования качества воды в питьевых водохранилищах*. — М.: МГУ, 1979. — С. 49—66.
32. *Морозова А. А.* Взвешенные формы железа и фосфора в воде Киевского водохранилища / А.А. Морозова. — *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. — 2010. — Т.3 (20). — С. 169—177.
33. *Морозова А. А.* Пространственная и временная изменчивость биогенных компонентов озерной системы Тельбин под действием антропогенного фактора / А. А. Морозова. — *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. — 2008. — Т. 14. — С. 181—186.
34. *Морозова А. А.* Влияние высшей водной растительности на содержание и режим взвешенного фосфора в пойменных водоемах Нижнего Днепра / А. А. Морозова, Т. Н. Дьяченко // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту*. — 2005. — №3 (26). — С. 314—316.
35. *Морозова А. О.* Режим завислой речовини, фосфору та заліза в водоймах гирлової області р. Дніпра та Південного Бугу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. географ. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / А.О. Морозова. — К., 2000. — 18 с.
36. *Пархоменко А. В.* Количественная оценка потребления фосфата микропланктоном в Черном море в зимний период / А. В. Пархоменко // *Экология моря*. — 2000. — Вып. 51. — С. 14—19.
37. *Пархоменко А. В.* Поглощение фосфатов микропланктоном в эвфотической зоне Чёрного и Средиземного морей: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.18 «Гидробиология» / А.В. Пархоменко. — Севастополь, 1989. — 25 с.
38. *Пархоменко А. В.* Потребление и время оборота неорганического фосфора в водах черного моря в осенний период / А. В. Пархоменко, М. В. Кирикова // *Морський екологічний журнал*. — 2004. — № 2, Т III. — С. 54—71.
39. *Подорван Н. И.* Удаление соединений фосфора из сточных вод / Подорван Н. И., Глоба Л. И., Куликов Н. И. // *Химия и технология воды*. — 2005. — № 1. — С. 591—606.
40. *Правила* охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення / Постанова Кабінету Міністрів України № 431 від 29. 03. 2002 р.
41. *Романенко В. Д.* Кальций и фосфор в жизнедеятельности гидробионтов / Романенко В. Д., Арсан О.М., Соломатина В. Д. — К.: Наук. думка, 1982. — 152 с.

42. Савенко В. С. Фосфор в атмосферных осадках / В. С. Савенко // Водные ресурсы. — 1996. — Т. 23, № 2. — С. 189—199.
43. Савенко В. С. О содержании фосфора в поверхностной пленке Можайского водохранилища / В. С. Савенко // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. XV, № 6. — С. 106—108.
44. Совга Е. Е. Многолетняя изменчивость потоков фосфора в северо-западную часть Черного моря / Совга Е. Е., Жоров В. А., Богуславский С. Г. // Морской гидрофизический журнал. — 2000. — № 4. — С. 59—79.
45. Стан довкілля Чорного моря. Національна доповідь 2. України 1996–2000 роки. Міністерство екології та природних ресурсів України. — Одеса: Астропринт, 2002. — 80 с.
46. Щербань Э. П. Токсичность некоторых поверхностно-активных веществ для *D. magna*. / Э.П. Щербань // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. 15, № 3. — С. 69—74.
47. Эдельштейн К. К. Антропогенные потоки фосфора в глобальном гидрологическом цикле / К.К. Эдельштейн // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. — 1997. — № 2. — С. 21—26.
48. An 800 - Pound Gorilla Waits to Escape in S. Florida. The Washington Post. — 2006. — P. 85.
49. Banerji Shankha K. Detergents / K. Banerji Shankha // J. Water Pollut. Contr. Fed. — 1974. — Vol. 46, N 6. — P. 1140—1145.
50. Cade-Menun B. J. Characterizing dissolved and particulate phosphorus in water with ³¹P nuclear magnetic resonance spectroscopy / Cade-Menun B. J., Navaratnam J. A., Walbridge M. R. // Environ. Science & Technol. — 2006. — Vol. 40, Issue 24. — P. 7874—7880.
51. Chardon W. J. Use of reactive materials to bind phosphorus / Chardon W. J., Groenenberg J. E., Temminghoff E. J. // J. Environ. Qual. — 2012. — Vol. 41, N 3. — P. 636—646.
52. Chunye L. Phosphorus sorption and fraction characteristics in the upper, middle and low reach sediments of the Daliao river systems, China / Chunye L., Zhigang W., Mengchang H. // J. of Hazardous Materials. — 2009. — Vol. 170, Issue 1. — P. 278—285.
53. Collingwood R. W. The dissipation of phosphorus in sewage and sewage effluents / R. W. Collingwood // CIBA Found. Symp., 1977, Sep. 13-15. — 1977. — Vol. 57. — P. 229—242.
54. Correll D. L. Phosphorus: a rate limiting nutrient in surface waters / D. L. Correll // Poult. Sci. — 1999. — Vol. 78, N 5. — P. 674—682.
55. Dai J. C. Sediment record of phosphorus and the primary study of its bioavailability in Jiaozhou Bay sediments / Dai J. C., Song J. M., Li X. G. // Environ. Sci. Technol. — 2007. — Vol. 28, N 5. — P. 929—936.
56. Eu environment directorate. Phosphates and alternative Detergent Builders - Final Report. WRC Ref: UC 4011. — June, 2002. — 334 p.
57. Halliwell D. J. Hydrolysis of triphosphate from detergents in a rural waste water system / Halliwell D. J., McKelvie I. D., Hart B. T. // Water Research. — 2001. — Vol. 35, Issue 2. — P. 448—454.
58. Inman M. P. Abiotic hydrolysis of the detergent builder tripolyphosphate by hydrous manganese dioxide / Inman M. P., Beattie J. K., Jones D. R. // Water Res. — 2001. — Vol. 35, N 8. — P. 1987—1993.
59. Kohler J. Detergent Phosphates: an EU Policy Assessment / J. Kohler // Journal of business chemistry. — 2006. — Vol. 3, Issue 2. — P. 15—30.
60. Lee F. G. Detergent Phosphate Bans and Eutrophication / F. G. Lee, A. R. Jones // Environ. Sci. Technol. — 1986. — Vol. 20, N 4. — P. 330—331.
61. Maki A. W. The impact of detergent phosphorus bans on receiving water quality / Maki A. W., Porcella D. B., Wendt R. H. // Water Research. — 1984. — Vol. 18, Issue 7. — P. 893—903.
62. Murphy C. B. Jr. Effect of restricted use of phosphate based detergents on Onondaga Lake / C. B. Murphy // Science. — 1973. — Vol. 182, N 4110. — P. 379—381.
63. Nathan S. Washing phosphates whiter than white / S. Nathan // Chem. & Ind. — 1995. — N 2. — P. 43.
64. Nowlin Weston H. Planctonic phosphorus pool sizes and cycling efficiency in coastal and interior British / Nowlin Weston H., Davies John-Mark, Mazumber Asit. // Columbia lakes Freshwater Biol. — 2007. — Vol. 52, N 5. — P. 860—877.
65. Pelley J. Neglected forms of phosphorus play important role / J. Pelley // Environ. Sci. and Technol. — 2004. — Vol. 38, Issue 20. — P. 383—384.
66. Phosphates in detergents - background information. CEED. March 2003. — Режим доступа: www.ceep-phosphates.org.
67. Prat J. The pollution of water by detergents / J. Prat, A. Girand. — Paris, 1964. — 86 p.
68. Quevedo C.M. The impact of human activities on the dynamics of phosphorus in the environment and its effect on public health / C.M. Quevedo, W.S. Paganini // Cien. Saude Colet. — 2011. — Vol. 16, N 8. — P. 3529—3539.
69. Reddy K.R. Phosphorus cycling in the Greater Everglades Ecosystem: legacy phosphorus implications for management and restoration / Reddy K.R., Newman S., Osborne T.Z. // Critical reviews in Environ. Sci. and Technol. — 2011. — Vol. 41. — P. 149—186.

70. *Review of Phosphorus Control Measures in the United states and Their Effects on Water Quality: U.S. Geological Survey. Water - Resources investigations Report 99-4007. National Water - Quality Assessment Program. Colorado. — 1999. — P. 38.*
71. *Reynolds C.S. Sources and bioavailability of phosphorus fractions in freshwaters: a British perspective / C.S. Reynolds, P.S. Davies // Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. — 2001. — Vol. 76, N 1. — P. 27—64.*

М.А. Савлущинская, Л.А. Горбатюк
 Інститут гідробіології НАН України, Київ

ПОСТУПЛЕНИЕ, МИГРАЦИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ФОСФОРА В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ (ОБЗОР)

В обзорной статье обобщены литературные данные о загрязнении водных экосистем фосфором, в частности в составе моющих средств.

Рассмотрены основные пути и источники его поступления, миграцию и трансформацию в водоемах. Показано, что загрязнение поверхностных вод фосфором происходит за счет поступления бытовых сточных вод, содержащих фосфаты, синтетических моющих средств, фотореагентов и умягчителей воды. Важным фактором также является смыв фосфорных удобрений и пестицидов с сельскохозяйственных угодий, стоки животноводческих ферм и промышленных предприятий. Значительная доля фосфора поступает в водоемы в составе триполифосфата натрия моющих средств, повышая биологическую нагрузку на водные экосистемы.

Проанализировано, что в условиях избыточного поступления фосфора в водоемы, он вызывает их эвтрофикацию, и, как следствие, накопление биотоксинов, ухудшение качества воды, гибель гидробионтов и др.

В данной статье приведены меры, которые принимаются в мире по уменьшению загрязнения водных экосистем синтетическими моющими средствами содержащие фосфаты, с целью оздоровления их экологического состояния и улучшения качества питьевой воды.

Ключевые слова: фосфор, фосфаты, триполифосфат натрия, миграция, трансформация, источники поступления, эвтрофикация

M.O. Savluchinska, L.O. Gorbatyuk
 Institut Hydrobiology National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

SUPPLY, MIGRATION AND TRANSFORMATION OF PHOSPHORUS IN AQUATIC ECOSYSTEMS (REVIEW)

This article summarizes the literature data on the contamination of aquatic ecosystems phosphorus, in particular in detergents.

The main routes and sources of phosphorus income, migration and transformation in aquatic ecosystems are analyzed. An attempt is made here to analyze the pollution of surface waters with phosphorus intake promotes domestic wastewater containing phosphates as components of synthetic detergents, fotoreagent and water softeners. An important factor is also given a wash of phosphate fertilizers and pesticides from agricultural lands, livestock farms and waste water industries. A large proportion of phosphorus flows into ponds as part of sodium tripolyphosphate detergent, increases biological stress on aquatic ecosystems.

It is shown that under the conditions of excess of phosphorus in water bodies, it causes them to eutrophication, and as a result, the accumulation of biotoxins, deterioration of water quality, loss of aquatic organisms and others.

This article outlines the steps that are taken in the world to reduce the pollution of aquatic ecosystems synthetic detergents containing phosphates, with the purpose of improvement of their environmental conditions and improve the quality of drinking water.

Keywords: phosphorus, phosphate, sodium tripolyphosphate, migration, transformation, sources of income, eutrophication

Рекомендує до друку
 В.В. Грубінко

Надійшла 25.09.2014

АВТОРИ НОМЕРА

- Арсан В.О.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач Науково-дослідного відділу якості підземної, поверхневої та питної води Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Бабенко Г.І.** — молодший науковий співробітник Науково-дослідного відділу якості підземної, поверхневої та питної води Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Барна Л.С.** — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ).
- Барна М.М.** — доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Бесараб О.Б.** — асистент кафедри промислової біотехнології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».
- Бойко Л.А.** — старший лаборант кафедри фармації ДНВЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського».
- Варганова А.Д.** — науковий співробітник Науково-дослідного відділу якості підземної, поверхневої та питної води Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Василенко О.В.** — кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Весельський С.П.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу загальної фізіології НДІ фізіології імені академіка Петра Богача ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету (КНУ).
- Галкін О.Ю.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри промислової біотехнології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».
- Голубенко А.В.** — аспірант кафедри здоров'я людини та фізичної реабілітації Запорізького національного університету.
- Горбатюк Л.О.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу екоотоксикології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Горшунов Ю.В.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту міського господарства, м. Київ.
- Гоцуляк Л.М.** — студентка хіміко-біологічного факультету ТНПУ.
- Григорюк І.П.** — доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України, професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Грубінко В.В.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Гусейнова В.П.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу санітарної гідробіології ІГ НАНУ.

- Гуцман М.В.** — аспірант кафедри екології та збалансованого природокористування Рівненського державного гуманітарного університету (РДГУ).
- Гуцман С.В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування РДГУ.
- Дуган О.М.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедрою промислової біотехнології, декан факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».
- Заїченко Н.В.** — провідний інженер ІГ НАНУ.
- Зубенко О.Г.** — старший викладач кафедри біології та біохімії Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.
- Івасюк Ю.С.** — кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник ІГ НАНУ.
- Кириченко Р.М.** — вчитель Привільненської загальноосвітньої школи I–III ступенів, Дубенського району, Рівненської області.
- Клоченко П.Д.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу екологічної фізіології водних рослин ІГ НАНУ.
- Коваль М.І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри медичної біоетики і деонтології ТДМУ ім. І. Я. Горбачевського.
- Курейшевич А.В.** — доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник відділу екологічної фізіології водяних рослин ІГ НАНУ.
- Кухтин М.Д.** — доктор ветеринарних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Лисогор Л.П.** — асистент Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет».
- Лихацький П.Г.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри фармацевтичної хімії ТДМУ.
- Майхрук М.І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри початкового навчання та методики її викладання Кременецького обласного гуманітарно–педагогічного інституту імені Тараса Шевченка.
- Макарчук М.Ю.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини та тварин НДІ фізіології імені академіка Петра Богача ННЦ «Інститут біології» КНУ.
- Максін В.І.** — доктор хімічних наук, професор, директор Науково-дослідного інституту природничих і гуманітарних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Мудра А.Є.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри медичної біохімії Тернопільського державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського.
- Одінцова А.В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка.
- Покотило О.С.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Полетай В.М.** — кандидат біологічних наук, викладач кафедри біології Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка.
- Савлущинська М.О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Синюк Ю.В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Скрипець Х.** — аспірант кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка.
- Соколов Є.В.** — молодший науковий співробітник Одеської філії Інституту біології південних морів імені А.О. Ковалевського НАН України.
- Стефановська Т.Р.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ентомології Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Страшнюк Д.В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.

АВТОРИ НОМЕРА

- Тарасова Ю.В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології Житомирського державного університету імені Івана Франка.
- Фіра Л.С.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фармацевтичної хімії ТДМУ.
- Шевчик Л.О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Юришинець В.І.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи, в. о. зав. відділом санітарної гідробіології ІГ НАНУ.
- Яворовський П.П.** — доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри лісівництва Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Ярошенко Т. Я.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри медичної біохімії ТДМУ ім. І.Я.Горбачевського.



Здано до складання 02.12.2014. Підписано до друку 08.12.2014. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 13.8. Обліково-видавничих аркушів — 16.6. Замовлення № 12
Наклад 300 прим. Віддруковано у видавничому центрі «Вектор»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ТР № 46 від 07 березня 2013р.
ФО Осадца Ю.В.
